

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

145. évf. 7. sz.

2014. JÚLIUS

ÁRA: 650 Ft

Előfizetőknek: 540 Ft



- A LEMEZTEKTONIKA MOTORJA
- JELZÉSEK A KROMATIN TÁJON
- NAVIGÁCIÓ ILLATMOLEKULÁKKAL

- A FÖLDHŐ HASZNOSÍTÁSA
- GOMBÁSZKALANDOK
- TARTÓS ASZFALTUTAK

- DÍJNYERTES CSÍKSZEREDAI DIÁKOK EMLÉKEZÉSEI

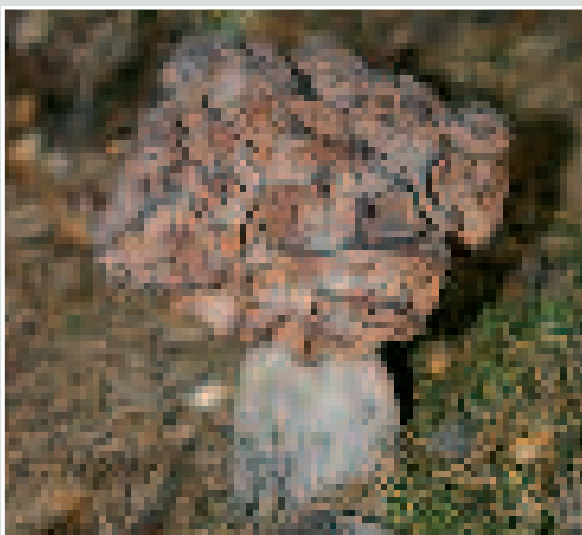
Egy gombász emlékképei



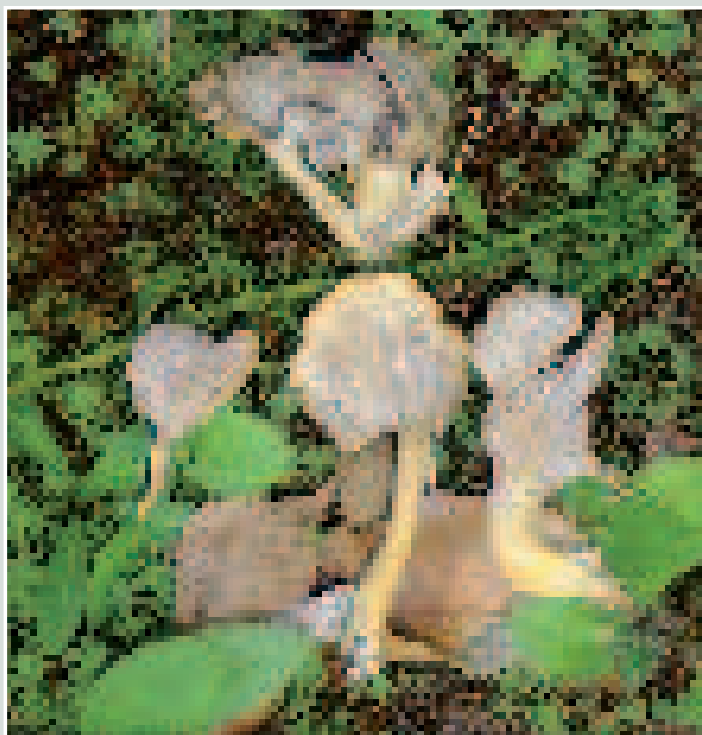
Amikor kedvez az időjárás, seregesen jön elő a trombitagomba (Szabaderdő, Nagyenyed)



Ritkán találkozni a szemcsés aranygombával (Ojtozi-szoros, Erdély)



A méregző redős papsapkagomba (Szerice-Bélavár környéke, Erdély)



A szürke róka gomba az ismert sárga róka gomba szerény rokona (Ojtozi-szoros, Erdély)



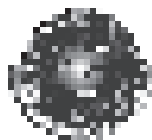
Császárgalóca, a császárok gombája és a gombák császára (Szabaderdő, Nagyenyed)



Távolról jött „vendég” a tintahalgomba (Bamberg környéke, Németország)

(Dvorácsek Ágoston felvételei)

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI
TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
145. ÉVFOLYAMA



2014. 7. sz. JÚLIUS
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok
(OTKA, PUB-I 111 142) támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociá-
lis Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával készül.

Főszerkesztő:
STAAR GYULA
Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 327-8962, fax: 327-8969
Levél cím: 1444 Budapest 8., Pf. 256
E-mail-cím: termvil@mail.datanet.hu
Internet: www.termeszetvilaga.hu
vagy <http://www.chemonet.hu/TermVil/>

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:
Infopress Group 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 3240 Ft, egy évre 6480 Ft

TARTALOM

Galsa Attila–Süle Bálint: A lemeztektonika motorja. Áramlások a földköpenyben.....	290
Horváth Tünde: 5500 éves temetkezési halmok az Alföldön.....	294
Kovács Etelka–Wirth Roland–Maróti Gergely–Bagi Zoltán–Kovács L. Kornél: Biogáz fehérjehulladékból.....	297
Geiger András–Holló András: Tartós aszfaltutak a MOL új termékével.....	300
Boros Imre: Jelzések a kromatin tájon. Második rész. Jelíró és -olvasó molekulák ..	304
Vuts József–Tóth Miklós: Navigáció illatmolekulákkal	307
<i>E számunk szerzői</i>	310
Pálfy Péter Pál: A prímuszámok zenéje (<i>OLVASÓNAPLÓ</i>).....	311
Charles Simonyi oxfordi tanszékének alapító nyilatkozata (Charles Simonyi)	312
Sebestyén Viktor–Somogyi Viola: A felszinközeli földhőhasznosítás mérműszemmel ...	313
Nebojszki László: „Egy fordulás az Alföldön”	316
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK</i>	319
Dvorácsek Ágoston: Gombászkalandjaim Vízaknától Bambergig. Császárgalóca, óriáspöfeteg, szarvasgomba és társaik.....	322
Kétarcú molekulával a fájdalomcsillapításért. Benyhe Sándorral beszélget Farkas Csaba	325
Babinszki Edit: Az ismeretlen ismerős. A Balatonfelvidéki Homokkő	327
Harangi Szabolcs: Tüzhányó-hírek. 2014 első negyedév.....	329
<i>ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata)</i>	333
Kecskeméti Tibor: A Világtenger kartográfus szemmel (<i>OLVASÓNAPLÓ</i>).....	334
<i>FOLYÓIRATSZEMLE</i>	335

Címképünk: Maszkos római kori oszlopfő Mentshelyről (*Babinszki Edit felvétele*)
Borítólapunk második oldalán: Egy gombász emlékképei (*Dvorácsek Ágoston felvétele*)
Borítólapunk harmadik oldalán: Vulkanai újdonságok

Mellékletünk: A XXIII. Természet–Tudomány Diákpályázat cikkei (Molnár Bence, Matkovits Anna írása). A XXIV. Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása. Mi lett velük? A csikszeredai díjnyertes diákok emlékeznek: Boda Tamás, András Hunor Jenő, Táncoz Zoltán. Györgyicze Vilmos: Egy székellyöldi tanár emlékei. Pelikán József Erdős Pál-díja

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

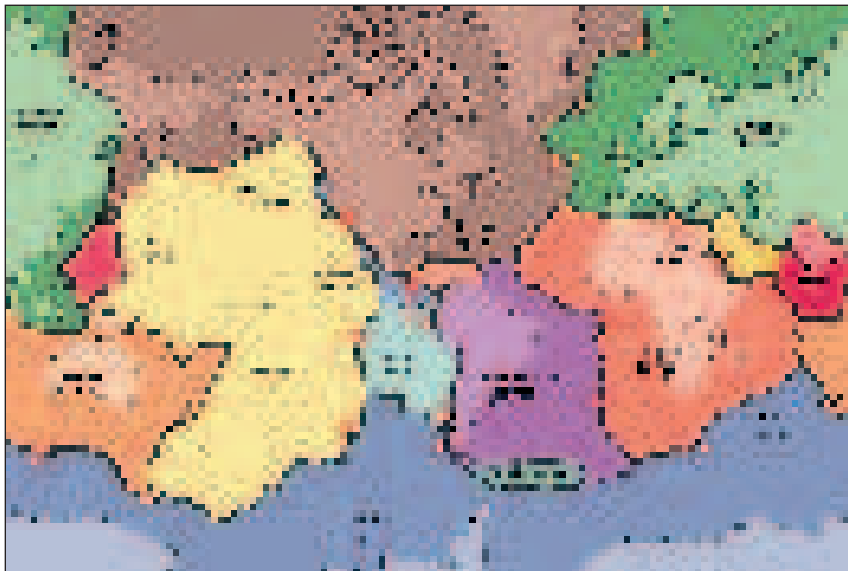
Titkárságvezető: LUKÁCS ANNAMÁRIA

GALSA ATTILA–SÜLE BÁLINT

A lemeztektonika motorja

Áramlások a földköpenyben

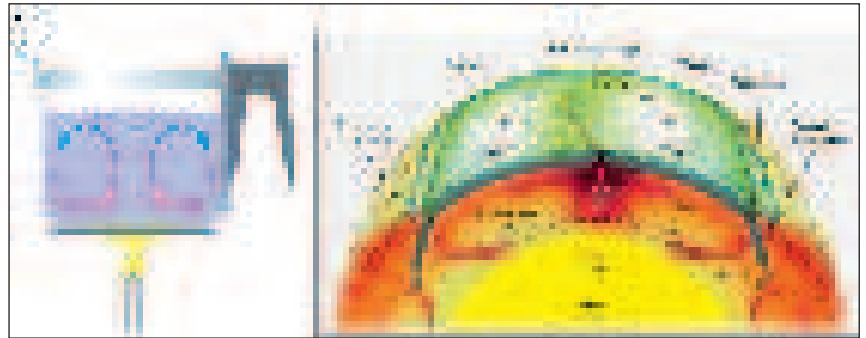
Alfred Wegener egy évszázaddal ezelőtt felvázolt kontinensvándorlási elmélete – a korabeli földtudomány elutasító magatartása ellenére – a jelenkori középiskolás földrajztan-könyvek meghatározó részévé vált. Nem meglepő tehát azon állítás, hogy a szárazföldek elhelyezkedése a földtörténeti múltban eltért a maitól, melynek segítségével sokkal egyszerűbben magyarázhatók az egymástól több ezer kilométerre fekvő kontinenseken fellelhető hasonló közettípusok, állatfajok, fossziliák stb. [Horváth 2012a, 2012b]. Természetesen a kontinensek vándorlása egy nagyobb rendszer, a Föld szilárd, ámbar nem egy-séges burkát képező kőzetlemezek, pontosabban litoszféralemezek relatív mozgásából fakad. Mindez azt jelenti, hogy a szilárd és merev litoszféralemezek egymáshoz képest néhány cm/éves sebességgel mozognak (1. ábra), egymástól



1. ábra. A Föld felszínét borító litoszféralemezek és relatív mozgásuk

távolodnak (pl. Észak-amerikai- és Eurázsiai-lemez), vagy éppen egymásnak ütköznek (Csendes-óceáni- és Ausztrál-lemez).

nulása van. A sekély- és mélyfészktű földrengések eloszlása, a vulkáni ívek elhelyezkedése, a magma geokémiai összetétele, a mély-tengeri aljzat topográfiája és szabályos mág-



2. ábra. Termikus konvekció sematikus ábrázolása [<http://web.mst.edu/~sgao/g51/plots/>] és egy kezdeti elképzelés a földköpenyben való megnyilvánulásáról [<http://massovia-pomerania.blogspot.hu/2009/11/massovian-land-in-southern-seas.html>]

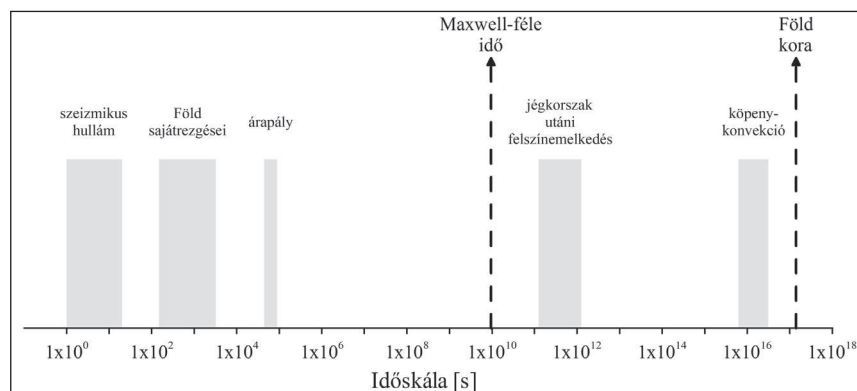
A lemezek mozgása és határa a mai GPS-technikával már pontosan megállapítható, ráadásul a távolodó (divergens) és ütköző (konvergens) lemezeknek számos felszíni geofizikai, geológiai, geokémiai megnyilván-

nesezettsége, a hóáram- és geoidanomáliák eloszlása együttesen mind azt tanúsítja, hogy az óceáni litoszféralemezek az óceáni hátságoknál születnek. A hátságoktól távolodva hűlnek, sűrűségük nő, míg nem 100–200 millió év múltán alábuknak (szubdukálódnak) a köpenybe a kisebb sűrűségű kontinentális lemez alá.

Vajon milyen erő mozgatja e hatalmas méretű és tömegű kontinenseket? Mi okozhatta a 200 millió évvel ezelőtt létező szuperkontinens, a Pangea feldarabolódását? Mi az az erőhatás, mely képes felgyúrti a legnagyobb hegységrendszereket, okozza a földrengések túlnyomó többségét és előidézi a vulkáni tevékenység zömét? Annak ellenére, hogy a tudomány egzakt, minden részletre kiterjedő választ a mai napig nem tud adni e kérdésekre, mégis érdemes összegezni az utóbbi egy-két évtizedben született eredményeket.

A termikus konvekció és a földköpenyben zajló áramlások kapcsolata

Habár a termikus konvekciót mint fizikai jelenséget egy meglehetősen bonyolult nemlineáris parciális differenciálegyenlet-rendszer írja le, mégis kvalitatíve, a folyamat lényegét tekintve egyszerűen elmagyarázható. Ha egy edényben vizet melegítünk, akkor a víz alul felmelegszik, a



3. ábra. A földköpenyre jellemző Maxwell-féle idő és néhány geodinamikai szempontból fontos időskála [Cserepes 2002]

mányban magasabb legyen a hőmérséklet, ami a hőtáguláson keresztül instabilitáshoz, majd áramláshoz vezethet. Ez a földköpenyben biztosított, hiszen a felszíni hőmérsékletnél a köpeny-mag határon hozzávetőlegesen 3500–4000 °C-kal melegebb van [Tackley 2012]. Meg kell jegyezni azonban, hogy a köpeny-áramlást hajtó hőmennyiség elsősorban nem a Föld magjából származik. Különböző számítások alapján a felszíni hőáram mintegy 50–80%-a – a köpeny szempontjából – belső eredetű, azaz a hő nem alulról, a magból lép be, hanem magából a köpenyből származik. Utóbbi magában foglalja a köpenyben lévő radioaktív izotópok (döntően ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K) bomlásából, illetve a köpeny hűléséből fakadó hőt [Jaupart et al. 2007]. Vagyis a földköpenyben zajló termikus konvekció olyan áramlási rendszer, melyet részben alsó, részben belső fűtés tart fenn.

Az áramló anyag útját végigkövetve a termikus konvekció felszíni, horizontális ága kétségtelenül megfeleltethető a lemeztektonikának (2b. ábra). A hideg lebukó áramlatokat a mélytengeri árkoknál alábukó óceáni litoszféralemez

hőtágulás miatt sűrűsége csökken, ezért benne felhajtóerő ébred, és felemelkedik (2a. ábra). A felszínhez érve a meleg folyadék horizontálisan mozog a hideg felszín mentén, így lehűl, összehúzódik, sűrűsége megnő, és – a negatív felhajtóerő miatt – alábukik az edény aljára. A meleg alj mentén horizontálisan mozogva hőmérséklete emelkedik, kitágul, s a cirkuláció kezdődik előlről. Ezt a hőtranszportot körfolyamatot, mikor az áramlást az inhomogén hőmérséklet-eloszlás idézi elő, nevezzük termikus konvekciónak.

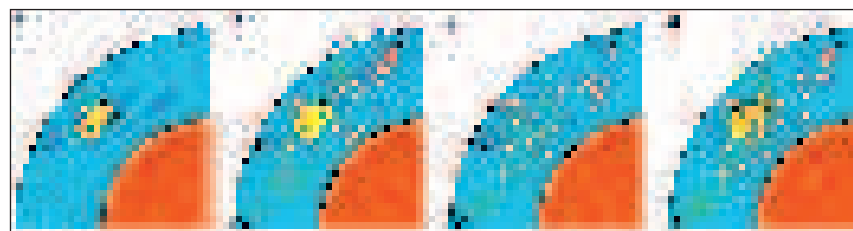
A földköpeny – mely a héjszerű kéreg alatt 2890 km mélységig terjed, s így a Föld legnagyobb térfogatú és tömegű tartománya – azonban nem folyadék halmazállapotú. Legalábbis hétköznapi értelemben. Ismert, hogy a köpeny a rövid ideig fennálló feszültségre rugalmas testként reagál, elasztikusan viselkedik, azonban a hosszú ideig tartó behatásokra folyadékszerű, azaz viszkózus deformációval válaszol. Az ilyen testet viszkoelasztikus testnek nevezzük, s az elasztikus és viszkózus deformációk hányadosaként definiálható ún. Maxwell-féle idővel jellemezzük,

$$\tau_M = \frac{\eta}{\mu} \approx \frac{2 \cdot 10^{21} \text{ Pas}}{2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}} \approx 300 \text{ év},$$

ahol η és μ a köpenyre jellemző dinamikai viszkozitást és nyírási moduluszt jelöli. Amennyiben a köpenyre ható feszültség karakterisztikus ideje jóval kisebb, mint τ_M (pl.: a földrengések által keltett rugalmas hullámok és a Föld sajátrezgései), a köpeny rugalmas testként viselkedik. Ugyanakkor, ha a köpeny erő behatás ideje jóval nagyobb, mint τ_M (pl.: jégkorszak utáni felszínemelkedés, köpenykonvekció), a köpeny folyadékszerű választ ad (3. ábra). Mivel a köpenykonvekció karakterisztikus ideje – a lemeztektonikai sebességek alapján becslve – több 100 millió év, ezért a

köpenykonvekció szempontjából a földköpeny folyadéknak tekinthető.

Fontos néhány szót ejteni arról is, hogyan folyik a köpeny. Anélkül, hogy részletekbe bocsátkoznánk, Gordon [1965] megállapította, hogy az olvadáspontjához közeli hőmérsékletű, de még szilárd anyag kis feszültségek hatására is folyadékszerű deformációt mutat geológiai időskálán. Az ilyen deformációt creep-folyásnak (creep deformation,



4. ábra. A szeizmikus tomográfia működésének elvi vázlata egy negatív szeizmikus sebességanomália esetén. (a) Azon hullámfrontok, melyek áthaladnak az anomálián, a vártnál Δt -al később érnek el az obszervatóriumig. (b) Sok rangús sok hullámbeérkezését regisztrálják. (c) Természetesen az anomália nagysága és kiterjedése a valóságban nem ismert. (d) A regisztrált hullámbeérkezések alapján következtetni lehet az anomáliára. Általában minél nagyobb az adatok száma és pontossága, az anomália annál jobban feltérképezhető

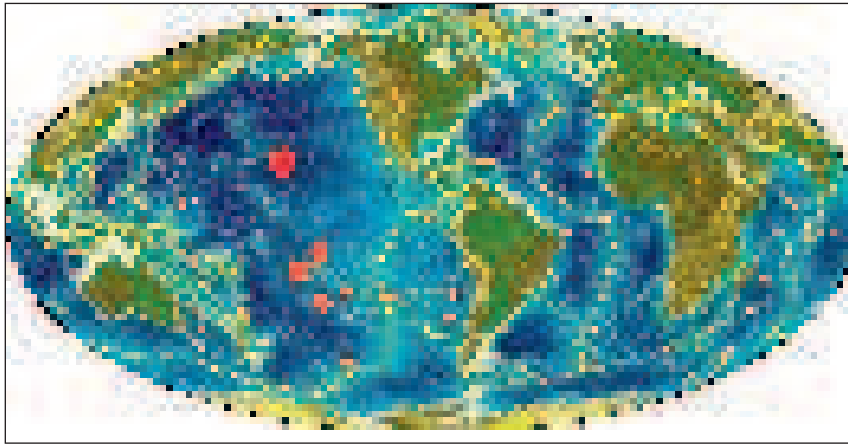
néhol kúszófolyásnak szokták fordítani) nevezzük, melyet a kristályhibák terjedése (migrációja) idéz elő. A creep-folyást kiválthatja ponthibák (diffusion creep), vagy vonalhibák (dislocation creep) terjedése a kristályszerkezetben. A földköpeny folyadékszerű deformációjáért valószínűleg elsősorban a diffúziós folyás a felelős, de a felső köpeny sekélyebb tartományaiban, ahol a nyíró feszültség jelentősebb, a diszlokációs folyás akár dominánssá is válhat. Azaz a földköpenyben zajló folyadékszerű áramlás a szilárd fázisú kristályok rács-hibáinak terjedésén keresztül történik.

A termikus konvekció megindulásának egyik alapfeltétele, hogy a mélyebb (nagyobb nehézségi potenciálú) tarto-

representálják, melyek esetenként elérik a köpeny-mag határt. Ezen alsó határ felett történő laterális elmozdulásról még aránylag keveset tudunk. Kézenfekvőnek tűnik azon gondolat, hogy a termikus konvekció fő felszálló ágai a szét-tartó óceáni hátságok alatt találhatóak, ennek azonban ellentmondanak a geofizikai megfigyelések.

A köpenykonvekció fő felszálló áramlatai: a köpenyhőoszlopok

A geofizika, pontosabban a szeizmológia által kifejlesztett szeizmikus tomográfia jelenleg a Föld mélyének elsődleges megismerési formája. Lényege,

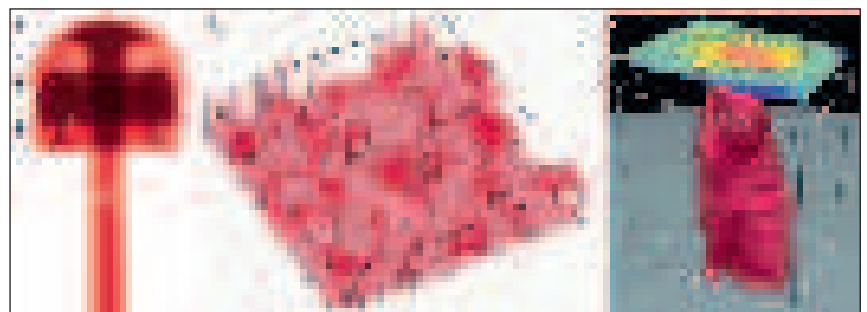


5. ábra. A forró foltok eloszlása a Föld felszínén. A földfelszín és a tengerfenék topográfiája tektonikai lemezhatárokkal [forrás: *National Geophysical Data Center*], valamint a forró foltok elhelyezkedése [Steinberger 2000]. A körök mérete arányos a köpenyoszlopok számított tömegfluxusával

hogy a kipattanó nagyobb rengések által gerjesztett rugalmas hullámok átjárják a Föld belsejét, s a felszínen elhelyezkedő szeizmológiai obszervatóriumok regisztrálják a hullámok beérkezési idejét. Ennek alapján megállapítható, hogy mely hullámutak mentén halad a vártnál gyorsabban, s hol lassabban a rugalmas hullám (4. ábra). Egyszerre sok (esetenként akár több 100 000) rengés különböző helyeken történő beérkezését mérve a Föld – vagy egyes tartományai, mint pl. a köpeny – átvilágíthatók, a szeizmikusan gyors, illetve lassú háromdimenziós tartományok körülhatárolhatók. A szeizmikus tomográfia esetén legtöbbször az a feltevés élünk, hogy a szeizmikus anomáliákat hőmérsékletanomáliák okozzák. Tehát a szeizmikusan gyors területek hideg és merev, ezért leszálló zónákat reprezentálnak, míg a szeizmikusan lassú területek meleg, ezért felemelkedő tartományai a köpenynek. A módszer az orvosi gyakorlatban használt számítógépes tomográfiahoz (CT) hasonló elven működik, azzal a nehezítéssel, hogy esetünkben sem a forrás (föld-rengés kipattanásának helye, ideje), sem a rugalmas hullám által bejárt út (inhomogén, anizotróp közegben nem egyenes vonalú) nem ismert tökéletesen.

Az óceáni hátságok alatti területeket leképező szeizmikus tomográfia egyértelműen kimutatja, hogy a tapasztalt negatív szeizmikus anomália (benne a környezeténel lassabban terjed a rugalmas hullám, tehát vélhetően meleg, ezért felemelkedő) sekély, mélységbeli kiterjedése nem több néhány 100 km-nél. Mindez azt jelenti, hogy az itt található köpenyfeláramlások passzív jellegűek, azaz csak az egymástól távolodó lemezek

közötti űrt töltik ki alacsony viszkozitású asztenoszféra anyaggal. A sekély és passzív feláramlásban a csökkenő nyomás miatt a köpeny legalacsonyabb olvadáspontú bazaltos komponense megolvad, mely a hideg felszín közelébe érve „hozzáfagy” a távolodó lemezekhez. Az óceáni lemezek az óceáni hátságnál születnek. Mivel azonban a lebukó lemezek esetenként a köpeny–mag határt is elérik, ezért – a tömegmegmaradás miatt – létezniük kell a teljes köpenyen keresztülemelkedő anyagáramlatoknak is. Az óceáni hátságok alatti sekély feláramlások ezeknek nem felelnek meg.



6. ábra. Köpenyhőoszlopok (a) laboratóriumi [Campbell és O’Neil 2012] és (b) háromdimenziós numerikus modellekben (szerzők számítása), valamint (c) a szeizmikus tomográfia által feltárt negatív sebességanomália Izland alatt [Wolfe et al. 1997]

W. J. Morgan [1971] vetette fel először, hogy a felszíni forró foltok (hot spots) alatt a köpeny hengerszerűen emelkedő meleg anyagáramlatai, az úgynevezett köpenyhőoszlopok (mantle plumes) vannak. Néhány jól ismert példán kívül (Hawaii, Izland, Húsvét-sziget, Tahiti stb.) jelenleg nem dönthető el egyértelműen, hogy pontosan mely felszíni képződmény tekinthető forrófolt-

nak. Általában felszíni kiemelkedéssel, pozitív hőáram és geoidanomáliával jellemezhetők, vulkanizmusuk nem kötődik feltétlenül lemezhatárhoz, óceánokban sokszor vulkáni szigetekként jelentkeznek. A felszíni forró foltok pontos száma meglehetősen bizonytalan, de a legtöbb szerző között konszenzus mutatkozik abban, hogy a Föld felszínén hozzávetőlegesen 40–50 forró folt létezik (5. ábra).

Később Bercovici és társai [1989] kijelentették, hogy a köpenyhőoszlopok a földköpenyben zajló termikus konvekció fő felszálló ágai. Mind laboratóriumi, mind számítógépes modellekben megpróbálhatunk olyan fizikai paraméter-eloszlást előállítani, mely – mai tudásunk alapján – a lehető legjobban megfelel a köpenyben uralkodó viszonyoknak. Az ilyen modellekben kialakuló termikus konvekció felemelkedő ágai közel vertikális tengelyű, hengerszerű, meleg képződmények, tehát köpenyhőoszlopok (6. ábra). A laboratóriumi és numerikus modelleken túlmenően a legközvetlenebb bizonyítékot a köpenyhőoszlopok létezésére ismét a szeizmikus tomográfia szolgáltatja. A köpenyhőoszlopok relatíve vékonyak, (~100 km átmérő) és kis hőmérséklet-növekményűek (~100 °C), ezért létezésüket a szeizmológia csak az utóbbi évtizedben hitelesítette. Montelli és társai [2006] mintegy 32 forró folt alatt tártak fel negatív szeizmikus anomáliát, melyek sok esetben egészen a köpeny–mag

határig voltak nyomozhatók. Ráadásul a forró foltoknál feltörő magma izotóp és nyomelem geokémiai vizsgálatai is megerősítik, hogy forrástartományuk eltér az óceáni hátságnál felszínre kerülő bazaltokétól, valószínűsíthetően nagyobb mélységből származnak.

A feláramlások komplexitását növeli a szeizmikus tomográfia által Afrika és a Pacifikum alatt kimutatott nagykiterje-

désű alacsony nyíróhullám sebességgel jellemzett két tartomány (LLSVP: Large Low Shear Velocity Province). A nyíróhullám-sebesség jelentős (2–4%-os) csökkenése, melyet nem kísér a nyomáshullámnak érdemi lassulása, valamint az LLSVP éles határa azt valószínűsíti, hogy ezen tartományok kémiai összetételükben is eltérnek a köpeny többi részétől. A különböző inverziós és numerikus számítások alapján sűrűségük 2–3%-kal meghaladja a felette elterülő

sűrűbb tartományt (LLSVP). Az összetételében sűrű tartomány felszínéről kisebb hőmérsékletnövekménnyel bíró köpenyoszlopok emelkednek, melyek sűrű anyagot sodornak magukkal ezáltal magyarázva a forrófoltok eltérő geokémiai jellegét. A köpeny globális áramlási rendszere a sűrű, meleg alsó rétegben is áramlást, belső konvekciót idéz elő. Ezen áramlás felszálló ágai a köpeny legmagasabb hőmérsékletű részei, ahol a köpenyanyag 10–30%-a is olvadt fázisban található, mely megerősíti

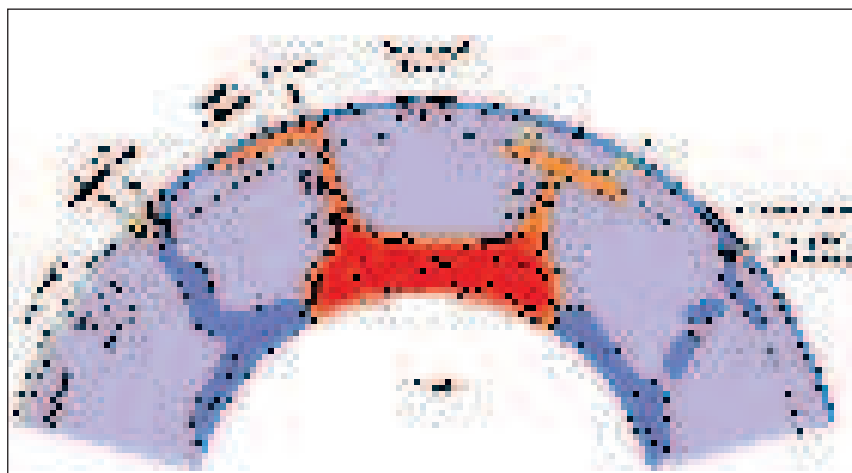
közölni: számos kiömlési bazalt kora – melyre sok kutató a felszínre érő köpenyoszlop által szállított mély köpenyanyagként tekint – és az óceánok felnyílásának ideje egybeesik. 🏠

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- Wegener, A., 1912. Die Entstehung der Kontinente. Geol. Rundschau, 3:276–292.
- Horváth F., 2012a. 100 éves a kontinensvándorlás elmélete, első rész. Természet világa, 143/11, 437–439.
- Horváth F., 2012b. 100 éves a kontinensvándorlás elmélete, második rész. Természet világa, 143/11, 496–499.
- Cserepes L., 2002. Convective motions in the mantle. Acta Geod. Geoph. Hung., 37/1, 3–27.
- Gordon, R. B., 1965. Diffusion creep in the Earth's mantle. J. Geophys. Res., 70, 2413–2418.
- Tackley, P. J., 2012. Dynamics and evolution of the deep mantle resulting from thermal, chemical, phase and melting effects. Earth-Sci. Rev., 110, 1–25.
- Jaupart, C., Labrosse, S., Mareschal, J.-C., 2007. Temperatures, heat and energy in the mantle of the Earth. In: Treatise on Geophysics, vol. 7, 253–303.
- Morgan, W. J., 1971. Convection plumes in the lower mantle. Nature, 230, 42–43.
- Bercovici, D., Schubert, G., Glatzmaier, G. A., 1989. Three-dimensional spherical models of convection in the Earth's mantle. Science, 244, 950–955.
- Montelli, R., Nolet, G., Dahlen, F. A., Masters, G., 2006. A catalogue of deep mantle plumes: New results from finite-frequency tomography. Geochim. Geophys. Geosyst., 7/11, doi:10.1029/2006GC001248.
- Campbell, I. H., O'Neil, H. St C., 2012. Evidence against a chondritic Earth. Nature, 483, 553–558.
- Wolfe, C. J., Bjarnason, I. Th., VanDecar, J. C., Salomon, S. C., 1997. Seismic structure of the Iceland mantle plume. Nature, 385, 245–247.
- Thorne, M. S., Garnero, E. J., Grand, S. P., 2004. Geographic correlation between hot spots and deep mantle lateral shear-wave velocity gradients. Phys. Earth Planet. Inter., 146, 47–63.
- Steinberger, B., 2000. Plumes in a convecting mantle: Models and observations for individual hotspots. J. Geophys. Res., 105, 11127–11152.



7. ábra. A köpeny–litoszféra konvekciós rendszernek egy lehetséges megvalósulása

köpenyét, melynek következtében visszafogják, stabilizálják az áramlási rendszert. A tartomány nagyobb sűrűsége és alacsonyabb nyíróhullám-sebessége az LLSVP magasabb vastartalmára utal. Thorne és társai [2004] kimutatták, hogy a felszíni forró foltok elsősorban ezen LLSVP tartományok szélei felett helyezkednek el.

A köpenykonvekció és a lemeztectonika mint egységes rendszer

A fentebb leírtakból nyilvánvaló, hogy az óceáni lemezek részt vesznek a földköpeny konvekciójában, hiszen nagyobb sűrűségüknél fogva a mélytengeri árkoknál alábuknak a köpenybe (7. ábra). A szubdukáló lemezek azonban nem minden esetben süllyednek le a köpeny–mag határig, olykor elhajlanak, és felfekszenek — legalábbis ideiglenesen — a felső és alsó köpenyt elválasztó 660 km mélységben húzódó határra. Ugyanis ezen ásványtani fázishatár, mely a köpeny fő ásványi összetevőjének, az olivinnek az endoterm jellegű átmenete, gátolja az átáramlást. A mag felszínéig lebukó lemezek erősen deformálják a köpeny mélyebb tartományában található, kémiai összetételében 2–3%-kal

a nagyobb vastartalmat feltételező elképzelést. A köpenyhószlopok nem minden esetben képesek „áttörni” a 660 km mélységű fázishatáron, egyesek ideiglenesen, vagy véglegesen az alsó köpenyben rekednek. A felső köpenybe átjutó feláramlások képesek „átégetni” a litoszférát, főképp a vékonyabb óceáni litoszférát, így vulkáni hegyláncot hozva létre a felettük elhaladó óceáni lemezen (pl.: Hawaii-Emperor-hegylánc). A mélyköpenyből felhozott anyag jelentős része azonban nem közvetlenül jut a felszínre, hanem az alacsony viszkozitású asztenoszférában csatornázódik, s hatékony keveredés után érheti el a felszínt az óceáni hátságnál.

Talán sikerült érzékeltetni, hogy a köpeny–litoszféra áramlási rendszer általunk leegyszerűsített változata is meglehetősen komplexnek mutatkozik. Egy ilyen körfolyamat esetén természetesen kérdés, hogy a köpenyhószlopok törik-e fel a szilárd litoszférát, és indítják be a lemeztectonikát. Vagy éppen fordítva? A hideg óceáni lemezt a saját súlya húzza alá a köpenybe, ezáltal felszakítva a litoszférát, s így a köpenyoszlopoknak nincs érdemi szerepük a lemeztectonika szempontjából? Valójában mindkét elképzelés mellett számos érv és ellenérv sorakoztatható fel. Itt csak egyetlen adatot szeretnénk

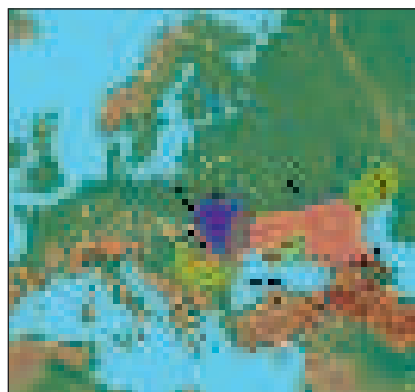


HORVÁTH TÜNDE

5500 éves temetkezési halmok az Alföldön

A folyóirat múlt év májusi és júniusi számaiban a Kárpát-medence területén élő Boleráz-Baden kultúrákat mutattam be írásaimban, amelyek egymásra épülő, feltehetően rokon származású, területileg és időben részben egymást átfedő emberi civilizációk voltak. Földműveléssel csekély mértékben kiegészített külterjes nagyállattartást folytattak, és vízfolyások mentén vándorolva településhálózatokat létesítettek. Bár alapvetően a késő rézkorban éltek, bizonyos csoportjaik megérték a kora bronzkor időszakát is. Kialakulásuk elsődleges centrumának a Felső-Duna vidékét tartjuk, onnan terjedtek szét Nyugat-Európa területén a Duna és a belé ágzó kisebb folyók folyásirányát követve.

Bár a Boleráz kultúra Kr.e. 3600-tól gyökeren, a Baden Kr.e. 3400-tól sürűben benépesítette a magyar Alföld területét, velük egy időben ugyanezen a területen egy másik, tőlük teljesen idegen származású nép is elfoglalta a vidéket. A keleti sztyeppéről származó, halmok, illetve szláv kifejezéssel kurgánok alá temetkező nomád népek nem hagytak mást hátra, csak a temetkezési halmokat. Nincsenek települések, sem ideiglenes szállások, és valójában az ehhez az életformához kapcsolódó hétköznapi jelenségek, tárgyak, tehát a kerámiaedények, csont- és kőszerszók, fegyverek, és lakóépületek, munkaterületek, tehát a letelepültség jelei is hiányoznak. Csak a túlvilágukról alkothatunk



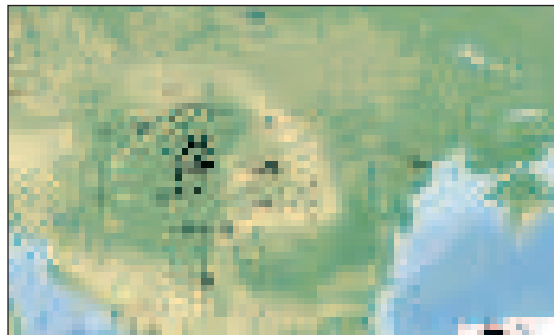
1. ábra. A vizsgált földrajzi terület: az eurázsiai sztyeppzóna a tanulmányban említett fontosabb régészeti kultúrákkal és földrajzi nevekkel (kék: Cucuteni-Tripolje, sárga: Gödörsíros kurgánok, lila: Katakombasíros kurgánok)

képet a ránk maradt leletek alapján. Ez pedig gyakran csak egy földből készült temetkezési halomra, és a benne nyugvó halott maradványaira korlátozódik. A hitbéli elképzelése-

ket tekintve pedig a túlvilágkép vagy ugyanolyan, esetleg még „paradicsomibb”, mint a földi, vagy éppenséggel pont a fordítottja annak. Hogy ez esetben melyik lehet igaz, az nem derül ki a földi, hiányzó kép miatt.

Az elmúlt 12 év során egyszerre dolgoztam egy Boleráz-Baden település (Balatonöszöd) és egy kurgán (Hajdúnánás–Tedej-Lyukashalom) feltárásán, majd feldolgozásán és értékelésén. Bár a két lelőhely a késő rézkorban élő meghatározó kultúrák egy-egy reprezentatív lelőhelye, ásatásuk és további feldolgozásuk szinte semmiben nem hasonlít egymásra. Míg Balatonöszöden két ásatási évadban kb. egy évet dolgoztunk megfeszített tempóban, nagy munkaslétszámmal, és az M7 autópálya ezzel párhuzamosan történő építése miatt állandóan módosított határidőknek és retortzióknak kitelve, Hajdúnánáson egy földrablás bejelentése után a kutatásokat saját tempómban végeztük. Balatonöszöddel ellentétben – ahol egy olyan települést tártunk fel, amelyből sok hasonlónak a részletét megásták ugyan, de ekkora részét még sosem, és ezért mind mérete, mind más paraméterei elborzasztónak és hihetetlennek tűntek még első kézből szerzett tapasztalatok mellett is – itt nagyjából tudtuk, hogy mire számíthatunk, ezért megpróbáltunk rá felkészülni.

Legalább 30, de lehet, hogy 40 éves vákuum mutatkozott a magyar kurgánkutatásban, amit valahogy át kellett hidalni, vagyis a mai kutatási szintre felhozni. Jelentő módon a halom ásatásának kezdeményezése sem régészeti oldalról merült fel és szerveződött: a Gödöllői Egyetem Tájékológiai Tanszékéről indult ki, és a régészet kap-



2. ábra. Az elsődleges kialakulási centrum (Fekete-tenger vidéke) a Dnyeszter vonalától nyugatra fekvő Gödörsíros elterjedési területtel

csolódott be utóljára, leginkább kötelező jellegűen, mivel Magyarország területén feltárást csak régész vezethet.

Ahhoz, hogy modern ásatást tudjunk végezni, az orosz sztyeppekutatás elmúlt 40 évben történt eredményeinek orosz nyelvű és hatalmas mennyiségű irodalmán kellett átrágnunk magunkat, és levonni, majd átültetni hazai talajba a megfelelő tanulságokat. Elszigetelt és magányos feladat volt, mivel az egyetemen csak a saját kutatásainkat tanították, amelyek az elmúlt évtizedekben teljesen leálltak, ez tehát igen sovány kiindulási tőpöntöt szolgáltatott. Senki nem követte azóta a keleti szomszédaink területén történő változásokat. Ráadásul az orosz kutatási irodalom az 1990-es évek óta nem áramlik már az országba automatikusan, tehát külön erőfeszítéseket kellett tenni a megszerzésére, az idegenné vált nyelv megértésére, és a megatonnányi mennyiségből a kurrens és használható, vezető irodalom kiválogatására.

Nyilvánvaló volt, hogy ásatástechnikailag és az értékelés szempontjából is a temetkezési halom fő tömege, vagyis a föld jelenti a legfontosabb információs bázist. Az is egyértelmű volt, hogy éppen ez az anyagtípus az,

aminek vizsgálatához egyáltalán nem értünk: soha nem tudtunk belőle semmit kihozni. Bár a kutatócsoportban az eddigi felállásoktól eltérően már voltak talajtanos kollégák, ilyen feladattal még ők sem szembesültek, ezért az első lépésünk az volt, hogy az orosz kutatásokban megszokott és igen magas szinten üzőtt paleopedológus kollégákat környékeztük meg, és építettünk ki velük együttműködést. Ez igen szerencsésen alakult kapcsolat lett, tekintve, hogy az orosz kutatók eddig egyetlen nemzettel sem építettek ki hasonló együttműködést, bár német, amerikai és angol nagynevű kutatók is keresték már őket ez ügyben. Miután a híd felépült, az orosz kollégákkal együtt a magyar és az orosz helyszíneken kidolgoztuk a főbb stratégiát.

Az őskori földhalmok egyik jellemzője, hogy bár a zárt és nagy mennyiségű földtömeg esetenként kiváló konzerválódási lehetőségeket nyújt bizonyos anyag típusoknak, a szerves anyagok kevésbé maradnak meg benne: átalakulnak, szikesedés és egyéb kémiai folyamatok következményeképp szinte átkövesednek. Emiatt nehéz még kis mennyiségben is radiokarbonmérésre alkalmas szerves mintát találni, vagyis kormeghatározást végezni egy kurgánon. A növényi maradványok fennmaradók, de átkövesedett típusát képviselik az ún. fitolitok, amelyek olyan kovasejt-maradványok, amelyek minden növénnyel szemben sajátos jellemzők, miként az emberi ujjlenyomat, ezért meghatározhatóak, és segítségükkel paleokörnyezeti és paleoklíma-rekonstrukciók készíthetők. Ennek az anyag típusnak a kutatási alapismereteit adták át orosz kollégáink kutatócsoportunk egyik fiatal tagjának, *Peiő Ákos*nak, aki többszöri vendéglátogatás alatt sajátította el ezt a Magyarországon azelőtt még nem alkalmazott új módszert. Segítségével nemcsak a kurgán építésének egykori környezetét tudtuk felrajzolni, hanem a temetkezés időpontjának pontos évszámát is.



3. ábra. A Hajdúnánás–Tedej-lyukashalmi kurgán metszetfala

A másik égető problémánk a földrétegek keltezése volt. Mivel a régészeti rétegtan túlságosan tág keletezési lehetőségeket biztosít, és nem számíthatunk minden rétegből szerves maradvány előkerülésére, ezért a mintavétel típusán próbáltunk változtatni. A radiokarbon módszer mintapreparálása és felhasználása lehetővé teszi talajok szervesanyag-tartalmának mérését is, és ilyet elsőként végeztünk sikeresen Magyarországon területén a Debre-

ceni Atomki laboratóriumában *Molnár Mihály* kollégánk segítségével.

A régészeti irodalom áttanulmányozása után döbbsen szembesültünk az orosz területen történt kutatások áttörő és lényegi változásairól, amelyről eddig még senki nem adott hírt hazánkban. A legfontosabb előrelépések az alábbi pontokon történtek:

Marija Gimbutas a Gödörsíros és Katakombasíros kultúrákat Kurgánkultúra néven egységesítette. Az orosz kutatók soha nem neveztek sem a Gödörsíros, sem a Katakombasíros régészeti művelődéseket kultúrának, mivel e hatalmas elterjedési területen mindig is egy egységes sztyepei anyagi és szellemi kultúrával rendelkező, de területileg igenis finom különbségeket mutató, eltérő népeket láttak. Az újabb kutatások rávilágítottak arra, hogy a két régészeti művelődés részben területileg és időben is átfedi egymást, ezért nem lehet egymást követő rokon vagy utódcivilizációként értelmezni őket.

A Gimbutas által felvázolt három egymást követő kurgánhullám (Gödörsíros, Katakombasíros, Gerendaváz-síros) megfelelt az orosz korai, középső és késő bronzkor időszakának. Hazánk területén a szinkronizáció azonban a késő rézkor, korai majd középső bronzkor időszakát ölelte fel. Az eddigi vélekedésektől eltérően ma már biztosak vagyunk abban, hogy sem a Katakomba-, sem a Gerendaváz-síros hullámok nem jutottak el a Kárpát-medencéig (1. ábra).

Gimbutas és az ő nyomában számos kutató a kurgánkultúrák nyugati irányú előrenyomulásában az indoeurópai népek elterjedését látták. Az első példát a keleti expanzió irányában az Urál keleti oldalára átlépő Andronovo/Afanaszijevo-kultúrák szolgáltatták, akikben a kínai civilizáció kialakulásának egyik elemét, a későbbi, Han-krónikákban is felbukkanó *Xinjiang*, mára kihalt tokhár nyelvű népcsoportot azonosították (akiknek akár a hunok, türkök kiala-



4. ábra. A kurgán alatt feltárt Gödörsíros alaptemetkezés rekonstrukciója

rében sem régészeti, sem nyelvészeti vagy egyéb tudományos bizonyítékok nem állnak.

Jelenleg úgy látjuk, hogy bár a Gödörsíros néphullámok nyugati irányú terjeszkedése (2. ábra) kétségtelenül (antropológiai és régészeti értelemben is) idegen, az itt élő őshonos lakosoktól gyökeresen eltérő volt, tehát valóban bevándorlásról (migrációról) beszélhetünk, ez igen hosszú, kb. ezeréves folyamat volt, és kulturálisan nem egységes, tehát eleve többféle néptörödekből állt. A halmok száma alapján nem valószínű, hogy nagyarányú bevándorlásról, népességcseréről, vagy hódításról, kolonizációról beszélhetünk, inkább csak beszivárgásról van szó. Az idegenség azonban oly mértékű lehetett, hogy az őshonosokra valóban nagy hatást gyakorolhatott: több elemét átvették a sztyepei kultúrának (ennek látjuk a különböző régészeti lenyomatait, pl. a balatonöszödi badeni maskákban). Ugyanakkor ez a sztyepei kultúra szinte semmiben nem volt hajlandó változni, ezért lassan, de biztosan beolvadt az itt élő őslakosok közé, akik viszont folyamatosan változtak (a vizsgált késő rézkor és kora bronzkor időszakában a területen a Boleráz, Baden, Makó, Nyírség őshonos kultúrák megjelenése és eltűnése önmagában ezt bizonyítja). Ily módon migráció helyett infiltrációról beszélhetünk: kicsi, de döntő, speciális ökológiai vagy társadalmi életterülettel (ún. *niche*-vel) rendelkező népcsoportok beszivárgásáról más alapnépesség(ek) közé. Esetleg szóba jöhet még az ún. *leapfrog*/bakugrás kolonizáció: ez kis népcsoportok szelektív kolonizációját jelenti, akik célja optimális élőterületek felfedezése, ami idegen *enklávé*-k létrejöttét eredményezi a bennszülött (*native*) lakosok között. Az idegenek és az őslakosok között kialakuló kapcsolatok formáját az elit dominancia behatolással vagy beolvadással (*penetration*) érte el.

A másik alapos változás a lóházasítás terén játszódtott le. A Szrednyij Sztog-kultúra egyik fontos lelőhelyén, Gyereivkán nagy mennyiségű lócsontot tártak fel, és vezet-e Gimbutast és a többi kutatót arra, hogy a kurgánkultúrákat lovon ülő, rétegzett, harcos és nomád jellegű indoeurópai férfitársas-

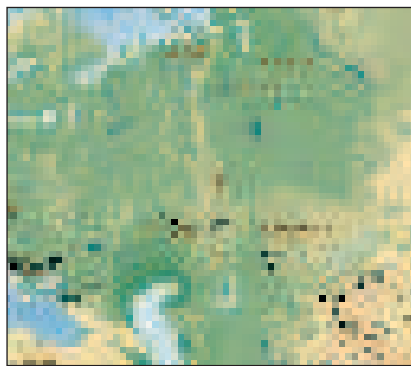


dalmakként mutassa be. A lelőhely revíziója során kiderült, hogy a lócsontok vaskori, szkíta rétegből származnak. A korai Okkersiros horizont egyik karakteres, elterjedését is jól jelző lelet típusáról, az ún. lófejes jagarokról (ezeket *insigniák*-nak, vagyis méltóságjelzőknek tartják) ma már senki nem gondolja, hogy lófejet ábrázolnának: sematikusságukban megformálhatnak bármilyen más nagyobb testű emlőst, pl. kutyát vagy akár medvét. A zablapalcaként meghatározott csonttárgyakról pedig az egyre alapsabb orosz feltárások *in situ* megfigyelései bebizonyították, hogy mellékszerek részei. További ellenérv, hogy a korai kurgánok alatt soha nem került elő lócsont semmilyen összefüggésben: sem csontvázas temetkezésként, sem a temetkezési lakoma részeként egyes csontok formájában. Mi hát az igazság a ló háziasítása, és ezzel összefüggésben a kerék és a kocsis feltalálásának kérdésében? Vajon a sztyeppén, a kurgánkultúrák háziasították ezt az ember számára oly kedves és hasznos állatot, vagy máshol történt meg? A legkorábbi, lócsontokat is feltáró települések a sztyeppén nem öregebbek Kr.e. 3600-nál, és nem mutatják a lovaglás jeleit, pedig a zablá- és nyeregviselet egyértelmű elváltozásokat okoz a csontokon. Háziasítás jeleit mutatják, de valószínűleg hús- és tejhasznosításon kívül nem volt más szerepük. A legkorábbi ismert kerék- és kocsimaradványok nem idősebbek Kr.e. 3100/3000-nél. Persze nem biztos, hogy a feltárt leletek közt megtalálható a legidősebb lelet: talán majd később kerül elő. Most azonban a helyzet az, hogy Nyugat-Európa tőparti településein a feltárt fa kerékletek öregebbek a sztyeppi leleteinél néhány száz évvél.

Ezt sikerült tehát kinyomoznunk és megszerveznünk 2004 őszére, amikor a saját feltárásunkat elkezdhetjük. Célunk a mintegy 1500 m³ hiányzó, rablott földtömeg mentén feltáruló, a halom középvonalában húzóódó vonal teljes átvágása és megtisztítása volt, amely így egy tanulmányozható, többféle célú mintagyűjtésre alkalmas metszettel eredményezett. Balatonöszöd 100 000 m²-es, jelenségtípusaiban is változó (mindent fedő, leletekben gazdag kultúrrétegek, cölöplábas épületek, gödrök és kemencék, árkok, emberi és állati csontvázak) telepe és körülbelül az 500 ezres tételszámot elérő beletárolt leletek után ez egy jóval kisebb, körülhatárolható tér volt, amelyből alig került elő régészeti lelet.

Szemmel is jól látható felhordási zónája 14 700 m², amiből a halomtest mindössze 2200 m² alapterületű. A metszettel többek között elkülönülő természetes és mesterséges, emberi eredetű rétegek sora váltakozott. Összesen 9 réteget tudunk elkülöníteni, amelyből hármat az ember épített: tehát a kurgánnak 3 felhordási/építési periódusa volt. Az első, humuszban leggazdagabb és legtömörebb kurgántest 657 m³, a 2. kissé eltérő

színű 685 m³ (+ 28 m³) földből állt, a kettő alig választható el egymástól, és számunkra is kérdés, hogy külön építési periódusok-e, vagy létrejöttük a földben végbemenő későbbi kémiai határ kialakulásával magyarázható. A harmadik fázis kifakult, sárgás altalajból épült, 2848 m³ földdel növelte meg az eredeti testet (+ 2163 m³), így a halom elérte a 40 méteres átmérőt, legmagasabb pontján pedig a 12 métert (**3. ábra**). Ebben az évadban az 1–2. és a 3. felhordási zónát elválasztó



5. ábra. A törzsterületen élő, a magyar területtel kapcsolatot mutató Pre-Gödörsiros és Tripolje kultúrák

vékony, természetes keletkezésű 6. rétegben találtunk néhány kora bronzkori, Coțofeni díszítésű kerámiatöredéket, amely jó támpontot nyújtott az 1–2. fázisok *terminus ante quem* (valami, ez esetben a Coțofeni kultúra előtti), és a 3. fázis *post quem* (valami után bekövetkező) jellegű durva keltezésére. A rétegekből vett talajmintákon megkezdtük a talajtani, mikromorfológiai, pollen- és fitolit-vizsgálatokat, és megkaptuk az első, még nagyon tág talaj-radiokarbon adatokat is, amelyek, ahogy azt vártuk, a késő rézkor-kora bronzkor időszakára tették a kurgán emelésének időpontját.

A következő feladatunk az ásások folytatása volt annak érdekében, hogy régészeti jelenségeket, konkrétan a halom temetkezéseit, és leleteket tárjunk fel a régészeti értelmezéshez. Ezzel párhuzamosan elkezdtük a régi feltárások teljes revízióját, vagyis az eredeti dokumentációk, leletek begyűjtését, átvizsgálását, rendezését, és mintavétel abból a célból, hogy megfelelő minőségű és mennyiségű, reprezentatív összehasonlító anyagot állítsunk elő. A kutatást megpróbáltuk a kurgánokon kívül a velük ezen a területen részben egy időben élő Boleráz-, Baden-, Makó-, és Nyírség-kultúrákra is kiterjeszteni, hogy egymáshoz való kapcsolatuk és időrendjük is vizsgálható legyen. *Ecsedy István* 1979-es magyar kurgánkutatásokat és az orosz eredményeket összefoglaló könyvében 21 temetkezést mutatott be. Ezt azóta mindössze két további lelőhelyfeltárás egészítette ki. A régi kurgántemetkezésekből

17, a területen található Baden lelőhelyekből öt, Makóból öt, Nyírségből két radiokarbonmérés történt, amelyek segítségével a saját lelőhelyünk 17 adatával együtt már megpróbálkozhattunk egy új időrend felállításával.

A 2. feltárási évadban a 3. építési fázishoz kapcsolható gyékénytakaróba csavart, sajnos teljesen kirabolt, és a központi rablógödör által is elért temetkezést tártuk fel elsőként, amelynek ¹⁴C mérése Kr.e. 2920–2875 közötti időpontot adott. A halom paleotalaj-szintjét elérve megtaláltuk az alaptemetkezés részben kirabolt objektumát is, és a roncsolt csontváz fektetése, rítusa alapján megállapítottuk a temetkezés kulturális jellegét (Gödörsiros). A csontvázból mért dátum Kr.e. 2891–2706 közötti időpontot mutatott (**4. ábra**). A sírból vett fitolitminták alapján a temetkezést nyáron, május–július között létesítették. A jelenségek és a két dátum alapján pedig arra következtettünk, hogy mivel a 2. építési zónából nem sikerült régészeti jelenséget feltárni, ezért az 1–2. építési fázisok egybefüggőek, és csak később határolódtak el egymástól a zárt földtömegben végbemenő kémiai változások miatt. A halom tehát két, szorosan egymást követő periódusban építették, feltehetően rövid idő alatt.

A további lelőhelyek bevonásával az alábbi kulturális és történelmi kereteket tudtuk felvázolni. Az ország területét legkorábban a keleti síkságok felől az ún. Okkersiros horizont érte el, amelyet jelenleg egyetlen lelőhely egyetlen temetkezése képvisel: Csongrád–Kettőshalom. Már ebben a korszakban (I. periódus) megjelent a keleti területekre jellemző halott vörös festékkel való beszórása, a jellegzetes, felhúzott lábakkal történő fektetési mód, de még nem emeltek halom a csontváz fölé. A temetkezés kora Kr.e. 4355–4265, Románia és Bulgária több hasonló jellegű temetkezésével és korával szinkronban.

Egy jelentős hiátust követően az újabb keleti népcsoportok Kr.e. 3400–3350 körül érthették el a Kárpát-medencét (II. periódus). Néhány kurgántemetkezés alapján a Kvityjana és az idősebb Mikhailovka ún. Gödörsiros előtti kultúrákat azonosítottuk a temetkezések rítusa alapján.

Ezzel egy időben már tiszta Gödörsiros népcsoportok is megjelentek: ezek halom alá temetkező, melléklet nélküli, okkerrel beszórt, fűvel és állati szőrökkel bélelt, esetleg fa-konstrukcióval épített sírkamrával rendelkező temetkezések (III. periódus).

A késői (IV. periódus), már Katakombavonásokat mutató Gödörsiros temetkezések gazdag mellékletekkel ellátott, a kurgánokba utólagosan beásott sírok, Kr.e. 2900–2400 között. Gyakran azonban melléklet nélküli, gyékénybe csavart temetkezések is vannak közöttük (alacsonyabb társadalmi réteg?).

A keleti sztyeppéről beszivárgó különböző, már a törzsterületen keveredést mutató népcsoportok eredeti lakóhelyét az I–II–II.

periódusok alatt az ún. Pontus-azovi sztyeppéken azonosítottuk a Fekete-tenger és az Azovi-tenger között: a Pre-Gödörsíros kultúrák a Dnyeper alsó folyásánál, a III. periódus Gödörsíros népei a Dnyeszter és a Dél-Bug/Boh folyók alsó torkolatánál éltek. A IV. periódus késői Gödörsíros, Katakombasirossal keveredő néptörzseinek eredeti őshazája a Prut-Don folyók közötti tágabb és távolabbi ún. Kaszpi-azovi-pontusi, további erős Majkop hatásokat is mutató Zsvotyilovó-Volcsanszk-művelődés, amely mindezen hatásokon felül még egy Tripolje-kolonizációt is átélt (5. ábra).

A vizsgált ezer éves időtartam K.r.e. 3400 és 2400 között a késő rézkor és a kora bronzkor időszaka hazánkban. Ezzel bebizonyosodott, hogy a kurgán-művelődések a Baden-kultúrához hasonlóan túlélték a késő rézkor időszakát, és tovább éltek a kora bronzkorban.

Másrészt ló, és feltehetően kocsis segítsége és gyorsasága nélkül ezek a nomád jellegű állattartó kultúrák mintegy 800–1300 km-es távolságot tettek meg csordáikkal és nyájaikkal, a radiokarbon-dátumok szerint mindössze néhány száz év alatt.

Mi készítette őket erre az iszonyatos és embert próbáló erőfeszítésre? Túlnépesedés történt, és menekültek egymás elől, mint a későbbi, már történelmi forrásokból ismert türk, avar, magyar, besenyő példák alapján a néven nevezett nomádok? Milyen hasonlóságok és milyen változások mutathatók ki az eredeti szállásterület, vagyis az eurázsiai sztyeppék és a magyar Alföld között? Erre keressük a magyarzatot a késő rézkort bemutató cikksorozatunk lezáró, negyedik részében.

Az írás az OTKA PD 73490 számú pályázata alapján készült.

Irodalom

- Dani János – Horváth Tünde 2012. Őskori kurgánok a magyar Alföldön. Archeolingua, Budapest.
- Ecsedy István 1979. The People of the Pit-Grave Kurgans in Eastern Hungary. Fontes Archaeologici Hungariae, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Marija Gimbutas 1997. The Three Waves of Kurgan People into Old Europe, 4500–2500 BC. In: M. R. Dexter – K. Jones-Bley (eds) The Kurgan Culture and the Indo-Europeanization of Europe. Washington.
- Pető Ákos – Barcsi Attila (szerk.) 2011. Kurgan studies. An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone. British Archaeological Reports International Series 2238, Archeopress, Oxford.
- Tóth, Albert (szerk.) 2004. A kunhalmokról – más szemmel. Hortobágyi Nemzeti Park, Kísújszállás–Debrecen.

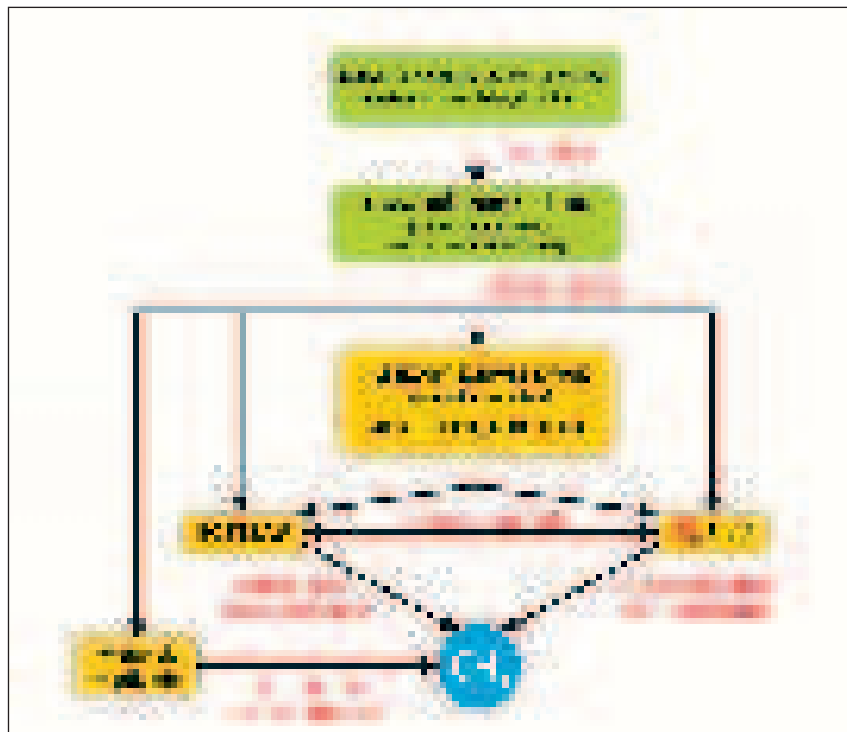
Biogáz fehérjehulladékból

A XXI. századi jóléti társadalmunk energiafogyasztása rohamosan növekszik és ezzel egyidejűleg a környezet szennyezése kritikus méreteket öltött. Ezek megoldásán, illetve jelentős csökkentésén komolyan el kell gondolkodnunk. A világ energiafelhasználása jelenleg éves szinten mintegy 700 EJ körülire tehető. Ennek a hatalmas energiameennyiségnek napjainkban 78%-át fosszilis energiahordozók felhasználásával fedezzük. A fosszilis energiahordozók használata azonban egyre riasztóbb méreteket öltő környezeti változásokkal jár, a globális klímaváltozás földi életkörülményeinket súlyosan veszélyezteti. Ráadásul a gazdaságosan kitermelhető készletek kimerülése belátható időn belül bekövetkezik, ezért új lehetőségek után kell néznünk. A probléma nem új keletű, az 1970-es évektől ismétlődő energiaválságok rendszeresen figyelmeztetik az emberiséget, hogy új energiaforrásokat kell találnunk. Hazánkban a teljes energiafelhasználás összetételének alakulása kedvezőtlenebb az uniós

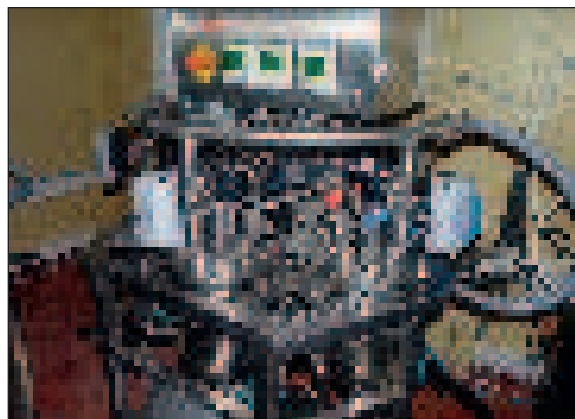
átlagnál. 2010-ben alacsony volt a megújuló energiaforrások részaránya az összes energia felhasználásból (EU 27 átlag 20%, Magyarország 17,4%). Magyarország energiafüggősége az utóbbi években nőtt, hazánk – optimistán számolt – 62,5 % függőségi mutatója meghaladja az uniós átlagot.

A megújuló energiahordozók mindegyikére nagy szükség van tehát, de közülük is élen jár a biogáz. Számos tulajdonsága emeli ezt a technológiát a favoritok közé. A biomassza anaerob környezetben történő kezelése környezetvédelmi és gazdasági előnyökkel jár. A biogáz-technológia nyújthat segítséget a szerves hulladékok ártalmatlantításában, a környezetszennyezés csökkentésében, valamint a szén-dioxid-semleges megújuló energia előállításában, miközben a mezőgazdasági gyakorlatban a tápanyagok talajba való visszajuttatását segíti elő. Szinte bármilyen szerves anyagból, hulladékból vagy erre a célra előállított biomasszából lehet biogázt gyártani. A folyamat terméke, a

1. ábra. A biogáz képződésének vázlata



metánban gazdag gázkeverék sokoldalúan hasznosítható: elégetve hőt nyerünk belőle, kicsit megtisztítva és generátorhoz kapcsolt gázmotorban elégetve áramot és hőt kapunk, még tovább tisztítva gyakorlatilag a földgáz kémiai összetételével és minőségével azonos energiahordozót állíthatunk elő, ami mindarra használható, amire a fosszilis földgázt használjuk manapság az üzemanyagtól a vegyipari alapanyagokig.



2. ábra. Ötliteres folyamatos üzemű fermentorok

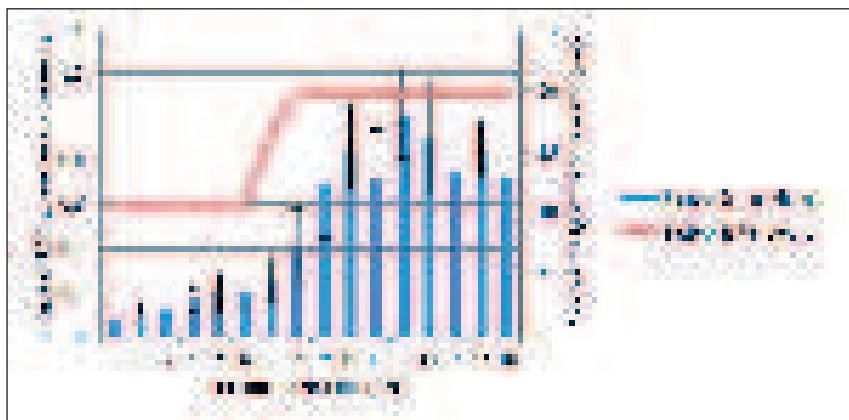
A biogázüzemek hatékony működtetésének egyik sarkalatos pontja az anaerob fermentáció biokémiai és mikrobiológiai folyamatainak kézben tartása. Sajnos még messze vagyunk attól, hogy teljesen megértsük a komplex szerves szubsztrátok anaerob lebontásának biológiáját, különösen azért, mert több száz, különböző tulajdonságokkal felszerelt és különböző környezeti igényekkel rendelkező mikroorganizmus együttes munkájaként keletkezik a folyamat végterméke, a biogáz (1. ábra). A biogázképződés bonyolult mikrobiológiai eseménysorozatának feltárása még sok kihívást tartogató, elméleti és gyakorlati hasznosítás szempontjából egyaránt rendkívül izgalmas kutatási terület. A folyamat fő lépéseit ismerjük (1. ábra). Tudjuk azt, hogy először a nagy és sokféle szerves molekulát egyes mikrobacsoportok eldarabolják (hidrolízis). A kisebb közti termékek szolgálnak táplálékul mások számára. Ők tovább bontják a molekulákat (acetogenezis), miközben az életük fenntartásához szükséges kémiai energiát szabadítanak fel. A keletkező szerves savak (főleg ecetsav) és gázok (hidrogén és szén-dioxid) már csak kevés élőlény számára élvezhető táplálékok. A bennük maradt energia kinyerésére specializálódott különleges mikrobák (homo-acetogenezis, acetotróf metanogenezis, hidrogenotróf metanogenezis, metilotróf metanogenezis) egészítik ki a rendszert, így keletkezik a folyamat során a mikroorganizmusok számára már használhatatlan gáz, ami lényegében metán és szén-dioxid elegye. A helyzetet bonyolítja, hogy a biogáz-fermentorban ezek a lépések nem az ábrán

feltüntetett szép sorrendben, hanem térben és időben egyszerre folynak, a biomasszában lévő sokféle molekula lebontása részleteiben egymástól eltérő útvonalon zajlik. Ha a már megismert biokémiai reakciókat is fel akarnánk tüntetni az 1. ábrán, nyilak átláthatatlan halmazát kellene felrajzolni. A munkát a külső szemlélő számára kaotikus összevisszaságban hemzsező mikrobák tömege végzi, amelyek azonban az ő mikrovilágukban jól szervezett csapatokban, együttműködő konzorciumokban tevékenykednek.

Számos munka foglalkozott az évtizedek során azzal, hogy leírja a működési paramétereket, amelyek között az előzőekben bemutatott, konzorciumban dolgozó mikrobák hatékonyan tudnak együttműködni. Az egyik fő mérőszám a lebontani kívánt biomassza szén-nitrogén tartalmának aránya (C/N), amelyet optimálisan 20:1 érték körül határoztak meg.

Vizsgálataink a szerves hulladékok egyik speciális csoportját, a fehérjében gazdag potenciális biogáz-alapanyagokat célozták meg. Az Európai Unióban évi 1 millió tonna fehérjében gazdag hulladék termelődik. Brazília és a muszlim országok hasonló problémával állnak szemben. Fehérjetartalmú melléktermékek, hulladékok azonban nem csak a húspárból kerülhetnek ki, a tejfeldolgozási hulladékok jelentős része is nagy koncentrációban tartalmaz proteint. Az élelmiszeriparban hatalmas mennyiségű fehérjében gazdag hulladék keletkezik, ami-

tást végző baktériumoknak. A potenciális biogáz-szubsztrátoknak ezt a csoportját a fehérjék lebomlásakor keletkező, viszonylag nagy mennyiségű szervesetlen nitrogénvegyületeknek a mikrobákra gyakorolt káros hatása miatt nem ajánlják gyakorlati hasznosításra. Már a denitrifikáció során képződő átmeneti nitrogén-oxid-formák (NO_2^- , NO és N_2O) is csökkentik a metántermelést, azonban az ammónia nem-ionizált formája (NH_3) a legtoxikusabb a mikrobákra. Mérgező hatása erősen függ a pH-tól és a rendszer hőmérsékletétől, mivel ezen paraméterek emelkedésével az ammóniumion/ammóniaarány az ammónia felé fog elmozdulni. A magas fehérjetartalmú alapanyagok alkalmazásakor a mikroba-konzorcium különböző csoportjainak egyensúlya hamar felborul, a biogázreaktorban az acetogén baktériumok túlzott elszaporodása miatt jelentősen csökken a pH, és a rendszer rövid idő alatt összeomlik. Ismert, hogy a biogázfermentorokban jelenlévő mikroorganizmusok közül a különböző metanogének tolerálják legkevésbé a környezetükben megjelent kedvezőtlen körülményeket és gátló anyagokat, így a növekvő ammónia-koncentráció hatására lelassul a szaporodásuk, megállnak növekedésükben. A megemelkedett ammóniaszint ($0,8\text{--}6,9\text{ g NH}_4^+\text{-N/L}$) változást okoz a mikrobaközösség összetételében; az ammóniagátlás egyik legjelentősebb hatása a populációban az acetiklasztikus metanogének mennyiségének eltolódása a szintrofikus acetát-oxidálók irányába. Az acetiklasztikus metanogének relatív mennyisége csökken az ammónia-stressznek kitett reaktorokban, míg a savtermelő baktériumok száma növekszik. Így bár a fehérjealapú hulladékok gazdagok energiában, ártalmatlanításukra ma a legelterjedtebb eljárás a komposztálás vagy az égetés.



3. ábra. Sertésvér fermentációjából képződött biogáz mennyisége

vel nem sok mindent tudunk kezdeni és csak környezetvédelmi gondokat okoznak.

A szakirodalom egyetért abban, hogy a magas fehérjetartalmú ipari melléktermékekből nehéz biogázt előállítani, mert az alapanyag C/N aránya nem kedvez a lebom-

Fehérjebontáskor jelentkező problémák

A biogáz termelését végző mikrobapopuláció tagjai közti egymásrautaltság miatt a biogáz-termelés csak akkor lehet hatékony, ha min-

den, a lebontásban szerepet játszó csoportnak megfelelő körülményeket tudunk teremteni, hogy feladatukat ellássák. Minden mikrobnak szüksége van makro- és mikroelemekre, ezek hiánya negatív hatást gyakorol életfolyamataikra. Ha csak egyféle alapanyaggal (monoszubsztrát) végezzük a fermentor táplálását, előbb-utóbb fel fog lépni valamely ásványi anyag hiánya, és ez jelentős mértékben csökkentheti a megtermelt biogáz mennyiségét, és az alacsony pufferkapacitás egy nagyon sérülékeny rendszert eredményezhet. Bár legnagyobb mennyiségben a szénre, oxigénre, hidrogénre és nitrogénre van szüksége az élő szervezeteknek, jelentős mennyiség kell kénből és foszforból, valamint számos nyomelemből, pl. kalciumból, magnéziumból, nikkeltől, vasból, kobaltból, cinkből, mangánból és rézből. Ezek az elemek általában elegendő mennyiségben rendelkezésre állnak a biogáz-fermentorokban kezelendő biomasszában. Az ammónia nem protonált formában (NH_3) könnyedén keresztüldiffundál a sejtmembránon, kiegyenlítve ezzel az extracelluláris és intracelluláris ammónia-koncentrációt. Az ammónia diszociációja hőmérséklet- és pH-függő; emelkedésükkel nő az NH_3 -forma relatív mennyisége. Kézenfekvő lenne, hogy az ammónia toxicitását a pH csökkentésével védjük ki. Ez azonban nem működik, mert alacsony pH-n a metántermelő metanogének pusztulnak el. Az ammónia-mérgezésnek két ismert közvetlen következménye van: (i) a nem ionizált ammóniaforma közvetlenül képes gátolni bizonyos létfontosságú enzimeket, (ii) NH_4^+ felhalmozódása a sejten belül az intracelluláris pH-ra gyakorolt hatásával okozhat gátlást, ami a sejt halálához vagy a kationok koncentrációjának felborulásához vezet.

Az előzőekben bemutatott problémák miatt tartózkodnak a legtöbb biogázüzemben a fehérjében gazdag alapanyagok hasznosításától. Sok részismeret halmozódott fel a biogáztermelő mikrobák életéről, de ahhoz, hogy a problémát megnyugtatóan megoldjuk, ez nem bizonyult elegendőnek. Igaz ugyan, hogy a fehérje, mint biogáz-alapanyag sokkal nagyobb biogázhozammal kecsget, mint a hagyományosan betáplált, a tapasztalati értéknek megfelelő C/N arányú biomassza-féleségek, de a bizonytalanságok, üzemvitel biztonsági megfontolások alapján, riasztóak voltak – eddig.

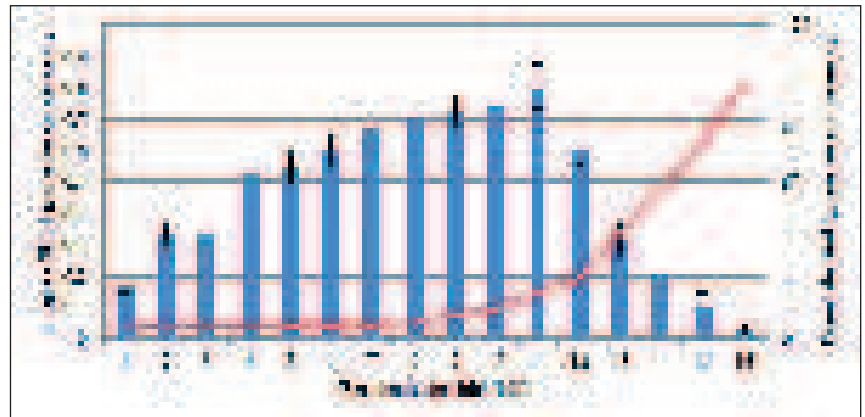
Új megoldás a régi problémára

A Szegedi Tudományegyetemen és az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpontjában mintegy 30 éve működő kutatócsoportunk a biogázképződés biotechnológiai eseményeit vizsgálja. Másokhoz hasonlóan, munkánkat az nehezítette, hogy az egész komplex mikrobiológiai tápláléklánc

nem követhető a klasszikus mikrobiológiai módszerekkel. Ezek ugyanis azon alapulnak, hogy a vizsgált mikrobát tiszta (más mikrobáktól mentes) tenyészetekben kell faggatni arról, milyen tulajdonságokkal rendelkeznek. Ez a kísérleti megközelítés a mikrobiológiát megalapozó és méltán világhírű *Louis Pasteur* munkássága óta alapvető szabály a kutatók számára. Az utóbbi 10–20 évben vált nyilvánvalóvá, hogy ez a szabály rengeteg értékes kutatási eredményt hozott ugyan, de kizárja a megismerés folyamatából azokat az eseményeket, amelyek a különféle mikrobák együttműködésének eredményeként valósulnak meg. Egyre több ilyen rendszert ismerünk fel a környezetben egymással együttműködő és egymás túlélését biztosító csoportosulásoktól az emberben „lakó”, több tízmilliárdos lélekszámú mikrobaközösségeknek az egészséges életünkben betöltött meghatározó szerepéig. Hasonlóan összetett mikro-

reket, ugyanúgy a genetikai anyagaik alapján is azonosítani tudjuk a mikrobiális világ nagyon picike szereplőit egy több milliárdos tömegben. A résztvevők azonosításán túlmenően információt kapunk arról, hogy egyes, fontos biokémiai reakciókat katalizáló enzimekből mennyi van a rendszerben, tehát közvetlenül a mikrobák tevékenységét, funkcióit tudjuk követni. Az ilyen „metagenomikai” módszerek ma már rohamosan terjednek és számunkra is elérhetőek. Az MTA Szegedi Biológia Kutatóközpontjában *Maróti Gergely* és *Kondorosi Éva* akadémikus honosította meg ezt a nem nagyon egyszerű, de korábban soha nem látott új ismereteket biztosító módszert.

A kedvező kutatási háttér és több évtizedes tapasztalat alapján új megközelítésben kívántuk vizsgálni a fehérjében gazdag alapanyagokból történő biogáztermelés lehetőségét. Tudjuk, hogy egy ilyen mikrobiális közösségben nagyon nagyszá-



4. ábra. Kazein alapanyag fermentációjából képződött biogáz mennyisége

biológiai rendszer végzi a szerves anyagok lebontását a biogázüzemekben vagy a kétrődő állatok összetett gyomrában. A szegedi és másutt végzett kutatások az utóbbi években megújult stratégiával folynak. Ehhez a molekuláris biológiai vizsgálati módszerek robbanásszerű fejlődése jött a kutatók segítségére. Korábban elképzelhetetlenül gyors és megbízható módszereket dolgoztak ki az univerzális örökítő anyag, a DNS-ben tárolt információ leolvasására. A szakirodalomban „új generációs szekvenáló módszereknek” nevezett áttörés a biológiai kutatások sok területén, így a biogázbiotechnológiában is új lehetőségeket kínálnak. A technikai részletek mellőzésével azt lehet elmondani, hogy az „új generációs szekvenáló módszerek” segítségével gyakorlatilag a biogáz-fermentáló mikrobaközösségről egy nagy felbontású csoportképet tudunk csinálni, olyasmint, mint amit a jobb térfigyelő kamerák vagy a térképező műholdak készítenek. Ahogyan a kamerák felvételeiről azonosítani lehet egyes embe-

mű, sokféle és egymástól eltérő tulajdonságú mikrobátömeg serénykedik. Feltételeztük, hogy közöttük vannak olyanok is, melyek a fehérjében gazdag alapanyagok lebontására szakosodtak. Ha ez így van, akkor a feladat megoldása ezeknek a mikrobának a „helyzetbe hozása” lehet. A korábbi kutatási stratégiákkal ellentétben, ezért nem a hagyományos C/N=20:1 körüli szubsztrátadagolás „arany szabályát” követjük, mert a mikrobaközösségnek radikálisan csak fehérjetáplálékot (C/N=4–5) biztosítottunk. Ilyen körülmények között vagy az következik be, hogy a mikrobaközösség működése a már bemutatott okok miatt összeomlik, vagy képesek alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez és sikeresen túlélnek a fehérjében gazdag táplálékon, miközben nagy mennyiségű biogázt állítanak elő. A drasztikus étrendváltást azért módjával vezettük be: az egész közösség fehérjebontó aktivitását mértük a fehérjediétára való átállás sikerességének követésére és szabályozására. A laboratóriumi kísér-

leteket speciálisan erre a célra kifejlesztett biogázreaktorokban végezzük, amelyeket egy szegedi cég, a Biospin Kft. közreműködésével fejlesztettünk ki (2. ábra). Ezek a berendezések kitűnően modellezik az üzemi biogázreaktorok felépítését és működését, folyamatos és szakaszos üzemmódban dolgoznak és minden működési paramétert automatikusan rögzítenek.

Kísérleteink megerősítették, hogy a mikroba közössége sikeresen vette az akadályt. Alkalmazkodtak a megváltozott körülményekhez és sikeresen termelnek biogázt stabilan, hosszú időn keresztül folyamatos táplálás mellett kizárólag fehérje alapú biomasszában élve. Először a vágóhidakon nagy mennyiségben keletkező veszélyes hulladékkal, sertésvérrel etettük a reaktorokat (3. ábra). Hasonló eredményeket kaptunk a tejipari melléktermék kazeinnel (4. ábra) és a szintén ártalmatlanításra szoruló húsliszttel, ami azt bizonyította, hogy az eljárás alkalmazható különféle fehérjében gazdag hulladékok hasznosítására. Bebizonyosodott az elméletileg számított eredmény is, hogy a fehérjékből fajlagosan (szervesanyag-tartalomra számolva) valóban több biogázt lehet előállítani, mint például a biogáziparban is kedvelt magas cukortartalmú biomasszákból (pl. silókukorica), ha az erre specializálódott mikrobaközösség végzi a munkát. A metagenomika alkalmazásával meghatároztuk, hogy milyen mikrobacsoportok és törzsek azok, amelyek különösen kivették a részüket a fehérjék lebontásából és melyek azok, amelyek háttérbe szorulnak a megváltozott alapanyag hatására. Az ismeretek birtokában lehetőség nyílik a közösség összetételének racionális megváltoztatásával a különféle alapanyagok hatékonyabb és optimálisabb lebontását elvégző mikrobakonzorciumok létrehozására. A kutató számára siker, hogy a természeti jelenségek megismerésének új lépcsőfokára juthattunk el. A biogáztermelés pedig hatékonyabban, gazdaságosabban valósítható meg ipari léptékben is, ha a folyamat kulcsszereplőit, a szemmel nem látható szorgos mikroba seregét az új módszerek segítségével figyelemmel kísérik, összehangolt életüket, működésüket tudatosan szervezzük meg.

KOVÁCS ETELKA-
WIRTH ROLAND-
MARÓTI GERGELY-BAGI ZOLTÁN-
KOVÁCS L. KORNÉL

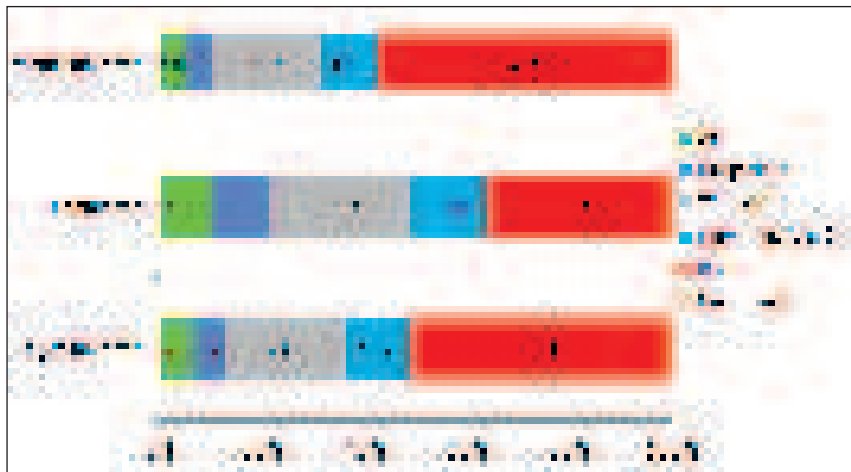
Köszönjük a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 jelű Jedlik Ányos ösztöndíj, valamint Prof. Kondorosi Éva akadémikus és Dr. Rákhely Gábor tanszékvezető egyetemi docens támogatását.

GEIGER ANDRÁS–HOLLÓ ANDRÁS

Tartós aszfaltutak a MOL új termékével

Az elhasznált gumiabroncsokból származó gumiőrlemény és bitumen összekeverésével gumibitumen állítható elő. Ez a módszer nemcsak a hulladékká vált gumiabroncsok gumi részének anyagában történő hasznosítását jelentheti, hanem megoldást kínál az aszfaltutak minőségének és tartósságának növelésére is. A gumibitumenek ütéptéti alkalmazása máig az USA-ban a legelterjedtebb; az elmúlt 40 év tapasztalatai egyértelműen igazolták műszaki, társadalmi és környezetvédelmi előnyeit. A hagyományos bitumennel épült aszfaltutakhoz képest a gumibitumenek előnyeként elsősorban a jobb minőséget, lényegesen nagyobb tartósságot (hosszabb élettartamot), kisebb életciklus- és útfenntartási költséget szokták kiemelni. A pozitívumok mellett a gumibitumen alkalmazásának nehézségei is vannak, példaként említve a jelentős beruházást igénylő speciális feldolgozó berendezések igényét, amelyek miatt széleskörűen mind a mai napig nem terjedt el, főként csak az USA-ban alkalmazzák.

A MOL a Pannon Egyetemen együtt folytatott kutatás-fejlesztési munka során olyan, a kőolaj-finomítóban megvalósítható gumibitumen gyártási technológiát és terméket dolgozott ki, amely alkalmazási módja az elterjedten alkalmazott polimerekkel modifikált bituménekéhez hasonló, ezáltal széles körű elterjedése is lehetővé válhat. A kidolgozott eljárás és termék 2009-ben szabadalmi oltalmat kapott (HU 226481). A MOL a szabadalmi alapuló prototípus üzemét 2012-ben adta át, az új termék, a Gumival modifikált Bitumen (GmB) piaci értékesítése elkezdődött, az eddigi ütéptéti tapasztalatok kiválóak. Mivel hazánk aszfaltútjainak karbantartására és felújítására fordítható keretösszeg messze elmarad attól, ami az utak minőségének legalább a szinten tartását biztosíthatná, ezért hazánk útminőségének leromlása folyamatos. Hosszú távon ennek a kedvezőtlen tendenciának a megállításában vagy legalább lassításában nagy jelentőséget kaphat a GmB termék széleskörű ütéptéti felhasználása.



1. ábra Az országos közúthálózat felületépsége 2012-ben

Hazánk útjainak állapota

Hazánk állami tulajdonban lévő országos közúthálózatának hossza 31 628 km [1], a burkolatok állapotának megfelelő szinten tartása, szakmai előterjesztések szerint, évente

2500 km útszakasz felújítását igényelné [2]. Ezzel szemben a 2006–2011-es időszakban átlagosan 632 km hosszúságú felújítás történt évenként, vagyis a szükségesnek mindössze negyedrésze [2]. Ennek összértéke 173 milliárd Ft volt, ez éves átlagban 27 milliárd Ft rá-



Táblázat. Közlekedési zaj különböző bitumennel előállított aszfaltokon

fordítást jelentett [2]. A felújítások, karbantartások fedezetét az Útpenztár és EU források (Regionális Operatív Program, Közlekedés Operatív Program) jelentették. A beavatkozások évenkénti hossza a hálózat 2–3%-át teszi ki, amiből 35–45 éves átlagos beavatkozási idő adódik a teljes országos közúthálózatot tekintve [2]. Ez a ciklusidő mintegy négyszere, azaz kb. 10 évenként szükséges beavatkozásoknak. A közutak általános állapota a felmérések alapján nem megfelelő, több mint egyharmada a leginkább költségigényes beavatkozást, az azonnali megerősítést követeli meg. A rossz állapot oka a több évtizedes alulfinanszírozottságból adódó fenntartási munkák elmaradása [2].

A hidak nélküli hazai útvagyon értékét 2001. évre mintegy 6400 milliárd Ft-ra becsülték [3], az Állami Számvevőszék 2012-es jelentése szerint az állami út- és hídvagyon értéke autópályák nélkül 7286 milliárd Ft [2]. A vagyonérték megtartása 3% értékcsökkenés mellett 219 milliárd Ft, 2% értékcsökkenés mellett 146 milliárd Ft éves visszapótlást igényelne [2]. A 2006–2011. évekre megállapított 27 milliárd Ft/év ráfordítás messze elmarad ezektől az összegektől, azaz a ráfordítások ellenére az ország közúthálózatának romlása folyamatos.

A kritikus állapotot jól szemlélteti az adat, miszerint jelenleg a teljes hazai közúthálózat felületépsége 51%-ban rossz minőségű (1. ábra) [4, 5].

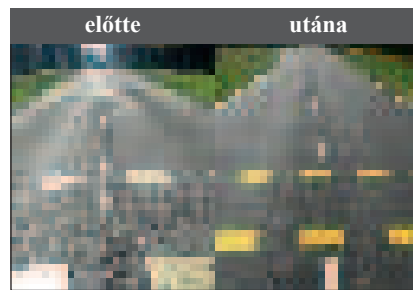
A burkolatfelújítási technológiák erősen időjárásfüggőek, a kivitelezésre leginkább a tavaszi-nyári időszak alkalmas, ekkor biztosítható a legjobb minőség. Ezzel szemben a hazai költségvetésből adható tárgyévi felújítási keretek jóváhagyása az év elején, március-április hónapban történik meg, így az aktuális feladatok műszaki előkészítése, közbeszerzése április-május hónapban indulhat el, és a kivitelezés kényszerűen az őszi-téli időszakra húzódik, amikor már nagy a minőségvesztés kockázata [2]. A szűkös források mellett ez további problémát jelent.

A bemutatott kedvezőtlen utállapotok és elégtelen finanszírozási források ismeretében még nagyobb hangsúlyt kellene, hogy kapjon a felújítások és útépitések ütemezése, minősége és tartóssága. Ehhez elengedhetetlen feltétel a kiváló minőségű alapanyagok alkalmazása, és a technológiai fegyelem messzemenő betartásával gyártott aszfaltok szakszerű felhasználása a felújításhoz illetve útépitéshez. A

MOL saját szabadalmán alapuló gumival módosított bitumen (GmB) gyártása és útépitési felhasználása lehetőséget kínál az utak minőségének jelentős javítására.

Gumibitumenek gyártása és alkalmazása

A hulladék gumiabroncsok gumi részének egy lehetséges hasznosítási módja a gumiorlemények előállítása, majd bitumenekhez való keverése és az így gyártott gumibitumen útépitési felhasználása. Ezzel a hulla-



2. ábra. A Dunai Finomító 1. sz útja a GmB-vel történt felújítás előtt és után (2012. október)

dék gumiabroncsok környezetbarát hasznosításán túl egy olyan minőségű útépitési alapanyag állítható elő, amely a hagyományos bitumenek felhasználásával épített aszfaltutaknál lényegesen jobb minőségű és tartósabb utat eredményez. A gumibitumen felhasználásával épített utaknak főként az alábbi előnyei emelhetők ki a normál bitumennel épített aszfaltutakhoz képest [6-8]:

- hosszabb élettartam,
- kisebb fenntartási költség,
- szélesebb alkalmazhatósági hőmérséklet-intervallum
- nagyobb terhelhetőség miatt kisebb deformáció (jobb nyári viselkedés),
- fáradási tönkremenetellel szemben nagyobb ellenállás (jobb viselkedés átlagos környezeti hőmérsékleten),
- termikus repedések kialakulásával szemben nagyobb ellenállás (jobb téli viselkedés),
- kisebb közlekedési zaj,
- biztonságosabb közlekedés,
- közetkez való jobb tapadás miatt közetkipergés- és kátyúmentesség.

Megfelelően megválasztott gumibitumen gyártási paraméterekkel olyan termék állítható elő, amely bizonyos tulajdonságokban (pl. hidegoldali viselkedés) az autópályák építéséhez használt csúcsmínőségű polimerrel módosított bitumeneknél is jobb aszfaltminőséget eredményez [9].

A gumibitumen alkalmazása napjainkban is az USA-ban a legerterjedtebb, ahol a gumibitumen útépitési kötőanyagot elsősorban az aszfaltgyártás közelében állítják elő mobil gumibitumen keverő üzemből, a gyártás után pedig szinte azonnal felhasználják a gumiszemcsék kiülepedésének elkerülése miatt [10]. Az előnyök mellett hátrányokat, műszaki nehézséget és bizonytalanságot is említ a szakirodalom a gumibitumen-gyártás és -felhasználás kapcsán. Ezek közé tartozik a gumibitumen gyártó üzem beruházási költsége, az emisszió kérdése gumibitumen gyártása során, az aszfaltkeverő üzem átalakításának igénye, valamint a kötőanyag megszokottnál lényegesen nagyobb viszkozitása miatt egyes esetekben a gumibitumenes aszfalt tömöríthetőségi nehézségét is kiemelik [7, 11-14]. Termékminőségi szempontból a gumibitumen széles körű elterjedésének az alábbiak a legfőbb akadályai:

- alkalmazási nehézségek a megszokottnál nagyobb viszkozitás miatt [7],
- nem megfelelő tárolási stabilitás (fázisszétválás) [14],
- változó termékminőség a változó gumiorlemény minőség miatt [15, 16].

Új gumibitumen gyártástechnológia és termék

A MOL és a Pannon Egyetem közös K+F tevékenysége a gumibitumenek területén a 2000-es évek elején kezdődött. A célkitűzés olyan gumibitumen gyártó technológia és termék kidolgozása volt, amelynek megvannak a gumibitumen felsorolt előnyei és egyúttal kiküszöböli, vagy legalább mérsékli a bemutatott hátrányokat. Célkitűzés volt továbbá a technológia kölaj-finomítóban való megvalósíthatósága. A termékkel szembeni alapvető elvárás pedig az volt, hogy a piacon elérhető legjobb minőséget képviselő polimerrel módosított bitumenekhez (PmB-khez) hasonlóan szállítható és alkalmazható legyen, azaz az aszfaltkeverő telepen és az útépitésnél ne legyen szükség speciális eszközökre. A sikeres K+F tevékenység eredményeként szabadalmi oltalommal (HU226481) védett új gyártástechnológia és termék jött létre [17], amely az említett hátrányokat megszünteti vagy legalább jelentősen mérsékli. A gyártási folyamat két lépésben, két különböző hőmérsékleten történik, speciális adalék jelenlétében. Az alkalmazott

technológiai paraméterek és a multifunkciós adalék a gumiorlemény oldódási folyamatait és a gumibitumen rendszer összeférhetőségét javítja. Az adalék viszkozitáscsökkentő funkciója miatt a termék alkalmazhatóságát (aszfalt keverőtelepi szivattyúzhatóság, porlasztás, tömöríthetőség) a meglévő aszfaltkeverő és utépítési technológiák módosítása nélkül teszi lehetővé. A termék, a gumival modifikált bitumen (GmB), minőségi és felhasználási előírásait a 2013. évben kidolgozott e-ÚT 05.01.25:2013 Tervezési Útmutató szabályozza. Az előírás jelenleg minisztériumi jóváhagyásra vár.

Kísérleti gumibitumen-gyártások és teszttűtések

Az elmúlt évek kutató-fejlesztő tevékenységének eredményeként félüzemi gumibitumen-tesztgyártásokat hajtottunk végre a MOL zalaegerszegi finomítójában. Ezek a tesztgyártások a meglévő modifikált bitumen gyártó üzem ideiglenes átalakítása után történhettek meg. A tesztgyártások alapvető információkat szolgáltatottak a 2012-ben kialakított prototípus üzem tervezéshez. A 2004, 2006, 2007 és 2008. évek egy-egy tesztgyártásának gumibitumen termékeit Zalaegerszegen, Veszprémben és Gyálon használták fel aszfalt kopórétegek építéséhez.



3. ábra. AC11 kopó aszfalttréteg építés a 3121 sz. úton Jász-Nagykun-Szolnok megyében

Ezek tapasztalatai kiválóak voltak, az utak minősége azóta is kifogástalan, az elvégzett aszfaltvizsgálatok pedig igazolták, hogy a hagyományos 50/70 bitumenhez képest minden tekintetben jobb, a csúcsmínőségű és igen drága polimerrel modifikált bitumenhez (PmB) hasonló aszfaltminőség érhető el a GmB alkalmazásával.

A MOL által gyártott GmB és a PmB tartalmú aszfaltok 60°C-on elvégzett deformáció vizsgálata azonos eredményt adott, azaz a magas hőmérsékletű (nyári) viselkedést tekintve azonosan teljesített a kétféle kötőanyag. A közepes hőmérsékletű viselkedést jellemző fáradást tekintve a PmB jobban teljesített a GmB-nél, azonban alacsony hőmérsékletű karaktert tekintve (téli viselkedés) a GmB tartalmú aszfalt lényegesen kisebb repedési hőmérséklettel rendelkezett, azaz jobb a hideg oldali viselkedése télen.

A kedvező aszfalteredményeken túl a gumibitumennel épített aszfaltutakon addicionális előnyként 5-10%-os féktávolság csökkenést mért egy autópári alkatrészgyártó cég a hagyományos bitumennel készült bitumenes aszfalthoz képest. A gumibitumennel épített aszfaltutakon mért zajcsökkenést a szakirodalom is közli [18]. Két különböző típusú aszfalon (SMA11 és AC11) történtek közlekedési zajmérések is. A vizsgált SMA11 aszfalttal épített útszakasz egy része GmB-vel, másik része PmB felhasználásával készült. A gumibitumenes aszfaltúton 3,2 dB értékkel kisebb zajt mértek. Hasonlóak voltak a tapasztalatok és mintegy 3 dB-lel kisebb zajhatást adott a gumibitumenes AC11 aszfaltfelület is, mint az normál bitumennel (50/70) épített kopóréteg (1. táblázat). A 3 dB zajcsökkenés a zajforrástól való távolság megkétszerezésével egyenértékű.

Gumival modifikált bitumen gyártás és a termék piaca helyezése

A sikeres gumibitumen tesztgyártások, aszfalttesztek és utépítések azt igazolták, hogy a GmB alkalmazása hozzájárulhat a jó minőségű és hosszan tartó utak koncepciójához. Ezen kívül elősegíti a hulladék gumiabroncsok környezetbarát újrahasznosítását és egy jelentős hozzáadott értékű termék gyártását.



- aszfalt tesztek és teszttutak építése a prototípus üzemből gyártott termék felhasználásával,
- a MOL gumibitumen marketingje, piaci bevezetés elősegítése.

A pályázati projektben kitűzött célok megvalósultak. Az 5000 t/év kapacitású prototípus üzem 2012 második felére elkészült, a sikeres üzemi tesztek után a GmB, mint új utépítési bitumen termék piaca került. Számos marketing rendezvényt tartottunk meg a potenciális vásárlóknak, utépítő vállalatoknak, önkormányzati és állami útfenntartó cégeknek; kiadványokban népszerűsítettük az új terméket. A projekt 2013. augusztus 31-én zárult.

Utépítési tapasztalatok a MOL GmB termékével

A prototípus üzemből gyártott első sarzs GmB terméket a MOL Dunai Finomítójának legnagyobb terhelésű és forgalmú útjának kopóréteg cseréjéhez használták fel (2. ábra). Az elvégzett kopóréteg csere sikeres volt, a vizsgálatok megerősítették a korábbi tapasztalatokat, azaz a gyártott aszfalt minősége a PmB-vel gyártott aszfalt minőségi követelményeinek is megfelelt.

Hasonló tapasztalatokat szereztünk a zalaegerszegi tesztút építésénél is, ahol a Zalai Finomító és a 74. sz. utat összekötő, mintegy 1 km hosszúságú út kopórétegének eltávolítása és újraaszfaltozása történt. A GmB és a PmB felhasználásával épített utak összehasonlítása céljából a felújítandó útszakasz felét GmB tartalmú aszfalttal a másik felét pedig PmB aszfalttal építették. Másfél év eltelte után mindkét szakasz hibátlan, az utak monitorozását folyamatosan végezzük a különböző kötőanyagok terpei viselkedésének összehasonlítása céljából.

A GmB felhasználásával ez idáig épített leghosszabb szakasz 8,4 km hosszúságú. Jász-Nagykun-Szolnok megyében a 3121 sz. út egy szakaszán kopóréteg cserét a Duna Aszfalt Kft. végezte el (3. ábra). A kopó réteg aszfaltjának gyártáshoz mintegy 300 tonna GmB-t használtak fel. A gyártási tapasztalatok pozitívak, az út minősége az elvártaknak megfelelő. Mivel ez volt az első jelentős volumenű GmB felhasználás, a kivitelező különösen nagy gondot fordított a technológiai fegyver betartására. Az aszfaltkeverés, szállítás, finiszer töltés, terítés és hengerlés munkafolyamatainak szoros egymáshoz illesztését valósították meg, aminek betartása feltétele is volt az elért minőségnek.

A gumibitumenek, így a MOL által gyártott GmB termék egyik legfontosabb minőségi előnye a hagyományos bitumenekhez képest a kiváló tapadás. Ennek jelentőségét az adja, hogy ha nem megfelelő a bitumen és ásványi anyag közti tapadás (adhézió), akkor a környezeti behatások következtében a bitu-

menfilm leválik a közetről. Jellemzően a víz kedvezőtlen hatására alakulhat ki a bitumenleválás jelensége. Ennek következtében a bitumen elveszíti a funkcióját, azaz megszűnik a ragasztóképesége. Ez a közet aszfaltból való kipergéséhez, kátyúsodáshoz és végső soron az útburkolat idő előtt tönkremeneteléhez vezethet. A GmB fokozott tapadását laboratóriumi tesztek után a százalombattai Erőmű út kopórétégének 2013. szeptemberi aszfaltozásakor is megtapasztalhattuk. Az útszakasz egy-egy sávját két egymást követő napon aszfaltolták. A második nap reggelén az előző nap húzott aszfalt tengelyét függőlegesen vágták a másik sáv fogadásának előkészítéséhez. A vágás után a szokásos kézi módon (lapáttal, csákánnyal) indult a levágtott aszfaltcsík eltávolítása. Ez az eltávolítási módszer azonban nem működött, ugyanis az aszfaltot nem tudták a korábbiakban alkalmazott módon kézi erővel felfeszíteni, olyan erősen tapadt a fogadórétéghez, illetve a levágtott részeket sem sikerült feldarabolni, annyira stabilan összeállt a GmB tartalmú aszfalt. Gépi erőt kellett alkalmazni az eltávolításhoz. Mindez néhány óras késedelmet jelentett, ami az aznapi beépítés csúszásán kívül egyéb problémát nem okozott. Az aszfalt és az út minőségét tekintve a hagyományos kötőanyagoknál tapasztalható képest lényegesen jobb tapadás miatt ez a tapasztalat határozottan pozitívként értékelhető.

A Magyar Közút Regionális Operatív Programjának keretében a Jász-Nagykun-Szolnok megyében történt legnagyobb volumenű GmB felhasználás mellett az alábbi felújítások történtek a MOL GmB terméknek alkalmazásával:

- Baranya megye, 5806. sz. út, kb 1 km hosszú kopó réteg beépítés (2012),
- Baranya megye, 5117. sz. út, kb 0,5 km hosszú kopó és kötő réteg beépítés (2013)
- Borsod-Abaúj-Zemplén megye, 3835. sz. út, kb 0,5 km hosszú kötő és kopó réteg beépítés (2013),
- Budapest, Grassalkovich út, kb. 1 km hosszú kopó és kötő réteg beépítés (2014).

Az eddigi tapasztalatok szerint a GmB termék felhasználásával ugyanazon ásványi-anyag-összetétel mellett mintegy 0,0–0,2% kötőanyag-többlet szükséges, mint normál bitumen alkalmazásakor. (pl. ha normál bitumen esetén 5,0% kötőanyag-alkalmazás szükséges, akkor GmB esetében 5,1%). Az alkalmazott aszfaltkeverési hőmérséklet a PmB felhasználásához hasonló az azzal összemérhető viszkozitás miatt. Az eddigi tapasztalatok azt igazolták, hogy a 180–185°C hőmérsékletű aszfaltkeverék nagy szállítási távolság (kb. 100 km) és 10°C körüli környezeti hőmérséklet esetén is megfelelő tömöríthetőséget eredményezett. A meglevő

gyártási tapasztalatok igazolják a hagyományos aszfaltkeverőben való alkalmazhatóságot a hagyományos aszfaltreceptúrák mellett, az aszfaltmechanikai és kötőanyag tapadási tapasztalatok pedig hosszabb élettartamot prognosztizálnak, mint az egy hagyományos bitumennél várható.

Mára a GmB terméket számos hazai kivitelező használta és tapasztalatot szerzett alkalmazásában. A GmB-vel elérhető minőségi többlet és hazánk útjainak állapota illetve az útépitések és felújítások alulfinanszírozottsága arra hívja fel a figyelmet, hogy az útépitő szakmának a jövőben számolni kell a GmB, mint kiváló ár/érték arányú termék nagyobb volumenű útépitési felhasználásával. Ezzel jelentősen hozzájárulhat a hosszabb élettartamú, jobb minőségű és kisebb fenntartási költségű aszfaltutak építéséhez, a fenntartható közlekedéshez, valamint a hulladékhasznosítás növeléséhez is. Mindez a politikai széljártástól független nemzetgazdasági érdek kell legyen hazánkban, hisz a gazdasági fejlődés, a társadalmi jólét fokozása a jó minőségű infrastruktúra nélkül elképzelhetetlen.

Valószínűleg felmerült az olvasóban: mennyibe fog ez kerülni, az ő adóforintjait mire fordítja az állam? Ezzel kapcsolatban elárulhatjuk, hogy a GmB értékesítési ára a drága PmB helyett a Magyarországon legnagyobb mennyiségben felhasznált és lényegesen olcsóbb 50/70 normál útépitési bitumenhez közel helyezkedik el. Az árat természetesen főként a beszerezhető gumiőrlemény költsége mozgatja. Magyarországon számos kisebb üzem található, ahol gumiőrleményeket gyártanak, ezek egy része minőségben és árban versenyképes terméket szolgáltat a MOL számára is. Az eddigi tapasztalatok visszaigazolták, hogy életciklusra vetítve a GmB társadalmi hasznossága vitathatatlan.

Irodalom

- [1] Magyar Közút Nonprofit Zrt: http://internet.kozut.hu/szakmai/orszagos_kozutak_adatai/kozutakfojellemezoi/Lapok/default.aspx leltöltés dátuma: 2013.11.12.
- [2] Állami Számvevőszék: *Jelentés az állami közutak felújítását, javítását, karbantartását célzó intézkedések eredményességének és az állami közutak állapotára gyakorolt hatásának ellenőrzéséről*, 2012. augusztus
- [3] Dr. Rigó Mihály: *Kellene-e, készülhetne-e Nemzeti Útfenntartási Program (NÚP)?* Közúti és Mélyépítési szemle, 2004, 1. szám
- [4] Magyar Közút Nonprofit Zrt. által rendelkezésre bocsátott adatok alapján
- [5] Központi Statisztikai Hivatal: *A közúti közlekedés területi jellemzői*, 2013. augusztus
- [6] Zareh, A. – Way, G.B.: *35 Years of Asphalt-Rubber Use in Arizona*, Proceedings of

Asphalt Rubber 2006 Conference, Palm Springs, California, ISBN: 962-405-091-0, p. 17-37, 2006

- [7] State of California Department of Transportation, Materials Engineering and Testing Services: *Asphalt Rubber Usage Guide*, 2006
- [8] Choubane, B. – Sholar, G.A. – Musselman, J.A. – Page G.C.: *Ten-Year Performance Evaluation of Asphalt-Rubber Surface Mixes*, Transportation Research Record, Vol. 1681, p. 10-18, ISSN:0361-1981, 1999
- [9] Martínez, G. – Caicedo, B. – González, D. – Celis, L.: *Performance of a test truck using crumb rubber asphalt and other modifiers*, Proceedings of Asphalt Rubber 2006 Conference, Palm Springs, California, ISBN: 962-405-091-0, p. 863-884, 2006
- [10] Shatnawi, S: *Asphalt rubber maintenance treatments in California*, Proceedings Asphalt Rubber 2003 Conference, Brasilia, Brazil, ISBN: 85-903997-1-0, p. 35-48, 2003
- [11] Artamendi, I. – Khalid, H.: *Fracture characteristics of crumb rubber modified asphalt mixtures*, 3rd Euroasphalt & Eurobitume Congress, Vienna, Austria, 12-14 May, 2004
- [12] Burr, G. – Tepper, A. – Feng, A. – Olsen, L. – Miller, A.: *Crumb-Rubber Modified Asphalt Paving: Occupational Exposures and Acute Health Effects*, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Health Hazard Evaluation Report No. 2001-0536-2864, 2001
- [13] Carlson, D. – Zhu, H.: *Asphalt-Rubber - An Anchor to Crumb Rubber Markets*, Third Joint UNCTAD/IRSG Workshop on Rubber and the Environment, International Rubber Forum Veracruz, Mexico, October 7, 1999
- [14] Kandhal, P.S.: *Quality control requirements for using crumb rubber modified bitumen (CRMB) in bituminous mixtures*, Journal of the Indian Roads Congress, No. 522, Vol. 67-1, April-June 2006
- [15] Hicks, R.G. – Epps, J. A.: *Quality Control for Asphalt Rubber Binders and Mixes*, Proceedings, Asphalt Rubber 2000, Portugal, 13-17, November, 2000.
- [16] Fontes, L. – Pereira, P. – Pais, J. – Triches, G.: *Behaviour of Asphalt Rubber Mixtures with Different Crumb Rubber and Asphalt Binder Sources*, Proceedings of Asphalt Rubber 2006 Conference, Palm Springs, California, ISBN: 962-405-091-0, p. 619-639, 2006
- [17] HU 226481, Bíró, Sz. – Bartha, L. – Deák, Gy. – Geiger, A.: *Chemically stabilized asphalt rubber compositions and a mechanochemical method for preparing the same*, 2009
- [18] Carlson, D.D. – Zhu, H. – Xiao, C.: *Analysis of traffic noise before and after paving with asphalt-rubber*, Proceedings Asphalt Rubber 2003 Conference, Brasilia, Brazil, ISBN: 85-903997-1-0, p. 413-428, 2003

BOROS IMRE

Jelzések a kromatin tájon

Második rész

Jelíró és -olvasó molekulák

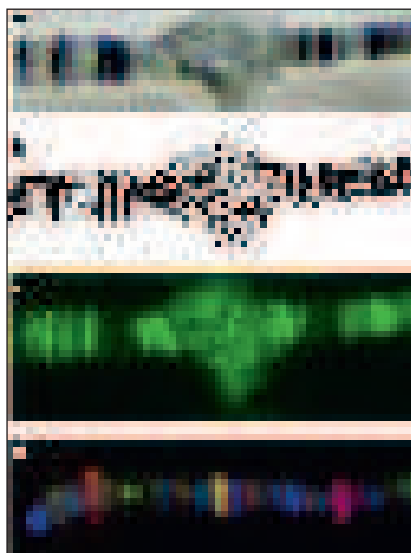
Az írás első részében a kromatin-szerkezet legkisebb egységének, a nukleoszómának a felépítését és a hisztonfehérjék módosításait ismertük meg. Bemutattam, hogy a hisztonmódosítások fontosak, mert megváltoztatják a fehérjék és a DNS közötti kapcsolat erősségét, továbbá mert jelzésként szolgálnak. A két szerep együtt jár és nehezen választható el egymástól. A módosítások szerkezetváltozást indítanak el és a jelzések újabb módosítások kialakításához vezetnek, amelyek tovább fokozzák a szerkezetváltozásokat. Az eredmény kromatindinamika: idő és térbeli (akár a genom egyes részeit, akár a sejtmag egyes területeit tekintve) folyamatos változás az örökítő anyag elrendezésében, ami a gének működésének lehetőségét fokozza, vagy gátolja.

A nukleoszómák eltávolíthatók és visszarendezhetők

A kromatinszerkezet megváltoztatásának legdrasztikusabb módja a nukleoszómák eltávolítása. Erre minden sejt számos fehérjét és fehérje-együttest működtet. A folyamat energiát igényel, amit a kromatint átrendező fehérje-együttesek ATP hasításával nyernek. Az energia felhasználásával a kromatint átrendező fehérjék szerepe önmagában is érdekes, témánk szempontjából azonban a legfontosabb, hogy ezek működését is a nukleoszómák jelzései vezérlik. A fehérje-együttesek tagjai között egyesek „felismernek” hisztonokon elhelyezett módosító csoportot és ahhoz kapcsolódva az adott kromatinrészhez tobozzák a nukleoszóma-eltávolítókat.

Nukleoszóma nélkül azonban a sejtmagi DNS rendszerint csak rövid időszakokra maradhat, mert a csupasz DNS sérülékeny. A nukleoszóma nélküli hosszabb DNS-részek rendszerint csak a nagyon gyakran átírása kerülő géneknek megfelelő régiók. Az ilyen részekben pedig az átírást végző enzim és a hozzá csatlakozó fehérjék burkolják be a DNS-t. Sokkal általánosabb a nukleoszómák időszakos eltávolítása, vagy még gyakrabban az elhelyezkedésük megváltoztatása. Az

RNS-t szintetizáló enzim előtt időszakosan eltávolítódnak a nukleoszómák, majd miután áthalad a szintézis az adott ponton, visszahelyeződnek (1. ábra). Van olyan, húsznál is több alegységet tartalmazó fehérjekomplex, ami mintegy utat nyit az RNS polimeráznak



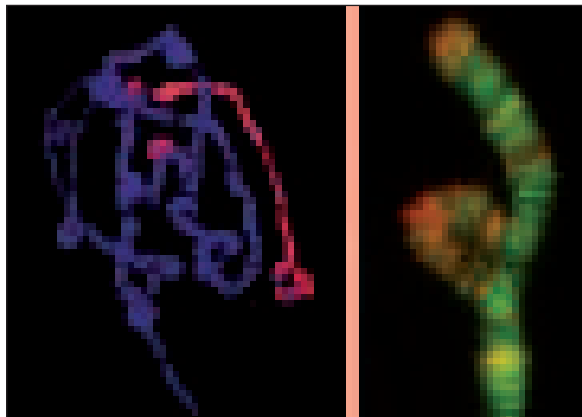
1. ábra. Kétszárnyúak egyes szövegeiben a DNS többször megkettőződik, de sejtmagosztódás nem történik, ezért közel ezer párhuzamosan egymás mellé rendezett nukleoszóma-láncfűzért tartalmazó óriáskromoszómák jönnek létre. Az óriáskromoszóma egyes részein a nukleoszómák sűrűsége eltérő, ami erősebb és gyengébb fényelnyelő részekből álló sáv mintázatot képez (a,b). RNS-átírás csak a laza szerkezetű kromatint tartalmazó részekben történik (c). Jellegzetes festődési mintázat kialakulása mutatja a DNS-t (kék), valamint az RNS-átírást végző (piros) és egy hiszton-módosításban részvevő fehérje (zöld) kapcsolódását az óriáskromoszóma kromatinban

azáltal, hogy a hisztonok pozitív töltésű oldalláncait semlegesítve, meglazítja a kapcsolatot a DNS-sel, és elősegíti annak a le-

tekeredését a fehérjemagról. Ilyen esetekben, a polimeráz elhaladását követően, a nukleoszómák visszarendezése lehetőséget ad a szakasostól eltérő hisztonok beépítésére. Ezzel az adott gén emlékéét őrzi a közel-múltban megtörtént átírásának. Más esetekben, még pontosan nem ismert módon, a polimerázzal együtt haladó fehérjék csak időszakosan teszik félre a nukleoszómák hisztonjait, majd az enzim elhaladása után ugyanazokat a hisztonokat visszahelyezve állítják helyre a nukleoszómát. Ez a megoldás biztosítja a korábbi időszakban létrejött hisztonjelzések megőrzését. Amikor új hisztonokból épül vissza a nukleoszóma, akkor a jelzések újraképzése vagy törlése a „molekuláris emlékezés vagy felejtés” eszköze. A DNS megkettőződések a régi hisztonmolekulák is megosztódnak a régi és az új DNS-szállakból álló kettős láncok között, és jelzéseik mintaként szolgálnak az ilyenkor nagy mennyiségben szintetizálódó új hisztonmolekulák dekorációjának kialakításához.

Egy kis energiával a nukleoszómák odébbtolthatók

A nukleoszómák elrendezése a DNS adott pontjaihoz viszonyítva önmagában is fontos információ a kromatintérképben. Gének kezdőpontjai környezetében a nukleoszómák rendszerint nem véletlenszerűen, hanem egy adott ponthoz viszonyítva meghatározott helyzetekben találhatóak. Gyakran a gén bekapcsolásának egyik első lépése az átírás kezdőpontjához közeli nukleoszóma eltávolítása, vagy odébbhelyezése 50–100 nukleotiddal az RNS szintézist végző enzim kapcsolódása előtt. Ez a megoldás a nukleoszóma-, vagy kromatinátrendezés. Az átrendezést végző enzimek ATP bontásával nyerik az energiát ahhoz, hogy meglazítsák a kapcsolatot egy-egy nukleoszóma hisztonmagja és a körje tekeredett DNS részletei között. Hasonlóan ahhoz, mint ahogy a cipőfűzőnket arányosan osztjuk el, ha féloldalra kilóg, az enzimek főregrszű mozgásokra készítve a DNS-t, mint-



2. ábra. Muslica óriáskromoszómái. A kék szín a DNS-t, a piros a 16. lizin oldalláncon acetil-csoporttal módosított hiszton 4-et jelöli. A kép közepén látható pirosan festett rész egy darabka X kromoszóma, ami törés-újraegyesüléssel átkerült egy másik kromoszómára, ahol jellegzetes hiszton-módosítását megőrizte. Jobbra az áthelyeződött kromoszómárészlet kinagyítva

egy odébbtolják a nukleoszómát. Mindez megtörténhet anélkül, hogy a DNS és a hisztonmag kapcsolata egy pillanatra is teljesen megszűnne. Számos eset ismert a nukleoszóma előbb vázolt elmozdítására egy gén aktivációjának első lépéseként.

A vírusfertőzések hatására immunsejtjeink egy része a védekezés elindításához interferont termel. Ehhez az RNS-szintetizáló enzimnek kapcsolódnia kell az interferon gén kezdőpontjához. Nyugvó állapotban azonban az egyik legelsőként bekapcsoló interferon gén kezdőpontja nukleoszómát alkotva, hisztonokra feltekeredett állapotban helyezkedik el. Vírusfertőzést követően, a gén egy távolabbi szabályozó részén olyan változások indulnak el, amelyeknek eredményeként ez a nukleoszóma 50 nukleotiddal odébbhelyeződik. Az ehhez vezető folyamatban több fehérje együttműködése szükséges: egy részük pozitív töltéseket semlegesít acetilcsoportokat helyezve az ebben a nukleoszómában levő egyes hisztonok lizin oldalláncaira. Más enzimek felismerik a módosított lizinet és azokhoz kapcsolódva ATP-t hasítanak, hogy az így nyert energiával elmozdítsák a DNS-t a hisztonmagon. Végül szabaddá válik, azaz két nukleoszóma közötti DNS-részre kerül a gént átíró RNS-polimeráz kapcsolódási helye. Egész pontosan, egy TATA nukleotidsorrendet tartalmazó DNS-részlet, amihez először nem is a polimeráz, hanem egy annak segítő fehérje kapcsolódik. Kapcsolódása további nukleoszóma-átrendező folyamatokat indít el, ami lehetőséget ad az RNS-szintézist katalizálni tudó polimeráz kapcsolódására is. A polimeráz működése a gén átírását eredményezi, és ennek lesz a következménye, hogy a sejt interferon-termeléssel válaszol a vírusfertőzésre.

Természetes a kérdés, hogy mi és hogyan jelezte a sejtnek, hogy vírusfertőzés történt, és mi indította el a nukleoszóma-átrendező fehérjék működését? Ennek megismerése a hisztonok és nukleoszómák legérdekesebb szerepéhez vezet: ahhoz, hogy a nukleoszómák hisztonjai jelzéseikben összefoglalják és közvetítik a sejtet érő hatásokat. Mielőtt ezt tárgyalnánk, érdemes kiemelni, hogy az említett kromatinszerkezet-változások génműködés-változásokat eredményeznek. Ezeknek egy része a sejt életének egy rövid időszakában fennmaradó működés-változás, ami

nem adódik át osztódáskor, azaz nem epigenetikai hatás. A kromatinszerkezet-változás hatása azonban, mint az interferon-termelés esete is szemléltetheti, öröklődhet is. Ha a vírus elleni védekezés időben elhúzódó interferon-termelést kíván, és a sejt jelzéseket kap osztódásra, akkor az interferongént aktivált állapotban adja tovább utódsejtjeinek. Ez epigenetikai hatás, mert az interferont termelő és nem termelő sejtek között a különbség nem DNS-nukleotidsorrendben, hanem a gén hozzáférhetőségében van. A példa szemlélteti a kromatinszerkezet és epigenetika összetett viszonyát: ugyanolyan szerkezet-változás az öröklődést tekintve (is) eltérő hatású lehet.

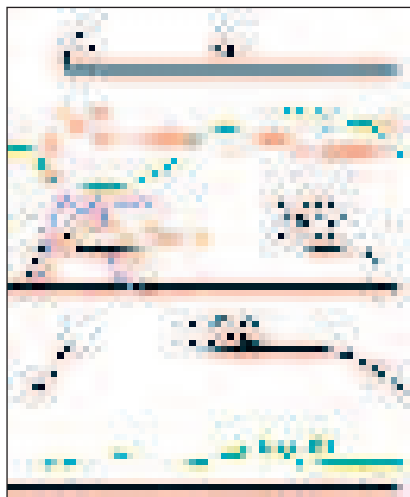
Egy hisztonmódosítás hatása néha egyértelmű, máskor a többitől is függ

A módosítások változásokat okoznak a töltések eloszlásában, ez megváltoztatja a szomszédos nukleoszómák közötti kapcsolatokat és ezzel a kromatinszerkezetet. Példaként szolgálhat erre a muslicáknak az a sajátos génszabályozása, ami biztosítja, hogy az X kromoszómán található génekről annyi génterméket képződjön hímeiben is, mint nőtény társaikban. A hímek ugyanis csak egy, míg a nőtények két X kromoszómát tartalmaznak. Hímeiben az X kromoszóma nukleoszómáinak H4 molekuláiban a 16. aminosav acetilált lizin. Ennek eredményeként hímeiben az X kromoszóma kromatinszerkezete lazább, mint a nőtényekben. A lazább kromatinszerkezet pedig lehetővé teszi a gyakrabban géntírást (2. ábra).

A muslica hímek említett esete alkalmas arra, hogy megvizsgáljuk a hisztonmódosításokkal kapcsolatos további kérdést érintésére: nevezetesen, hogy mindig olyan egyértelmű-e egy módosítás hatása, mint a H4 acetilált 16. lizin géntírást fokozó szerepe? A kérdésre a válasz határozottan nem. Példaként szolgálhat erre a hiszton H3 10-es szerin aminosava, amit gyakran foszfátcsoport módosít. A foszforilált szerin előfordulhat egyes gének átírását szabályozó régiókban vagy az egész kromoszómára kiterjedően. Az első esetekben a foszfátcsoport a kromatinszerkezet lazulását okozza, és a géntírást fokozza. Ezzel pontosan ellentétes a kromatinszerkezet változása sejtosztódáskor, amikor a kromoszómák képződéséhez a DNS összetömörödik. A foszfátcsoport a H3 10-es szerin oldalláncon ebben az állapotban is kimutatható. Az azonos módosítás, de eltérő eredmény okának részletezésére itt nincs lehetőség. Segíthet a válasz keresésében annak szem előtt tartása, hogy a módosítások nem egyesével, hanem egymással változatos kombinációkban találhatók. Egy foszfátcsoport a szerinen együtt egy acetilcsoporttal valamelyik szomszédos lizinen mást jelent, mint ha egy metilcsoport található valahol a közelében. Gyakran használt az egyszerűsítő érvelés, hogy az acetiláció a kromatinszerkezet lazulását segíti, ezért a géntírást fokozza. Ezzel ellentétben, a metilcsoportok pedig a kromatinszerkezet tömörödésének kedveznek. Bár általában mindkét megállapítás igaz, mindkettő túlzottan egyszerűsítő képet sugall. Lizin oldalláncon metilációja nem is eredményez olyan töltésváltozást, ami kromatinszerkezet-változást indíthatna el. A magyarázat a hatásra a hisztonmódosítások jel szerepében rejlik: a módosítások nemcsak a töltések megváltozása miatt hatnak, hanem közvetetten is, fehérjék odatoborzásával a nukleoszómák felületéhez. Általánosabban tekinthető az a megfigyelés, hogy a módosítások csoportokba rendezhetők. Vannak olyanok, amelyek például a géntírást szabályozásban játszanak szerepet és ezek között alcsoportok képezhetők azokból, amelyek az átírással kerülő gént megelőző DNS-részen, az RNS-szintézis kezdeténél, vagy befejező részénél fontosak. A hasonló szerepet játszóknak gyakran együtt fordulnak elő, esetenként helyettesíthetik egymást. A teljes genomokra kiterjedő kromatin tájképek RNS-szintézisre és hisztonmódosításra mintázatra vonatkozó adatainak összevetésével már sikerült azonosítani azt a három-négy módosítástípust, amelyek kombinációja jó korrelációt mutat a géntírást gyakoriságával (3. ábra). Ez természetesen nem zárja ki azt a lehetőséget, hogy egyik, vagy másik módosítás használatával ma még nem felismert finom különbségek érhetőek el akár a génműködés helyét, idejét vagy intenzitását tekintve.

A kromatinjelzések írói, olvasói és radírjai is fehérjék

A módosítások kapcsolódási helyeket kínálnak a fehérjéknek. A kapcsolódó fehérjék megerősíthetik a hisztonok és a DNS kötődését, vagy éppen fordítva, lazíthatják azt. Egy fehérje kapcsolódása egy adott módosított hiszton oldallánchoz segítheti további fehérjék odatorzítását, megjelölheti a DNS sérüléseit, a kromatin adott részen szorosabb vagy lazább szerkezet kialakításával módosíthatja az ott található gének szabályozását. Gyakran egy adott módosításhoz kapcsolódó fehérje egy sok alegységes komplex egyik tagja. A komplex tagjai változatos funkciójú faktorok lehetnek, amelyek a kapcsolódással kromatinközelbe kerülnek. Sokszor a jelzéseket felismerő és azokhoz kapcsolódó fehérjék maguk is képesek módosításokat elhelyezni a kromatinon. Működésük alapján ezeket a fehérjéket a kromatinjelzések íróinak tekintik. Enzimekként ezek acetil- és metiltranszferázok, kinázok és más enzimescsoportok tagjai. Ellentétes működésű enzimpárjaik a de-acetilázok, de-metilázok, foszfatázok, a kromatinjelzések radírjai. A két enzimescsoport dinamikus együttműködése biztosítja, hogy a kromatintérkép jelzései folyamatosan napra-, bár sokkal helyesebb az állítás, hogy pillanatra készek. A jelzéseknek az a része, amelyik csak rövid időre szóló génműködés-módosításra szolgál, gyorsan kitörölődik. Ilyenek leggyakrabban az acetilációval létrehozott jelek. Ezeknek csak pár perc az élettartama. A metilációk egy része ezzel ellentétben napokig, vagy még hosszabb időszakon át fennmarad – pontosabban megújításra kerül, az egymást követő sejtosztódások sorozatán át is. Abból a tényből, hogy a módosításokat enzimek hozzák létre, már sejthető, hogy az enzimek működésére jellemző specifikusság a módosítások kialakítása és eltávolítása során is érvényesül. Valóban ez a tapasztalat, bár e tekintetben is, mint a hatásoknál tapasztalható, széles skálán változik a szigorúság: van olyan enzim, amelyik csak egy hisztonnak egy adott helyzetű aminosav-oldallancát módosítja. De van olyan is, ami kevésbé változatos – pontosabban megújításra kerül, az egymást követő sejtosztódások sorozatán át is. Abból a tényből, hogy a módosításokat enzimek hozzák létre, már sejthető, hogy az enzimek működésére jellemző specifikusság a módosítások kialakítása és eltávolítása során is érvényesül. Valóban ez a tapasztalat, bár e tekintetben is, mint a hatásoknál tapasztalható, széles skálán változik a szigorúság: van olyan enzim, amelyik csak egy hisztonnak egy adott helyzetű aminosav-oldallancát módosítja. De van olyan is, ami kevésbé változatos – pontosabban megújításra kerül, az egymást követő sejtosztódások sorozatán át is.



3. ábra. A gének működését „finomhangoló” hiszton-kód. A legjellegzetesebb hiszton-jelzések egy aktívan működő (fent) és nem működő (lent) gént tartalmazó kromatinrészén. A felső részen a nyíl a gén átírásának kezdőpontját jelzi. (A hisztonmódosítások az aminosavak egybetűs jelölésével szerepelnek: K = lizin, me = metil-, ac = acetil, csoport.)

hisztonmódosításra sikerült előállítani specifikus ellenanyagot, amelyek rendkívül fontos szerepet kapnak a kromatinszerkezet vizsgálatában.

A hisztonmódosítások kombinációi a génműködés-szabályozás fokozatkapcsolói

A módosítások szerepéről eddig szerzett ismereteink alapján úgy tűnik, hogy a természet csak nagyon ritka esetben használ egy-egy módosítást egyedüli jelként valamilyen működés biztosítására. Tíz évvel ezelőtt, amikor a hisztonmódosítások gazdag világa kezdett feltárulni, sokan úgy gondolták, hogy a módosítási mintázatok a kresztáblákhoz hasonlíthatóan, jól meghatározott, egységes jelrendszert alkotnak. Az ún. hiszton-kód hipotézis szerint a nukleoszómában elhelyezkedő hisztonfehérjék amino-terminális részein létrejövő módosítások jelrendszert képeznek. A kódot a módosítások kombinációit felismerő, az az azokhoz kapcsolódó fehérjék értelmezik azáltal, hogy kapcsolódásukkal a nukleoszómák átrendezését vagy eltávolítását okozzák. Ez a gének átírásának lehetőségét növeli, vagy csökkenti. A kromatinkutatás utóbbi tíz éve során óriási mennyiségű adat halmozódott fel az egyes módosítástípusok előfordulásáról és szerepéről. A kirajzolódó kép szerint az eredeti hiszton-kód hipotézis pontosítható. Kétségtelen, hogy a hisztonok módosításai jelzésként szolgálnak, és ezeket a jelzéseket kap-

csolódó fehérjék értelmezik. Nem képeznek azonban a hisztonmódosítások olyan egyértelműen meghatározott kódrendszert, mint amilyen a nukleotidszám és aminosavak viszonyára jellemző. A mai elképzelésünk szerint a kromatinmódosítások meghatározzák azt, hogy egy-egy sejtípusban mely gének működhetnek és melyek vannak kikapcsolt állapotban. Egy-egy jelzés önmagában általában nem jelent „ki-be” kapcsolót. Sokkal inkább a jelzések összessége határozza meg a végeredményt. Egy-egy jelzéstípus mint finomhangoló működik. A hisztonjelzések változásai együttesen biztosítják, hogy a környezeti hatásokra gének ki- és bekapcsolnak, egyes esetekben csak egészen rövid időre, más alkalmakkor sejtek generációin át, vagy akár nemzedékről nemzedékre továbbadva állapotukat. Az egyedfejlődés során, amíg a megtermékenyített petesejtől a kifejlett szervezet kialakul, a módosítások folyamatos alakulása biztosítja, hogy az azonos DNS-nukleotidszám ellenére, az egyes szövetek sejtjeinek génműködése oly jellegzetesen eltérő. Környezeti hatások a sejt jelátviteli rendszerén át jutnak el a nukleoszómák jeleit író, olvasó és kitörölő fehérjékhez. Ezek aktivitásában tükröződik a sejt fiziológiás állapota is. Erre közvetlen lehetőséget ad az, hogy a leggyakrabban előforduló módosító csoportok a sejtanyagcsere csomópontjaiban képződő molekulákról (acetil-CoA, S-adenozil-metionin, ATP) vihetők át hisztonok aminosav-oldallancáira. Egyre több adat bizonyítja epigenetikai hatások szerepét sejtek és egyedek szintjén is. Naponta jelennek meg közlemények az epigenetikai hatások felteletett szerepéről az emberi tulajdonságok legszélesebb körében a fizikai képességektől a magatartásbeli hajlamokig, készségekig terjedően. Ellentétben a nukleotidszámokban bekövetkező változásokkal, amelyek megfordíthatatlanok, az epigenetikai jelek stabilitásuk ellenére módosíthatók. Kialakulásuk, hatásuk és megváltoztatásuk lehetőségeinek feltárása ezért messzire mutató távlatokat nyithat önmagunk megismerésében és bajaink orvoslásában.

Köszönetnyilvánítás

A cikk első részének 1. ábráján részlet látható Ottlik Géza Iskola a határon c. regényének Esterházy Péter által egyetlen oldalra másolt szövegéből. <http://www.irodalmijelen.hu/05242013-1036/esterhazy-otlik-az-iskola-atirai-poster>

Az összefoglaló elkészítéséhez támogatást nyújtott a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

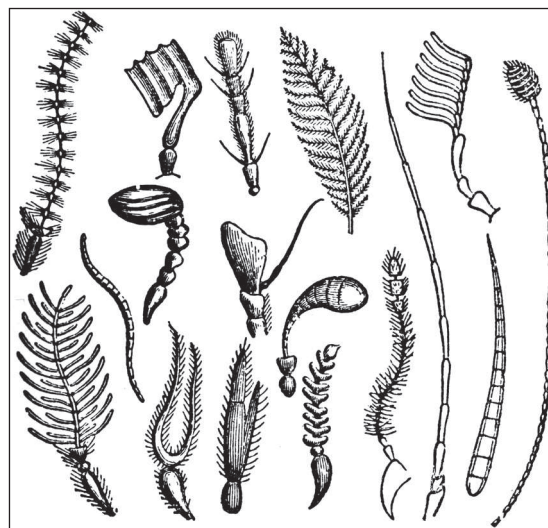
VUTS JÓZSEF–TÓTH MIKLÓS

Navigáció illatmolekulákkal

A rovarok számára a szaglás egyike azoknak az elsődleges fontosságú érzékelő rendszereknek, amely segítségével információt nyernek környezetük állapotáról. Korábbi cikkeinkben (Természettudományi Közlöny 142. évf. 6. füzet és 144. évf. 4. füzet) már nagy vonalakban bemutattuk néhány kártevő rovarfajon keresztül a természetben előforduló illatanyagok (szemiokemikáliák) két fő csoportját, az allelokemikáliákat (nem fajtársaktól származó illatanyagok) és a feromonokat (fajtársak által kibocsátott illatanyagok). A szemiokemikáliák szerepe és szerkezete igen sokféle lehet még több, már feltárt vagy feltételezett átfedéssel a fajok közötti vagy a fajon belüli kapcsolatokban betöltött funkcióik alapján. Rávilágítottunk, hogy ugyanaz a vegyület lehet akár egy virág által megporzók odacsalogtatására kibocsátott parfümben, mint amit egy rovar nőténye használ a fajtárs hívek odacsalogtatására. Talán a leghíresebb példa egy bagolylepke és az indiai elefánt esete, ahol az ivarérett nőtények pontosan ugyanazt a vegyületet termelik és bocsátják ki mindkét fajnál; természetesen ebben az esetben a „rossz” nőténnyel való párzás esélye kizárt! Úgy tűnik, hogy a természet arányaiban kisszámú vegyülettel sáfarkodik, melyek legtöbbször specifikus kombinációja kódol egy bizonyos üzenetet ahelyett, hogy folyton új szerkezeteket találna fel minden egyes kölcsönhatásra.

Írásunkban a rovarok szaglásának általános mechanizmusát mutatjuk be vázlatosan a molekuláris dimenzióktól kiindulva az illatanyag-molekulák által kiváltott konkrét viselkedésig. A szaglási folyamatok megértését célul kitűző tudományos csoportok előszeretettel használják a rovarokat vizsgálataikhoz, mert egyrészt nagy egyedszámuk és könnyű fenntarthatóságuk miatt az erőforrás-igényes kutatások ideális modelljei, másrészt szaglásuk legalapvetőbb működéseiben meglepően hasonlít a gerincesek – így az ember – szaglásához. Így vált például az ecetmuslica, a selyemlepke és néhány lisztbogárfaj a kísérletes rovaréltan és kémiai ökológia la-

boratóriumi fehéregerévé. Természetesen az ilyen irányú kutatások másik mozgatórugója a számtalan kártevő rovarfaj elleni minél hatékonyabb védekezés kidolgozása, melyben az MTA ATK Növényvédelmi Intézet hazai és nemzetközi szinten is élenjáró eredményeket ért el.



1. ábra. A rovarok csápjának formagazdagsága igen nagy (Forrás: etc.usf.edu)

A formatervezés remekműve, a rovarcsáp

A rovarok „orra”, a csáp páros szerv, ami az izeltlábúak rendkívül nagy faj- és formagazdagságának köszönhetően igen változatos megjelenésű (1. ábra). A csáp morfológiáját nemcsak a szaglásban betöltött szerepe befolyásolhatja, hanem sok más egyéb funkciója is, így lehet szén-dioxid-, páratartalom-, íz-, tapintás-, légáram-, hang- és hőérzékelő, valamint részt vehet vizuális és akusztikus stb. jelek továbbításában is. Az idealizált csáp érzékelő felülete a maximálist közelíti, hogy minél hatékonyabban szűrje ki a rovar számára fontos illatmolekulákat a kémiai háttérzajból. Ilyen „ideális” alakot találunk egyes éjjeli lepkék himjeinél, ahol az összesített szaglófelület nagyobb lehet 1 cm²-nél, amit finom elágazások sokasága biztosít.

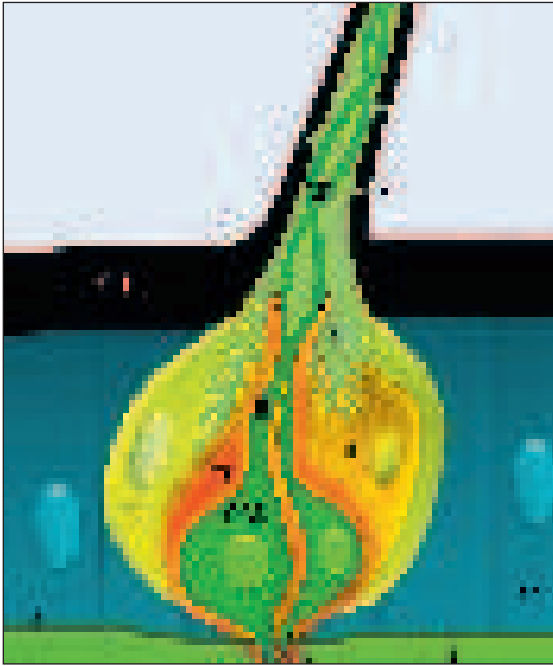
A csáp bizonyos részeit nagy számban borító úgynevezett szaglószőrök (szenzillumok) az illatanyagok érzékelésének alapegységei (2. ábra). Ezek száma faj-

tól függően változhat. Maga az érzékszőr elkülönült funkcionális egység, melyben egy vagy több érzéksajt található azonos vagy eltérő illatanyag-specifikussággal. Logikusan következik, hogy minél nagyobb számban vannak jelen egy adott vegyületre specializálódott érzéksajtek a csápon, és minél nagyobb a csáp érzékelő felülete, annál nagyobb lehet az érzékenység arra a vegyületre. Természetesen a perifériákon (elsősorban a csápokon, de néha az ajaki tapogatókon vagy akár a lábfejeken) létrejött szaglási ingerületet a központi idegrendszer feldolgozza, s ez alapján az egy bizonyos vegyületre jellemző viselkedési ingerküszöb módosulhat. Az idegrendszeri feldolgozásnak köszönhető, hogy az egy időpontban felfogott szaglási információra adott viselkedési válasz (pl. vonzódás vagy elkerülés) nagymértékben módosulhat attól függően, hogy milyen arányban vannak jelen pozitív és negatív (értsd: csalogató és taszító) illatanyagok. Erre a kémiai receptorok aszimmetrikus specializációjaként ismert elmélet ad magyarázatot, mely szerint a gátló anyagoknak a rovarok viselkedésére gyakorolt hatása jóval erőteljesebb, mint a nem gátlóké, s például egy rovar teljes mértékben elutasíthatja a saját tápnövényét, ha az bizonyos gátló illatanyag(oka)t bocsát ki, vagy azt megfelelő gátlóanyaggal kezeljük. Az ecetmuslinca, ami különféle erjedő anyagokon növekedő észtógombákat fogyaszt, például a gombákat borító baktériumok által kibocsátott illékony geozmin (3. ábra) alapján tudja, melyik telep elhető, ugyanis ez a vegyület a légy számára káros mikrobák jelenlétéről árulkodik, amiket az nagy ívben el is kerül.

A szaglási ingerületről – vázlatosan

A szaglórendszer funkcionális egysége, mint már említettük, a szaglószőr (2. ábra). A pórusokkal ellátott kutikulahüvelyt járulékos sejtek, a trichogén sejtek hozzák létre, és belső terét (receptoros nyiroktér) úgynevezett tormogén sejtek választják el a hámrétegtől (epidermisz) és a vényiroktól (haemolympha) rekeszes dezmoszómák útján. Az érzékszőr alján elsődleges érzékszej-

tek (receptorsejtek) ülnek, melyek sejttestét a harmadik féle járulékos sejt, a thecogén sejt kisebb csoportjai burkolják be. Az érzékszajtk dendritágai a szőr belsejébe nyúlnak, és ezen dendritszakasz membránjában



2. ábra. Egy szaglászőr felépítése. **ORN:** érzékszajt (kettő látható), **OD:** dendritág disztális szakasza, **ID:** dendritág proximális szakasza, **CU:** kutikula, **P:** pórus, **RL:** érzékszajtk folyadék, **TO, TE, TR:** járulékos sejtek, **GL:** gliasejtes axon, **EP:** epidermisz, **HL:** testfolyadék (haemolympha), **BL:** bazális membrán (Forrás: www.frontiersin.org)

vannak azok a membránreceptorok, melyek képesek a szaganyagok megkötésére és az ingerület kialakítására. De hogyan kerülnek kapcsolatba ezek a receptorfehérjék az illatmolekulákkal? Nem túl rég sikerült csak megérteni az ebben szerepet játszó folyamatokat, de természetesen még sok a fehér folt. Az érzékszajtk falát számos parányi pórus lyuggatja át, és a levegőben terjedő szemiokemikáliák ezeken a pórusokon keresztül érik el a folyadékkal töltött nyirokteret (receptor-lympha). Ez a folyadék igen nagy mennyiségben tartalmaz káliumionokat, illetve ún. illatanyagköti fehérjéket, melyeket a tormogén sejtek termelnek elsősorban. Ezek a fehérjék jelentik a kulcsot ama hosszú ideje fennálló rejtély megoldásához, miszerint: Hogyan jutnak el a többségükben hidrofób illatvegyületek a nyirokter víz közegén át az érzékszajtk dendritjéhez, ahol az ingerületet kiváltják?

A legújabb eredmények szerint az illatanyagköti fehérjék tipikus enzim-ligandum kölcsönhatás keretében megkötik, ezáltal oldatba is viszik a pórusokba került illatmolekulákat (4. ábra). Az így keletke-

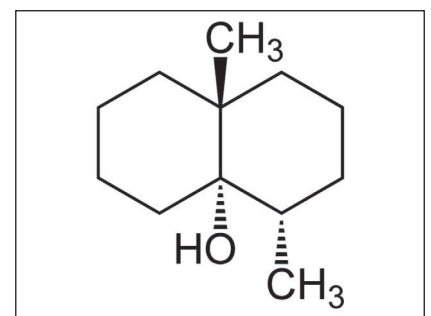
ző komplex aztán a dendritmembránhoz jut. Itt kétféle folyamat lehetséges: vagy maga az enzim-ligandum komplex aktiválja a membránba merülő receptorfehérjét, vagy csak a ligandum. Az ingerület kiváltása után aztán az illatmolekulát vagy valamiféle molekuláris csapda inaktíválja, vagy pedig erre specializálódott enzimek bontják le.

Vajon hogyan történik a szaganyagok által hordozott információ lefordítása az idegrendszer számára feldolgozható jelekké? Természetesen még e téren is hiányos a tudásunk, különösen az érzékszajtk belüli zajló jelátviteli (signal transduction) folyamatokat illetően. E molekuláris mechanizmusok lefolyását több, egymástól többé-kevésbé eltérő elmélet próbálja leírni; ezek tárgyalásába itt most nem megyünk bele. Számunkra az a megjegyzendő, hogy az illatanyagoknak a membránreceptorokkal való kölcsönhatásakor bonyolult sejten belüli molekuláris átkapcsolások révén megváltozik az ionok eloszlása a sejt belseje és a környező nyirokter között. Nyugalmi állapotban a nyirokter nagyságrendekkel több káliumionot tartalmaz, mint az érzékszajtk. Ez a nyiroktermek a testfolyadékhoz képest pozitív elektromos

potenciált kölcsönöz, ami a +80 millivoltot (mV) is elérheti. Ezt az elektromos potenciál-különbséget a receptorsejt dendritmembránjában található ionpompák tartják fenn. Mindezt elektrodok segítségével mérhetjük úgy, hogy az egyik elektródot a receptoros nyirokterrel, a másikat pedig a testfolyadékkal hozzuk kapcsolatba. Amikor szaginger útján ingerület jön létre, a fent említett jelátviteli folyamatok hatására megváltozik a dendritmembrán ionokra, elsősorban kálium-, nátrium- és kalciumionokra vonatkoztatott átéresztőképessége, ami néhány ezredmásodperc időtartamig elektromos potenciál-csökkenést idéz elő a nyirokterben, mivel a pozitív ionok a sejtbe áramlanak. Mérőműszerünk most a nyirokterben a testfolyadékra vonatkoztatva a nyugalmi potenciálnál negatívabb értéket mutat, +50 mV körül. Ez a potenciál-csökkenés (depolarizáció) az ún. receptor-potenciál, mely a külső dendritágakon az ingerre adott legelső sejtválasz, s melynek nagysága (amplitúdója) kódolja az illat erősségét (koncentrációját). Ha a receptor-potenciál eléri egy küszöbértéket, ún. akciós potenciál alakulhat ki, mely a sejttestből az agy fe-

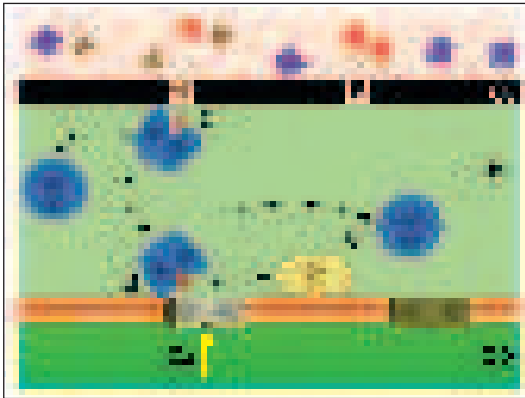
lé induló és oda információt szállító axon tővében ébred. A receptor-potenciál által kiváltott akciós potenciál az illatanyag erősségét már frekvenciájában, és nem amplitúdójában tárolja: „erősebb” illatot nagyobb frekvenciájú akciós potenciál kódol, mely gyorsan terjed a központi idegrendszeri átkapcsoló és feldolgozó központok felé. Az akciós potenciált a sejttestbe, vagy annak közvetlen közelébe helyezett elektróddal mérhetjük.

Mindezek az alapvető ideglettani ismeretek vezettek olyan, a rovarok kémiai ökológiájának kutatásában kulcsszerepet játszó módszerek kidolgozásához, mint az elektroantennográfia (EAG) és az angolul single cell recording-nak nevezett technika. Az EAG működéséről röviden annyit, hogy amikor két elektród (egy mérő- és egy referencia-elektrod) közé felpreparáljuk a rovarról eltávolított csapot, ez zár egy áramkört, s erősítők, illetve manapság már számítógépes elemző- és megjelenítő programok segítségével mérni tudjuk a csápon bekövetkező feszültség-változásokat. Az EAG lényege az, hogy a referencia-elektrodot a csápban lévő testfolyadékkal, a mérőelektrodot pedig a receptoros nyirokterrel hozzuk kapcsolatba, s ilyen módon a nyirokterben végbemenő elektromos folyamatok tanulmányozhatók. Adott vegyület receptorsejt általi érzékelésekor receptor-potenciál keletkezik, ami, mivel relatív potenciál-csökkenésről van szó, lefelé irányuló (negatív) válaszként jelentkezik (5. ábra). EAG során az adott vegyületre érzékeny valamennyi érzékszajtk összesített választát mérjük. Ily módon tanulmányozni tudjuk egy adott rovarfaj csápválaszait különböző szintetikus vegyületekre, vagy akár egy kivonat egyes összetevőire is, ha annak egy részét gázkromatográfba injektáljuk, a másik részét pedig a csápra irányítjuk. A



3. ábra. A geosmin szerkezete. A vegyület az ember számára a nedves föld vagy korhadó faanyag szagát idézi, a muslincáknak káros mikrobák jelenlétéről árulkodik

gázkromatográf összetevőire választja szét a kivonatot, a rovarcsáp pedig reagál a jelenlévő különböző alkotóelemekre (bioszenzoros gázkromatográf vagy GC-EAD). Fontos viszont, hogy a csápválasz alapján nem lehet



4. ábra. Az illatmolekulák megkötésének folyamata vázlatosan. A levegőben terjedő molekulák (barna, piros és kék síkidomokként megjelenítve ezen az ábrán) a pórusokon keresztül kerülnek kapcsolatba a rovarcsap érzékszőreinek nyirokterével, ahol illatanyagkötő fehérjék kötik meg őket (1). A komplex ezután a membránreceptorhoz jut (2), ahol specifikus kölcsönhatások útján jelátviteli folyamatok zajlanak le (2a), jel keletkezik, ami továbbítható az abból kiinduló axonokon keresztül az agy felé. Ezután a komplex leválik a receptorról, a ligand inaktíválásra kerül, a kötőfehérje pedig visszanyeri eredeti konformációját (3). A membránreceptor egy specifikus (vonalkázott) és egy nem-specifikus alegységből tevődik össze. (Az ábra részei nem méretarányosak)

megjósolni, hogy egy adott, biológiailag aktív vegyület milyen fajta viselkedési választ vált ki a rovarból; ehhez viselkedési tesztek szükségesek.

Az illatforrás megtalálása – navigációs felsőfokon

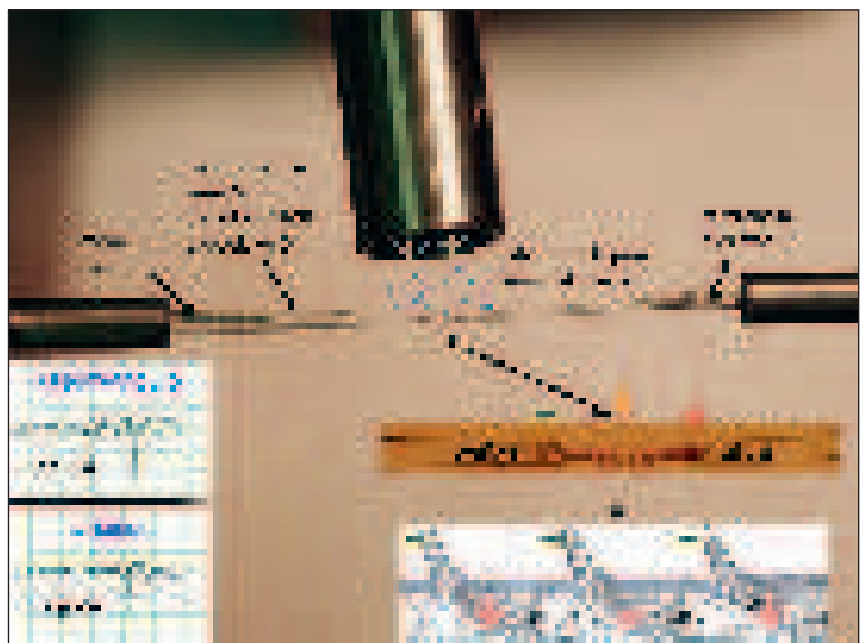
A rovarok szaglórendszere esetenként rendkívül érzékeny, és már néhány molekula is elegendő az ingerület kiváltásához. Viszont azt, hogy ez alapján viselkedési válasz jöjjön létre, a külső illatforráson kívül a rovar belső állapota is befolyásolja. Így például, hogy táplálékkeresés kezdődjön, az egyednek elég éhesnek kell lennie, amit a testfolyadék vércukor (trehalóz)-szintjét mérő receptorok jeleznek az agy számára. Vagy, hogy az állat párkeresésre adja a fejét, el kell érnie az ivarérettséget, amit hormonok irányítanak. A legtöbb kutatás, mely a rovarok illatforrásra találását vizsgálta, a nőstény lepkék termelte szexferomonokra összpontosított, így ez a fajta viselkedés ismert a legjobban. Az ivarérett hím lepke, miután felszállt, kezdetben véletlenszerűen mozog, mígnem csápjával érzékeli a fajtárs nőstény által kibocsátott feromonmolekulákat. Ez a széliránnyal való szembefordulást váltja ki a rovarból. Miért fontos ez? Kutatások rámutattak, hogy az il-

latanyagok nem valamiféle gradiensként terjednek a levegőben, ahol a forrástól kiindulva koncentrikus körökben fokozatosan gyengül a kibocsátott anyag koncentrációja, míg végül kioltódik, hanem úgy viselkedik, mint a kéményfüst. Ha pontszerű illatforrást képzelünk el, mint amilyenek egy nőstény lepke modellezhető, a forrástól számítva az illatcsóva egyre jobban kiterjed. Ebben a csóvában, legalábbis ma így gondoljuk, a különféle molekulák kis csomagocskákban utaznak, s minden egyes ilyen csomagban a forrás által kibocsátott összetétel és az összetevők aránya ugyanolyan. Mindezt a fizika törvényeivel leírható bonyolult aerodinamikai folyamatok hozzák létre. Tehát a hím lepkének megéri a széliránnyal szembe fordulnia, mert így nagyobb az esélye, hogy a csóvát követve rátalál a nőstényre. A légáramok a különböző kitettségű helyeken természetesen különbözőek: másfajta légmozgást mérünk nyílt mezőn, mint például egy zárt erdőben, ahol az erdő belsejében aránylag kicsi a szélerősség, viszont ha a terület fölött egyirányú, nagy erősségű szelek

húznak át, azok az erdő fölött átbukva alacsony légnyomást hoznak létre közvetlenül a lombkorona fölött. Ez aztán a kürtőhatáshoz hasonlóan állandó, felfelé tartó légmozgást idéz elő a sűrűben. Emiatt a széljárásban mutatkozó nagy változékonyság miatt párkereső hímünknek nincs könnyű dolga, de nem is indul el randevúra mindaddig, amíg a légköri viszonyok nem megfelelőek, bárhol is hajtja a szerelem: túl erős szél összekuszálja a „bájosóvát”, és a repülés is nehéz, teljes szélségekben pedig nem tudna navigálni. Ha elég ügyes, viszonylag jól képes követni az illatfelhőt (ez a folyamat más szóval a kemotaxis), s ha elveszti, oldalirányban kilengve próbálja újból megtalálni, mialatt folyamatosan tartja magát széllel szemben. Ezzel a stratégiával végül előbb-utóbb rátalál a nőstényre, s megtörténhet a párosodás. Hogy mi ennek a vonzódásnak a hatótávolsága, nem igazán ismert, de biztosan fajoként változó. Például a pattanóbogarak fogására az MTA ATK Növényvédelmi Intézetben kifejlesztett, nőstény szexferomonnal működő csapdákon végzett mérések azt mutatták, hogy az újrafogott jelölt hímek legnagyobb része a csapdák 10 méteres körzetéből származott. Mindez és számos más kutatás is arra mutat, hogy a párkereső hím éjjeli lepkék legendás kilométerekről való csalogatása tényleg csak legenda.

A legtöbb esetben a rovarok fajspecifikus összetételű feromonelegyet bocsátanak ki, mely az egyik biztosítéka annak, hogy

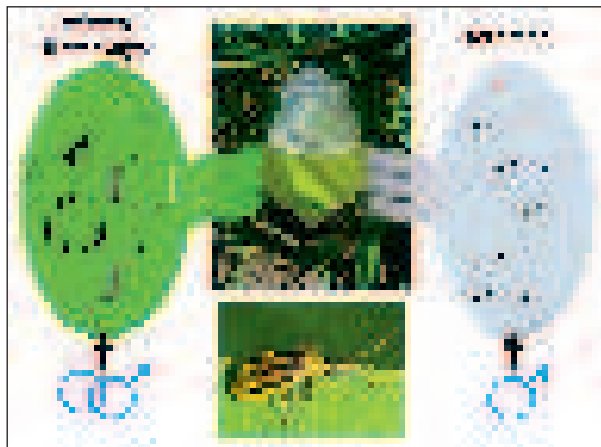
5. ábra. Az elektroantennográfias technika (EAG) sémája. A nedvesített légáramba juttatott illatanyagok receptor-potenciál változást generálnak minden, az adott anyagra érzékeny receptorsejten, melyek összeadódva létrehozzák az EAG-jelet. Akár csalogató, akár taszító viselkedést vált is ki egy vegyület a rovarból, az általa kiváltott EAG-jel mindig negatív irányultságú (Molnár B. P. felvétele)



a különböző fajok a fajtársak által termelt feromonhoz vonzódnak. Ahhoz, hogy ez evolúciósan hatékonyan működjön, az is kell, hogy a párkereső ivar detektorai a fajtárs feromonjára legyenek hangolva, így a pártalálás rátermettségi foka maximális, mivel az egyedek nem fecsérelik az erőforrásaikat a nem fajtársakhoz való vonzódással. Nemrég kiderült, hogy habár mindez a fajok között működik, a már régóta jól ismert fajon belüli

va jutnak el céljukhoz, habár az illatanyagok ebben játszott jelentőségét illetően megoszlanak a vélemények. Valószínűleg ahányféle rovar, annyiféle stratégia: egyeseknél fontosabbak a szaglási információk, másoknál ezek kiegészülnek vizuális vagy egyéb információkkal is.

Példának szolgáltson két, az amerikai kukoricabogár fogására szintén az MTA ATK Növényvédelmi Intézetében kifejlesztett csapda (6. ábra). Ezek egyike a faj hímjeit fogja csak, és a nőstényekből azonosított szexferomont használja csalogatóanyagként. Ez, mint ahogy az összes nőstény feromonnal működő csapda, a hímeket téveszti meg azáltal, hogy az ellenkező ivarú fajtársak által termelt illatanyagot bocsátja ki. A másik, szintén kukoricabogarakat fogó csapda azonban tápnövény-illatanyagokat párologtat ki, ami mindkét ivart csalogatja, mivel mind a nőstények, mind a hímek táplálkoznak bogárként, s a csapda illatanyagai tápnövény jelenlétét jelezhetik számukra.



6. ábra. A Csalomon® KLPfero+ és KLPflor+ csapdákat az amerikai kukoricabogár befogására fejlesztették ki. Ha a csapdát 8-metil-2-decil-propanoátot tartalmazó feromon-csaléttel látjuk el, csak hím bogarakat fogunk, míg ha a nitrogéntartalmú indol és 4-metoxi-fahéjaldehyd keverékét használjuk, nőstényeket és hímeket is csalogatunk (Források: www.nki.hu, www.pbbase.com)

„feromon-tájszólás” (dialektus) esetében nem ennyire kifinomult, és az ez alapján elkülönülést mutató populációkon ható szelekció, ami a fajképződést segítené elő, kis hatékonyságú. A kukoricamolynak két ilyen dialektusa ismert (E- és Z-vonal), ahol a nőstények két észter-típusú vegyületet termelnek különböző arányban. Ahol a kétfajta dialektusú populációk átfednek, keveredés történhet köztük, és köztes arányú feromonelemek keletkezhetnek, illetve a hibrid hímek is a köztes elemekre a legérzékenyebbek. Úgyes kísérletek felhasználásával nemrég fény derült ennek a keveredésnek az egyes részleteire. Úgy tűnik, hogy ha például egy Z-vonalbeli hím megérzi egy Z-vonalbeli nősténynek a specifikus feromon-keverékét, ez az arány rögzítődik a keresőképeben. Miután felszállt, hogy megkeresse az adott nőstényt, és jelen vannak E-vonalbeli feromonelegyet termelő nőstények is a közelben, akkor a kétfajta illatelegy összekeveredhet a levegőben, s a Z-hím szaglórendszere nem elég rugalmas ahhoz, hogy ezt a változást folyamatosan térképezze és kövesse. Emiatt előfordul, hogy egy Z-hím egy E-nősténnyel párosodik, és ez fordítva is igaz.

A bemutatott séma igaz lehet a tápnövényüket kereső rovarokra is, melyek a nővényből származó illatanyagokat felhasznál-

Irodalom

Jermy, T. 1966, *Entomol. Exp. Appl.* 9: 1-12
 Jermy, T., Szentesi, Á. 1978, *Entomol. Exp. Appl.* 24: 258-271
 Jermy, T., Szentesi, Á., Tóth, M., Szöcs, G. 2006, *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 41: 121-135
 Kaissling, K.-E. 1971, in: L.M. Beidler (szerk.), *Handbook of sensory physiology IV, Part 1: Olfaction*. Springer, pp. 351-431
 Kárpáti, Zs., Tasin, M., Cardé, R. T., Dekker, T. 2013, *PNAS* 110: 7377-7382
 Keil, T. A. 1999, in: B.S. Hansson (szerk.), *Insect olfaction*. Springer, pp. 6-47
 Schoonhoven, L. M., van Loon, J. J. A., Dicke, M. 2005, in: L.M. Schoonhoven, J.J.A. van Loon, M. Dicke (szerk.), *Insect-plant biology*. Oxford University Press, pp. 135-168
 Szöcs, G., Tóth, M. 2010, *Növényvédelem* 46: 645-653
 Tóth, M., Csonka, É., Szarukán, I., Vörös, G., Furlan, L., Imrei, Z., Vuts, J. 2006, *Int. J. Hort. Sci.* 12: 57-62
 Zboray, G. 1997, in: Sass M. és Zboray G. (szerk.), *Összehasonlító anatómiai előadások XII*. ELTE Eötvös Kiadó, p. 96

E számunk szerzői

DR. BABINSZKI EDIT geológus, tudományos főmunkatárs, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Földtani Kutatási Főosztály, Budapest; DR. BAGI ZOLTÁN adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Biotechnológiai Tanszék, Szeged; DR. BOROS IMRE tszvsz egyetemi tanár, SZTE Biokémiai és Molekuláris Biológiai Tanszék és MTA SZBK Biokémiai Intézet, Szeged; DVORÁCSÉK ÁGOSTON tanár, Bethlen Gábor Gimnázium, Nagyenyed, Románia; FARKAS CSABA újságíró, Szeged; DR. GALSA ATTILA egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Geofizika Tanszék, Budapest; DR. GEIGER ANDRÁS fejlesztő mérnök, DS Fejlesztés MOL, Finomítói Termékfejlesztés, Százhalombatta; DR. HARANGI SZABOLCS tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Képzési és Geokémiai Tanszék, Budapest; HOLLÓ ANDRÁS fejlesztő mérnök, DS Fejlesztés MOL, Finomítói Termékfejlesztés, Százhalombatta; DR. HORVÁTH TÜNDE régész, PhD, MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézete, Budapest; DR. KECSKEMÉTI TIBOR geológus, a Magyar Természettudományi Múzeum ny. főigazgató-helyettese, Budapest; KOVÁCS ETELKA PhD, Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Biotechnológiai Tanszék, Szeged; DR. KOVÁCS L. KORNÉL egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Biotechnológiai Tanszék, MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, SZTE FOK Orálbiológiai és Klinikai Fogorvos-tudományi Tanszék, Szeged; DR. MARÓTI GERGELY kutató, Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Biotechnológiai Tanszék, MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont Biofizikai Intézet, Szeged; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; DR. NEBOJSZKI LÁSZLÓ tanár, Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja; DR. PÁLFY PÉTER PÁL matematikus, akadémikus, az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet igazgatója, Budapest; DR. CHARLES SIMONYI, az MTA külső tagja, Intentional Software Corporation, elnök-vezérigazgató, Bellevue, Amerikai Egyesült Államok; SEBESTYÉN VIKTOR okl. környezetmérnök, PhD. hallgató, Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki és Anyagtudományok Doktori Iskola, Veszprém; DR. SOMOGYI VIOLA PhD, Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet, Veszprém; SÜLE BÁLINT PhD-hallgató, MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium, Budapest; DR. TÓTH MIKLÓS, az MTA levelező tagja, tudományos tanácsadó, MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Alkalmazott Kémiai Ökológiai Osztály, DR. VUTS JÓZSEF posztdoktori ösztöndíjas, Rothamsted Research, Chemical Ecology Group, Egyesült Királyság; WIRTH ROLAND, Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Biotechnológiai Tanszék, Szeged.

A prímszámok zenéje

Marcus du Sautoy a matematikai ismeretterjesztés mestere. A BBC-nek készített tévéműsorai, valamint tudománypopularizáló könyvei alapján méltán lehetett az Oxfordi Egyetemen Richard Dawkins utóda a Simonyi Károly által alapított professzori állásban, amelynek célja a tudomány terjesztése (*Charles Simonyi chair in the public understanding of science*).

A prímszámok fogalma a matematikában a legalapvetőbbek egyike. Ezek azok az egész számok, amelyeket nem lehet két kisebb egész szám szorzataként felírni. A prímszámok sorozata meglehetősen szabálytalanak látszik: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, ... Ezek a számok egyrészt – meghatározásuk szerint – teljesen determináltak, ugyanakkor véletlenszerű tulajdonságokat mutatnak, mintha pénzfeldobással lehetne eldönteni, hogy egy szám prímszám legyen-e. Ha sorban haladunk, akkor előfordul, hogy hosszú ideig nem ütközünk újabb prímszámba, máskor viszont egymás közelében találunk prímszámokat. Gauss ismerte fel, hogy egy N számig elmenve nagyjából $N/\ln N$ prímszámot találunk ($\ln N$ az N szám ún. természetes logaritmus); ezt egy évszázaddal később, 1896-ban sikerült Hadamard-nak és de la Vallée-Poussinnek bebizonyítani. A prímszámok eloszlásának pontosabb leírásához egy komplex változós függvény, a zéta-függvény nullhelyeinek ismerete nyújthat segítséget. Riemann már 1859-ben megfogalmazta, hogy ezeknek a nullhelyeknek a valós része várhatóan mindig $1/2$. Ma már a számítógépek segítségével 10^{13} nullhelyet számítottak ki, és mindegyiküknek a valós része $1/2$ -nek adódott. A matematikusoknak azonban ennyi nem elég, ők bizonyítást akarnak látni arra, hogy a végtelen sok nullhely egyike sem lesz kivétel. Ez a híres Riemann-sejtés, amely a Clay Intézet által kitűzött hét „millenniumi probléma” egyike, és megoldásáért egymillió dollár a kitűzött jutalom. Du Sautoy nagyszerű könyvének középpontjában a Riemann-sejtés áll, de ennek kapcsán széleskörű betekintést kap az olvasó a prímszámok és a velük foglalkozó matematikusok világába is.

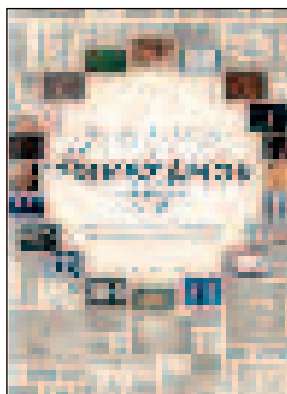
A súlyos matematikai tartalmat könnyed stílusban írja le a szerző. Képletek alig fordulnak elő a könyvben, inkább metaforák segítségével érzékelteti az olvasóval mondanivalóját: például a zéta-függvény nullhelyeiről sokszor mint a zéta-vidék tengerszinten levő pontjairól

beszél. A matematika történetének számos szereplőjével ismerkedünk meg a könyv lapjain, akiknek nemcsak tudományos, hanem emberi arclét is felrajzolja a szerző. Megismerjük küzdelmeiket, örömeiket, különbségeiket. Láthatjuk, hogy mennyire különböző karakterű emberek szentelik életüket a prímszámok titkainak ki-fürkészésére. De a könyv nem marad a matematika elefántcsonttornyán belül, kitekint a prímszámoknak más területekkel való kapcsolatára is. Megtudhatjuk, hogy még az internetes vásárlás biztonsága is a prímszámokon nyugszik. Sőt, irodalmi, filmművészeti, rovtani és más érdekességek is színesítik a könyvet. És vajon mi lehet a rejtett összefüggés a fizikusok által tanulmányozott kvantumkáosz és a Riemann-sejtés között, amit a közelmúltban nyert számítási eredmények sejtetnek?

Minden, a matematika iránt érdeklődő olvasónak jó szívvel ajánlhatom ezt a lebilincselő könyvet. A matematikában jártasabbak szemében talán túlságosan leegyszerűsítően bánik a szerző a tudományos tartalommal, de ők is rengeteg érdekességet fognak találni a műben. Az érdeklődő diákok közül pedig nem elképzelhetetlen, hogy valaki éppen ennek a könyvnek a hatására válik majd a számelmélet elhivatott kutatójává.

Az angol kiadás 2003-ban látott napvilágot. Amikor a szerző 2013 májusában a Hay Festival keretében Budapesten tartott előadást, a magyar változat megjelenését már ószi ígérték. Most végre, 2014 áprilisában kezébe vehette az olvasó az igényes kiállítású kötetet Gyenes Zoltán remek fordításában. (Egyetlen sajtóhibát vettem csak észre: a 171. oldalon a képlet jobb oldalán lemaradt a negatív előjel, ami a 173. oldalon már a helyén van.)

Az eredeti megjelenése óta eltelt évtizedben a prímszámokkal kapcsolatban két fantasztikus eredmény született. Bár ezek nem kapcsolódnak szorosan a könyv központi témájához, a Riemann-sejtéshez, de ha ma ülne számítógépe elé a szerző, biztosan részletesen ismertetné ezeket is. 2004-ben Green és Tao igazolták, hogy a prímszámok között akármilyen hosszú számtani sorozatok találhatók. (Tao 2006-ban



Fields-éremet kapott, Green a 2014-es Fields-érem várományosai között emlegettik.) Ez a tétel rokona az Abel-díjas Szemerédi Endre 1975-ös eredményének, miszerint az egész számok minden pozitív sűrűségű részhalmazában van tetszőleges tagszámú számtani sorozat. (Vagyis itt az a feltevés, hogy minden N -re az $1, 2, 3, \dots, N$ számoknak legalább – mondjuk – az 1% -a benne van a kiválasztott részhalmazban. Ez a prímszámok halmazára nem teljesül, mivel azok átlagosan egyre ritkábbak, az első N számból nagyjából az $1/\ln N$ részük prímszám.) A Green–Tao-tétel egyébként következne Erdős Pál egyik legismertebb – máig bizonyítatlan – sejtéséből, ami azt állítja, hogy minden olyan számhalmazban is található akármilyen hosszú számtani sorozatok, amelyekre a benne levő számok reciprokainak összege végtelen. Ennek a sejtésnek az igazolásáért Erdős 3000 dolláros jutalmat tűzött ki – ő nem volt olyan gazdag, mint Landon Clay.

A másik nagy visszhangot kiváltó eredményt az Egyesült Államokban dolgozó kínai matematikus, Yitang Zhang érte el 2013-ban, amikor belátta, hogy végtelen sokszor lesz két egymás utáni prímszám különbsége kisebb, mint hetven millió, ami váratlan előrelépés az ikerprím-sejtés felé. (Az ikerprím-sejtés szerint végtelen sok olyan prímszám-pár van, ahol a két szám különbsége 2, mint például 3 és 5; 5 és 7; 11 és 13; 17 és 19 stb.) Később mások ezt a korlátot néhány százra csökkentették. Zhang bizonyítása erősen támaszkodik Goldston, Pintz János és Yıldırım eredményére, akik korábban azt igazolták, hogy a különbségek végtelen sokszor lesznek jóval kisebbek mint az átlagos különbség. (Ők négyen megosztva megkapták az Amerikai Matematikai Társaság 2014-es számelméleti Cole-díját.)

A *prímszámok zenéje* megjósolható sikere talán azt is eredményezi, hogy du Sautoynak a szimmetriák varázslatos világáról szóló könyve magyar kiadására nem kell majd egy évtizedet várnunk. (Marcus du Sautoy: *A prímszámok zenéje*, Park Könyvkiadó, 2014)

PÁLFY PÉTER PÁL

Charles Simonyi oxfordi tanszékének alapító nyilatkozata

„Là, tout n'est qu'ordre et beauté
Luxe, calme, et volupté”

(Baudelaire)

„Csupa szépség odalent,
csupa fény és csupa rend.”

(Szabó Lőrinc fordítása)

Mivel a számítástudomány művelője vagyok, érdekes véletlennek tartom, hogy az Oxford Egyetemen „Public Understanding of Science” névvel létrehozott tanszék alapító levelemet hagyományosan „programnak” nevezik. Mint ahogy a számítógép programja a processzort szigorúan megszabott jövőbeli lépésekre utasítja, nem kellene a tanszéki Jelölő Bizottságának is így irányítani a programot a jövő generációi számára? Ez a metafora nyilvánvalóan gyengécske. Mivel az adminisztratív ügyek olyanok amilyenek, csak remélhetem, hogy a Jelölő Bizottság kiváló tagjai megfontolják megjegyzéseimet mielőtt egy új jelölt személyéről döntenének. Ennek ellenére nem ellenzem azt a bizonytalanságot és rugalmasságot, amely a jelölés folyamatában jelen van, hogy az Egyetem választhasson, fejlődjön és virágozzon.

Ezt a rugalmasságot új elképzelések felfedezésére és az azokkal való kísérletezésre lehetne felhasználni, de az idő múltával olyan irányokba való elmozdulást is eredményezhet, amelyekre fel sem figyeltünk. Ennek a programnak a célja tehát egy fix vonatkoztatási pont létrehozása a lehetőségek tengerében.

Az alapított tanszék neve „A tudomány megértése a nagyközönsséggel” (Public Understanding of Science), vagyis annak birtokosától azt várjuk el, hogy fontos eredményekkel járuljon hozzá a tudomány valamely területének széles körben való megértéséhez, nem pedig az ismeretek elterjedését tanulmányozza. A „széles körben” kifejezésen a legszélesebb lehetséges közönsséget értjük, feltéve, hogy azok, akik képesek terjeszteni vagy vitatni az elképzeléseket (különös tekintettel más tudományterületek és társadalomtudományok kutatóira, mérnökökre, újságírókra, politikusokra, szakemberekre és művészekre) nem vesznek el a folyamat során a részletekben. Itt hasznos megkülönböztetni a tudósok és tudománynépszerűsítők szerepét. A professzori ösztöndíjat azok számára hirdetik meg, akik szakterületükhöz már komoly eredményekkel járultak hozzá, és akik a kérdéses témát a legmagasabb szinten ismerik. A népszerűsítők ezzel szemben főleg a közönsség nagyságára összpontosítanak, és gyakran elszakadnak a tudomány világától. A népszerűsítők gyakran foglalkoznak az azonnali következményekkel, divatos hóbortokkal. Bizonyos esetekben a csak kevésbé művelt közön-

seget azzal tévesztik meg, hogy a tudomány állásáról, vagy annak fejlődéséről lekezelően leegyszerűsített nézeteket fogalmaznak meg. Ezt a legjobban utólag lehet megállapítani, ha visszaemlékezünk a múlt „óriás agy” számítógépes könyveire, de sok mai, tudományról szóló könyv kerül majd egy idő múlva ebbe a kategóriába. Míg a tudomány népszerűsítésének is megvan az értéke, nem ezt kívánja az alapítvány támogatni. A közönsség sokat vár a tudósoktól, ezért illő, hogy a közönstől is sokat várjunk el.

A „megértés” kifejezést ebben az esetben nem csupán szó szerint, hanem egy kis-költői értelemben is kell érteni. A cél az, hogy a közönsség értékelni tudja az absztrakt és természetes világok szépségét, amelyek rétegenként a valóságban rejtőznek. Hogy osztozni tudjanak abban az izgalomban és ámulatban, amelyet akkor éreznek, amikor szembesülnek a legnagyobb talányokkal. A közönsségnek az a része, amely eleget megértett ahhoz, hogy felfedezze a tudományban uralkodó rendet és szépséget, sokkal nagyobb betekintést fog nyerni a tudomány és mindennapi életük összekapcsolódásából.

Végül, a „tudomány” itt nem csupán a természettudományokat és a matematikát jelenti, hanem a tudománytörténetet és tudományfilozófiát is. Mindazonáltal előnyben kell részesíteni azokat a szakterületeket, amelyek az eredményeiket főként szimbolikus műveletekkel érik el vagy fejezik ki, mint a részecskefizika, molekuláris biológia, kozmológia, genetika, számítástudomány, nyelvészet, agykutatás, és természetesen a matematika. Ennek oka több mint személyes preferencia. Egy szimbolikus kifejezés lehetővé teszi a legmagasabb rendű absztrakciót, ennél fogva a matematika és adatfeldolgozás leghatékonyabb eszközeinek a felhasználása óriási haladást eredményezhet. Ugyanakkor éppen a siker eredményezheti a tudósok elszigetelődését a laikus közönstől és megakadályozza az eredmények, kommunikációját. Figyelembe véve a társadalom és a tudományos közösség életbevágó egymásrautaltságát, az információ hatékony áramlásának hiánya határozottan veszélyes.

A fenti célok eléréséhez a nyerteseknek olyan pedagógiai érzékkel kell rendelkeznie, amely túlmutat a hagyományos egyetemi követelményeken. Képesnek kell lenniük hatékonyan kommunikálni mindenféle hallgatósággal és

a média minden fajtájával. Mindenekelőtt a hallgatósághoz a legnagyobb nyíltsággal kell fordulni. Természetesen kapcsolatba fognak kerülni politikai, vallási és más társadalmi erőkkel, de semmilyen körülmények között nem szabad hagyni, hogy ezek az erők befolyásolják a mondandók tudományos érvényét. Ellenben őszintének kell lenniük a tudományos ismeretek adott időben létező korlátaival, és ismertetni kell a bizonytalanságokat, csalódásokat, tudományos szempontból zavarba ejtő jelenségeket, vagy éppen a szakterületük kudarcait.

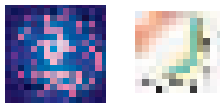
A tudományos spekuláció, amikor így nevezik, valamint a spekuláció fogalma és szerepe a tudományos módszerben igen izgalmas lehet a közönsség számára, ha annak lényegét megfelelően ismertetik. Nagyon eredményes kommunikációs eszköz, ezért nem szabad helyteleníteni.

Tudatában vagyunk annak, hogy az olyan személyek, akiknek megvannak az említett kvalitásai, igen ritkák. Ezért a felsorolt tudományos szakterületekhez tartozó preferenciák szerepe csupán másodlagos a kiválasztásnál a jelöltek pedagógiai és kommunikációs tehetségéhez mérten.

A kinevezetteknek meg kell adni a lehetőséget, hogy folytassák tudományos munkájukat. Ezt akkor lehet a legjobban elérni, ha a szakterületükön a tanszéken betöltött állásuk közösen még az Oktatási Tanszék (Department of Continuing Education) felügyelete alá is tartozik. Míg tevékenységük bázisa Oxford, a kinevezetteknek minden támogatást meg kell kapniuk az Egyetemtől az utazásokhoz valamint a vendégprofesszori meghívások elfogadásához. Ennek megfelelően az oxfordi adminisztrációs és tanítási kötelezettségeiket csökkenteni kell és főleg a nem szakképzés területére kell irányítani. Elvárjuk, hogy könyveket és folyóirat-cikkeket írjanak mindenféle médiumban a nagyközönsség vagy a tudományos közösség részére, tartsanak nyilvános előadásokat az Egyetemen vagy máshol és általánosan kifejezve, vegyenek részt „a tudomány megértésében a nagyközönsséggel”

Hálás köszönetemet fejezem ki Dawkins professzornak, aki segített a jelenlegi program kereteinek kidolgozásában.

CHARLES SIMONYI
Bellevue, 1995. május 15.



SEBESTYÉN VIKTOR–SOMOGYI VIOLA

A felszínközeli földhőhasznosítás mérnökszemmel

Magyarország lakossága jelenleg fűtési energiaszükségletét túlnyomórészt fosszilis energiaforrások felhasználásával elégíti ki. A megújuló energiaforrások jó alternatívát jelenthetnek hazánkban, mivel energiasűrűségükből adódóan leginkább a lakossági célú felhasználásra alkalmasak. A fűtési célú földhőhasznosítási technológiák jelenleg szórványosnak tekinthetők, azonban a jövőbeni számuk emelkedése megjósolható, ezért a telepítésük környezeti és vízföldtani kockázatait már most kellő prioritással kell kezelnünk.

A Föld hőkészlete három összetevőből adódik, melyek együttesen határozzák meg a földi hőjelenségeket. A látszó hő a Föld teljes hőkészletéhez viszonyítva körülbelül egyharmad részt képvisel (Ursula Schreier et al., 2009). A másik két forrás a radioaktivitás és a napsugárzás. A Föld általános hőmérsékleti profilja alapján elmondható, hogy tömegének 99%-a melegebb, mint 1000 °C, valamint 99,9%-a melegebb, mint 100 °C (Ursula Schreier et al., 2009). A Naptól érkező és a földfelszínre elérő sugárzás éves átlagértéke Magyarországon 168 W/m² (Papp, 2010), világátlagos pedig 342 W/m².

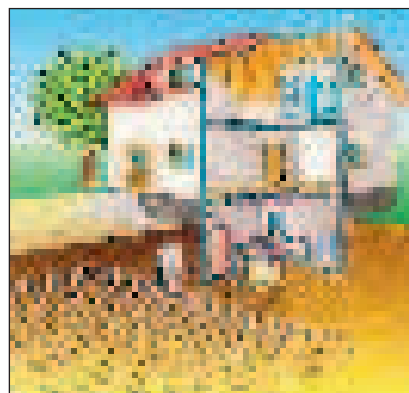
A felszín alatti vizek hőmérsékletét alapvetően két dolog határozza meg: a Föld belsejéből a felszín irányába áramló hő (hőfluxus), valamint a felszínre érkező és ott elnyelődő napsugárzás (inszoláció). A mélyebben lévő víztesteket (rétegvizek) nagyobb részben fűti a hőfluxus, míg a felső (talaj) víztesteket az inszoláció egészen a sokéves lehatalási mélységig, a neutrális zónáig. Az inszoláció mértéke időben nem állandó, függ a napsugárzás intenzitásától, időtartamától, így főként a földrajzi szélességtől és az évszaktól. Kisebb léptéket vizsgálva befolyásolják a domborzati viszonyok, a növényzet, az aktuális időjárási viszonyok (Juhász, 2002).

A felszín alatti vizek energiatartalmát hasznosítják a felszínközeli vagy sekély tározóra telepített rendszerek. Ezek a fűtési igényhez képest alacsonyabb hőmérsékletű közeg energiáját hőszivattyúval alakítják

át hasznosítható hővé. A következőkben e rendszerek válfajairól és telepítési szempontjairól esik szó.

A talajkollektor

Talajkollektoron a földfelszín alatt vízszintesen elhelyezett csőhálózatot értjük (1. ábra). A kollektor csőhálózatának teljes hosszát a mindenkori fűtési igény és a hőszivattyú gyártója által megadott útmutató előírásai határozzák meg. Általában a térszín alá 1,2–1,5 m mélységben telepítik, az adott terület fagyhatárának mélységét figyelembe véve. A kollektorban a földtani közegnél alacsonyabb hőmérsékletű fagyálló folyadék kering a talaj hő-



1. ábra. A talajkollektor kialakítása (Hoffman, 2011)

mérsékletét felvéve, melyet a hőszivattyú magasabb hőmérsékletre alakítva a fűtési kör rendelkezésére bocsát. Onnan a lehűlt folyadék ismét a kollektorba kerül, és a folyamat kezdődik előlről. A talajkollektor hidraulikailag zárt rendszert alkot, nyomás alatt áll, ezért szükséges hozzá keringtető szivattyú, légtelenítő szelepek és tágulási tartály is. Tervezési fázisban figyelembe veendő, hogy a talaj hőmérsékletének visszaállása időben elnyúló lassú folyamat, a talaj tulajdonságaitól függően heteket, hónapokat vehet igénybe (Kömlyös et al., 2009).

A megfelelő hőigény megállapítása kísérleti alapokon nyugvó számításokkal történik, és földtani, vízföldtani ismereteket is igényel. Kimeríthetetlen készlet nem létezik, amennyiben a kitermelés mértéke meghaladja a visszapótlódást, helyi hőhiány keletkezik, a talaj lehül. A méretezést ezért különös körültekintéssel, a helyi viszonyok figyelembevételével kell végezni. Szakértők véleménye alapján a telepített rendszerek negyede alulméretezett, kétharmada túlméretezett (Kömlyös et al., 2009). Épp ezért – noha maga a telepítés saját kezűleg is megoldható – a méretezési vizsgálatok elvégzéséhez szakértő bevonása szükséges. Az egyik ilyen mérőszám a talaj hővezető képessége, mely a technológia hatásfokával szoros kapcsolatban áll.

A talajszonda

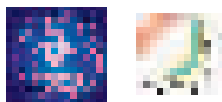
Talajszondán a földfelszín alatt függőlegesen elhelyezett hőcserélőt értjük (2. ábra). Többféle típust forgalmaznak belőle, „U-csöves” talajszondát, „cső a csőben” talajszondát, valamint a szondafejekből is többféle kivitel gyártanak. Teljesítményük elsősorban a szondák számától és a telepítési mélységtől függ. A 30–100 m mély furatok készítése hordozza magában a környezeti kockázatok túlnyomó hányadát.

A létesítésükre vonatkozó előírások:

A bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény 1. §-ának h) pontja alapján a törvény hatálya alá tartozik „a geotermikus energia hasznosítása, valamint a felszín alatti víz termelésével együtt nem járó kutatása és kinyerése”, így a függőlegesen elhelyezett zárt hurkú talajszondák létesítése minden esetben engedélyköteles.

Mivel vízkivétel nem történik, így a földtani kutatásra vonatkozó szabályok a mérvadóak, az ehhez szükséges létesítményeket is a bányafelügyelet engedélyezi (96/2005 (XI. 4.) GKM rendelet).

A fűrészi engedélyt a Bt. 31. §-ának (1.) bekezdése alapján az illetékes bányaka-



pitányság adja ki (a területi illetékességről, hatásköréről külön jogszabály rendelkezik).

Bányajáradék fizetése nem szükséges, mivel a talphőmérséklet nem haladja meg „a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény végrehajtásáról szóló 203/1998. (XII. 19.) Korm. rendelet 34. §-a szerint megállapított” 30 °C-t.

Tervezésének és elhelyezésének előfeltétele a talaj adottságainak, a rétegződésnek, a talaj ellenállásának, talaj- és rétegvíz elhelyezkedésének, áramlási irányának a pontos ismerete (Ursula Schreier et al., 2009). Ezen ismereteket szakértői vizsgálatok (vízföldtani, földtani, geofizikai) elvégzésével szerezhetjük be, melyek jelentős költségvonzattal bírnak, ehhez járulnak hozzá a fűrés szakember- és költségigénye.

A felszín alatti hőtárolók „megnyitása” és a bennük keltett hőtranszport (iránytól függetlenül) a rendszer természetes állapotának megváltozását okozza (Papp, 2010). Talajszondák esetében, mivel a technológia zárt hurkú, a változások a furat létrehozásával, a szonda rendszerbe történő bekerülésével és hőmérséklet eloszlás megváltozásával jelentkeznek. A vízföldtani környezeti kockázatok alacsonyabbak, mint nyitott hurkos rendszer esetében, de a kivitelezés minősége itt is jelentős szerepet játszik. Az első, nagy kiterjedésű vízzáró réteg felett elhelyezkedő víz (talajvíz) hazánk területén csaknem mindenhol szennyezett. Amennyiben átfúrjuk az első (vagy több) vízzáró réteget, ha csak egy rövid időre is, de hidraulikai kapcsolatot teremtünk a különböző rétegek között. Amennyiben az alsóbb rétegek piezometrikus nyomása alacsonyabb a felső rétegekénél, úgy a szennyvezékek lefelé áramlása bekövetkezhet. Kérdéses lehet a hidraulikai kapcsolat későbbiekben történő „elzárásának” a minősége is.

A földi hőáram világátlagos 63 kW/km², hazánkban 90,4 kW/km² (Papp, 2010). Az eltérés geofizikai okokra vezethető vissza (vékonyabb földkéreg, nagyobb vastagságú üledékek). A rendszer regenerálódásáról jelenleg kevés adat áll rendelkezésre. Magyarország mélyebben fekvő készleteit tekintve van „kedvezőbb” helyzetben, nem pedig a sekélyebb mélységű hőtárolók tekintetében (Papp, 2010). A készletek számbavételénél a viszonyítási alapokat fel kell tüntetni, és felhívni a figyelmet az összehasonlításnál arra, hogy csupán azon adatok tükrében vontuk le az adott következtetéseket.

Talajszonda telepítése esetében a földtani közegben tárolt víz elhelyezkedése, áramlási képe döntő jelentőségű a beruházás hatékonysága szempontjából. A víz



2. ábra. A talajszonda kialakítása (Hoffman, 2011)

fajhőjének és a kőzetek fajhőjének különbségéből adódik, hogy a tárolt hőenergia nagyobb részét a pórusokat kitöltő víz hordozza. Belátható, hogy a felszín alatti vizek áramlási viszonyai is nagyban befolyásolják a hatásfokot.

Nyitott hurkú földhőhasznosítás kútpárral

Az előzőekben ismertetett technológiák zárt hurkúak, azaz a munkakörben nem vesz részt a földtani közegből elmozdított víz. Magyarországon a talajvizek hőmérséklete természetes állapotban folyamatosan fagypont felett van, körülbelül 11-13°C átlagértékkel (Papp, 2010). Nyitott hurkú földhőhasznosításkor a felszín alatti víz közvetlenül részt vesz a munkakörben, így azt ki kell venni a természetes földtani közegből, majd a hőenergia elvonása után az „1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról” értelmében a létesítési engedélyben foglaltak szerint elhelyezni. Ha ugyanabba a rétegbe történik a visszatáplálás, a felszín alatti vízkészlet számszakilag változatlan, de a technológia létesítése engedélyköteles. Eltérő esetben a technológia üzemeltetése vízkészlet járulékos fizetését vonhatja maga után.

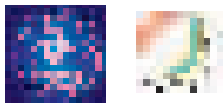
Tervezési fázisban fontos kiemelni, hogy a talaj, és a talajvíz tulajdonságainak pontos ismerete szükséges a létesítéshez, ezért próbafúrás készítése ajánlott. Mivel a próbafúrás növeli a beruházás költségeit, így azt gyakran elhagyják. Szükséges a talajvízréteg mélységének, kiterjedésének, kémiai profiljának ismerete. Mivel a földtani közegből vízkitermelés történik, ezért a vízáadó képesség meghatározása lényeges feltétel. A feladat elvégzése nagyobb körültekintést igényel, mint nem energetikai célú hasznosításra létesített kút esetében (ivóvízkút), ugyanis a hőszivattyú akár 20 órát is működhet egyetlen nap alatt, és

a vízigényt a kútnak folyamatosan ki kell tudni szolgálni. Csúsigény kísérlettel történő meghatározása javasolt, ilyenkor 2–3 napos folyamatos szivattyúzást végeznek. Általánosan elmondható, hogy a fűtési teljesítmény (igény) kW-onként 0,2 m³/h vízkapacitás rendelkezésre állása javasolt (Kömlös et al., 2001).

A létesítés korlátozódhat kizárólag a talajvíztartókra, vagy mélyebb kutakat is fűrhatunk. A gyakorlatban általában 15 m-től 60–70 m-ig létesítenek fűtési célra kutakat. Tervezési irányérték, hogy a kút minimális hőmérséklete 8 °C felett legyen, és a visszavezetett (energetikailag már hasznosított) víz ne legyen hidegebb 4 °C-nál (Kömlös et al., 2009). A létesítés folyamán a kútfúrótól a vízhozamról és a kútvíz hőmérsékletéről bizonylatot kell kérni, valamint a kútnyilvántartási adatok (vízföldtani napló) egy példányát is be kell szerezni. A tervezett kutakra a területileg illetékes vízügyi hatóságtól vízjogi (létesítési/üzemeltetési) engedélynek beszerzése szükséges.

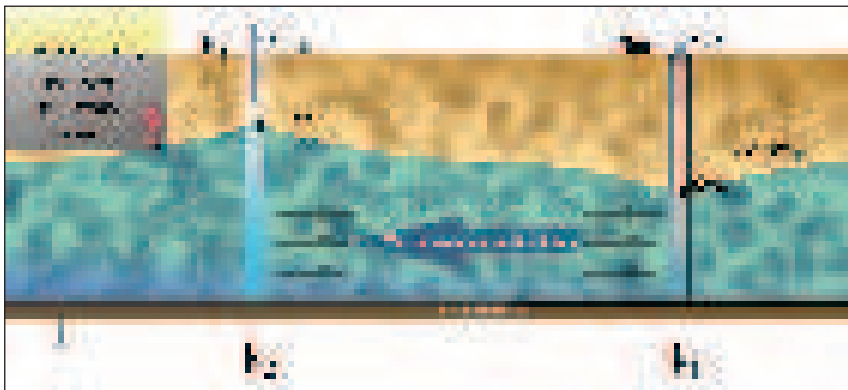
A gyártók a hőszivattyún átáramló víz minőségi követelményeit ismertetik, ezeket a megfelelő üzemelés érdekében be kell tartani. Előfordulhat, hogy a helyi talajvíz nem felel meg az előírásoknak. Ilyenkor mélyebb réteg megvizsgálása, vagy a beruházás újragondolása javasolt, noha az egyes kémiai összetevők különböző eljárásokkal kivonhatóak a munkakörben a hőszivattyú elé beépített berendezés által, viszont ez megnöveli a beruházás költségeit olykor aránytalanul magas költségekkel.

A nyitott hurkú rendszerrel egy lehetséges szennyezés terjedése valószínűbb, mint a zárt hurkú rendszer esetében, mivel a kivett (és energetikailag hasznosított) vizet a folyamat végén visszavezetjük egy felszín alatti víztartóba, vagy felszíni vízfolyásba. Létesítési oldalról a technológia akkor hordoz nagyobb kockázatot, ha a 25-30 m-nél mélyebb rétegvíztartókra települ, ugyanis ekkor áll fenn az esélye annak, hogy a már eleve szennyezett talajvíz hidraulikai kapcsolatba kerül mélyebb réteg(ek) természetes vizével. Megfelelő szaktudással és eszközparkkal ez a kockázat minimálisra csökkenthető, de nem megszüntethető. A gyakorlatban legelterjedtebb nyitott hurkú földhőhasznosítási technológia egy termelő-, és egy nyelő kútból áll (3. ábra). Üzemelés közben a termelőkútban és annak környékén a földtani közegben a vízkivétel (szivattyúzás) hatására vízszintcsökkenés, leszivási tölcseir alakul ki. Ennek kiterjedése a talaj tulajdonságaitól és a kitermelt víz mennyiségétől függ. A nyelőkútban és annak környékén pedig a vízbevezetés hatására



vízszintemelkedés keletkezik (talajvíz-domb). Nyomás alatti (zárt tükrű) esetben pedig (piezometrikus) nyomásszint változások keletkeznek (Papp, 2010). A rendszert célszerű úgy kiépíteni, hogy a már energetikailag hasznosított víz, amely ennél fogva alacsonyabb hőmérsékletű a természetes állapothoz viszonyítva, a nyelőkút a termelőkúttól elfelé és ne annak irányába szállítsa. A két kút között kialakuló vízszintkülönbségek a természetes áramlással ellentétes hidraulikai erőket keltenek. A talajvíz-domb a megemelkedett vízszint vízszállítására a termelőkút felé irányuló erőket kelt, míg a (folyamatosan) szívott termelőkút a lecsökkent vízszint visszaállítására maga felé irányuló erőket kelt. Így könnyen belátható, hogy az üzemelés során az áramlás sebessége csökkenni fog, ezért az eredeti áramképre tervezett rendszerek hatásfoka elmarad a várt értékektől.

A leszivási tölcser és az egyéb az üzemelés által gerjesztett változások átléphetik a telekhatárt, megváltoztatva ott (is) a hőáramlási, vízáramlási képet,



3. ábra. A kútpárral üzemelő rendszer és hatásai

esetlegesen a kémiai profilt is (Papp, 2010). Jelen szabályozás szerint az energetikai hasznosítást célul kitűző beruházásokhoz nem szükséges a környező (közvetlen közelben) lévő lakosság engedélye. Az energiahasznosításra létesített rendszerek adatbázisa nem létezik, így könnyen előfordulhat, hogy két engedéllyel rendelkező rendszer egymásra hatása nem zérus. Hidrodinamikai és transzportmodellezési eszközökkel egyértelműen bizonyítható, hogy a teljes fűtési időszakot vizsgálva a termikus távolhatás meghaladja a több tíz métert, így valós teljesítménycsökkenést eredményezhet egy másik hasonló földhőhasznosítási technológiánál.

A rendszer kiépítésénél figyelembe kell venni, hogy rendelkezésre álljon a szükséges vízhozamot biztosítani tu-

dó felszín alatti víztartó. A technológia kritikus pontja a nyelőkút. Elképzelhető, hogy a kitermelt vízhozam egyetlen darab nyelőkúttal nem juttatható vissza az adott rétegbe. Ilyenkor több nyelőkút létesítése szükséges, amely jelentősen megnöveli a beruházás költségeit. Egy másik lehetőség a felszíni beszivárogatás nyílt tükrű víztartón keresztül, vagy ha az adott helyen ez nem megvalósítható, akkor a háromfázisú zónába mélyített ejtőműtárgyakkal is megoldható a vízszatáplálás.

A nyelőkutak fő problémája, hogy idővel eltömődhetnek. Az általunk kitermelt víz lebegőanyag tartalma megfelelő kivitelezést feltételezve sem zérus. A nyelőkútba szállított víz sebessége a pórusterben csökken, és így a benne tárolt lebegőanyag ott kiülepedhet ezzel folyamatosan csökkentve annak átteresztőképességét. Habár vannak technológiák az eltömődött kutak tisztítására, ezek nagyon költségesek. Az eltömődés megelőzésének legegyszerűbb módja a termelő és nyelőkút időszakos megcserélése. Ezt azonban már a tervezési fázisban

figyelembe kell venni, és ennek megfelelő módon kialakítani a kutakat. Amennyiben a váltakozó termelő-nyelő üzemmód nem megoldható, úgy a nyelőkúton időszakosan kúttisztítást lehet végezni, mely ugyancsak további költségvonzattal bír, és hatásfoka sosem 100% (Papp, 2010). Ha a kút nem képes az adott vízhozamot elnyelni, akkor a talajvízszint kritikus mértékig megnövekedhet, miközben a feliszapolódás talajromláshoz vezethet.

A felszínközeli földhőhasznosítási technológiák jó megoldást jelenthetnek a fűtési költségek hosszú távú csökkentésére, azonban bizonyos mértékű földtani és vízföldtani kockázatokat is magukkal hordoznak. Általánosan elmondható, hogy a kockázatok mértéke megfelelő tervezéssel és kivitelezéssel minimalizálható.

A rendszerekhez a teljesítménycsökkenés elkerülése miatt minimális védőtávolságot kell meghatározni, hogy egy jövőbeli hasonló technológia telepítése ne befolyásolja az eredetileg megállapított hatásfokot. A távolhatás mértékének meghatározására a jövőben további kutatásokat kívánunk végezni. 📄

Irodalom

- Juhász J. 2002: Hidrogeológia, Harmadik átdolgozott kiadás, Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 1176.
- Komlós F., Fodor Z., Kapros Z., Vajda J., Vaszil L. 2009: Hőszivattyús rendszerek Heller László születésének centenáriuma, Komlós Ferenc, Dunaharaszti, p. 215.
- Papp Z. 2010: Gondolatok Magyarország geotermikus helyzetéről A sekély/közepes mélységű kutakra kiépített vízviszaforgató hőszivattyús rendszerek vízbányászati mellékhatásai, Mérnökújság, 2010. december, Budapest
- Reinhard H. 2011: Hőszivattyús fűtések, Cser Kiadó, Budapest, p. 84.
- Schreier U, Stawiariski K., Kirchersteiner W, Antony F. 2009: A hőszivattyú, Cser kiadó, Budapest, p. 88.
- Zerinváry Sz. 1956: A Föld fizikája, Művelt Nép Könyvkiadó, Budapest, p. 464.

Augusztusi számunk tartalmából

- Szász Domokos:* Entrópia, biliárdok, whisky szódával és Abel-díj
- Fülöp Ottilia–Barabás Béla:* Aszimmetria a természetben, megválaszolatlan kérdések az egészségvédelemben
- Mező Szilveszter:* Homokba temett múlt. Kovács János egyiptomi gyűjtőútja
- Jordán Ferenc:* Netwerköző állatok Lélekben amatőr csillagász maradtam. Kiss László akadémikussal beszélget Lukácsi Béla
- Csaba György:* Tobozmirigy az atomkorban
- Abonyi Iván:* Az Einstein lány (OLVASÓNAPLÓ)
- Molnár V. Attila:* Orchideák, melyek lenyűgözték Darwint
- Both Előd:* 100 éves a Hertzsprung–Russell-diagram
- Rezsabek Nándor:* Emlékezés Hédervári Péterre
- Juhász Péter:* Építő jellegű mikroorganizmusok
- Szili István:* Utak faszorral

NEBOJSZKI LÁSZLÓ

„Egy fordulás az Alföldön”

Ezt a címet adta Mindszenty Antal a Tudományos Gyűjtemény 1831. IX. és X. valamint 1832. V. és VI. számaiban megjelent értekezésének, amelyben Kalocsától Titelig írta le a Duna-Tisza között. Az út további részéről szóló és Gubacs (a mai Pesterzsébet) ismertetésével záruló beszámoló kézirat az Országos Széchényi Könyvtárban található.* Cikkünkben a szerző életének és útja nyomtatásban megjelent szakaszának áttekintése után a kiadatlan Bérekesztés című részt ismertetjük.

Mindszenty Antal Komáromban (annak ma Szlovákiához tartozó részén) született 1786. augusztus 25-én, Mindszenty Sámuel református lelkész és Thaly Mária házasságából.¹ A szülők gyermeküket üzleti pályára szánták, és ennek megfelelően igyekeztek nevelni. Fiuk életútja azonban nem szándékaik szerint alakult: Antal borkereskedőként árujával külföldre utazott, ám olvasási szenvedélye miatt pénzügyeit elhanyagolta, és tönkrement. Hazatért Komáromba, ahol visszavonultan igyekezett élni: táblabírói és írói munkálkodása mellett a szüleitől rá maradt könyveket többször átolvasta, mindemellett az 1840-es években alakult helyi kaszinó könyvtárosa lett. Kálmán fiát – az 1848–49-es szabadságharc honvéd századosát – Világosnál fogták el, Aradon ítélték el, majd néhány éves várfogság után engedték szabadon. A források szerint Mindszenty Antal 1859 körül hunyt el Komáromban.²

Az 1817 és 1841 között megjelent Tudományos Gyűjtemény az első magyar nyelvű enciklopédikus-tudományos folyóirat, „... mely szaktudományi értekezéseken kívül a századelő szellemi életére jellemző s azt alakító, befolyásoló teoretikus irodalmat is közöl.”³ A pesti Trattner János Tamás – az ország egyik legtehetségesebbnek tartott nyomdásza – jó érzékkel vállalta fel az első években a folyóirat kiadását-támogatását, az arculatot megformáló pesti írók pedig az éra szinte valamennyi íróját-tudósát megnyerték az ügynek. A kor kifejezetten kedvezett a polihistoroknak, akik jelentős forrásismeretük birtokában igencsak tájékozottak voltak és képesnek bizonyultak különféle témákban megnyilatkozni.

Mindszenty Antalnak Vörösmarty Mihály szerkesztősege idején (tőle 1833-ban Horvát István egyetemi tanár vette át a stafétabotot) jelentek meg az első cikkei a lap-

* OSZK Kézirattár jelzet: Quart. Hung. 749.

1 Ponori Thewrewk József 1846. 84.

2 Szinyei József 1902. 1435.

3 Mader Béla 1976. 3.



A Tudományos Gyűjtemény 1832. V. számának címlapja

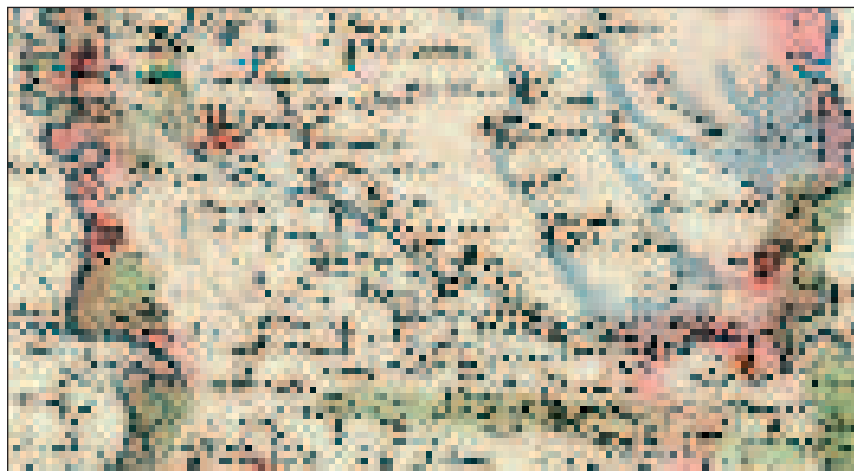
ban. Az „Egy fordulás az Alföldön” negyedik, 1832. júniusi részét a szerző ezzel zárta: folytatása következik. Az utalás ellenére a következő számokban ez nem történt meg. A befejezésnek szánt kéziratot két bélyegzés látható: „HORVÁT ISTVÁN KÖNYVTÁRÁBÓL” az egyik, „Á M. N. MUZEUM KÖNYVTÁRÁBÓL” a másik. Tehát Horvát István szerkesztőtől a Nemzeti Múzeumba, majd onnan a Széchényi Könyvtár különgyűjteményébe került a szerző kézírásával készült és aláírt anyag. A kézirat elfektetésének okát csak találgatni lehet: „Az is közrejátszhatott ebben, hogy Mindszenty már 1831–1833 között munkatársa volt a Tudományos Gyűjtemény ellenlábásának tekinthető, és csak ebben a három évben megjelenő »vegyes tárgyú« »SAS« című folyóiratnak.”⁴

4 Ókrész Károly 2004. 33.

Kalocsától Titelig

Az értekezés első része szerint egy őszi napon indult el Mindszenty Kalocsáról. A felkeresett és leírt helyek (zárójelben ismertebb nevük vagy rövid magyarázat): Miske, Hajós, Nád-Udvar (Nemesnádudvar), Három-Kereszt vagy Új-sükösd (Sükösd), Ábráni vagy Ábrahám Apátúrság (az 1270 körül alapított ősi apátság romjai a XIX. század közepéig még láthatóak voltak), Csánád (Érsekcsánád), Új Kákony (a gyakori áradások miatt lakói áttelepültek a szomszéd helységekre), Szent István (Bajaszentistván), Istvánmege (ma Baja egyik városrésze), Baja, Pandúr (esete hasonló Új Kákonyéhoz), Vodicza (Máriakönyve), Báth Monostor (Bátmonostor), Szt. Lélek Báth Monostori Apátsága (a határban ma tábla jelöli a helyet), Baracska (Nagybaracska), Haraszi vagy Rasztina, Gákova (Gádor) és Zombor. Legrészletesebben Bajáról ír, amely kapcsán rögtön megfigyelhetjük Mindszenty egyik, az értekezés egészére érvényes írói tulajdonságát. Egy-egy szóba kerülő témáról – akár lábjegyzetben is – képes olyan részletességgel és kimerítően írni, amely egy újabb cikk alapja is lehetne. Jelen esetben a pálinka eredetéről és készítéséről értekezett hosszabban.

A második rész Zombor alapos leírásával kezdődik. A folytatásban az utazó a várost déli irányban hagyta el és ért a Ferenc-csatornához, amely mellett haladva az értekezésben a következő helyeket tárgyalta: Szivác, Cservenka, Kula, Új-Verbász, Ó-Verbász, Bács Vármegyei hajókázható Ferenc-csatorna, az egykori Bodrogh Monostori Apátság, Bodrogh Városa a Szt. Kereszt tiszteletere szentelt Monostorral, Monostorszegh, Kis Sztapári puszta, Új-Verbász, Szent Tamás, Földvár (Bácsföldvár). A települések ismertetése közben jellemzi a német és szerb földműveseket, a Ferenc-csatornáról a tervező és az építkezést sokáig irányító Kiss Józseftől (személyesen ismerte az 1813-ban elhunyt inzellért) kapott információk alapján számolt be és a szövegből részletes képet ka-



Korabinszky János Mátyás 1805-es térképének részletén jól látható Monostorszeg és Földvár között a vármegyét átszelő Francisci Schiffahrts Canal, azaz a Ferenc Hajózó Csatorna

punk a korabeli gabonakereskedelemtől. Saját megfigyelése-tapasztalatai alapján írta le a csatorna áldásos hatását a vármegyére életére.

A sorozat harmadik folytatása Kuczora bemutatásával kezdődik, majd Torzsa, Despot Szent-Iván (Úrszentiván), Paraga (Parrag), Bács Új-falu, Bács, Szilbás (Szilbács) ismertetésével folytatódik, ezután Mindszenty szőlő elpusztult Szent Mária Magdolna prépostságról, végül Kulpint (Kölpény) és Temerint tárgyalja. Despot Szent-Ivánt elhagyva a római sáncokról tudunk meg többet. Ebben a részben a szerző a legerjedelmesebben a vármegyének nevét adó Bács mezőváros múltjáról és jelenéről értekezik, továbbá az átlagosnál hosszabban vázolja Kulpint és Temerint.

A negyedik részben Goszpodince (Boldogasszonyfalva), Josephsdorf (Zsablya), Gyurgyevo (Sajkásszörgye), Kovil Szt. Iván (Sajkásszentiván), Villevo (Tündéres), Lok (Sajkáslak) és Tétel (Tétel) leírása olvasható. Utóbbi és vidéke története, valamint korabeli állapota bemutatásával Mindszenty különösen terjedelmesen foglalkozik. Nyilván felkeltették érdeklődését, másrészt a szüleitől örökölt és a számára hozzáférhető könyvekben bőven talált kapcsolódó forrásanyagot: vélhetően ezt igazolja az értekezés teljes egészét tekintve a lábjegyzetekben hivatkozott számos irodalom is.

Titeltől Gubacsig

A sorozat befejezésének szánt cikk érdekessége, hogy közben közel akkora hosszúságú utat járt be, mint az első négy részben együttvéve. „*Gyermek koromtól fogva a miota Belgrádnak hírét hallottam,*

mindig vágytam annak meg látására: Tételben lévén véteknél tartottam volna el mulatni meg tekintését.” – írja a kéziratban a szerző. Erről a kitérőről a Szlankamen (Szalánkemén) címszó alatt számolt be: vízi úton, a sajkásokkal indult délnek és a Dunáról-Száváról tekintve részletesen leírta Belgrádot, valamint a többi part menti helységet. Zimony fekvését igen alkalmasnak tartotta a kereskedésre, hiszen Bécs és Konstantinápoly között félúton fekszik: „... a lakosok nagy kereskedést visznek, s a Belgrádiaktól sok hasznot húznak.”

Több esetben jól érzékelhető Mindszenty Antal szépírói tehetsége, közülük a Kovil címszónál a természetvédelem fontosságra is felhívta a figyelmet: „*Még a hajnal alig kezdett czirkálódni mikor Tételből megindultam, hogy a calogerek Kovili Klastromjokat meg látogassam. Körülöttem minden csendes volt s az egész természet most kezdett csak éjjeli nyugodalmából ébredni. Oh! mely másformának tetszik a reggel, a Dél és az estve ha valakinek csendes a szíve s a jelenvaló szempillantással meg elégszik! Minden vidék leg szebb mikor azt a hanyatlo estve pirossága fél homályal elegyítve borítja el, s a hívesítő szellők csendesen lengedeznek. El andalodtam a szép természet bámulásában s az jutott eszembe, hogy mely boldogok lehetnének az emberek e világgonn ha magok nem rontanák el boldogságjokat készakarva. Oh természet! én tisztelem a te uraidat, de – az embereknek mindnyájoknak jóknak kellene lenni. El andalodásomból lovak dobogása ébresztett fel ...*” A kovili zárdában előbb a házfőnökkel, majd a refektóriumban (étkezdében) a szerzetesekkel találkozott. Az eltöltött nap után ugyanitt köszönt el vendéglátóitól. Búcsúzásul megitták Szent János áldását (az evangélistához

kötődő hagyományról kimerítően ír a lábjegyzetben), a kalugyerek szerb elköszönő énekének refrénje magyarra fordítva így hangzott: „*egészségben maradjál*”.

A Tiszán átkelve Mindszenty Torontál vármegyébe ért, ahol Perlasz, Écska és Nagy Becskerek voltak útjának következő állomásai. A részletes ismertetésekből a teljesség igénye nélkül néhány érdekesség: Perlasznál Nagy Károly császár fia, Pipin 790 körül megverte az avarokat és a Tisza mellett Tituliummal szemben Franco Villa nevű várat épített, amelyet IV. Béla király alatt a kunok elrontottak stb.; Écska térségében 1482-ben Kinizsi Pál és Doczy Péter katonáikkal háromezer törököt győzött le; Nagy Becskerek egyike Magyarország legnagyobb és legszebb privilegizált mezővárosainak. Innen a főleg németek lakta Katalin-falván át érte el a vegyes lakosságú Pardánt. Az út következő állomását jelentő Új-Pécsről feljegyezte, hogy van kiserdeje (ez a vármegyében ritkaságnak számított) és írt az arrafelé történő rizstermesztésről. Új-Pécs után a Böge partján fekvő Szt. Mihályi gabonátára, majd Freydorf mellett haladt el és jutott Temes vármegye székhelyére, Temesvárra, amelyről megállapította: „*Mind a régiebb, mind az újabb időkben nevezetes Vár és Királyi város s Hazánk történeteiben fő helyet foglal el.*” A továbbiakban részletes leírást olvashatunk a város fekvéséről, részeiről, a várról, a vallási és világi épületekről. Közülük Mindszenty legnevezetesebbnek az 1443-ban még Hunyadi János építtette várkastélyt tartotta. A vendégfogadók közül épületére és fekvésére nézve legderekabbnak a nagypiac szegletében épült a „*Hét Választó Fejedelem*” nevűt ítélte, amelynek emeletéről „... kivált heitvásár alkalmatosságával mulattató a kilátás.” Temesvár történetének ismertetésekor a szerző részletesen szól az 1514-es, Dózsa György vezette parasztháború itteni eseményeiről. A források alapján különös alaposággal és részletességgel írta le a fővezér, öccse és társai elfogásukat követő megkínzását, valamint a számukra valószínűleg megváltásként megélt kivégzését.

Mindszenty Temesvárt a Bécsi kapun elhagyva Mihala, Szakálház és Beregszo érintésével jutott a már Torontál vármegyéhez tartozó Gyertyánosra, majd Hatzfeldre (Zsombolyára). Itt észrevette, hogy „... a parasztek házaik szépek, söt sokaknak emeletes házaik is vagnak, melyek azonban célirányosabban vagnak épülve mint a külföldi parasztházak.” A lábjegyzetben ezután részletesen közli a cseh-, a szász- és németországi parasztházak felépítését, beosztását, ami a bejárt és a cikkben ismertetésre került terület vonatkozásában egy külön tanulmány témája lehetne, csakúgy,

mint az itteni dohánytermesztés kapcsán leírták. Szerinte: „... mind az által csak nem bizonyos hogy a Töröktől látták először a Magyarok (ti. a dohányt) s ugy szoktak rá, leg alább annyi bizonyos, hogy Erdélybe leg először 1576-ban vitt dohányt és pipát a Török követség ajándékba Báthory Kristóf fejedelemnek, melyből ki jön hogy a Magyarok nem a Németektől kapták azt először, mint a hogy némely Német írók vélekedtek”.

A út további állomásai leírásaikkal együtt Nagy Kikinda, Beodra, Aracsi, Török – másképp Új-Becse (részletesen jellemzi az ottani gabonakereskedelmet), Franyova, majd a tiszai komppal a Bács-Bodrog vármegyében fekvő Magyar Becsére érkezett. A Perleki- és Csík-pusztákon át a Tisza-parti Petrovoszelora (Péterrévére), innen Adára, majd továbbhaladva a szentai (zentai) határ azon részére jutott, ahol a Savoyai Je-

– olvashatjuk Szentáról (Zentáról) szóló szakasz további ismertetésénél. Ezután a szerző részletesen bemutatja a 400–600 öl szélességű, L betűhöz nagyon hasonlító formájú és három óra járásnyi területű szikes Palicsi-tavat, amelyet a szarvasmarha nagyon szeret. Az út következő állomása a Debrecenen és Szegeden kívül legnagyobb határu Szabadka. Mindszenthytől a város történetén keresztül megismerjük szabad királyi várossá válásának folyamatát, nevének változásait és a lakosok megélhetésének forrásait. Északkelet felé véve az irányt, a szerző a már Orczy-család haszonbérloknek kiadott pusztájára, Kis-Szállásra (Kisszállás) ért. A selymes szőrű juhok láttán Mindszenthly a szöveg lábjegyzetében átfogó képet ad a spanyol kosokkal történő nemesítésről, amellyel a gyapjú minősége jelentősen javítható. Jó néhány királyság, fejedelemség és hercegség juhtenyésztése helyzetének jellemzése mellett megemlíti, hogy Amerikába és a Jöreménység fokára is ezeket viszik.

Bácska után a már Pest-Pilis-Solt-Kiskun vármegyében fekvő Halas (Kiskunhalas) következik. Egyebek mellett Mindszenthly feljegyezte, hogy a kun szabadság-szerető, urat, erőltetést nem ismer és ezt a nóta strofája is erősíti:

„*Én vagyok a Kunsági fi,
Nekem nem parancsol senki,
Sem a Kunság sem a Jászság
Sem semmiféle Uraság.*”

Az utat folytatva, Nagy-Bócsapusztánál a télen-nyáron, jó és rossz időben a szabad ég alatt tartott (legfeljebb csak alkalmanként akolba hajtott) gulyák, ménesek és juhnyájak tüntek fel, amelyekről megjegyezte: „*Az itt nevelkedő marhák különös szép formájúak s nagyok ...*”. A szerző Kecskemétet különös kiváltságokkal bíró nagy mezővárosként jellemezte és ismertette történetét, világi, valamint egyházi épületeit. Továbbhaladva, az egy postaállomásnyi távolságra fekvő Földeák, másképp Lajos (Lajosmizse) kapcsán az épületek mögötti szép gyümölcsfás kerteken akadt meg a tekintete. Az értekezésben említett és leírt további helységek: Örkény, Olcsa (Ócsa, részletezve a templom), Soroksár, végül Gubacs. Mindszenthly Antal utóbbinál fejezte be értekezését, amely abban az időben a soroksári uradalomhoz tartozott.

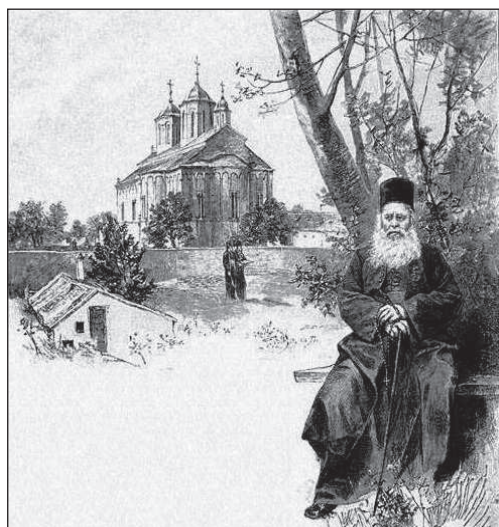
Zárszó

A terjedelmes írás több mint 180 év távlatából mutatja be a Délvidék általa bejárt és ma már három országhoz tartozó – Ma-

gyarország, Románia és Szerbia – tájainak, településeinek és lakosainak életét. A Tudományos Gyűjtemény 1818–1819-ben megjelent számainak adatai alapján megadja a helységek lélekszámát, nemzetiségi (egyes helyeken néprajzi szempontból jellemzi őket) és felekezeti összetételét. A leírásoknak köszönhetően képet kapunk a vidék történetéről és fontosabb eseményeiről (ahol adatai voltak, ott történelmünk hajnalától indult). A Ferencsatornával kapcsolatos részek áttekintést adnak a természet adta lehetőségek felhasználásával épített műtárgy létrejöttének előzményeiről, valamint Bácska életére kifejtett hatásairól. Egyes helyeken a leírásokhoz kapcsolódva Mindszenthly részletes ismertetéseket közöl, amelyek kis kiegészítéssel akár önálló cikkek lehetnének. Tette ezt valószínűleg azért, hogy elkerülje az értekezés szárazzá, sablonossá válását. Mostani írásunkat igyekeztünk néhányuk egy-egy részletének idézésével színesíteni. A leírások különösen értékesek a helytörténettel foglalkozók számára: például a Baja melletti, a XIX. század elején még apokrif Vodica Mindszenthly útja előtt bő egy évtizede lett egyháziilag elismert és a feljegyzések kiegészítik a kegyhely történetére vonatkozó ismereteinket. Foglalkozik olyan, ma már leginkább a történelmi feljegyzésekben szereplő várakkal és monostorokkal, amelyekből napjainkra csak romok vagy még annyi sem maradt fenn. A befejezésnek szánt ötödik rész sajnós nem jelent meg nyomtatásban, így leginkább csak a témával foglalkozó kutatók tudnak létezéséről, és még kevesebben ismerik tartalmát. Ezért igyekeztünk erről az út korábbi részénél közöltékhez képest részletesebb áttekintést adni. Reményeink szerint cikkünkkel talán sikerül az érdeklődők figyelmét felkeltetni a dolgozat egészére, de különösen a kiadatlan kéziratra. ♥

Irodalom

- Mader Béla: A Tudományos Gyűjtemény története Fejér György (1817-1818) és Thaisz András (1819-1827) szerkesztősége idején. *Dissertationes ex Bibliotheca Universitatis de Attila József Nominatae 2.* Szeged, 1976
Mindszenthly Antal: Egy fordulás az Alföldön. In: *Tudományos Gyűjtemény*, 1831. IX. 3-68., X. 3-51., 1832. V. 3-35. és 1832. VI. 3-43.
Ökrész Károly: A Tudományos Gyűjtemény. In: *Bácsország*, 2004/I-III.
Ponori Thewrewk József: *Magyarok születésnapjai*. Pozsony, 1846
Szinnyei József: *Magyar írók élete és munkái*. VIII. kötet, Budapest, 1902



A kovili zárda temploma, előtérben egy pravoszláv szerzetes (Forrás: *Az Osztrák-Magyar Monarchia írásban és képen. Magyarország II. 1891*)

nő vezette keresztény seregeknek megsemmisítő csapást sikerült mérni a török hadakra. A csata lefolyását Mindszenthly Antal részletesen közli munkájában.

„*Mikor ezt a tájja a Törökök birták még, a Szegedi Franciscanusok a pusztákon lakott Keresztényekhez kijártak az Isteni tisztelet ki szolgáltatása végett, meg tudván azt a Törökök a Franciscanusokat meg akarták fogdosni, de azok kivételében szerzetes ruháikból világi öltözetekben bujdoklottak, s mikor már más menedék helyek nem volt, nappal a Ludastoban való nád közé bujtak el, hol egészen nyakig a vízben ültek, mikor pedig a kereső Törökök a tóhoz közelítettek, a fejeket is a víz alá le dugták nádszálat tartván a szájokban hogy lélekzetet vehessenek, éjjel pedig kötelességjek végezetére jártak ki innen.*”

KÍNAI ŰRSZONDA A HOLDON

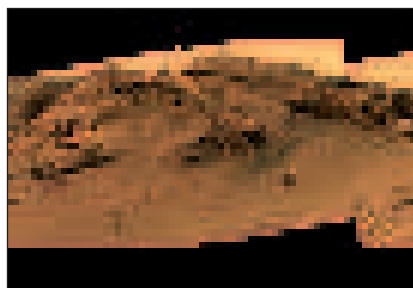
Kína december 2-án indította harmadik holdszondáját (Csang'e-3). Szemben az előző kettővel, ennek a sima leszállás végrehajtása volt a feladata, ami december 14-én sikeresen meg is történt. Másnap a leszállóegységből a Hold felszínére gördült Kína első holdjárója, a Yutu (vagy Jütu, magyarul Jáde nyúl). Az űrszonda az északi szélesség 44,1 fokán és a nyugati hosszúság 31,5 fokán, az Esők tengerének (Mare Imbrium) nevezett bazaltsíkságon szállt le. A sikeres holdraszállás nemcsak a kínai, hanem az egész világ űrkutatása számára jelentős lépés. Utoljára 1976-ban szállt le simán űreszköz a Holdra (a szovjet Luna-24), utoljára 1973-ban járt utoljára automata holdjáró égi kísérőnkön (az ugyancsak szovjet Lunohod-2), a kínai szonda pedig pontosan 41 évvel az után szállt le a Holdra, hogy az utolsó űrhajósok (Apollo-17) elhagyták az égitest felszínét. Kína ezzel a harmadik ország lett a Szovjetunió és az Egyesült Államok után, amelyek önerőből épségben eljuttatta saját űreszközét a Hold felszínére.

Az 1200 kg tömegű leszállóegységen két, a holdbéli tájat megörökítő panorámakamera mellett két ibolyántúli távcső is helyet kapott, az egyikkel csillagászati megfigyeléseket szándékoznak végezni, a másikkal a Föld plazmakörnyezetét fogják tanulmányozni. Ez az első eset a holdkutatás történetében, hogy a Holdra juttatott műszerekkel nem magát a Holdat vizsgálják. A 120 kg tömegű holdjáró röntgen- és infravörös spektrométereivel a holdtalaj és a kőzetek összetételét vizsgálja. A mozgó laboratóriumra a kamerák mellett lefelé néző radart is szereltek, amellyel a holdtalaj szerkezetét legalább 30 méter mélységig lehet vizsgálni. Tervek szerint a következő kínai holdszonda küldetése a mostanihoz hasonló lesz, 2017-ben azonban a Csang'e-5-nek már 2 kg talajmintát kell hoznia a Holdról. A kínai holdprogram végcélja űrhajósok küldése a Holdra – talán már a jövő évtized végén. (www.skyandtelescope.com, 2013. december 14.)

TÓ A MARSON?

Ha sivatagi délibáb létezik a Marson, a Guszev-tó közéjük tartozik. Ez a hol feltűnő, hol eltűnő ősi víztest régebbi adatok újfajta elemzése nyomán új megvilágításba került. A történet 2004-ben kezdődött, amikor a NASA Spirit nevű roverje leszállt a Mars Guszev nevű, kb. 150 km átmérőjű kráterében. Hogy miért éppen ott? Mert a szonda pályájáról úgy tűnt, hogy a kráterben, melynek peremén kanyargó folyóvölgy látszott, egykor tó volt. A Spirit kül-

detésének egyik célja pedig az volt, hogy víz által lerakott üledékeket kutasson. Amikor a Spirit megkezdte a munkáját, nem vízi üledékeket talált, hanem vulkáni kőzeteket. Elérhető közelségben voltak azonban a kb. 90 méter magas Columbia-dombok, és a Spirit csakugyan talált olyan kőzeteket, amelyeket megváltoztatott a víz. Ezek azonban szintén nem tavi üledékek voltak, hanem hidrotermális aktivitás termékei – amilyeneket pl. a Yellowstone melegforrásainál is látni. Ezeket a kőzeteket a kutatók Comanche-nak nevezték el; szokatlanul gazdagok magnéziumvas-karbonátokban. Steve Ruff (Arizonai Állami Egyetem) újvizsgálta a kőzetek összetételét és geológiai helyzetét, és



A Columbia-dombok a Spirit kameraképén

arra a következtetésre jutott, hogy nem melegforrások, hanem hideg, felszíni vizek hagyták hátra. A Comanche-sorozat vulkáni törmelékekkel kezdődik, aztán víz áramlott be a kráter egyik pereménél és elég sokáig ott volt ahhoz, hogy megváltoztassa a vulkáni törmelékstruktúráját. Sós oldatok maradtak vissza belőle, majd a víz elpárolgása után karbonátok maradtak vissza. Ez a folyamat, vagyis a vízbeáramlás és a kiszáradás többször is megismétlődött. A Comanche-üledékek a kráter legalsó részén vannak, ám az idők folyamán az erózió jó részüket eltüntette, s velük együtt a hajdani, feltételezett tó létének bizonyítékait.

A Spirit 2010 márciusában „elhallgatott”, azóta sem tudni róla. A NASA azonban 2020-ra újabb Mars-missziót tervez, de hogy a Guszev lesze-e a célterülete, még kétséges. A tervek szerint a begyűjtött mintákat megkísérlik visszajuttatni a Földre. (*Geology*, 2014. április)

CSILLAGOK VAGY BARNA TÖRPÉK

A csillagászat egyik nehezen megválaszolható kérdése, hogy mekkorák a legkisebb csillagok. Jól ismert, hogy a hidrogénégető csillagok a Hertzsprung–Russell-diagram úgynevezett fősorozatán helyezkednek el, ami azt jelenti, hogy fényességük, felszíni hőmérsékletük és tömegük nem független

egymástól. Minél kisebb a tömegük, annál vörösebbek és annál halványabbak. Néhéz azonban megállapítani, hol a határ, azaz mekkorák lehetnek a legkisebb, még működőképes csillagok. Egyrészt azért, mert ezek a csillagok roppant halványak, fénykibocsátásuk csak a Napé néhány százaléka. Másrészt azért, mert alacsony felszíni hőmérsékletük miatt légkörükben sokféle molekula létezik, ami megnehezíti színképük kiértékelését. Harmadrészt azért, mert a leghalványabb csillagok színe és fényessége alig különbözik a barna törpéknek nevezett, kis tömegűk miatt csillagként működésképtelen égitestektől. Utóbbiak tömege legfeljebb a Nap tömegének nyolc százaléka, ezért belsejükben nem elég nagy a nyomás és a hőmérséklet az energiatermelő magreakciók (a hidrogénfúzió) beindításához. A 2000 kelvin felszíni hőmérsékletű objektumok esetében a legnehezebb különbséget tenni a törpecsillagok és a barna törpék között.

Sergio Dietrich vezetésével a Georgiai Egyetem csillagásza mégis megpróbálták: 63 közeli, kis tömegű csillag és barna törpe távolságát, színét és fényességét vizsgálták meg. A csillagok sugara és luminozitása, illetve sugara és hőmérséklete közötti összefüggést elemezve nagyon fontos eredményre jutottak. Megállapították, hogy a fősorozat 2100 kelvin körüli hőmérsékletnél véget ér. Egy ilyen csillag sugara mindössze 8,7%-a a Nap sugárának (vagyis átmérőjük mintegy 120 ezer km, nagyjából a Jupiteréhez hasonló), az objektum 8000-szer halványabb a Napnál. Együttal a 2MASS J0523–1403 jelű égitest „személyében” megtalálták a legkisebb, még működőképes csillagot. A 2100 kelvin hőmérsékletig érvényes a csillagokra fent említett összefüggés: minél hidegebb a csillag, annál kisebb. Ezután viszont a HRD-n szakadás következik be. A fősorozat véget ér, kb. 1700 és 2100 kelvin között nincsenek égitestek. A legmelegebb barna törpék hőmérséklete 1700 K körüli, ezek sugara viszont – a csillagokéval ellentétben – a hőmérséklet csökkenésével egyre nagyobb. (www.skyandtelescope.com, 2013. december 23.)

BILLEGŐ PULZÁR

Alessandro Papitto és munkatársai (Űrtudományi Intézet, Spanyolország) különleges pulzárt fedeztek fel, amelyik váltakozva, néha a röntgen-, máskor a rádióteremtésben sugároz. Az elméletek már régen megjósolták az ilyen különleges objektumok létezését, azonban eddig nem tudtak ilyent megfigyelni. Az úgynevezett kis tömegű röntgenkettősökben a neutroncsillagot a kísérőjéről áthulló anyag impulzusmomentuma ezredmásodperces periódusú (milliszekundumos) pulzárrá pörgeti fel. Az átáramló anyag a neutroncsillag fel-

színébe csapódva röntgensugárzást kelt. Amikor az anyagáramlás végleg leáll, a röntgensugárzás elhalványul, a pulzár közönséges rádiópulzárrá válik. Eddig ennek az átalakulásnak a bekövetkezéére csak közvetett bizonyítékokat sikerült szerezni, most azonban a csillagászok az Európai Űrügynökség (ESA) Integral műholdjával március végén megfigyelték az M28 gömbhalmazban található IGR J18245-2452 jelű röntgenforrást, amelyik a fentiek közötti átmeneti állapotban van. Azt vették észre, hogy az objektum pontosan ott van, ahol az M28-ban korábban már katalogizált PSR J1824-24521 rádiópulzár. Ezután két hónapon keresztül több röntgen- és rádiótváscsővel követték a pulzár viselkedését. Sikerült megfigyelniük, amint az objektum néhány nap alatt röntgenpulzárból közönséges, rádiósugárzó pulzárrá válik. Archiv megfigyelési adatokat átvizsgálva megállapították, hogy a múltban az objektum több alkalommal ide-oda billegett a két állapot között. Minden bizonnyal megtalálták tehát a hiányzó láncszemet a neutroncsillagok két populációja között, bizonyítva, hogy a két csoport között evolúciós kapcsolat áll fenn.

A billegés pontos mechanizmusa egyelőre ismeretlen. Feltételezik, hogy az átáramló anyag a neutroncsillag körüli akkréciós korongban gyűlik össze. Amikor a fizikai feltételek megfelelőek, akkor onnan lökésszerűen ömlik a neutroncsillag felszínére. Ilyenkor lép fel a röntgensugárzás. Minthogy a pulzár csak „tisztá” környezetben képes rádiósugárzást kibocsátani, ezalatt a rádiósugárzása szünetel. Ha az akkréciós korong kiürül, megszűnik a röntgensugárzás és visszaáll a rádiópulzár működése. A billegés mindaddig tart, amíg az akkréciós korong anyagutánpótlást kap a kísérőcsillagról. (*Sky and Telescope*, 2014. január)

NÉZZ A SZEMEMBE, RÉNSZARVAS!

Akinek egyszer lehetősége adódik egy rénszarvasnak mélyen a szemébe nézni, az nagyon figyelje meg a szemszínét! A rénszarvas szeme ugyanis a sötét sarki télben kék tónust, míg a nyári tartós nappalokon aranysárgán csillámló színt kap. Minderre angol és norvég kutatók jöttek rá. Az állatok látása a szemszín változtatásával alkalmazkodik az év során rendkívüli mértékben különböző fényviszonyokhoz.

A színváltozás az ún. Tapetum Lucidumban zajlik. A Tapetum Lucidum latin kifejezés, magyarul fénylő kárpitot jelent, s nem más, mint a szem fényérzékeny recehártyája (retina) mögött elhelyezkedő szövetréteg, melynek az a feladata, hogy a fényt függőlegesen visszaverje,

így az nem csupán a szembe érkezéskor kerül a retina idegsejtjeire, hanem a szemből való távozáskor is, aminek köszönhetően rossz fényviszonyok esetén lényegesen megnövekszik a fényjelzést követő érzékszervi inger.

Sok állatnak van „fénylő kárpitja”, pl. kutyának, macskának. Ez villan fel, ha pl. egy macskának zseblámpával a szemébe világítunk. Ezzel a szövetréteggel más nagyobb emlős, mint pl. lovak, szarvasmarhák is rendelkeznek, ám egyik kérdés sincs olyan extrém fényviszony-változásnak kitéve, mint a rénszarvas: míg az északi nyáron szélességi foktól függően a nap hetekig nem nyugszik le, s így még éjjelkor sincs teljesen sötét, addig a téli napokat hosszú sötétség és félhomály jellemzi.

A sötét évszakban a Tapetum Lucidum a rénszarvasoknál kékesre színeződik. Ezt az elszíneződést nem a színes pigmentek raktározás okozza, magyarázzák a kutatók: télen a pupillák állandó tágulata miatt a szemnyomás nő, ami a Tapetum Lucidumban a szöveti rostokat összenyomja, így azok a kék, rövidhullámú fényt erősebben szórják, ezért ezek dominálnak. Ilyenkor nagyobb annak a valószínűsége, hogy a retinában a fényérzékeny sejtek érintettek, amivel a csekély fényviszonyok esetén nő a szem kapacitása. Nyáron ezzel szemben sárgára színeződik a Tapetum Lucidum és a szembe szórt fény aránya kevesebb.

Már korábban rájöttek a kutatók, hogy a rénszarvasok ultraviola fényt is tudnak érzékelni, ami éppen a rossz fényviszonyok esetén könnyíti meg számukra az élelemkeresést és a potenciális ellenség felismerését. A téli kék Tapetum Lucidum ebben a sötét évszakban tovább fokozhatja az állatok látóképességét. (*www.farbimpulse.de* 2014. január 8.)

A VÁROSI MÉHEK MŰANYAGOT HASZNÁLNAK

A hó elolvadásával a méhek megkezdik szorgos tevékenységüket, a növények beporzását, mézkészítést és a fészkek építését. A University of Guelph tanulmánya szerint ez utóbbihoz legalább két, magányos városi méhfaj műanyag hulladékot is használ. A fontos felfedezés rávilágít arra, hogy milyen találmányok és alkalmazkodó-képesek tudnak lenni a méhek az emberek által uralt világban. Az egész világot elárasztja a műanyag szemét. Bár a kutatók már bizonyították ennek káros hatását a különböző fajokra és az ökoszisztémára, néhányan megfigyelték azt is, hogy a rovarok képesek alkalmazkodni a műanyagban gazdag környezethez. Két méhfaj a természetes anyagok helyett építette fészket po-

lietilén és poliuretán segítségével.

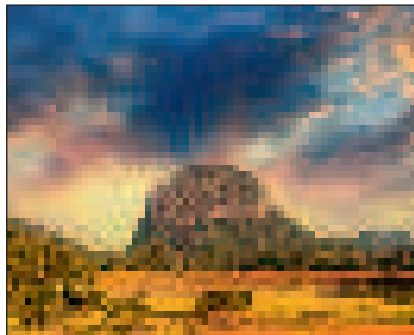
A *Megachile campanulae* növényi gyantából készült lakóhelyén először egy szürke, rágóguminak látszó „ragacsra” figyeltek fel. Pásztázó elektronmikroszkóppal, röntgensugár mikroanalitikai vizsgálatokkal és infravörös mikroszkópiával azonban kiderült, hogy az apró rovarok poliuretán építési szigetelőanyaggal tömörítették a lárvák felneveléséhez használt ivadékbölcsőket. A másik faj, a *Megachile rotundata*, a lucerna szabóméh, polietilén zacskókból építette fel a sejteteket. A szétvágott leveleknek majdnem egyharmadát helyettesítette a fényes anyaggal. A jelek arra utaltak, hogy a műanyagot másképp rágták meg, mint a leveleket, tehát nem véletlenül gyűjtötték be azt. A vizsgálat során nem volt szűköség a levelekben sem, könnyedén hozzájutottak. A rovarok felhasználás előtt összeszedték a műanyagot, rágással átdolgozták, majd kikopták, és az így gumivá vált ragacsot alkalmazták. A lárvák kiválóan fejlődtek az újfajta anyaggal bélelt sejtetekben, melyekbe a paraziták sem tudtak behatolni. A műanyag sejtek valószínűleg fizikailag is feltartóztatták az élősködőket. A műanyagok újfajta felhasználása a méhek körében bizonyítja, hogy milyen nagy szükség van az ökológiai adaptív tulajdonságokra az egyre inkább ember által uralt környezetben. (*sciencedaily.com*, 2014. február.14.)

VULKÁNOK OKOZTÁK AZ ELSŐ NAGY KIHALÁST

Ausztráliáról, a legidősebb kontinensről valószínűleg senkinek sem a vulkánosság jut először eszébe. A messzi geológiai múltban azonban itt is működtek tűzhányók, nem is akármilyen erővel. 510 millió évvel ezelőtt a kambrium időszak elején-közepén az Északi Területen, illetve Nyugat-Ausztráliában, a Kalkarindji vulkáni provinciában a lávák mintegy 2 millió négyzetkilométernyi területet borítottak be. A kőzetek korát radioaktív kormeghatározási technikával állapították meg.

Ez a vulkáni működés azért olyan különleges, mert a legújabb kutatások szerint ez okozta a földtörténet első olyan nagy kihalását, melynek komplex, többsejtű élőlények voltak az áldozatai. Az akkor és ott létezett fajoknak mintegy 50 százaléka tűnt el véglegesen a megváltozott klíma miatt, illetve azért, mert az óceánvíz oxigénszegénnyé vált. A mérések szerint a vulkáni kőzetek alacsony kéntartalma arra utal, hogy hatalmas mennyiségű kén-dioxid távozatott a légkörbe. Hogy ennek jelentőségét megértsük, érdemes összevetni a Fülöp-szigeteki Pinatubo vulkán 1991-es kitörésével, mely a XX. század-

ban ugyan igen nagyok számított, ám semmiség a régmúltbeliekhez képest. A Pibatubo működése során a légkörbe került kén-dioxid még így is néhány tizedfokos globális hőmérséklet-csökkenést okozott néhány évig. A Kalkarindji-kitörések



Vulkáni eredetű táj Nyugat-Ausztráliában

következtében a klíma rövid időn belül többször is vadul kilengett; a kén-dioxid hűtötte, az üvegházgázok, mint a metán és a szén-dioxid, fűtötték a légkört, és ezt a fajok többsége nem tolerálta. (*Science Daily*, 2014. május 30.)

HIÁNYZÓ LÁNCSEM A REPÜLŐ ÖSHÜLLŐKNÉL

Amerikai és kínai paleontológusok az eddig ismert legkorábbi és egyben legprimitívebb Pterodactyloida-maradványokat fedezték fel a 163 millió éves ÉNy-kínai üledékes kőzetekben. A Kryptodrakon progenitor a középső- és a felső-jura határán élt, és egy erősen specializált hüllőcsoporthoz tartozott, amely többek között a valaha élt legnagyobb repülő állatok is magába foglalja. A repülő őshüllő törzsedékcsontjait 2001-ben fedezték fel a Shishugou Formáció finomszemcsés üledékében. A leletek 35 méterrel egy vulkáni hamuréteg alatt kerültek elő, melyet 161 millió évesnek határoztak meg az izotópos vizsgálatok segítségével.

Az őskörnyezeti rekonstrukciók szerint a Kryptodrakon egy árapálysík közelében, szárazföldi körülmények között élt. A többi Pterodactyloida-hoz képest a viszonylag kisebb termetű állatok közé tartozott, hiszen a szárnyfesztávolsága mindössze 1,4 méter volt. A Kryptodrakon egy fontos hiányzó láncszemet képviselhet a repülő őshüllők történetében. A Pterodactyloidaék ugyanis a repülő őshüllők (Pterosauria) két alrendje közül a fejlettebb voltak, így ennek a csoportnak a legkorábbi képviselője fontos adatokat szolgáltat a két alrend közötti átmenetről. (*Current Biology*, 2014. április)

BLOKKOLT FÁJDALOM – HOSSZABB ÉLET

Csili csipős érzés a szájban, forróság a bőrön: mindkét érzetet fájdalomreceptor, az idegsejtek felületén lévő fehérje közvetíti. Ugyanennek a receptorfehérjének a test teljesen más részén azonban további szerepe van: olyan jelet gerjeszt, amely gátolja az inzulintermelést.

Amerikai kutatók be tudták bizonyítani, hogy azok az egerek, amelyeknél ez a fájdalomreceptor teljesen hiányzik, egészségesebben öregedtek és élettartamuk hosszabb volt. Az állatok vércukorértéke alacsony maradt, több kalóriát fogyasztottak, az elhízástól védve voltak. Ráadásul egy gyógyszer, amely a receptor egyik funkcióját blokkolta, az idős egerekre fiatalító hatást gyakorolt. Lehetséges, hogy ez a hatóanyag idős emberek egészségét javíthatná, az emberi életet pedig meghosszabbíthatná.

Az évek múltával az ember gyakrabban szenved különböző fájdalmaktól. Ebből arra következtethetünk, hogy a fájdalom az öregedési folyamatot gyorsítja. A krónikus fájdalomtól szenvedő embereknek nemcsak az általános egészségi állapota rosszabb, hanem várható élettartamuk is rövidebb. Ezt az összefüggést vizsgálta egy kutatócsoport Andrew Dillin vezetésével a Berkeley Egyetemen, egereken. A genetikailag megváltoztatott állatok, amelyeknél hiányzott a TRPV1 fájdalomreceptor, átlagosan 4 hónappal, azaz 14 %-kal tovább éltek. A receptor hiánya azt eredményezte, hogy a hasnyálmirigy területén lévő idegsejtek az inzulintermelést gátló hírvivő anyagnak csupán csekély mennyiségét termelték. Ezáltal erősödött az inzulinhormon termelése, így az időskori vércukorszint kevésbé emelkedett. Ezen kívül fokozódott az egerek összkalória-felhasználása, pedig testi aktivitásuk nem növekedett. Zsíros táplálásuk ellenére az állatok kevésbé voltak hajlamosak az elhízásra. A fájdalomreceptor kikapcsolása tehát nagy horderejű pozitív hatással volt az anyagcserére, ami megmagyarázza a meghosszabbodott élettartamot.

Végül a kutatók normál idős egereket kezeltek a hírvivő anyagot blokkoló gyógyszerrel, amely TRPV1-aktivitást szabadt fel. Ennek hasonló fiatalító hatása volt, mint a receptor genetikai kikapcsolásának. A fájdalomkutatás keretében klinikailag már több hatóanyagot teszteltek, amely a TRPV1-receptort blokkolja. Lehetséges, hogy az ebből kifejlesztett gyógyszerek is alkalmazhatnák az anyagcsere-betegségek kezelésére és az emberek öregedésének leltetésére. (*www.wissenschaft-aktuell.de* 2014. május 23.)

HÍM VAGY NŐSTÉNY?

Férfi vagy nő? Hím vagy nőstény? Az emberben és más emlősben a nemek közti különbséget a genom egyetlen eleme, az Y kromoszóma határozza meg. Ez csak a hímelekben fordul elő, ahol X és Y a két szexkromoszóma, míg a nőkben XX. Így végső soron az Y kromoszóma felelős a férfiak és nők közötti morfológiai és élet-tani különbségekért.

Ez azonban nem volt mindig így. Évmilliókkal ezelőtt az X és az Y egyformák voltak egészen addig, amíg az Y nem kezdett elkülönülni az X-től a férfiakban. Egyre inkább zsugorodott, mígnem elérte a mai méretét, jelenleg 20 gént hordoz (szemben az X-szel, melyen több mint 1000 gén található). Mikor keletkezett, és mely gének maradtak fenn az Y-on? A választ most hozta nyilvánosságra Henrik Kaessmann és kutatócsoportja. Megállapították, hogy az első „nemi gének” egyidőben jelentek meg az emlősökben kb. 180 millió évvel ezelőtt.

Különböző fajok hím egégeiből, főleg heréből vett szövetmintákat elemeztek, kinyerték az Y kromoszómát a három fő emlős törzsfajlódási vonal esetében, a méhlepényeseknél (pl. ember, emberszabású majmok, rágcsálók és elefánt), erszényeseknél (pl. oposszum és kenguru) és a tojásrakóknál (pl. kacsacsőrű emlős és hangyászün). Összesen 15 féle emlősfajból származó mintát elemeztek, melyek a három fejlődési vonalat képviselték, valamit a csirkét összehasonlításként.

A kutatók nem szekvenálták az összes Y kromoszómát, hanem összevetve a hím és a nőstény egyedek szöveteiből származó genetikai szekvenciákat, a mindkét nemben megtalálható szakaszokat kihagyták, és csak az Y kromoszómához kötődőket vizsgálták. Így létrehozták a hím nemi kromoszóma eddigi legnagyobb genetikai atlaszát. A feladat a legújabb technikai eszközökkel is több mint 29 ezer számítógépes órát vett igénybe. Végül megállapították, hogy az SRY nemet meghatározó gén a méhlepényesek és az erszényesek közös ősnél nagyjából 180 millió évvel ezelőtt alakult ki. A másik hasonló gén, az AMHY, mely a tojásrakóknál felel az Y kromoszóma megjelenéséért, mintegy 175 millió évvel ezelőtt keletkezett. Ezek a here kialakulását meghatározó gének, majdnem azonos időben, de egymástól teljesen függetlenül jelentek meg.

Jelenleg nem tudjuk, hogy az összes emlős közös őseben hogyan alakult ki a nemi meghatározottság, mivel az emlősök Y kromoszómája akkor még nem létezett, legalább is azok nem, amelyeket ebben a tanulmányban felfedeztek. (*sciencedaily.com*, 2014. április 23.)

Gombászkalandjaim

Vízaknától Bambergig

Császárgalóca, óriáspöfeteg, szarvasgomba és társaik

DVORÁCSEK ÁGOSTON

Földig hajló gomba-pálmák néznek ki a rózsaszín kerítések mögül, melyeknek rácsait soha meg nem születő nagy művész gondolta ki, vagy titokban lopta hozzá a mintát az egek tornácáról. A másik fűcskáról ismét csak azt kell mondani, hogy a mennyek országának kicsi aranykulcsai csüngnek alá ágairól. A harmadik maga a hirtelen gyönggyé meredt finom zene. A negyedik... Nem. Ezek nem lehetnek földi lények, hiszen ha csak a lehellet is érné őket, elmúlnak és semmivé lesznek. És mégis élnek. Ilyennek látja a borz a titokzatos gombavilágot Nyirő József „Az erdő remetéje” című novellájában. Olvasmányaimban ez a leírás, amelyből csak egy képet választottam ki, a legszebb visszaadása annak a csodálatos világnak, amely az állatok és a növények mellett bolygónk bioszférájának számottevő része.

Gyermekkoromban nem találkoztam vadon termő gombával, mert marosújvári lakásunk a folyótól pár méterre épült, és az árterület homokos talaja nem kedvezett semmiféle gombának. A Maros partján és annak berkeiben játszadoztunk, de sosem akadunk taplón kívül más gombára. Később, amikor megismertem a gombák világát, és szemem megszokta, hogy a fákon is keressem, már találtam a part menti jegenyéken sárga gévagombát, laskagombát és téli fülökét.

Nyaraimat kolozsvári nagymamánál töltöttem, akivel igazi élmény volt kimenni a nagypiacra, amely akkor még a Széchenyi téren működött, ott, ahol jelenleg egy parkosított sétány végén komor lovas szobor jelzi az idők változását. Nyár elején mindig volt ott keserűgomba és szegfűgomba. Főleg az elsőt szerettem, mert azt a kályhalapon meg lehetett sütni és kellemesen kesernyés levéllel nagy ínycsengést jelentett. Illata és íze úgy hozza tartozik gyermekkorom emlékeihez, mint a Maros-part iszapjának szaga vagy az érett kőkény fanyarul édes zamata.

Tízéves lehettem, amikor pár napig a vízaknai rokonságnál nyaraltam. A spaletákkal elsötétített dohos szász ház emléke elevenen maradt meg bennem, de ennél jobban emlékszem egy hajnali szekerezésre, amelyet szénabegyűjtés céljából ejtettek meg, ehhez kötődik legelső gombászélményem. Serpenyő nagyságú mezei csiperkéket szedhettem, amelyeket hazaérve megszórtunk és megsütöttük. Azt hiszem, hogy ez az élmény volt a szikra, amely kiváltotta bennem a gombák iránti érdeklődést, de addig, amíg amatőr gombászként odajutot-



Légyölő galóca, a mesék gombája

tam, hogy megegyem és esetleg másnak is felkínáljam zsákmányomat, még sok víz folyt le a Maroson. Vízaknai élményemtől felbúdulva, otthon elhatároztam, hogy a maroscsesztvei erdőben próbálok szerencsét. Nagy tasak zöld kalapú gombával tértem büszkén haza, de kissé jártasabb szomszédasszonyunk, nagy bánatomra, eldobta a zsákmányt, mert nem ismerte azokat a fajtákat. Visszagondolva, lehet, hogy zöldhátú galambgombát szedtem, de könnyen meglehet, hogy gyilkos galóca is belekeveredett. Rájöttem, hogy a gombászáshoz nemcsak lelkesedés szükséges, hanem tudomány is. Pár évig azonban maradtam még a bogarak csodálója, ugyanis *Brehm: Az állatok világa* című művéből csak ez a kötet létezett a marosújvári szódagyár könyvtárában. Közben kolozsvári diák lettem. Ott találtam rá egy román nyelvű gombahatározóra, amelynek fekete-fehér ábrái csekély útbaigázi-

tást nyújtottak a kezdőknek, szövege pedig néha egészen meghökkentő volt. A redős papsapbagombánál például ezt olvashatjuk: „Egyes szerzők szerint rendkívül ízletes, mások szerint nagyon mérgező!” Most, miután sok irodalmat áttekinthettem, elfogadhatom, hogy mindkét állítás igaz, mert ha nem fogyasztják rendszeresen, ehető finom gomba, de olyan toxint tartalmaz, amely szervezetünkben felhalmozódik, ezért gyakori fogyasztása halálos is lehet.

Ezzel a könyvvel barantoltam a Kolozsvár környéki erdőben, amelyeknek gombavilága sokkal gazdagabb volt, mint az addig ismert vidékekéi. Főleg a Bükkben fürkészttem ezeket a különleges élőlényeket, amelyek külön *királyságot*¹ képviselnek a természetben, de ellátogattam a Hója erdő Bács-torok nevű részébe is, amelyről már akkoriban, a hetvenes években az a hír járta, hogy ott paranormális jelenségek figyelhetők meg: fényes gömbök, furcsa hangok, filmekben előhíváskor megjelenő alakzatok stb. Én soha semmit sem észleltem! Nemrég akadtam rá a világhálón egy filmre, amelyben ez az erdő úgy szerepel, mint „Románia Bermuda-háromszöge”. Előbb figyelemmel kísértem a fejtegetéseket, hiszen egy nagynevű professzort hívtak meg, aztán elkezdtem mosolyogni, a végén pedig rádöbentem,

1 Regnum



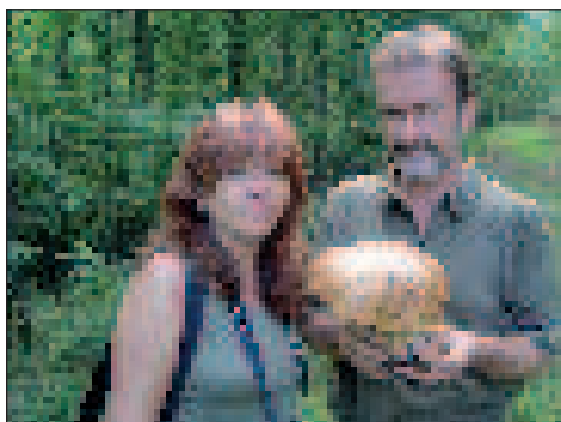
Áltrifla

miért nem tapasztaltam semmit. A professzor ugyanis felhívta a figyelmet arra, hogy csak azok látják, hallják és érzik ezt a különös világot, akik hisznek is benne! Tehát itt volt a hiba! Nem baj, sajnos én elég szkeptikus vagyok, a repülő csészealjokban sem hiszek, pedig sok megszállottal ellentétben, akik csak hiszik, hogy van, én látam is egyet 1967-ben. A „szakirodalom” legalábbis úgy emlegeti, mint a „kolozsvári eset”. Én ott, a Bács-torokban csak galambgombát, keserűgombát, bimbós pöfeteget és ritkán rókaagombát szedtem, a többi még tabu maradt számomra, mert mint említettem, a gombakalauzom elég kezdetleges volt.

A gombászás nagyon egészséges tevékenység, sokat lehet gyalogolni, szaporán kell hajlogni, és ha ismeri azokat az ember, és jól odafigyel, finom ételt készíthet belőle, amely zsírokban és szénhidrátban szegény, sok fontos nyomelemet tartalmaz. Többször kalandoztam gombát keresve a nagyenyedi Szabaderdő tölgyekkel és fenyővel tarkított bükkösében, ahol két rendkívüli sikerélményem is volt. Pár évvel ezelőtt külföldre szakadt barátaimmal kószáltam a menedékház környékén. Az Újvilágból hosszú évek után hazalátogató Levente, aki angolul keverte a magyart, azt próbálta elmesélni, hogy van egy piros gomba fehér petytyekkel... – Ja igen – mondom –, az a mérgező légyölő galóca! Pár perccel később felkiált: – Ez az?! – Nem, ez a császárgalóca (*Amanita caesarea* Pers. ex Schw.), egyike a legízletesebb gombáknak. Nagyon ritka zsákmány, főleg felénk, ahol csak a nagyon meleg nyarakon lehet találni belőle elvettve egy-egy példányt. Hiába, ebben az esetben is érvényes volt a kezdő szeren-

cséje! Én két évvel azelőtt még csak fényképről ismertem ezt a csemegét. Amikor először találkoztam vele, bosszankodtam, hogy nincs nálam a fényképezőgépem. Mulasztásomat pótolhattam pár nappal később, amikor újabb példányokat leltünk a Szabaderdőn. Tipikus galóca: van gallérja és bocskora. Kalapja élénkvrös-narancs-sárga, lemezei, tönkje és gallérja arany-sárga. Íze a piruló galócára emlékeztet, de diszkrétebb és finomabb. A levesnek is arany-sárga lesz tőle a színe. A római császárok kedvenc eledele volt, Martialis epigrammája szerint rabszolgákra nyugodtan rábizhatsz aranyat, ezüstöt, de császárgombát soha, mert megdézsmálhatja. [4, 153 old.]

Másik élményem egy sikertelen rókaagomba-keresgéléshez fűződik. Eszembe jutott Murphy egyik híres axiómája: „Nem azt kapod, amit akarsz: azt kapod, amit kapsz!” Jelen esetben leginkább galambgombát és piruló galócát. Az erdőt barnásszürke foltokban apró trombitaszerű gombák lepték el. A románok a törpék trombitájának, a németek a halottak trombitájának vélik, mi trombitagombának (*Craterellus cornucopioides* Pers.) nevezzük. Finom salátát lehet készíteni belőle. Ha már a nagyenyedi diákok által nagy tiszteletnek örvendő Bethlen-fa közelében jártunk, illetl meglátogatnunk az öreg tölgyet, amely alatt a hagyomány szerint a Fejedelem is megpihent néha. A famatuzsálem, amelyet a honfitársaink Nikita tölgyének (Gorunul lui Nichita) neveznek, már nem él, délceg koronájából szerteszét hevernek a korhadt ágak, de még így is kimagaslik



Barátaim, Iлона és András az ízletes vargánya ritka nagy példányával

a többi fa közül. Szusszantunk egyet, és viccből odaszóltam volt diákomnak, Szilárdnak: – „Kapard meg egy kicsit az avart, mert itt

lenni kellene szarvasgombának!” Első próbálkozásra felszínre került egy dió nagyságú, szabálytalan alakú gumó. Előbb mérgező áltrifának (*Scleroderma citrinum* Pers.) vélttem, mert az elég gyakori erre, de amikor kis szeletet vágtam le belőle éles bicskával, megfigyelhettük azt a márványos rajzolatot, amely a szarvasgombák egyik jellemzője. Akkor azt hittem, hogy fehér szarvasgombát (*Choironomyces venosus* Fr.) találtunk. Nagy lendülettel fogtunk hozzá a tölgy körüli avar piszkálásához, de más példányt nem leltünk. Nagyon büszkén tértünk haza. Három évtizede reménykedtem már abban, hogy egyszer szarvasgombát találok, és sokszor gondoltam arra, hogy érdemes lenne az alatt a vén tölgy alatt kotorászni! Azóta a képet és egy kis darab szárítmányt eljuttattam szakemberekhez, akik szerint a *Tuber maculatum* (*Tuber rapaeodorum* esetleg *Tuber borchi*) egy példányához volt szerencsénk.

Érdemes tehát megfigyelni az erdők gombavilágát, mert ha óvatosak vagyunk, és nagyon alaposan vizsgáljuk meg, lassan megismerjük őket és nem fogunk félni tőlük. Mielőtt azonban megkóstolnánk zsákmányunkat, ismernünk kell a legveszélyesebb gombánk, a gyilkos galóca (*Amanita phalloides* Secr.) jellemzőit: a kalap olivzöld-sárgászöld, kissé ragadós, a lemezek fehérek, a tönk sárgás vagy zöldes színű kigyóbórszerű mintázattal, gallérja fátyolosan lelógó, bocskora nagy és fehér. Húsa kissé édeskés, mézre emlékeztető illatú! Van tiszta fehér változata (*Amanita verna* (Bull. ex Fr.) Pers. ex. Vitt), ez is halálosan mérgező.

Az utóbbi két évtizedben sokszor táboroztam diákjaimmal a Vargyas völgyében Szentegyháza közelében, a valamikori Szeltersz menedékház és borvízforrás szomszédságában. A Szereprez-tetőn a csodálatos kosborok, tárnicsok és egyéb ritka vadvirágok mellett esős és melegebb években sokféle ehető gombát is találtunk, amelyek kiegészítették étrendünket: csiperkéket, galambgombákat, rókaagombát, keserűgombát, nyári vargányát, és amit csak ott találtam: vörös érdesnyélű tinórut. Készítettünk levest, paprikást, rántott gombát, gombás rakottpuliszkát és rácson sült gombát. Egy-egy annyi gyűjtöttünk, hogy kölcsön kellett kérnünk egy 35 literes üstöt, hogy ne vesszen kárba. Persze azt, amit diákjaim szedtek, alaposan át kellett vizsgálnom, mielőtt feldolgoztuk volna. Nemrég egy tízéves találkozóan elevenítette fel egyik vendíkom azt a szomorú jelenetet, amikor a már kész, inyesiklandozó nagy üstnyi paprikást a patakba borítottam, mert kiderült, hogy az egyik adagot nem vizsgáltam át alaposan!

Anekdota értékű, de megtörtént valamikor a nyolcvanas évek végén, hogy nagyváradi barátaim, akik elkapták tőlem a gombászás „vírusát”, a Nagybihar tövében, Aranyosfőn nyaraltak, és egyik

nap óriási zsemlegomba-telepet találtak egy patak medre közelében. A zsákmányt szálláshelyükre szállították és nekifogtak elkészíteni. Közben a házigazdák szörnnyülködve szemlélték őket és sápióztak: – Nem jó ez drágám, ne egyetek belőle! Barátaim viccelődtek is, kit kéne előbb hívni: az orvost, a rendőrt vagy a papot? Jól belaktak, és a maradékot kítették a hűvös tornácra, hogy legyen másnapra is. Éjjel egyikük felkelt és megette az egészét. Reggel a házigazda rémülten nézte az üres edényt: – Szent Isten! Csak nem adtátok oda a disznónak?

Óriáspöfeteggel (*Calvatia gigantea* vagy *Langermannia gigantea*) csak háromszor találkoztam életemben. Először a nyolcvanas évek elején, amikor a Torockói-hegység déli részén, a Jézer-tó feletti havasi legelőre kirándultam barátaimmal, ahol Jutka ráakadt egy emberfej nagyságú, majdnem ép példányra. Másodszor húsz évvel később lepett meg egyik torockói diákom egy szép pöfeteggel. Legutóbb 2010-ben én találtam egyet a Bamberg melletti Seehof kastély parkjában, ahol séta közben elcsodálkoztam, mennyi galambgomba és szegfűgomba bujt elő a gondosan nyírt gyepen és a fák között, amikor a kastély egyik feljárója mellett fehér foltra lettem figyelmes. Otthon eldobott zacskóra tippeltem volna, itt azonban nem illik szemetelni! Amikor közelebb mentem a folthoz, már nem fért kétség ahhoz, hogy megtaláltam végre életem első óriáspöfetegét. Egész este paníroztunk és bár népes vendégsereg is volt barátaimnál (ugyanazok, akikkel korábban megtalál-

tam az Ojtozi-szorosban. Gazdag zsákmánnyal érkeztek vissza a táborba esténként a résztvevők, de nem csak ritkaságokat kerestünk. A nap záróakkordja a Gombák szépe verseny volt, amelyre pesti gombász barátommal egy különleges gombával neveztünk be. Aznap leváltunk a csapattól, mert barátom szerint a helybéli kalauzaink olyan túrajavaslatokkal álltak elő, amelyek elkerülik az igazi gombalelőhelyeket és a legmeredekebb szakaszokkal bosszantották a nem éppen hegyvidékhez szokott anyaországbelieket. Mi egy lankásabb lejtőn ereszkedtünk vissza, amikor egy magas tölgy törzsén, ötméteres magasságban felfigyeltem egy különös alakzatra, amely madár- vagy darázs-fészeknek tűnt, de közelebb érve kiderült, hogy gomba! Igen ám, de hogyan hozzuk le? A fa alá álltam, Gombos Gyula a válamra kapaszkodott és fokosával megpiszkálta, mire a gomba majdnem a nyakunkba hullott, kocsonyás részéből bőven jutott ruhánkra is. A zsákmány csak féloldalasan fért a kosárba, lehetett vagy öt kiló! Igaz, hogy nem nyerte el a szépségdíjat, de anynyi elégtételünk azért van, hogy mai napig sem döntötték el a mikológusok, hogy mit találtunk. A *Moeszia* című szaklapban a fényképem alatt csak ennyit jegyeztek meg: egyféle likacsosgomba, Ojtoz, 2004. szept. Amikor kiderül, hogy mit találtunk, lehet, odaírják majd, hogy ojtozi likacsosgomba (*Meripilus ojtosiensis*, Gomb. et Dvor), hasonlít az óriás likacsosgombához (*Meripilus giganteus*, [Pers.:Fr.] Karst.). Ojtozon 134 gombafajt sikerült meghatároznunk. Személy szerint örül-

tem, hogy végre élőben is láthattam a közismert sárga róka-gomba ritkábban fellelhető szürke, bársonyos, illetve tölcéses változatait. Megcsodálhattuk a nagyon ritka szemcsés aranygombát (*Phaeolepiota aurea*) és a szürke pikkelyestínórut (*Strobilomyces strobilaceus*). [1]

Legutóbbi élményem újra Bamberghez kapcsolódik. Tavaly a nagy meleg és az ottani elég gyakori csapadék kedvezett a gombáknak. Barátaim csodálkozására abból az erdőből, ahol ők húsz év alatt alig láttak vargányát, négy alkalommal legalább 15 kilogrammot sikerült begyűjteni. Különben már ezelőtt egy hónappal hasonló élményem volt a nagyenyedi Szabaderdőn, ott is olyan helyen jelent meg, ahol azelőtt alig találtam. Ugy látszik, a vargánya éve volt! Ráakadtam egy különleges gombára is, amely új-zélandi jövevény és Nyugat-Európából terjedt kelet

felé, Magyarországon a hatvanas években jeleztek először, újabban az ország északkeleti részén is megjelent.² Vöröseslilás ezretű kocsonyás karjai polipszerű alakzatban nyúlnak szét az avaron. Mielőtt kinyílna, a szömöröcsög (*Phallus impudicus*) boszorkánytojásához hasonlít, de a kocsonyás burokból sejjlik a karok színezete. Eddig csak hallottam róla, ez tehát a tintahalgomba (*Anthurus archeri*).

Végezetül visszatérek Nyíró csodálkozó remetéjéhez, próbáljuk mi is az ő szemével látni: „Az egész őszi erdő az enyészett virágoskertje a földön. Üvegszerű, átlátszó, leheletgyöngye gombafonalak ágaskodnak a korhadó levelek közt, aransárga ecsetgombák szövik össze az elmúló faleveleket, hasadó-gombák, bolyhos, puffadt, kocsonyás hümusz-gombák milliárdjai ragyognak. Fehér, sáfrányszínű, szürke, korom és aransárga az egész penész-erdő, melynél csodálatosabb látvány nincs a világon. A borznak sötétséghez alkotott szemei hatalmassá nagyítják a frissen lehullott falevelekkel eltakart, rejtett világot, a halál valóságos paradicsomkertjét, melyhez legfeljebb csak a mohok, zuzmók szépsége és változatossága hasonlítható, de az is jóval durvább és egyhangú. Nincs az a forróövi őserdő, mely vetekegethetnék egyetlen korhadó falevéltre sírjának tündéri szépségével és hangulatával.”

Azoknak, akik idegenkednek a vadon nőtt gombák fogyasztásától, ajánlom, hogy tegyenek úgy, mint a novella borz hőse, csodálják és tanulmányozzák őket. Akik pedig ezek után kedvet kapnak a gombászáshoz, keressenek fel egy gombász ismerőst vagy gombászegyesületet, vásároljanak egy jó gombakalauzt, és kezdjék azokkal a gombákkal, amelyeket nem lehet összetéveszteni mérgező társaikkal: galambgombák, pöfetegek, vargánya és róka-gomba. ❖

(Az írás a Gombák a nagyenyedi Szabaderdőn című cikkem bővített változata, amely a kolozsvári Gêniozus folyóiratban jelent meg 2004-ben.)

Irodalom

- Dvoráček Ágoston: *Gombásztábor Erdély peremén*, Erdélyi Nimród, 2005. március
 Dvoráček Ágoston: *Gombák a nagyenyedi Szabaderdőn*, Gêniozus, Kolozsvár, 2004
 Nyíró József: *Havasok könyve*, Erdélyi Szépművészeti Céh, Kolozsvár, 1936 (134-136. old.)
 Veres Magda: *Gombáskönyv*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest 1982
 Internetes forrás:
<http://www.gombazo.abbcenter.com/?id=55842&cim=1> (2012.07.28. 9:15)

2 Lásd az internetes forrást!



Szömöröcsög (A szerző felvételei)

tuk az erdélyi példányt), nem sikerült elfogyasztanunk az egész gombát, amelynek 35 cm volt az átmérője.

Nem ez volt azonban a legnagyobb gomba, amellyel eddig találkoztam. 2004 őszén a László Kálmán Gombászegyesület (tevékenységéről bővebben a <http://www.gombasz.ro/> címen) táborában vol-

Kétarcú molekulával a fájdalomcsillapításért

Beszélgetés Benyhe Sándorral, az MTA SZBK
Biokémiai Intézetének tanácsadójával

– *Miért szükséges új fájdalomcsillapítókat előállítani, amikor kitűnő ilyen szereink léteznek?*

– Valóban kitűnő fájdalomcsillapítók vannak, elegendő például az aszpirinre gondolni, mely a nem szteroid gyulladásgátlók közé tartozik. Az igazán nagy fájdalmak esetében pedig ott vannak a morfiuszármazékok. Bár – érdekes módon – a morfiuszármazékot kapó, kezelés alatt álló ember nem lesz a szertől függő, mert úgy látszik, a szervezet felkészül arra, hogy most szüksége van fájdalomcsillapításra, mégis az lenne az ideális fájdalomcsillapító, amely a morfinhoz hasonló mértékben tudja a fájdalmat csökkenteni, ugyanakkor nem okoz eufóriát, s kábítószerfüggés sem alakul ki szedésekor. Ilyen anyag létrehozásán a világban rengetegen dolgoznak, s a kémikusok nem adták fel a reményt, hogy egy-egy származéknak az úgynevezett dependencia-kapacitása kisebb lehet. Vannak is a morfiuszármazékok között olyanok, amelyek kevésbé euforikus hatásúak, mint a morfin, ugyanakkor megőrizték a fájdalomcsillapító hatást.

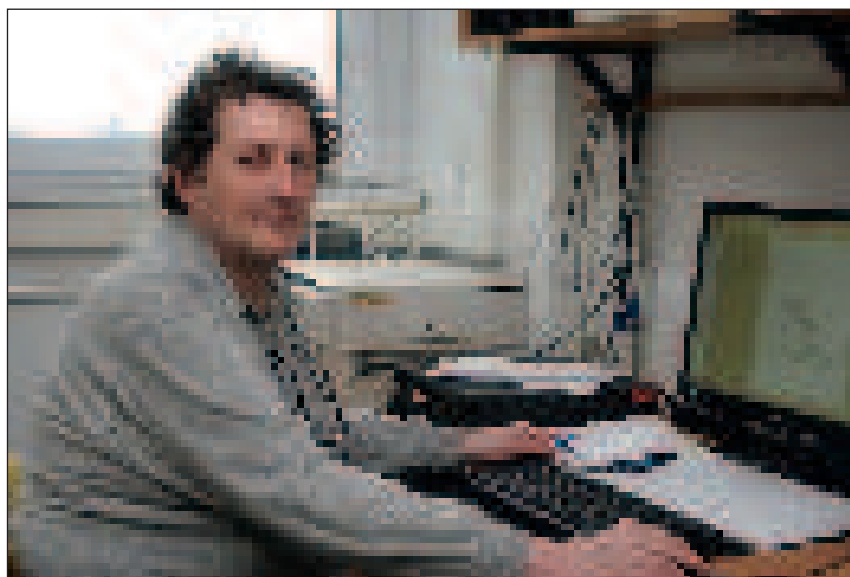
– *A kutatók már az 1970-es években felfedezték az opiát-receptorokat.*

– Ezek a receptorfehérjék nagy számban fordulnak elő a központi idegrendszeren belül, elsősorban a fájdalom pályákon, s a magatartásunkat vezérlő egyéb központokban is. Azonban más fájdalomcsillapítási célpontokat keresve tudnunk kell, hogy az agyban másféle fájdalomcsillapítási mechanizmusok is vannak.

Az opiát-receptorok felfedezését követően, annál mintegy tizenöt évvel később, egy olyan opiát-receptor-típust találtak, az ún. nociceptin-receptort, amely működése során a fájdalomérzetet fokozza. Ennek a receptornak az esetében a működés gátlása lehet az egyik támadáspont. A nociceptin-antagonisták, vagyis a nociceptin-receptor gátló molekulák fejlesztésében világszerte nagy reményeket fűznek ehhez a vegyületcsaládhoz.

Szeretnénk ezt a két hatást mi is kombinálni: egyetlen molekulában létrehozni egy olyan vegyületet, melynek egyik fele egy opiát-agonista, a másik pedig nociceptin-receptor antagonistá. Az említett opiát-agonista hatása nem lenne túl erős, a morfinénál gyengébb len-

között is ilyen dimerek képződnek, ezért gondoljuk azt, hogy ha megfelelő hosszúságú távtartóval, ún. molekuláris spacerrel kapcsolunk össze kétféle hatékonyságú vegyületet, akkor megtörténhet, hogy a fizikai közelség miatt mindkettő a neki megfelelő receptorfehérjéhez kötődik. S



Benyhe Sándor (Börscsök Szilveszterné felvétele)

ne, mint amilyen az oxikonon, melyet oxikontin néven fájdalomcsillapításra az Egyesült Államokban receptre is felírnak, a nociceptin-antagonistáról pedig már volt szó.

Miért „szereljük össze” ezeket a szereket, ha egyik részük az egyik fehérjéhez kötődik, a másik részük a másik fehérjéhez? Mert az 1990-es években felfedezték, hogy a receptorfehérjék szeretnek „nem egyedül előfordulni” a sejtmembránban, hanem fizikai kontaktusba lépve egymással úgynevezett fehérje-fehérje kölcsönhatás révén összekapcsolódnak. Ennek elnevezése: dimerizáció. Kimutatták, hogy a nociceptin-receptor és az opiát-receptor

ha egyszerre adott egy nociceptin-receptor gátló, antagonistáló, és egy opiát-receptor-aktiváló hatás, akkor mindkettő a fájdalomérzet csillapításához vezethet egyszerre. Kutatásainkban ezt a molekulát tűztük ki célul létrehozni, és az első kísérleteket elvégezni vele. A molekulát létrehoztuk, készen áll, és biokémiai vizsgálatai megkezdődtek.

– *Állatkísérletek is történtek már vele?*

– Ahhoz még nincs elég mennyiség belőle, hogy állatkísérletes modellben tesztelhetjük a hatását, mert kitermelése nem a leghatékonyabb. De megvan rá az igény, hogy ilyen bivalens ligandokkal, tehát olyan molekulákkal, melyek egyszerre két



funkcióban tudnak beavatkozni a fájdalomműködésbe, további eredményeket érünk el.

– Ezt a molekulát Önök állították elő először a világon?

– Pontosan. Az alkotórészek természetesen kereskedelmi termékek, az oxikodon ismert, és szintén ismert az antagonisták molekula is, amelynek kód-száma JTC801, ezeket meg is vásároltuk. Mi dolgoztuk ki azt az eljárást, ami ezt a két molekulát először aktiválja azért, hogy az összekapcsolódó kis láncmolekulát mindkét oldalról meg lehessen ragadni. Hogy a molekula kinézete szemléletes legyen, képzeljünk el két golyóbist (ezek a hatóanyagok), melyek zsinórral össze vannak kötve, hogy ne távolodjanak el messzire egymástól. Ilyenkor a kutatóknak azt is vizsgálnia kell, hogy mi történik, ha a két molekulát egyszerre adjuk, de nincsenek kémiaiilag összekapcsolva, mert természetesen lehetőség van olyan gyógyszer-kombinációk létrehozására is, hogy kémiai kontaktus nélkül, egyszerű összekeveréssel támadjuk meg a célmolekulát. Azonban a dimerizáció – úgy tűnik – alapállapota a receptorfehérjéknek, ezért lehetnek e receptoroligomerek vagy dimerik így együttesen biológiai célpontok.

– Önöknek bizonyítaniuk is kell, hogy a hatás valóban a két receptorhoz kötődik!

– Igen, mégpedig ennek a kötődésnek specifikus gátlásával. Ha ezeket a receptorokat bizonyos hatóanyagokkal blokkoljuk, valóban inaktíváljuk ezt a molekulát. Tehát fontos, hogy meg lehessen fordítani a hatásukat, mert ezzel tudjuk bizonyítani működésüket. Mert ebben a pillanatban nincs megjelölve ez a molekula. Természetesen előbb-utóbb szeretnénk radioaktív jelöléssel ellátni őket, mert akkor közvetlenül tudjuk a fehérjéhez való kötődését mérni. Ez esetben az anyag kis mennyisége nem akadály, mert a radioaktivitás-jelzés révén viszonylag kis anyagmennyiségekkel is jó eredményeket sikerül elérni.

– Van már neve az új molekulának?

– Nincs, a kémiai elnevezése pedig rendkívül hosszú lenne.

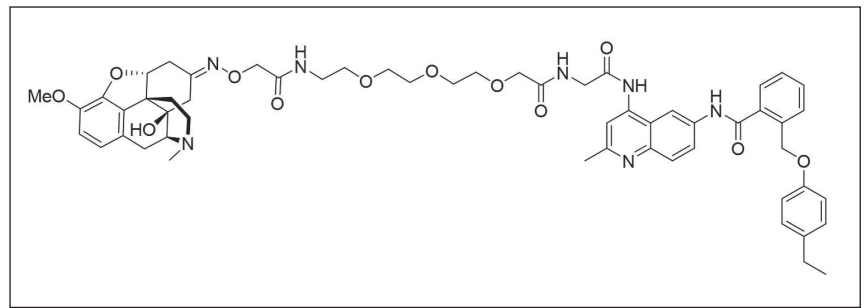
– Mikorra lehet gyógyszer belőle?

– Ezt nehéz lenne megjósolni. Arra tettünk kísérletet, hogy elsősorban az alapkutatáshoz alakítsunk ki egy eszközt, a bivalens molekulát, melyek a dimerreceptorokkal lépnek kölcsönhatásba. A gyógyszervegyészek feladata lesz az, hogy ezt az ötletet nagy szériában, sok-sokféle molekulával, akár egy kémiai könyvtár előállításával alkalmazzák, mert a nagy cégek így dolgoznak.

– A pályázat kapcsán egyéb eredmények is születtek...

– Például kimutattunk az opioidreceptorok és a kannabiszreceptorok közötti kölcsönhatásokat. A kannabiszreceptorok, a kábítószerekkel kapcsolatos fogadó molekulák felelősek a marihuána biológiai hatásaiért. A piacon volt egy rimonabant nevű étvágycsökkentő szer, mely egy kannabiszreceptor-antagonista, tehát a receptor működését gátló molekula volt. S valóban, az étvágycsökkentéssel kapcsolatos hatásai működtek, azonban észrevettük, hogy a gyógyszert szedők között a depressziósok aránya növekszik, és öngyilkossági esetek is előfordultak. Ezért aztán a gyógyszergyár a rimonabantot kivonta a forgalomból.

– Mi az oka annak, hogy visszavonták a gyógyszert is tanulmányoznak?



A „kétarcú” molekula, a bivalens ligand szerkezete

– Azt próbáltuk feltárni, hogy milyen egyéb hatásai lehetnek a rimonabantnak, és kimutattuk, hogy közvetlenül tud kötődni az opiát-receptorokhoz. Ezt alap-kutatás-szinten elsőként mutattuk ki Zádor Ferenc tudományos segédmunkatársával, s azt is, hogy az opioid-receptorok direkt antagonistája, gátlószere. Ennek annyi köze volt a témánkhoz, hogy a pályázat támogatta munkánk során az említett receptordimeriket és receptor-kölcsönhatásokat próbáltuk különböző megközelítésmódokkal leírni, és a kannabisz-opiát-receptor vonatkozásában a rimonabant volt az a kapocs, ami ezeket a működéseket, illetve fizikai kölcsönhatásokat a leginkább megközelítette.

– Volt még egy járulékos témájuk...

– Igen, ez még inkább eltért az eredeti célkitűzésünktől: egy kicsit belemertünk az opioid peptidok evolúciójába is. Vagyis: adatbázis-bányászattal megkerestük azokat az opioid peptidokat különböző egzotikus állatokban, a lándzsahal-tól cápákig, amelyek az emberben lévő enkefalinokhoz és endorfinokhoz képest más szerkezetűek. Ma-napság a DNS-szekvenálás meglehetősen könnyű, és nagy léptékben halad előre, így módunkban állt 50–60 állatfaj opioid peptidjeit kigyűjteni, s közöttük megkeresni, hogy melyek azok, amelyek az

emberben lévő enkefalinokhoz és endorfinokhoz képest más szerkezetűek. Találtunk is szép számmal olyanokat, melyek lehet, hogy hatékonyabbak, mint az emberi opioid peptidok, de ezt még soha senki nem vizsgálta. (Néztük persze egérben, patkányban, nyúlban is ezeket, azonban emlősökben egyformák.) Lehet, hogy a zebrahal opioid peptidjei hatékonyabbak, mint az emberek, csak még nem tudunk róla. A leghatékonyabbak között voltak az afrikai karmos béka és a tüdőshalak opioid peptidjei. Munkánkból három Neuroscience-cikk született, mert az endorfinok, a dinorfinok, és az enkefalinok között is keresgélünk, és ezt három különböző publikációban írtuk le.

– Ha minden egyes állatfajnak az opioid peptidjeit megvizsgálják, könnyen lehet, hogy hatásosabbakat találnának, mint amilyen az emberé?

– Azt, hogy ezeket az állatokat eredetileg ki és miért szekvenálta, nem is tudjuk; a komputer itt van, az adatbázisokat feltöltik, és lehet, hogyha ma nekiállnék keresni, megint három opioid peptidet találnék, ami más, mint az emberé. Nyilvánvaló azonban, hogy nem lehet hosszú távú stratégia minden egyes peptidet előállítani, amit a természet is megalkotott, de nem érdektelen ezen az úton is elindulni azért, hogyha valami evolúciósan bizonyított és működőképes, annak jelentősége lehet – függetlenül attól, hogy az emberben történetesen nem található meg az a molekulaszervezet. Elképzelhető, hogy valamelyikük – a szükséges változtatásokat előállítva rajta – az ember számára is hatékony fájdalomcsillapító lehet, akár hatékonyabb is, mint a jelenleg ismertek.

Az interjút készítette: FARKAS CSABA

Az ismertetett kutatást az OTKA CK78566 számú projektje támogatta. A jelenleg is folyó kutatások finanszírozása az OTKA K108518-as nyertes pályázat alapján történik.

Az ismeretlen ismerős

A Balatonfelvidéki Homokkő

BABINSZKI EDIT

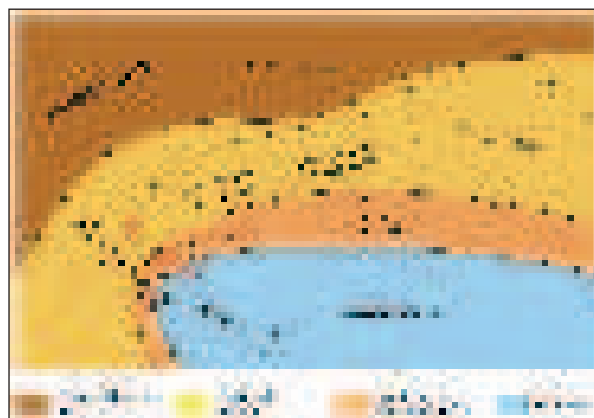
Most induló sorozatunkban hazánk legfontosabb, legérdekesebb kőzeteit ismerhetik meg: keletkezésük történetét, tudományos jelentőségüket és felhasználásukat, hol találkozhatunk velük mindennapjainkban. Hogy e sorozatnak az első része miért éppen a Balatonfelvidéki Homokkőről szól? Azért, mert ez az a kőzet, amivel szerintem már mindenki személyesen is találkozott. Legalábbis az, aki járt a Balatonnál. Igen, ezek azok a vörös sziklák, amiken mindenki átvergődik, amíg eljut az árnyékban ledobott törölközőtől a hűsítő vízig. Ismerős lehet a hajósoknak is, hiszen ezekből épült sok kikötő hullámtörője. De a víztől távolabb is találkozhatunk a vörös homokkővel: a középkor óta kedvelt építőanyag. Gyakorlati alkalmazása persze jóval korábbra nyúlik vissza: őseink már a neolitikum kezdetén használták...

A XIX. század közepén, a Dunántúli-középhegységben dolgozó osztrák geológusok meglepődve tapasztalták, hogy az itt található kőzetek pontosan ugyanolyanok, mint az Alpok kőzetei: „A Bakony az Alpok kicsiny méretű kópiája” – csak kicsit lankásabb kivitelben. Jó néhány évtizednek kellett elteltie ahhoz, hogy a geológusok rájöjjenek, miért is hasonlítanak egymáshoz ennyire a Dunántúli-középhegység, valamint a Déli-Alpok és az Északi-Mészkőalpok perm és triász korú kőzetei. Ahhoz, hogy ezt megértsük, utazzunk vissza 300 millió évet a múltba!

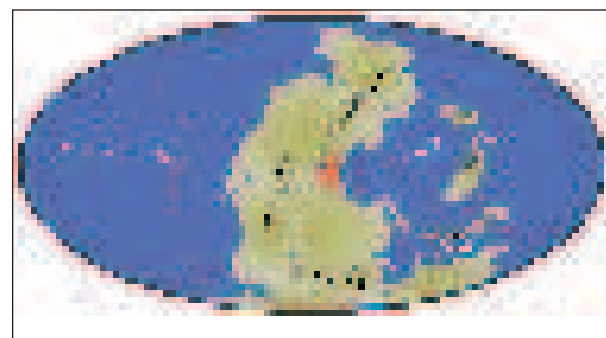
A perm időszakban járunk. A kontinensek elhelyezkedése még teljesen eltér a maitól: az összes szárazföld egyetlen nagy kontinenst alkot, a Pangeát, amelyet egyetlen ósocéán ölel körbe, a Panthalassza. Ennek egyik hatalmas öble a Tethys, melynek nyugati végében, az afrikai kontinens

Korábban, a karbon időszakban, a variszkuszi hegységképződés idején a terület kiemelkedett, hegyessé vált, amely most, a permben intenzíven erodálódik. A több tízmillió éven át tartó lepusztulásból származó törmelék a hegységben eredő patakok és folyók lassan süllyedő szárazföldi medencékben, nagy vastagságban halmozódik fel – ilyen a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció homokkőből, kavicsos homokkőből, iszapkőből álló, több száz méter vastag rétegsora (a formációneveket a geológiában mindig nagy kezdőbetűvel írjuk – a szerk.). A felsivatagi éghajlatnak köszönhetően a lerakódó üledékek vörös, lilászvörös színűek.

Ezt a nagy kiterjedésű folyóvízi síkságot körülbelül 250 millió évvel ezelőtt (a perm és a triász időszak határán) elöntötte az észak-kelet felől előrenyomuló tenger. Itt, a Balatonfelvidéken a határ jól követhető: a szárazföldön keletkezett, perm



A mai Dunántúli-középhegység elhelyezkedése a Tethys-öbölben (Haas J. és Hámor G. nyomán)



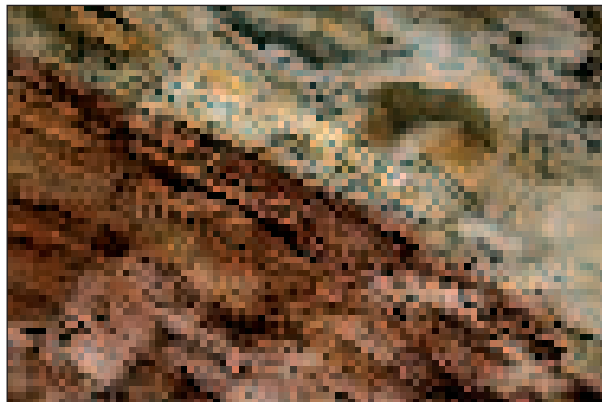
A kontinensek elhelyezkedése és a Dunántúli-középhegység helyzete (csillaggal jelölve) a perm időszakban (kb. 299–251 millió éve) (Konrád Gy. és Budai T. nyomán)

peremén lehetett az a terület, amelyen a Dunántúli-középhegység, a mai Déli-Alpok és az Északi-Mészkőalpok rétegsora képződött.

vörös homokkőre éles színváltással települ a triász korú, világosszürke dolomit, amely a sokmillió éven át tartó tengeri üledék-képződés legidősebb kőzete.

A perm vörös homokkő a Balatonfelvidéken jelenleg két sávban bukkan felszínre: Balatonfűzfőtől Aszófüig egy 3 km széles, valamint Zánka–Badacsonyörs között egy körülbelül 5 km széles zónában. Ezeken a területeken járva úton-útfélen találkozhatunk a feltűnő színű homokkővel, ami évszázadok óta kedvelt építőanyag: templomok, nyaralók, csónakházak, kilátók, kerítések épültek és épülnek belőle napjainkban is.

Aki például egyszer is járt már Felsőörsön, nem felejtí el a zöldellő fák között meghúzódó vörös templomot, amely a Balaton környékének legjelentősebb római épülete. A feltehetően a XIII. század első felében épült prépostsági templom tornyát, a sarkok és az ablakok szabályos kváderköveit vörös homokkőből faragták. Hogy ezeket eredeti szépségükben csodálhatjuk meg, az Padányi Bíró Mártonnak is köszönhető, aki 1736-ban ezt írta: „A felsőörsi reformátusok a szép kváderköveket elhurcolták, és azokat



A perm (vörös homokkő) és a triász időszak hatása Balatonalmádban (Nógrádi Timea felvétele)

ülőpadok, kemencefenék és tűzhelyek építésére használták. Mikor a templom javításához hozzákezdtem, ezeket az értékes köveket embereimmel és a kőművesekkel házról házra járva felkutattam és ugyanazon templomnál felhasználtam.” – valószínűleg ez a Balatonfelvidéki Homokkő leghíresebb előfordulása. Építészetiileg. Ha viszont az eredeti kőzettel szeretnénk találkozni, akkor irány Káptalanfüred és a Köcsi-tó!

A tó mellett található egy ma már felhagyott, kis kőfejtő, amely a vörös homokkő alsó részét tárja fel: uralkodóan összecementált kavics, azaz konglomerátum bukkan a felszínre, amit vékonyabb, finomabb szemcsés homokkőrétegek tagolnak. A mélyfúrások által feltárt több száz méter vastag rétegsorban még finomabb szemcsés rétegek is előfordulnak. A durvább anyagú, kavicsos rétegek az egykori folyómedrekben rakódtak le, míg a finomabb szemcsés, homokos, iszapos üledékek az egykori árterek és holtágak maradványaként őrződtek meg. Ősmaradványok nagyon ritkán fordulnak elő benne: néhány őshüllő lábnyomán kívül csak feregjáratok nyomai, az egykori növények spórái és néhány kovásodott fatörzs őrződött meg.

A homokkő szemcséinek jelentős része kemény kvarcsemce és savanyú vulkanit, dácit. Emiatt a kőzet olyan, mint egy borzasztóan kemény csiszolópapír. Ez az a tulajdonsága, ami miatt őseink már 8000–9000 évvel ezelőtt, az újkőkorszak kezdetén használták: a finomabb szemcseméretű fajtáiból őrlőköveket készítettek. Ezek, ha úgy tetszik, kezdetleges malmok: az ősember egy nagyobb köre rátették a gabonát és egy általában ugyanolyan kőzetből ál-

ló marokkővel elkezdték dörzsölni. A két kő összedörzsölésével leszedték a héját, majd a belső részeit megőrölték, az így készült lisztből valamiféle kőkorszaki kenyeret süthettek.

A következő leletekig jó pár évezredet kell átugrani: a Kr. u. I. század folyamán a Dunántúlt, azaz Pannóniát több szakaszban hódította meg a Római Birodalom. A római kor ötszáz éve alatt az itáliai hagyományok, szokások szépen lassan beleivódtak a kelta őslakosság tradícióiba. A főleg földbe ásott házakból álló falusias települések mellett ekkor új típusú gazdasági egységek, úgynevezett villagazdaságok jöttek létre. Ilyen az egyik legjobban feltárt, a balácapusztai villagazdaság is.

A földbirtok-központ helyén kezdetben, a Kr. u. I. század második felében még veteránbirtokok voltak, melyeket az állam a szolgálati idő letelte után a provinciában állomásozó légiók leszerelő katonáinak adományozott. A villagazdaság a II. században élte virágkorát, ekkor tulajdonosai egy előkelő helyi család tagjai voltak. Ezt a földbirtok halomsírijának, a Nemesvámos melletti likas-dombi tumulusnak



Maszkos római kori oszlopfő Mentshelyről (Laczkó Dezső Múzeum tulajdona)

a felirataiból tudjuk. Az eredetileg 10–12 méter magas mauzóleum lépcsős lábazata és többszörösen tagolt párkányzata Balatonfelvidéki Homokkőből készült.

A római korban gyakran használták ezen a vidéken a vörös homokkövet: az építkezéseken falak, oszlopok, pár-

kányzatok, kerítések készültek belőle. De finomabb megmunkálására is számtalan példát ismerünk: oszlopfőket, sírköveket, szarkofágokat, szobrokat faragtak a kőzetből. A Veszprém megyében előkerült római kori faragott kőemlékek kiemelkedő darabjaival itt, a balácai villagazdaságban találkozhatunk.

Persze, a rekkenő nyári hőségben mégiscsak kellemesebb a Balaton hús vizében ülni ismerkedni a kőzetekkel. Ebben az esetben ezt is megtehetjük, hiszen a Balatont övező kövezett part jó része a permi homokkőből épült. Mint a Balaton esetében oly sok egyéb témáról, ennek a hasznosságáról is erősen megoszlanak a vélemények. Vannak, akik ellenzik azért, mert a kövezett part gátolja a tó tisztulását. Hiszen – érvelnek – ha a Balaton partja természetes maradt volna, akkor a hordalékot a hullámozás kirakná, amit most a kövezett part megakadályoz. Mindeközben persze ne felejtsük el, hogy természetes partvonallal sokkal kényelmelenebb lenne a nyaralás és valószínűleg kikötőből is jóval kevesebb épült volna.

Szintén nem elvetendő szempont, hogy a kövezett part védi a Balaton körül húzódó magaspartokat is. Addig, amíg a Balaton szabadon terjeszkedett, a víz könnyen elérte a tóhoz viszonylag közel található magaspartokat (Aliga, Kenese, Fonyód). Ezeknek az alja átnedvesedett, meggyengült és a fal gyakran nagy felületen leomlott. A kövezett part és a vasúti töltés megépítése, valamint a töltés védelmére bevezetett vízszintszabályozás a magaspartokat is védi. Egy-egy csapadékosabb időszak után még ma is előfordulnak partfalomlások, de már jóval kevesebb szer és ezek jóval kisebb méretűek.

A Balatonfelvidéki Homokkő nyomában tett kirándulás végén, akinek még van ereje, látogasson el a Balaton-part egyik legszebb romtemplomához. A Révfülöp szélén álló, vörös homokkőből épült ecsérpusztai templomrom felejthetetlen élményt nyújt, főleg ha naplementekor érkezünk. A román stílusú templom falai a diadalívvel és a felette emelkedő oromfallyal majdnem eredeti nagyságban láthatók még ma is. A háromhajós, íves szentélyű, sekrestyével és csontházzal kiegészített, XIII. századi templom Árpád-kori építészetünk egyik jelentős emléke. ☞

Irodalom

- Haas J. (szerk.) 2010: A múlt ösvényein – Szemelvények Magyarország földjének történetéből. A Magyarhoni Földtani Társulat kiadványa, Budapest.
www.balaca.hu

HARANGI SZABOLCS

Tűzhányó-hírek

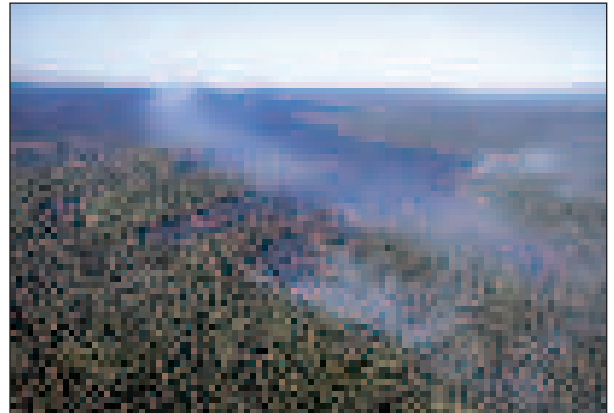
2014. első negyedév

Új rovatunk 2014. márciusban elindult, amelyben 2013. legfontosabb vulkáni eseményeit vettük számba. Most 2014. első negyedévének terméséből szemezgetünk. A kitérések közül két eseménnyel foglalkozunk némileg részletesebben, mindkettő Indonéziában történt. Két vulkáni működés a Föld természeti katasztrófáinak egyik legkitettebb országában. Az egyik egy folyamatos, már tavaly elkezdődött, és még a jelen kézirat írása során is tartó aktivitás, a másik pedig csupán néhány óráig tartott. Mindkét esemény halálos áldozatokkal is járt. Mi van a háttérben és mik a tanulságok? Mielőtt ezekre rátérünk, előbb lássuk, melyek voltak 2014. első négy hónapjának legfontosabb vulkáni eseményei! A friss híreket továbbra is a Tűzhányó blog (<http://tuzhanyo.blogspot.hu/>) Facebook oldalán követhetik nyomon.

Kilauea, Hawaii, USA

Az elmúlt hónapokban egyre tovább halad előre a Pu'u O'o krátertől északkeleti irányban kialakult lávafolyam, amit a szakemberek Kahauale'a 2 lávának neveztek el. A két lávanyelv 7,5 illetve 8,3 kilométerre jár

menyisége) jelenleg kicsi, így a mostani intenzitás értéket tartva még több mint egy év kellene, hogy elérje Pahoia házait. Az erdős területen lassan előrehaladó lávafolyam frontját kisebb, felcsapó tüzek jelzik. Mindeközben aktívan dolgozik a két látató, a Pu'u O'o, illetve a Halema'uma'u kráterében. Időszakonként a látató felszíne gázdugattyúszerűen süllyed és emelkedik, miközben látványos lávafoszlány spriccelés, fröccsenés zajlik.



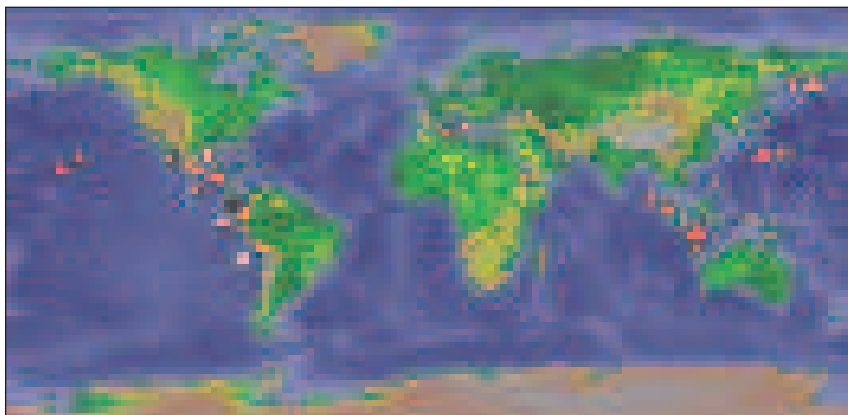
A Kahauale'a 2 lávanyelvei sűrű erdőterületet égetnek fel. Áprilisra már 7-8 km távolságba távolodtak el a háttérben lévő Pu'u O'o kitérés központtól (2014. március 7-i felvétel; Forrás: HVO)

Popocatepetl és Colima, Mexikó

Mindkét tűzhányó „alapjáraton” üzemel, vagyis időszakonként, nagyjából hetenként 1–2 kisebb, maximálisan 1–1,5 km magasra feljutó hamu-kipöffenések történnek, máskor hol csekélyebb, hol erőteljesebb gázkiáramlás zajlik. Egy február végi

Tungurahua, Reventador, Ecuador

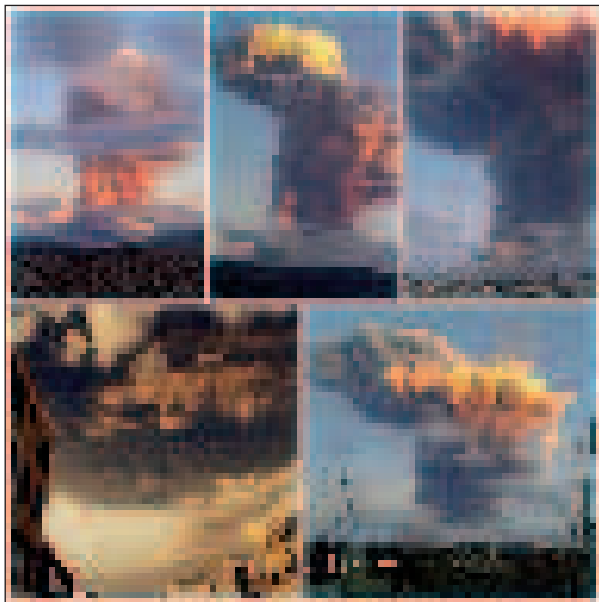
Ecuador legaktívabb tűzhányója, a Tungurahua idén már több alkalommal is beleerősített és a heves robbanásos kitéréseket piroklaszt-árak lezúdulásai is kísérték. Február 1-jén egymás után több erős robbanás rázza meg a hegyet és a környéket, a vulkáni hamufelhő 13,5 km magasba emelkedett. A kitérés felhő részleges összeomlása oldalirányban lerohanó vulkáni törmelékárat eredményezett, ami mintegy 8 km távolság megtétele során átsapott a Baños és Penipe közötti autópályán. Szerencsére senki sem sérült meg. Ezután még több piroklaszt-ár vonult le a vulkán nyugati oldalában futó völgyekben, de ezek is megálltak a lakott területek előtt. Április első napjaiban a helyi vulkanológusok figyelmeztettek, hogy ismét a szokottnál erősebb kitérés következhet be és ez április 4-én meg is történt. A félelmetes hanghatással járó, néhány percig tartó kitérés során 10 km magasra emelkedett fel a vulkáni hamufelhő újból piroklaszt-árak zúdultak le a vulkán oldalán. A naplementében narancsszínben pompázó kitérés felhő különleges látványt mutatott. A vulkántól 8 km távolságban lévő Cusúa és Pillaro településeken közel 10 cm vastag vulkáni hamuréteg borított mindent. Az erős hanghatással járó, de kevésbé intenzív kitérés után



Térkép a beszámolóban felsorolt vulkánok elhelyezkedésével

a kitérés központtól (ez a lávaöntő fázis tavaly novemberében kezdődött). Bár iránya lakott területek felé mutat, a kitérés intenzitása (időegység alatt felszínre került magma

repülőgépes megfigyelés szerint a Popocatepetl kráterében a korábbi lávadóm megsemmisült és helyén egy friss lávakitüremkedést indult meg.



Az ecuadori Tungurahua április 4-i kitörése Twitteren terjesztett fotókon. A naplemente fényei különlegesen, sejtelenen világítják meg a kitörési felhőt

is folytatódtak. Április 14-én a műszerek 150 decibeles hanghatást mértek a vulkántól 5,5 km távolságban. A lökéshullámok következtében számos ház ablaka betört. A heves esőzések mobilizálták az aprószemcsés, friss vulkáni hamuüledéket és a lerohanó iszapárák (laharok) miatt időszakonként le kellett zárni a Baños és Penipe között futó autópályát.

Mindeközben a Reventadon is történtek említésre való kitörések. Áprilisban kisebb lávafolyások ereszkedtek le a csúcsi régióban, majd április végén és május elején több, a közeli települések házainak ablakait erősen megrázó robbanásos kitörés is zajlott, amelynek izzó lávafosztlányai betertették a vulkán oldalát, a vulkáni hamufelhő pedig 2–4 km magasra emelkedett.

Fuego, Guatemala

Az éjszaka pazar látványt nyújtó robbanásos kitörések hangja még 30 km távolságban is jól hallható, a lökéshullámok 15–20 km távolságban is megremegtetik a házak ablakait. A hamufelhők 1–1,5 km magasba emelkednek.

Ubinas, Peru

A tűzhányó egyre erősebb aktivitást mutat az elmúlt hónapokban, az 1–2 km magasba emelkedő hamukilövellések miatt a hatóságok emelték a készültségi szintet. A hamuhullás gondot okoz a mezőgazdasági munkákban, májusban pedig már

két település több mint 2000 lakosát kellett kitelepíteni.

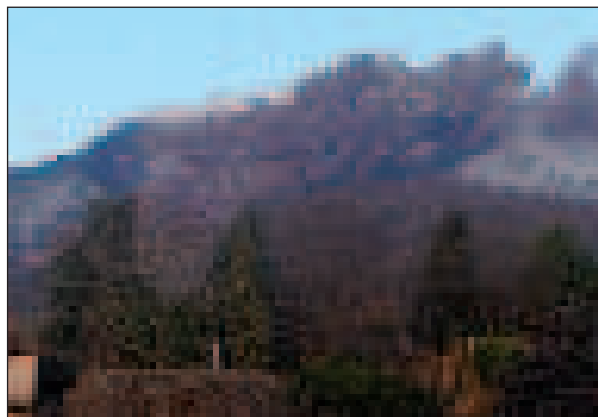
Etna, Szicília, Olaszország

Az Etna 2013-ban látványos lávaszökőkutakkal járó paroxizmális kitöréseivel kápráztatva el a tűzhányók rajongóit, 2014-ben aztán működése más jellegűvé vált. Januárban az Új Északkeleti kráter kúpjának felhasadt oldalából kisebb lávanyelvek indultak el a Valle del Bove irányába, miközben időszakosan látványos kitörések zajlottak a kráterben. A hónap végére a vékony lávanyelvek már 4 kilométer távolságba jutottak

el. A folyamatos vulkáni működés során a friss salakkúp meredek oldala egyre instabillá vált és időszakosan kisebb-nagyobb lejtőcsuszamlások történtek. Február 11. reggelén egy újabb, jelentős tömeg csuszszant le a vulkáni kúp oldalán, ami oldalirányba kitörő, forró kőzetdarabokból és gázanyagból álló vulkáni törmelékárat indított el. Szerencsére, a lezúduló piroklaszt-ár, ami 1-2 perc alatt mintegy 4 km távolságba, a Valle del Bove völgyének aljába jutott el, nem okozott kárt. A gyenge lávafolyás és a Stromboli-típusú kitörések februárban és márciusban is folytatódtak, majd ez a közel folyamatos, de nem túl intenzív vulkáni működés március végén hirtelen megszakadt, és azóta (május közepéig) újabb, említésre méltó kitörések nem történtek. A közel 3 éven keresztül tartó időszakos, látványos paroxizmális kitörések 2014-ben tehát egyelőre megszakadtak, az évből azonban még bőven van idő, hogy az Etna akár újabb látványos bemutatót tartson. Erre bármikor számítani lehet, tehát még ebben a viszonylag nyugodtan időszakban is szem előtt kell tartani, hogy bármikor történhet olyan kitörés, ami veszélyeztetheti a csúcsközelbe felmászókat.

Sinabung, Indonézia

A Sinabung kitörése 2014. elején pusztító izzófelhők lerohanásával folytatódott. A tűzhányó korábban, 2010-ben úgy lépett működésbe, hogy előtte nem volt egyértelműen bizonyítható kitörése a történelmi időkben (csupán az 1600-as években jeleznek egy bizonytalan forrású kitörést) és a vulkán nem is állt megfigyelés alatt. 2013-ban ismét váratlanul indult el a vulkáni működés. Az események azonban egyre riasztóbb irányba mozdultak el. A magasba tornyosuló kitörési felhőt eredményező robbanásos kitörések után a vulkán kráterében egy viszkózus, azaz nehezen mozgó lávadóm türemkedett ki. Ezek a meredek oldalú, még izzó kőzetdarabokkal borított lávadómok roppant veszélyesek, mert oldaluk rettentően instabil, könnyen leomlik és ilyenkor mindent elsöprő, völgyekben lezúduló piroklaszt-ár, más néven izzófelhő alakul ki, ami akár több kilométer távolságba is eljuthat. Ez a vulkáni működések egyik legveszedelmesebb, legpusztítóbb folyamata! A forró gázokból és izzó kőzet/lavadarabokból álló piroklaszt-ár (vulkáni törmelékár) a földfelszínhez tapadva, a tűzhányó oldalán zúdul le, mégpedig sokszor száz km/óra sebességet is meghaladva. Hajtóereje az ár tömege maga, azaz a gravitáció. A piroklaszt-ár akkor jön létre, amikor a robbanásos kitörés során keletkező vulká-

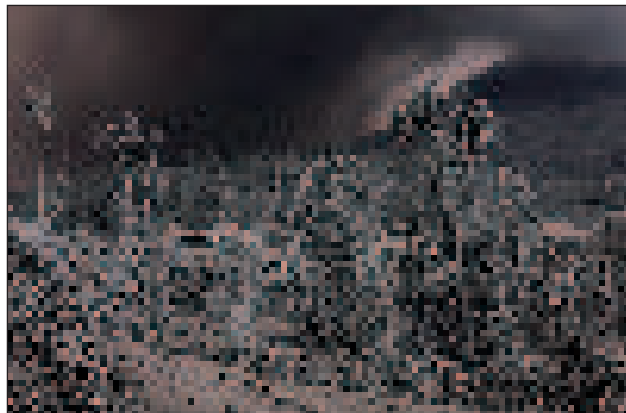


Az Etna Új Délkeleti kúpjának részleges összeroskadása ezen a területen viszonylag ritkán előforduló, gyorsan terjedő piroklaszt-árat hozott létre február 11. reggelén (Toti Domina felvétele)

ni anyag sűrűsége olyan nagy, hogy az nem tud felemelkedni, nem tud magas vulkáni hamufelhőt létrehozni, ehelyett saját súlyánál fogva zúdul lefelé. Ilyen esemény gyakori lávadómok növekedése során. A lejtőösszeroskadás során kisebb-nagyobb izzó lávadarabokra esik szét a lávadóm anyaga, ezekből, valamint magából a lávadómból forró gázok szabadulnak fel és ennek kevert elegye rohan le a tűzhányó oldalán. Ahogy



Izzófelhő zúdul le a Sinabung oldalán
(Richard Roscoe felvétele)



... és a következmények... mindent szürke vulkáni hamu borít. Tízezreknek kellett elhagyniuk az otthonaikat, termések pusztultak el, betegségek terjedtek. (Richard Roscoe felvétele)

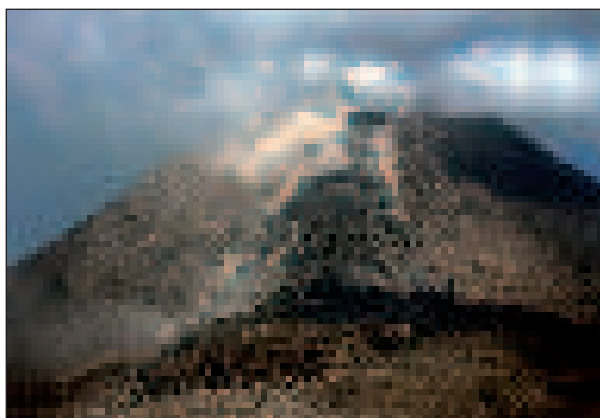
sodródik lefelé ez a nagy hőmérsékletű gáz-közettermelék elegy, a lávadarabok szétesésével létrejövő apró vulkáni szemcsék (vulkáni hamu) a forró gázokkal felfelé emelkednek, közben bekeverik a levegőt, azt felforrósítják és ezzel már egy olyan kis sűrűségű, nagy hőmérsékletű gázokból és vulkáni hamuból álló felhő jön létre, ami a robbanásos kitörések során a kürtőből áramlik ki. Ahogy tehát az izzófelhő zúdul le, felette egyre jobban emelkedik fel a vulkáni hamufelhő és ez akár néhány kilométer magasra is juthat. A sűrű hamufelhő sokszor elrejtja a felszín közelében nagy sebességgel lefelé mozgó izzó közettermelék árat, ami fokozatosan lemarad és nagyobb távolságba már csak a kisebb kőzetdarabokat is magával ragadó, felhígult, de még mindig nagy hőmérsékletű hamufelhő-árok jutnak. Ez akár több kilométer távolságba is elhőmpölyöghet, a Sinabung esetében többnyire 4-8 km távolságba jutottak. Egy ilyen izzófelhő mindent elpusztít, mindent lerombol, ami az útjába kerül. A lezúdulás közben magasba emelkedő hamufelhőből pedig sűrű hamulepel borítja be a környező tájat.

A Sinabung kitörése december végén fordult ebbe a félelmetes fázisba és januárban volt olyan nap, amikor 50-nél is több izzófelhő rohant le a hegy délkeleti oldalán. A pusztító piroklaszt-árok egyre messzebb jutottak el, akár 7-8 km távolságot is elérve, ami miatt a veszélyzóna határát többször módosítani kellett és ez egyre nagyobb számú helyi lakos kitelepítésével járt. Mindez nem kis

szervezéssel járt, mivel rövid idő alatt emberek ezreinek kellett elhagynia otthonát, ott hagyni minden ingóságát, házáat, földjét, állatait, nem tudván azt, hogy visszatérhetnek-e és ha igen, lesz-e hova. Közben, betegségek terjedtek, termések pusztultak el, a vulkán pedig nem nyugodott. Február 1-jén tragikus eseményekbe torkollott a vulkáni működés. Egy viszonylagos nyugalmi időszakban több tucat helyi lakos indult el a 3 km-es veszélyzónán belüli területre, részben ellenőrizni ingóságait, részben egy főiskolás diákcsapat igyekezett felmérni a pusztítás mértékét. Hirtelen egy hatalmas izzófelhő rohant le a vulkán oldalán és 17-en haltak meg, többen súlyos égési sérüléseket szenvedtek. Ilyen esetekben mindig feltődül a kérdés: vajon meg lehetett volna akadályozni ezt a tragédiát? A kérdésre

arról, hogy milyen vulkáni kitörések zajlanak, ahhoz miképpen kell viszonyulni, mit kell adott esetben tenni. Nem tudták azt, hogy mi az izzófelhő, az akár mennyire váratlanul, minden előjel nélkül is kialakulhat, hogy ilyenkor nincs esély a menekülésre, ha valaki éppen akkor a veszélyzónában tartózkodik. Ez a tapasztalatlanság is oka lehetett annak, hogy amikor az izzófelhők lezúdulásában viszonylagos nyugalom állt be, sokan azt gondolták, hogy a veszély elmúlt. Pedig, a veszély továbbra is ott lógott a levegőben, mert mindaddig, amíg tart a lávadóm kitüremkedés, addig bármikor elindulhat egy mindent elsodró forró piroklaszt-ár. Ez az eset ráirányítja a figyelmet arra a fontos tényezőre, hogy a hatékony vulkáni veszély védekezésben kiemelten fontos a lakosság megfelelő felkészítése, tájékoztatása. Ez azonban különösen nehéz olyan területeken, ahol hosszú ideig nincs veszélyérzet.

A Sinabung pusztító működésében február 1. után alapvető fordulat állt be. Az áldozatokkal járó izzófelhőt produkáló esemény során megsemmisült a kürtőt elzáró lávadóm és helyén friss láva türemkedett ki. Vélhetően egy eltérő összetételű, gázokban szegény magma nyomult fel a kürtőben, ami lassan elkezdett leereszkedni a korábbi piroklaszt-árok által már letarolt és elszürkített hegyoldalon. A több mint 10 méter vastag látómeleg centiméterről centiméterre haladt előre és március végére érte el a vulkán lapos dőlésű alsó részét. A lávanyelv lassú mozgása miatt felszine megszilárdult, majd felrepedezett és kőzetdarabokra esett szét. Így a lávanyelvet vastag közettermelék vonta be és csak az éjszakában látszódtott izzása. Majdnem másfél hónap telt el izzófelhő nélkül, a vulkán készségi szintjét a legmagasabb fokozatról csökkentették, azonban a tűzhányó április közepén figyelmeztetett: még bármi bekövetkezhet! Április 13. után időszakonként újabb izzófelhők alakultak



A Sinabung kráteréből február eleje óta egy lassan mozgó, vastag, közettermelékekkel borított láva (úgynevezett láva coulée) ereszkedik le (2014. február 25-i felvétel)

nem egyszerű a válasz, azonban figyelembe kell venni egy tény. A Sinabung olyan tűzhányó, amelyik hosszú évszázadokon keresztül nem működött, azaz a tűzhányó környezetében élőknek nincs tapasztalatuk

ki, vélhetően a vastag és különösen a vulkán meredek, felső részén ezért instabil lávanyelv részleges összeomlása miatt.

Merre tovább, Sinabung? Nincsen pontos recept arra, hogy egy hosszú vulkáni működés hogyan végződhet. Elképzelhető, hogy a lávanyelv leereszkedésével felszínre jut a tűzhányó alatti kitérésre alkalmas magmatömeg és lassan megszilárdulva befejeződik a vulkáni működés, de az sincs kizárva, hogy egy friss magmafelnymulás újabb robbanásos kitéréssorozatot indít el.

Kelud, Indonézia

Miközben a Sinabung tűzhányó oldalán lezúduló izzófelhők helyét egyre inkább egy békésebb lávanyelv kitéremkedés vette át, a figyelem Indonézia másik vulkánja felé fordult, amelyik egyre több jelét adta, hogy jelentős robbanásos kitérés várható. A hatóságok február 11-én emelték a készültségi szintet a Kelud (Kelut) tűzhányón, majd február 13-án, helyi idő szerint 21:15-kor kiadták a legmagasabb riasztási fokozatot is. Nem egészen 3 órával később már több erőteljes robbanás rázta meg a környéket, a sötétben villámok cikáztak. A kitérés erejére jellemző, hogy 20-30 km távolságban is centiméteres nagyságú horzsakövek potyogtak. A robbanás szétvetette a korábbi kitérés során, 2007-ben a kráterben kitéremkedő lávadómot. A horzsakövek egyértelműen jelezték, hogy friss, a felszín közelébe érve szinte felhabzó magmaanyag robbant ki. Nem sokkal később, a Keludtól több mint 200 km-re lévő Jogjakarta nagyvárosban is sűrű hamuhullás kezdődött, ami miatt szájmazsk viselését javasolták a lakosoknak.

A működés kevesebb mint 3 órán keresztül zajlott, azonban mégis a XXI. század egyik legnagyobb kitérése volt. Ez idő alatt ugyanis elképesztő mennyiségű vulkáni anyag jutott a felszínre, visszafogott becslések szerint legalább 130 millió köbméter (0,13 köbkilométer), mások szerint azonban a térfogat ennek a többszörösét is elérhette! Ez azt jelenti, hogy a kitérés erőssége bőven meghaladta a VEI=4 fokozat alsó határát. Ezzel a Kelud esetében 100 éven belül ez volt az ötödik ilyen erősségű kitérés. Utoljára 1990-ben, azt megelőzően pedig 1951-ben volt hasonló erejű kitérés a vulkánon. Mít jelentenek ezek a kitérést jellemző számok? Azt, hogy a kürtőből másodpercenként több mint 12 ezer köbméter gázokkal felfújt vulkáni anyag, másképpen kifejezve másodpercenként több mint 60 ezer tonna magma robbant ki! Képletesen kifejezve másodpercenként közel 600 kékbálnának (a legnagyobb testű állat a Földön, tömege a 100 tonnát is eléri) megfelelő tömegű magma hagyta el a kürtőt! Hihetetlen mennyiség ez, azonban így talán érthetőek a következő számadatok:

a kitérés hamufelhő rövidesen már 18 km magasban volt és nem sokkal a vulkáni működés megindulása után már erős hamuhullás volt a több mint 200 km távolságban lévő (nagyjából bő Budapest-Miskolc távolság) Jogjakarta nagyvárosban is. Indonézia egy másik nagyvárosát, Surabayát szintén 2-3 centiméter vastag vulkáni hamulepel borította. Mindez óriási veszélyt jelentett, mert a felszálló apró vulkáni hamuszemcsék belégzése súlyos légúti károsodást okoz. Egy másik veszély elsősorban a tűzhányó közelében jelentkezett, ahol a vulkáni hamu súlya alatt házak teteje roskadt össze, emiatt – hírügynökségi jelentések szerint – legalább hárman haltak meg.

Szerencsére az előrejelzés időben jött: habár a legmagasabb fokozatot a hatóságok csak bő másfél órával a vulkáni működés megindulása előtt adták ki (mivel



Február 13-án, éjjel tört ki hatalmas erővel az indonéziai Kelud. A több mint 15 km magasba emelkedő hamufelhőben villámok cikáztak
(Twitteren megosztott felvétel)

ekkor vált világossá, hogy bármikor bekövetkezhet egy robbanásos kitérés), ami a kitélepítés megindulását jelentette. A vulkán környezetében élő több tízezer lakos fegyelmetlenül végezte a dolgát. Ennek is köszönhető, hogy e kitérés nem a tragikus áldozatok miatt keltett érdeklődést! Több mint 100 ezer embert telepítettek ki 1-2 órán belül! Ez csattanós válasz azoknak, akik azt gondolják, hogy ilyen szegény térségben, ahol nincsenek megfelelő utak, nincs megfelelő infrastruktúra, nincs

fejlett oktatás, nem lehet rendben nagy tömegeket gyorsan evakuálni! Nos, lehet! Lehetett 2010 őszén is a Merapi térségében (több mint 300 ezer kitelepített), és lehetett most is! Az itt élő emberek tudják, hogy a Kelud veszélyes kitérésre képes és gyorsan tudtak erre reagálni még akkor is, ha más késő este volt. Felkészültek voltak, mert szinte minden családnak volt már tapasztalata, hogy mire képes a hegy. Ezzel szemben, a Sinabung közelében élők nem voltak ennyire felkészültek, mert nekik nem volt annyi közvetlen ismeretük a hegyről, mivel az 2010 előtt több évszázadon keresztül, emberemlékezet óta nem működött. Részben ennek volt következménye, hogy egy rövid békésebb időszakban többen bemelegkedtek a veszélyzónába és ez a működés hirtelen lerohant izzófelhő miatt tragikus kimenetelű volt.

Tanulság van tehát bőven a Kelud kitérése kapcsán. Látjuk, hogy ilyen működés esetében, amikor egy hatalmas robbanásos kitérés során kizúdult hamufelhőből záporoznak a kisebb nagyobb vulkáni törmelékek, a legnagyobb veszélyt a házfödémek beomlása okozza. Az öt halálos áldozat közül három így halt meg. Hasonló volt a helyzet 79-ben a Vezúv kitérése során is. Ott is, a Pompejiben lakók nagy része az összeroskadó házak alatt lelte halálát. A mostani kitérés szerencsére nem párosult a Kelud leggyilkosabb folyamatával, a mindent elsöprő iszapárral, azaz laharral (ennek már több ezer áldozata volt csak az elmúlt évszázadban). Ennek az az oka, hogy a kürtőt, amit korábban mély tó vize foglalta el, most egy méretes lávadóm torlaszolta el. A robbanásos kitérés szétrombolta, darabokra szaggatta a 400 méter átmérőjű kürtőt elfoglaló, mintegy 16 millió köbméter térfogatú lávadómot. Ez jelentette a másik nagy veszélyt: bő 5 kilométeres körzetben potyogtak a helyenként fél méteres nagyságú is elérő kőzetdarabok. Ismét csak szerencsének mondható, hogy a 10 kilométeres veszélyzóna meghúzásával nem volt senki a tűzhányó közelében!

Kamcsatka, Oroszország

2014. első hónapjaiban leginkább a Sivelucs hallatott magáról, a folyamatos lávadóm kitéremkedés időszakonként erőteljes robbanásos kitérésekkel járt, ezek során 4-6 km magasba emelkedett a vulkáni hamufelhő.

Nishino-shima, Japán

A Természet Világa idei áprilisi számában már beszámoltunk az új vulkáni sziget látványos karrierjéről. A vulkáni kitérések azóta is zajlanak, a sziget nagysága már megközelíti a 0,9 négyzetkilométert. ■

Orvosszemmel

A HIRTELEN, VÁRATLAN SZÍVHALÁL IS MEGJÖSOLHATÓ?

Az élet hirtelen, váratlan befejezése legtöbbször szívmegállás. Ilyenkor a szív tízből nyolc esetben nem megáll, hanem ritmusos összehúzódások helyett remegni kezd, fibrillál, azért a vérkeringés szempontjából áll. Ez a váratlan esemény megfelelő áramütéssel megszüntethető a ma már sokfelé elhelyezett műszerrel, a defibrillátorral.

Az Egyesült Államokban évente 325 ezer felnőtt hal meg hirtelen szívhalálban, nálunk ezek száma 20 000–25 000. Sajnos, nincs olyan lelet vagy tünet, ami az életveszélyt előre jelezné, pedig az ilyen halál esélye, a testbe beültetett ICD-készülékkel minimálisra csökkenthető lenne.

Az utóbbi években kiderült, hogy heveny szívinfarktust követően, különösen akkor, ha a szív teljesítménye gyenge, lényegesen nagyobb a hirtelen kamrafibrilláció veszélye. Egyes országokban ezért infarktust követően, biztonsági megelőzés céljából, a beteg testébe beépítenek ilyen megszüntetőt.

Az egészségügyi statisztika azt tanúsítja, hogy ezeknek a betegeknek 60%-a számára a műtét fölösleges volt. Fontos volna, ha tudnánk, kinek nagy a kockázata, kinél kell a drámai eseményre számítani, hiszen egyetlen ilyen beavatkozás a műszer, a műtét és a kórházi ápolás árával meghaladja a kb. kétmillió forintot.

A Rhode Island Kardiovaszkuláris Intézet kutatói kidolgoztak egy olyan laboratóriumi módszert, amely vérmintából nagy valószínűséggel megállapítja, ha valaki hirtelen szívhalálra nagy eséllyel számíthat. Ezeknek a betegeknek a defibrillátor beültetése biztonságot jelent, a fölösleges beavatkozás pedig elkerülhető.

Samuel D. Dudley és munkacsoportja fölfedezte, hogy a fehérvérsejtekben a veszélyeztetett betegéknél a nátriumcsatorna két, speciális változata található meg. Az ilyen sejtekkel élő betegek hajlamosak a végzetes szívritmus-zavarra. A kutatók vizsgáltak olyan betegeket, akiknek ICD-készülék nem ültetett be, a másik csoport tagjai már testükben defibrillátorral éltek, de annak működésére még soha nem volt szükség, a harmadik betegcsoport tagjainál a defibrilláció már szükséges volt.

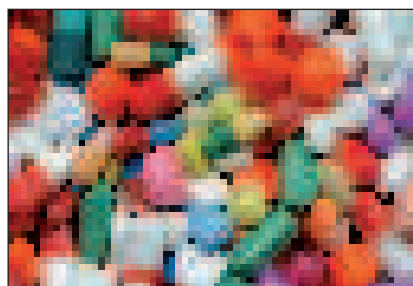
Az egy évig tartó megfigyelés azt igazolta, hogy a speciális sejtekkel élő betegéknél a defibrillátor beültetése nagyon indokoltnak bizonyult. Ez azt jelenti, hogy a vérmintából meghatározott sejtváltozatból nagy valószínűséggel megállapítható, melyik betegnél nagy a kamrafibrilláció kockázata. A követ-

kező hónapokban tervezik annak a részletes és nagy létszámú vizsgálatnak az indítását, mely megbízható módon bizonyítja a betegek számára szó szerint életmentő kezelést elvégzését.

A GYÓGYSZER HÁTÁSTALAN, HA NEM VESZIK BE

Nemcsak az orvos, hanem a beteg számára is nyilvánvaló, hogy csak az a gyógyszer hat, amelyet – az alkalmazási előirat szerint – beszednek. Ha a krónikus betegségekre szedett gyógyszer kihagyása nem okoz azonnali, érezhető panaszt vagy tünetet, akkor igen gyakori, hogy a betegek elfelejtik bevenni a tablettát vagy kapszulát a megfelelő időben, sőt az is lehet, hogy szándékosan az előírtól eltérő gyakorisággal vagy dózissal szedik a számukra rendelt készítményt.

Ilyen eset igen gyakori a magas vérnyomásban szenvedők körében, ugyanis a betegség vagy a gyógyszer kihagyása sem okoz számos esetben panaszt, de hosszú távú veszélyei nagyon jelentősek: a hipertónia az agyi katasztrófa és a szívinfarktus egyik legfontosabb kockázati tényezője.



Számos vizsgálat igazolta, hogy a magas vérnyomású betegek mintegy 25%-a nem szedi a vérnyomáscsökkentő készítményt, vagy gyakran kihagyja a gyógyszerbevitelt, vagyis nem terápiahű. Azt is kimutatták, hogy az orvos sem kérdezi meg minden alkalommal, ha a kezelt hipertóniás betegénél magas vérnyomást mér, hogy a beteg bevette-e a gyógyszert. Illetve, ha megkérdezi, előfordul, hogy a beteg nem válaszol őszintén, és rendszeres gyógyszereszedést feltételezve, a kezelőorvos arra gondolhat, hogy a bevezetett készítmény hatástalan, ezért cserélni kell.

Maciej Tomaszewski, a Leicesteri Egyetem orvosa és munkatársai kidolgoztak egy olyan eljárást, amivel bizonyítani lehet a vérnyomáscsökkentő készítmények szedésének pontosságát. A vizeletminta elemzéséből mintegy 40 vérnyomáscsökkentőről ki lehet mutatni, hogy a beteg bevette-e az előírt

mennyiséget. A nagy teljesítményű kromatográfia és tömegspektrometria együttes használatán alapuló módszerrel arra derült fény, hogy a magas vérnyomású betegek negyede teljesen vagy részlegesen kihagyja gyógyszerének bevitelét.

VÉRNYOMÁSCSÖKKENTŐ NORVÉG SAJT?

Epidemiológiai és klinikai megfigyelések már korábban is utaltak arra, hogy bizonyos tejtermékek peptidtartalma angiotenzin-konvertáló enzimet (ACE) gátló hatású, és ezzel olyan módon akadályozza a vérnyomást emelő enzim működését, mint az egyik, legtöbbet alkalmazott antihipertenzív gyógyszer, az ACE-inhibitor készítmény.

Norvég kutatók előtanulmánya 2012-ben azt vizsgálta, hogy metabolikus szindrómában, melynek egyik eleme a vérnyomás emelkedése, a Gamalost sajt fogyasztása a föltételezett módon csökkenti-e a vérnyomást.

Az derült ki, hogy a Gamalost sajtot kedvelő vizsgálati alanyok vérnyomása alacsonyabb volt, mint ezt a tejterméket nem fogyasztó társaiké. Ezt követően döntöttek a Norwegian University of Life Sciences munkatársai Rita Nilsen vezetésével, hogy részletesebb, megtervezett vizsgálat során kutassák a Gamalost antihipertenzív hatását. Több száz felnőtt személy randomizált besorolással dolgoztak, nyolc héten át. A kontrollcsoport tagjai nem ettek Gamalost sajtot, a többiek változó adagban fogyasztották azt. A vérnyomáson kívül a vizsgálat kezdetétől mérték a vércukorszintet, a testsúlyt és csípőszélességet és a lipidek vérszintjét.

Ugyanazon norvég városból 168 személyt vontak be a vizsgálatba. Az átlagos életkor 51 év volt és 56%-uk volt nő. Részletes kérdőíven kérdeztek rá táplálkozási és életviteli adataikra. A sajtot fogyasztók csoportjában a Gamalost átlagosan hetente kétszer került az étrendbe. A minden egységnyivel nagyobb sajt fogyasztás 0,72 Hgmm szisztolés vérnyomáscsökkenést eredményezett.

A kutatók hangsúlyozzák, hogy a Gamalost igen kevés zsírt tartalmaz és sótartalma is minimális. A vizsgálati alanyoknak csak 23,8%-a volt hipertóniás, így a résztvevők vérnyomásának középértéke 128/78 Hgmm volt. Ez egyértelműen fölveti, hogy a vizsgálatot hipertóniás betegcsoporton is folytatni kell, mielőtt a Gamalost sajtot a magas vérnyomás diétás kezelésére ajánlanák.

Forrás: Weborvos

A Világtenger kartográfus szemmel

Az embert a kezdetektől fogva foglalkoztatta a tenger. Gondoljunk csak a görögök tengerjáró Odüsszeuszára, vagy a rómaiak Navigare necesse est mondására. Számítalan le-genda, hiedelem kapcsolódik hozzá. Írók, költők könyvtárakat kitevő műveit ihlette, zeneszerzőket igézett meg Mendelssohntól kezdve Wagneren át Debussyig. A tenger állandóan változó arcúlat, mozgásai, élővilága, partjainak változatossága mindig befolyásolta a tengerparti emberek életét: alapja a vízi közlekedésnek, az élelemtermelő halászatnak, a modern idők turisztikai programjainak. A szerzőt is megragadta a tenger varázsa. Tengerészisztnak készült s bár végül is nem lett az, a tenger vonzásától nem tudott szabadulni szárazföldi emberként sem. Kartográfus, térképész lett, s e téren végezte, végzi nemzetközileg is ismert és elismert oceanográfiai, tengerparti kutatásait. Eddigi kutatómunkájának megkoronázása e remek könyv.

A 358 oldalas, A/4-es formátumú munka három fő részből áll. Az első rész a tenger megismerésének és térképi ábrázolásának fejlődéséről szól. Ennek első lépése a partok és a tengerfelszín, második lépése a tenger mély megismerése volt. E munkálatok során nyert ismeretek birtokában megkezdődött az óceán és a tengerfenék domborzatának térképi ábrázolása. A földrajzi helymeghatározás, valamint a mélysegmérési technika fejlődése nagyban segítette ezt a munkát s egyre pontosabb tengerfenék-térképek készültek. E lényegében történeti áttekintést nyújtó részben sok térképtípust, térképkészítési technikát, térképkészítőt, azok munkásságát s a minél pontosabb térképek megalkotását segítő nemzetközi törekvéseket is megismerjük. Megtudjuk többek közt, mi a periplusz (part menti hajózási kalauz), a portolán (térkép nélküli útikalauz), megismerkedhetünk a térképalkotás meghatározó alakjaival (mint a holland Bruinsz, 1584 és van der Heyde, 1674; a Magyarországon is dolgozó itáliai Marsigli, 1725; az amerikai Maury, 1854; az angol Bartholomew, 1895–1899; a német Stocks és Wüst, 1935), majd a nemzetközi összefogással készült GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans. Az óceánok általános mélységtérképei) 1903 és 1982 között kiadott öt, egyre tökéletesebb kiadásával, valamint a GEBCO Digitális Atlaszának

(GDA) 1994 és 1999 között kiadott változatával is. Nagy gondot fordít a szerző a térképalkotás magyar művelőinek (Szabó József, Cholnoky Jenő, Kövesligethy Radó, Radó Sándor, Raisz Ervin, a Kartográfiai Vállalat kitűnőszakemberei), valamint a közgyűjteményeinkben (Országos Széchényi Könyvtár, Kalocsai Főszékesegyházi Könyvtár) őrzött térképkincsek megismertetésére.

A második részben a mélységtérképek készítésének elvi és gyakorlati vonatkozásait tárgyalja. Ennek során először a térképalkotás folyamatát ismerteti a térkép elvi megalkotásától kezdve a térkép tervezésén, tisztázásán, litográfiai kivitelezésén át a sokszorosításig. Majd elemzi a vetületek alkalmazási kérdéseit, benne részletesen a magyar Baranyai János út-törő jelentőségű IV., ún. osztott vetületét, valamint e vetület bizonyos torzításait kiküszöbölő Baranyai–Márton-vetületét. Közli utóbbi, Györffy János által készített matematikai leírását is (Baranyai–Márton–Györffy-vetület). Jelentős teret kap a következőkben a batimetrikus térképek domborzatrajza, valamint a vertikális és horizontális generalizálása. (Egy bizonyos léptékű térképen elhelyezhető információ mennyiség korlátozott, ezért az információkat csökkenteni kell, ami bizonyos fokú általánosításhoz, generalizáláshoz vezet.) A vertikálisra a hipszografikus, ill. morfografikus ábrázolást mutatja be, s részletesen tárgyalja a mélységlépcsőszám problematikáját. A horizontálisnál az elvi alapok lefektetése után az óceánfenék morfológiai elemein (self, kontinentális lejtő, kontinensláb, mélytengeri árok, nagymedence, hátság) bőséges térképmintaanyaggal mutatja be a generalizálás gyakorlatát. A térképek színvilágának szemet gyönyörködtető bemutatása után a térképek névrajzával foglalkozik jelentős terjedelemben. E fejezet akár nyelvudományi értekezésként is megállná a helyét. Persze, itt a földrajzi neveket földtudományi szempontból vizsgálja. Tudjuk, a földrajzi nevek írása hazánkban rendkívül változatos. A nyelvészek ajánlotta szabályokat kevesen tartják be, még kevesebben ismerik. Tehát igen értékes része e munkának az a sok, szakmailag és nyelvészetiileg is megalapozott ajánlása, melyet a földrajzi nevek írására általában és a tengerekre vonatkozóan tanácsol. A

felsorolt példák és minták tucatjait különösen a szaklapok szerkesztősegei figyelmébe ajánljuk.

A harmadik rész A Világtenger tagolása címet viseli s ez az előző két részben leírt magas szintű elvi és módszertani tudományos alapvetés után a munka kiemelkedő értékű „végterméke”. Az oceanográfiai alapfogalmak (geológiai, fizikai, kémiai, biológiai oceanográfia; nyugat-keleti, valamint tengeri és szárazföldi féltekék) ismertetése után a Világtenger tagolását adja. A vertikális tagolás mellett kitér a horizontális tagolásra is; mely során a területi elhatárolások mellett a tengerjogi határokat is tárgyalja. Majd az óceánokra és tengerekre történő felosztás táblázatos felsorolása következik, melyben az Atlanti-óceán 54, az Indiai-óceán 21, a Csendes-óceán 48, az Északi-sarki-óceán 21 tengere (a tengerekbe az öblöket és csatornákat is beleveszi) sorolja fel területi, vízmennyiségi, vízmélységi (közepes és legnagyobb), valamint a legnagyobb mélység koordinátáinak adataival. A Világtenger tagolása térkép zárja e részt.

A kötet szerves és igen értékes része A Világtenger térképeken 15 (I–XV. tábla) című térkép, mely az egyes óceánok és tengerek átnézeti térképe mellett azok vertikális metszeteit, felszíni és mély áramlásait, a sarki tengereknél a jégviszonyokat is feltünteti.

A művet gazdag, 16 oldalnyi irodalomjegyzék egészíti ki, mely nem tartalmazza szerző publikációit. Az külön jegyzékben van összefoglalva folyóirat, periódikum, konferencia-kiadvány, absztrakt, könyv, könyvfejezet, kéziratok, földgömbök, térképek bontásban. Igen informatív melléklete a könyvnek a tárgymutató, valamint a mintegy 1200–1300 nevet tartalmazó Földrajzi nevek jegyzéke.

A mű az utóbbi idők e témában megjelent egyik legszínvonalasabb és leginformatívabb szakkönyve, melyet olvasmányos stílusa, szabatos fogalmazása és közérthetősége, valamint gazdag, színes képanyaga (mintegy 170 ábra) miatt nemcsak a földtudományokkal foglalkozó szakembernek, hanem mindenkinek ajánlom, aki a térképeket szereti. (Márton Máttyás: *A Világtenger kartográfus szemmel. Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest, 2012*)

KECSKEMÉTI TIBOR

azonban előnnyel is járt. Az etanol elpusztítja a legtöbb baktériumot és mivel a baktériumok szeretik a gyümölcsöt, a keletkező alkohol révén az élesztők elpusztíthatják versenytársaikat. A Saccharomyces kezdetektől fogva érett gyümölcsökkel táplálkozhatott (az éretlenek mérgezőek voltak), így az etanol szaga azt jelezte a külvilágnak, hogy a gyümölcs megérett. Robert Dudley kaliforniai kutató szerint a természetes szelekció kedvezett a főemlősöknek és egyéb, gyümölcssevő emlősöknek, hogy megérezve az etanol szagát, a hatalmas erdőkben megtalálják az érett gyümölcsöket. Valószínűleg már ekkor pozitív érzéseket tapasztaltak anélkül, hogy magát az alkoholt megkóstolták volna. Ezen elmélet szerint minden főemlőst jó érzéssel tölt el, ha a szesz szagát kiszimatolja. Ezzel azonban nem vagyunk egyedül. A gyümölcslegyek szájában is vannak olyan receptorok, amelyek révén megérik az alkoholt. Arról azonban vitáznak a kutatók, hogy az ember már a növénytermesztés kezdetén foglalkozott-e olyan növényekkel is, melyekből alkoholt lehet erjeszteni, sőt, kifejezetten ezért termesztette és készítette. Doug Levey amerikai kutató úgy véli, az ember akkortájt kapott rá az alkoholra, amikor már maga is képes volt elkészíteni. Eszerint az alkohol iránti vágyunk inkább hasonló a koffein vagy a kokain iránt érzett vágyhoz, mint pl. a cukor irántéhoz.

Az alkohol kellemes érzést vált ki – ez aligha vitatható – annak révén, hogy az agyban levő GABA-receptorokhoz kötődik. Ezek a receptorok általában csökkentik a neuronok aktivitását, de amikor alkohol kötődik hozzájuk, ezt a felgyülemlett aktivitási képességet kieresztik, oldják a gátlásokat, ellazítják a testünket. Ennek köszönhetően számtalan gyermek fogant, számtalan barátság született, ám az etanol agresszívvá, koordinálatlanná, vakmerővé is tesz bennünket. Ennek következményei is számosak: balesetek, verekedések, de még háborúk is. Összességében az alkoholfogyasztás vadászó-gyűjtögető őseink számára valószínűleg nem volt előnyös, de azzá vált, mihelyt áttértek a földművelésre. Az emberek már a legkorábbi településeken is erjesztettek ételt és italt. Az alkoholfogyasztás eleinte még segítette is a társadalmi kapcsolatokat, ám ezek a közösségek növekedése során egyre bonyolultabbá váltak. Az erjesztés hozzásegítette az embert a folyadékok sterilizálásához, mivel az etanol számos baktériumot elpusztít. Erre már az állatok is „rájöttek”: a parazita darazsak által megtámadott gyümölcslegyek több alkoholt fogyasztanak, mert az általában megöli a darazsát, de ártalmatlan a gyümölcslegyek számára.

Az antropológusok többsége szerint őseink véletlenül fedezték fel az alkoholt,

amikor a tárolt gabona ériöntkezésbe került a Saccharomyces élesztőgombával. A legősibb ismert alkoholtároló kb. 7000 éves, Kínából került elő és egyidős a földművelés kezdetével. Akárhogy is történt, hamar rájöttek, hogyan lehet az alkoholt „szaporítani”: egyszerűen hozzá kell adni egy keveset az élesztőgombával érlelt italból valamilyen más italhoz. Készítése és fogyasztása az egész világon elterjedt, egymástól független emberi kultúrákban is. Evolúciónk során azonban több olyan népességcsoport is kialakult, mely rosszul tolerálja az alkoholt. Sok kínai és japán szervezetében hibás az a gén, amely az alkohol-dehidrogenáz enzim termelődéséért felelős, ezért nem tudják lebontani az alkoholt, így kevés is elég ahhoz, hogy leittasodjanak. Az evolúció azonban nem áll meg itt: a populációkban lassan terjedni látszik az „igyal kevebbet” mutáció, és ha ez így lesz, előbb-utóbb megszűnik az alkohol iránti szeretetünk. Persze, ne becsljük le az élesztőgombák evolúciós képességeit...



(2014. május 6.)

EGY ÓCEÁN, MELY MÁS, MINT A TÖBBI

A Vörös-tenger eszményi térség arra, hogy a tengergeológusok kutassák. Itt ugyanis egy olyan óceánt figyelhetnek meg, amely keletkezésének korai fázisában van. Ugyanakkor úgy tűnik, hogy a Vörös-tenger másfajta születési folyamaton ment/megy át, mint a többi óceán. Most a GEOMAR Óceánkutató intézet (Kiel) és a King Abdulaziz Egyetem (Dzsidda, Szaúd-Arábia) kutatói ki tudták mutatni, hogy a sőgleccserek módosították a korábbi modelleket.

A Csendes-, az Atlanti-, az Indiai-óceán, illetve az őket körülvevő kontinensek alkotják azt a földi képet, amit ma ismerünk. Geológiai mércével tekintve azonban mindez csupán pillanatkép. A földtörténet folyamán sok különféle kontinens született, majd vált szét és egyesült újra. Közöttük új óceánok jöttek létre, új tengeraljzat képződött, aztán tűnt el ismét a lemeztectonikai folyamatok során. A Vörös-tenger azon nagyon kevés helyek egyike a mai Földön, ahol egy kontinens szétválása és új óceán születése figyelhető meg; itt válik el egymástól az Arab-félsziget és Afrika. Az említett nemzetközi kutatócsoport tagjai egy hároméves program keretében „testközelből” tanulmányozták

ezt a felhasadást, térképezték a tengeraljzatot, mintákat vettek és mágneses modelszámításokat végeztek. Ezek alapján új megvilágításba került a Vörös-tenger kialakulása. Az nem volt vitatott és ma sem az, hogy a felszakadás és az új tengeraljzat képződése előtt az erős vulkáni tevékenység elvékonyította a földkérget. A riftesedés ott zajlik, ahol a legerősebben hatnak a nyújtó erők. A folyamatok egyes részei ugyanakkor vitatottak.

Mostanáig, a hagyományos, elfogadott szemlélet szerint, egy kontinens széthasadása többé-kevésbé egyidejűleg történik egy teljes vonal mentén, és az óceáni medence képződése egyszerre történik. Ezen a ponton azonban a Vörös-tenger kialakulása nem illik bele a hagyományos képbe. Itt egymás után sorakozó kisebb törésrészek voltak, melyek fokozatosan egyesültek, és ennek alapján az óceán születésének kezdete viszonylag lassú volt. A vulkáni kőzetek viszont nagyon is hasonlóak azokhoz, amelyeket más óceánközépi hátságoknál is találtak. A Vörös-tenger kialakulásának korai szakaszaiban a területet egy igen sekély tenger borította el, mely időközönként kiszáradt. Mindezek nyomán vastag sólerakódások keletkeztek, amelyek később a kontinentális kéreggel együtt eltörték.

Az idő múlásával a só teljesen más-ként viselkedik, mint más üledékes kőzetek; nyomás hatására olyan lesz, mint a szurok és lassan folyt kezd. A tengeraljzatról készült új, nagy felbontású térképek és a mágneses modellezések azt mutatják, hogy az Arab-lemez és Afrika szétválása után a kilométeres vastagságú sólerakódások a gravitáció hatására lassan folyt kezdtek az újonnan képződött árok irányába az óceáni kéreg fölött. Mivel ezek a tenger alatti sőgleccserek nem egyenlő mértékben borítják a riftövezetet annak teljes hosszában, nagy valószínűséggel több kisebb törésövezet jött létre.

Ennek a felfedezésnek igen érdekesek a következményei. Először is, úgy tűnik, hogy szerte a Földön ugyanúgy keletkeznek kontinensek és óceánok. Nem tudjuk viszont, hogy az óceáni kéregnek mekkora részét borítja só, ez pedig megkérdőjelezi a Vörös-tenger kinyílásának koráról korábban alkotott véleményeket. A Vörös-tenger vulkanológiailag igen aktív riftövezete, melyet sőgleccserek vesznek körül, úgy viselkedik, mint egy hatalmas tartály, mely tele van magas hőmérsékletű és igen magas sótartalmú oldatokkal, melyek ráadásul igen gazdagok különféle fémekben. Elképzelhető, hogy a földtörténet folyamán ilyen üledékek más óceánokban is képződhettek, ahol vulkánosság zajlott és sok só volt a környezetükben.

XXIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

A virginiai holdruta Magyarországon

MOLNÁR BENCE

Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja

Magyarországon kizárólag Kunfehértó határában fordul elő természetes élőhelyen a virginiai holdruta (*Botrychium virginianum subsp. europaeum*). Talán éppen ezért került rá a település 1992-ben megalkotott címerére a rajza is. A község mai területe a vasútállomással és a kevés épülettel a XX. század közepén még pusztának számított, és az itt lévő Fehér-tó (a falu folyamatos fejlődését ennek köszönheti) után Bácsfehértónak nevezték, majd Kunfehértó néven 1952-ben nyilvánították önálló településsé. Erdeje a benne található nevezetes növényről kapta nevét, és lett a 120 hektáros terület a *Kunfehértói holdrutás erdő*. Itt élve sokszor csodálkozom azon, hogy ez a ritka növény milyen sok érdeklődőt vonz. A terület emellett számos remek túralehetőséget, a Fehér-tó és környezete jó kikapcsolódást kínál az ide érkezők számára.

Kunfehértó fekvése és rövid története

A Duna–Tisza közének déli és az Alföld nyugati részén fekvő település Budapesttől 160 kilométerre délre fekszik. A legközelebbi városok 11 km-re északkeletre Kiskunhalas (egykor ennek pusztája volt), valamint 12 km-re délnyugatra Jánoshalma. A Duna 50 km-re nyugatra, a Tisza 65 km-re keletre folyik Kunfehértótól. A mintegy 2400 lakosú település belterületét ápolt, virágos parkok, külterületét szóróványtanyák jellemzik. A falu egyik vonzereje a termé-

zetes tisztaságú, kellemes vizű tófürdő és a mellette felépült, 800 ingatlanból álló üdülőfaló. A vadászati, horgászati lehetőségek



A Fehér-tó a hasonló nevű pusztával az 1940-es években



A település elhelyezkedése Magyarországon

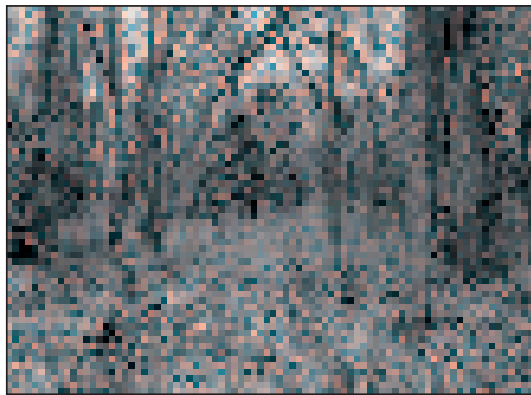
is kiválóak. A tófürdő a strandolási lehetőség mellett az immár hagyományos nyári rendezvénysorozattal is várja vendégeit.

Közép-Európában egyedülálló az üdülőhelytől nyugatra lévő erdőben található növénykülönlegesség, a virginiai holdruta, az ősbörök és az öreg kocsányos tölgy (a közel 200 éves fát a megyében elsőként 1941-ben nyilvánították védetté).

A vidék a bronzkortól lakott, ezt a település környékén talált leletek tanúsítják. Középkori eredetű emlékeket is találtak itt, melyeket ma Sinka mester kincseként tartanak számon: 21 darab ezüst- és aranytárgy. A török korban említenek először ezen a helyen települést 1560-ban. A Kiskunhalas–Bácsalmás–Regőce vasútvonalat 1903-ban adták át. A falu 1952-es megalapítása előtt a Dél-Alföldre jellemző tanyavilág létezett itt, ezért is hívták a falualapítás előtt Fehértó-pusztának. 1932-ben közel 200 tanya állt itt, emellett mintagyümölcsös, magkísérleti telep és két elemi iskola szolgált a lakókat. A tó strandolási lehetőségei is elősegítették a falu megalakulását. A fejlődés nyomán megindult a település kiépülése: az állami gazdaság által építettet házakon túl a tó közelében üdülőfaló jött létre. Népszerűek a nyári programok, amelyek közül a 2012-től Holdruta Fesztiválnak nevezett a legismertebb.

A virginiai holdruta

A kígyónyelvfélék családjába tartozó növény az árnyékos, mészkerülő élőhelyeket kedveli. A Kunfehértó határában lévő állomány eredetileg keményfaligetből alakult, napjainkban telepítéssel egyre



A virginiai holdruta élőhelye

inkább akácos állományúvá váló és gyorsosodó üde gyöngyvirágos tölgyes. Az évelő növény jellemzően 15–40 centiméteres magasságra nő, spórásan elérheti a 60–70 centimétert is. A holdruta föld alatti gyöktörzséből meddő (asszimiláló) és spóratermő levelek hajtanak ki. Előbbiek 3–4-szeresen szárnyasan összetettek, legezőszerűen szétterülők, a nyelük és lemezeik ferde helyzetűek. Kerületük közel szabályos háromszöget alkot, méretük (területük) akár több tenyérnyi nagyságú is lehet. Utóbbiak a meddő karéjokkal egy pontból fejlődnek ki: kétszeresen szárnyasan tagoltak, amelynek ágain hosszában és két sorban helyezkednek el a spóratartók. A növény érett spóráit júniusban és júliusban szórja. Érdekességként érdemes megjegyezni, hogy a többi páfrányfajtól eltérően, a kigyónyelvfélék levele fiatalon nem bekunkorodott alakú. Gömb alakú, vastag falú sejtekből álló, előre kialakuló felnyílási helye: a sztomium (száj). A holdruta sporangiumai haránt irányú hasadással nyílnak fel, amelyekben egyenként 2000-nél is több, lisztfinomságú, gömbös, tetraéderes spóraszemek vannak. Az eddig elvégzett vizsgálatok azt igazolják, hogy a spórából kifejlődő előtelep már néhány sejtes korában megfertőződik az akáchoz kötődő gombafajjal, ami a további növekedés előfeltétele. A virginiai holdruta előtelepe tömör, gumószerű, amely kb. 2 cm hosszú.

A virginiai holdruta a virágos növényeknél legősibb törzsébe, a haraszt-félék közé tartozik, legközelebbi közismert rokonaik a páfrányok. Esősebb években az akár fél méteres magasságot is eléri, levele osztott és csipkés vagy más néven fogas, a megjelenés teljesen páfrányszerűvé teszi. A holdruta fejlődése – az orchideákhoz hasonlóan – gombákhoz kötött lassú fejlődési folyamattal. A holdruták többi faja az északi mérsékelt övben mindenfelé megtalálható, de leggyakoribb Észak-Amerikában. Európában 7 holdrutafaj él, közülük

Magyarországon az ágas holdruta (*B. matricariaefolium*) és a sokcimpájú holdruta (*B. multifidum*) fokozottan védett, míg a kis holdruta (*B. lunaria*) „csupán” védett. Közülük az erdő árnyékában a virginiai holdruta érzi leginkább jól magát. További érdekesség, hogy a középkori babona szerint a növény éretlen sporangiumait az alkimisták a bölcsek kövének tartották, vagyis nem hiányozhatott egy felsőbbrendű gyógykenőcs összetételéből.

A kunfehértói holdrutás erdő jellemzői

A virginiai holdruta őspáfrányokhoz közelálló harasztféle. Erre utal az is, hogy a nagyobb méretű, meddő levél-szárny egy-két tenyérnyi, három-négyszeresen osztott és csipkésfogas szélű, mint egy páfrányé. A kevésbé hozzáértők vagy felületes szemlélők könnyen összekeverik a parlagfűvel.

A virginiai holdruta itteni állományát 1951-ben Zólyomi Bálint és Baksay Leóna botanikusok találták meg és határozták meg a fajt. A későbbiekben a témával foglalkozó kutatók között két magyarországi körvonalozódtat jelenlétének okaként. Az



A növény fejlettségi állapota 2013. május végén

egyik természetesen őshonosnak tartotta, a másik szerint a XIX. század elején megkezdett erdősítések során, az akkor gyakran külföldről behozott facsemeték

földlabdájával jutott mai termőhelyének közelébe a holdruta, és onnan spórái segítségével telepedett meg a természetes erdőállományokban. Egyesek szerint valószínűleg az Alföld fásításakor amerikai akácok kerültek a területre, velük együtt pedig a virginiai holdruta spórái is. Azért nem terjednek tovább, mert az akáchoz kötődik egy gombafaj, ami a virginiai holdrutával él szimbiózisban. Így az akác előfordulási területével egybeesik elterjedése. A lényeg, hogy jelen van, és a természetvédelem feladata megóvni ezt a kontinensünkön ritkának számító növényt: a területet 1975-ben helyezték



A spóratermő rész

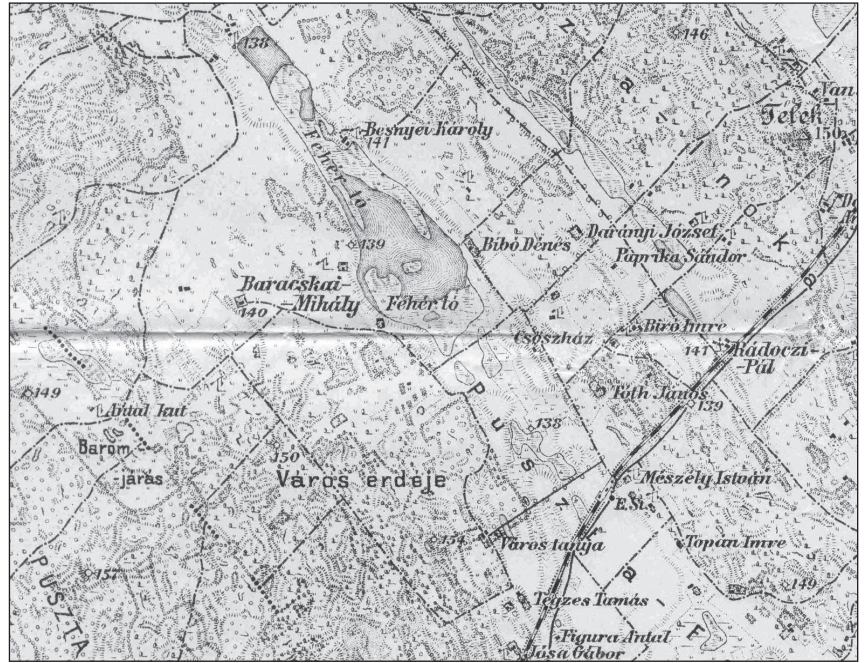
védelem alá, és természetvédelmi kezelője a Kiskunsági Nemzeti Park. A virginiai holdruta a Magyar Közlöny 2012. szeptember 28-án kiadott 128. számában megjelent, a vidékfejlesztési miniszter 100/2012. számú rendelete szerint fokozottan védett, természetvédelmi eszmei értéke 100 000 forint.

A szakemberek az erdőben körülbelül 1000 főre becsülik a virginiai holdruta állományát, azzal együtt, hogy a növény fejlődési sajátosságai okán a pontos szám nem állapítható meg. Másrészt a számlálást nehezítve a cserjeszint alig járható, és a holdruta beleolvad környezetébe. A virginiai holdruta spórái akár több száz évig is életképesek lehetnek. A felügyelt terület egy részén az erdőt kivágták, annak ellenére, hogy nem volt adat: van-e ott virginiai holdrutaspóra vagy -tő.

Nyilván a termőhely adottságával van összefüggésben, hogy az Amerikában élő példányokhoz képest az itteni növények csupán fele magasságra fejlődnek. A talajvízszint csökkenése és az egyre melegebbé váló éghajlat (globális felmelegedés) okozta vízhiány következményei jól megfigyelhetők az erdő képén. A védett területet egyetlen növényfaj, a virginiai holdruta háborítatlan fennmaradása érdekében

alakították ki. Az ilyen „fényüzés” legnagyobb ritkaságok vagy a legkényesebb fajok esetében elengedhetetlen, hiszen az adott növény megőrzésére nincs más lehetőség. Ezért fokozottan mérlegelni kell minden további beavatkozást.

Az erdő első megmaradt írásos emléke az 1700-as évek közepéről való: Nagy Szeder László a „Kiskun-Halasz város gazdaságtörténete” könyvében közcélú nyárfaerdőről ad hírt. A későbbi idők térképein is erdőként jelölték területét, amelyet a XIX. század elején elkezdett erdőtelepítésekkel állandóan növeltek. Kezdetben még őshonos fajokról szólnak a telepítések, de néhány évtized múlva jelentőssé vált az akác, majd a XX. század eleje óta a nemes nyár és a fenyők telepítése is megkezdődött. A leírtak alapján átalakult a korábbi természetes erdő képe. Az erdészek és területtel foglalkozó többi szakember szerint a telepítések óta 42 fás szárú növényfaj (ebből 26 fa és 16 cserje) található a területen. Az eredeti, vélhetően gyöngyvirágos tölgyerdő faállományának jelentős részét ma az akác alkotja. A megmaradt őshonos fajokat a szürke nyár és a kocsányos tölgy alkotja. A fajokban aránylag gazdag cserjeszint a gyöngyvirágos tölgyes maradványa, akárcsak a gypszintelen élő gyöngyvirágok, a salamonpecsét és a kék ibolya. Az utóbbi évek botanikai vizsgálatai a holdrután kívül kimutattak más érdekes növényeket is: például a szálkás pajzsikát (*Dryopteris carthusiana*), ami a szintén a páfrányok közé tartozik (az Alföldön ritkának számító faj is erről a védett területről származik), vagy az orchideafélékhez tartozó kis és széles levelű nőszőfüvet (*Epipactis*



A vidék térképe az 1930-as években

adottak számára. A holdruta hasonló minőségű termőhelyeket százával találhatna, és még a távolság sem okozna a növénynek gondot, mivel a lisztfinomságú spóráit bárhová elhordja a szél, mégis, az akáchoz kötődő gombafaj miatt ez az egyetlen előfordulása a Kárpát-medencében.

Az erdő pusztulása és védelme

A területért felelős erdész szerint az erdőpusztulást leginkább kiváltó ok a talajvíz hiánya: az elmúlt harminc év alatt a szintje több métert csökkent az eredeti állapothoz képest. A talajvíz elhelyezkedését a fedő- és fekértégek helyzete határozza meg. Kunfehértón és környékén nem beszélhetünk fedőrétegről, mert a talaj permeabilis, azaz átteresztő. A talajszerkezet-vizsgálatok alapján a fekértég helyzete meghaladja a -30 métert, a Homokhátságon, Kunfehértón ez 2–5 méterrel mélyebb. A talajvíztároló réteg vastagsága így átlagosan 33,5 méter, ebből kivonva az átlagos talajvíztükörszintet (-550 cm), a talajvíztároló réteg átlagos vastagságát 28 méternek számolják Kunfehértón. A talajvíz csökkenése bonyolult probléma: mivel a csapadék mennyisége adott a vízfolyási és -tározási lehetőségek és viszonyok befolyásolásával lehet rajta változtatni, amely mindenképpen komplex vízgazdálkodást igényel.

Összefoglalás

Munkám témájaként azért választottam a virginiai holdrutát, hogy felhívjam a figyelmet erre az igen ritka növényre. A holdruta megőrzése érdekében remélhetőleg egyre többet tesznek, például felügyelik a fenyőfák betelepítését, gondosan ügyelnek a meglévő fák és növények állapotára, és ha szükséges, cselekednek az illetékesek (például erdészek, természetvédők és a Kiskunsági Nemzeti Park által szervezett védelem). Örülök, hogy ennek a Magyarországon egyedülálló növénynek a kutatása során jobban megismerhettem a falumhoz kapcsolódó más ritkaságokat.

Az írás diákpályázatunkon az Önálló kutatások, elméleti összegzések kategóriában az Élet és Tudomány különdíját kapta.

Irodalom

- Borovszky Samu (szerk.): Magyarország vármegyéi és városai. Pest-Pilis-Solt-Kiskun vármegye II. Budapest, é.n.
- Farkas Sándor (szerk.): Magyarország védett növényei. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1999
- Garami László – Garami Lászlóné: Zöld utakon. Védett természeti értékeink kalauza. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1997. 416-417. o.
- Tóth Károly (szerk.): Nemzeti park a Kiskunságban. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 1979. 61. o.



Frissen letermelt erdőrészlet

microphylla, *E. helleborine*) és a madárfészkek kosbor (*Neottia nidus-avis*) is.

Az erdő a védeltséget a virginiai holdruta (*Botrychium virginianum subsp. europaeum*) miatt kapta, amely a dús gypszintben él, és az élőhelyi feltételek

Petz Aladár emlékezete

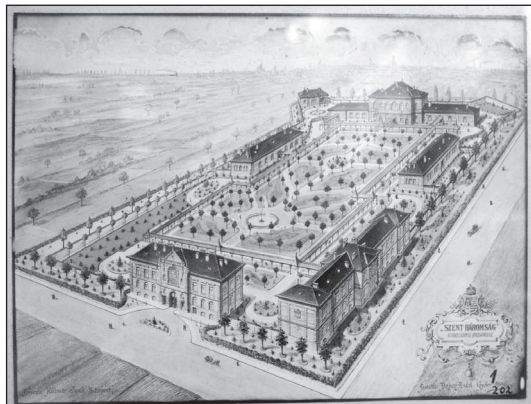
MATKOVITS ANNA

Veres Péter Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szakképző Iskola, Győr

Ma Győr város kórháza Magyarország egyik legnagyobb, legmodernebb és legjobban felszerelt intézete. Hogy kórházunk eddig fejlődhetett, abban névadójának, Petz Aladárnak oroszlánrésze volt. Minden munkaerjét és ambícióját az akkor ugyan már újjáépített, de sok tekintetben még mindig kezdetleges állapotban lévő kórház fejlesztésének szentelte. Nevét mégis csak az emberek elenyésző száma ismeri. Fontosnak tartom Petz Aladár munkásságát, aki emberek életét mentette meg a találmányaival. Köztük talán legjelentősebb a gyomor- és bélvarrógép tökéletesítése, ami az egész világon a magyar feltaláló dicsőségét hirdeti. Korábban, amikor még nem létezett ez a szerkezet, emberek halálát okozta a műtét szövődményeként bekövetkezett hashártyagyulladás.

A kórház régen...

A kórház teljes történetét bemutatni eme cikk terjedelmi korlátai között lehetetlen, de megemlítjük a fontosabb állomásokat.



A győri kórház pavilonos épülete régen

A történet 1749 októberében kezdődött, amikor letették a győri Szentháromsági Kórház első alapkövét. A kezdeti kórházi vagyon mai szemmel nevelésesnek tűnhet. Az első számadások 12 szalmazsákról, 23 lepedőről és 10 takaróról számoltak be. A bevételek egyes adományokból, végrendeleti hagyatékokból, a kórházi lélekarang megkondításáért fizetett garasokból és a kihágási büntetésekből állt.

Számos kiváló ember gyarapította a kórház hírnevét. Többek között *Mulartz János Henrik*, aki végrendeletében 22 000 forintot hagyott a kórházra. Mulartz János Henriket halála után abban a kórházi kápolnában helyezték örök nyugalomra, amit még ő építtetett. 1809 nevezetes esztendő a kórház történetében, ugyanis ekkor lépett az élére *Karffy Antal*, aki az 1831-es évi kolerajárvány leküzdésében vállalt nagy szerepet. Az abszolutizmus idejében kórházunk újabb megpróbáltatásokon ment keresztül. Nem elég, hogy anyagi gondokkal küzdött, de többször árasztotta el a víz, ami súlyosbította a higiéniai körülményeket is.

A Petz család neve 1884-től kötődik a kórház történetéhez. *Petz Lajos* a Rókus Kórházban volt alorvos, majd innen *Lumnitzer Sándor* főorvos megüresedett sebészeti osztályvezetői helyére került.

Tanulmányait Bécsben végezte, ahol olyan kiválóságok tanítottak, mint *Billroth*, *Skoda*, *Rokitánsky*, *Hebra*, és még sokan mások. Hazatérése után több kísérletet tett a győri kórház fejlesztésére, kezdetben sikertelenül, végül kilencévi harc után megvalósíthatta álmát, és a mai Zrínyi utcában felépítették az akkori közegészségügyi állapotokat meghazudtoló, pavilonrendszerű közkórházat. A betegforgalom gyorsan növekedett, így helyhiány miatt újabb bővítési tervek láttak napvilágot. 1910-ben *Horváth Imre* győri polgár adományaiból egy önálló sebészeti osztály épült.

Petz Lajos ideje alatt a kórházat többször bővítették. 1922-ben, 38 év után ment nyugdíjba. Utána fia, *Petz Aladár* vette át a kórház vezetését.

Petz Aladár élete és munkássága

„*Qui tacet, consuetudine videtur!*” – vagyis, „aki hallgat, az beleegyezni látszik”, vallotta a történelmi eseményektől, pillan-

nyi szituációktól soha nem zavartatva. Állhatatos, humánus, precíz, mindig az újra, optimálisra igyekezett törekedni, határozott, kemény vezető – így emlékeztek Petz Aladárra tanítványai.

Petz Aladár 1888. december 10-én született Győrött. Középiskolai tanulmányait a helyi Állami Főreáliskolában végezte.



A Petz Aladár Megyei Oktató Kórház napjainkban

te. 1906-ban felvételt nyert a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem orvosi karára. Orvosi oklevelének minősítése summa cum laude. 1911-től 1913-ig a budapesti I. sz. Belklinikán *prof. Báró Kéty Károly* mellett dolgozott. Ahogy ideje engedte, átjárt az egyetemi Kórbontani Intézetbe is. 1913 szeptemberében már az I. sz. Sebészeti Klinika műtőnövéndéke lett, itt szerezte meg a műtőorvosi oklevelét is. Az első világháborúban is jelentős szerepet töltött be, ugyanis 40 hónapot szolgált mint egészségügyi alkalmazott. Volt népfelkelő, és megfordult a szerb és olasz harctereken is. 1917-től a *motorizált K.u.K Chirurgische Kraftwagen Ambulanz No. 1. Stiftung Erzherzogin Maria Theresé sebészcsoport* főparancsnoka. Háborús érdemeiért a Ferenc József Rend lovagkeresztjével és a Vöröskereszt II. oszt. díszjelvényével is kitüntették. 1919-től a II. sz. Sebészeti Klinikán dolgozott műtőnövéndékként egészen addig, amíg ki nem nevezték édesapja helyére mint sebész főorvost és kórházigazgatót. Ekkor csupán a 34. életévét töltötte be. Petz Lajos példáját, iránymutatását 28 éven keresztül hűen követte. Elhivatottan végezte munkáját, 1922 őszén már kidolgozta kórházfejlesztési ter-

vét, amit 1925 és 1928 között sikerrel meg is valósított. Ennek eredményei látványosan mutatkoztak meg: a kórházi férőhelyek száma 320 ágyról 700-ra emelkedett. Megépült a fertőző betegek osztálya, az új belgyógyászati osztály, az idegsebészet, az elmeosztály, egy gyerekosztály és egy bőrgyógyászati osztály. Az akkori legfontosabb területekre osztályvezető főorvosok kerültek. A prospektúra a mai formáját akkor nyerte el, és a hűtőkamrák kiépítésére is akkor került sor. Mivel a kórház területe már átlépte a város határát, ezért megépítették a máig is álló kőfalat. Gondnoki és portáslakások, konyhai pavilon, fertőtlenítőépület, kocsiszín, istállók és kocsislakások épültek. A haladást szolgáló jellemmel megáldott sebészt azonban az emelte ki a középszerűségéből, hogy egy olyan műszert szerkesztett, amely évtizedek óta szolgál világszerte, és máig a magyar feltaláló dicsőségét hirdeti.

A hazai orvostársadalom megbecsülésének bizonyítékai azok a tisztségek, amelyeket a szakmában töltött be. A II. világháború előtt tagja volt az Országos Közegészségügyi Tanácsnak, a Magyar Királyi Közigazgatási Bíróság Orvosi Tanácsának, alelnöke a Magyar Országos Orvos Szövetségnek, társelnöke az Országos Orvos Szövetség kórházi szakosztályának, alelnöke a Magyar Klinikák és Kórházak Szövetségének, igazgatótanácsai tagja a Magyar Orvosi Könyvkiadó Társulatnak, és a Városok és Vármegek Országos Mentőegyesületének. Számára



A Petz-émlékszoza a múzeumban

kezelését. Műszaki érdeklődése mellett életcéljának tartotta a kórház fejlesztését. Petz Aladár fáradhatatlan buzgósága és a kormány nagyvonalú szociális politikája folytán a kórház olyan bőkezű anyagi támogatásban részesült, hogy valóra válhattak a kibővítésre és felszerelésre vonatkozó legmerészebb álmok is. Elszántságát tükrözi az általa írt *Győr Szabad Királyi Város Szentháromság Kórházának Múltja és Jelene* könyv. Ebben a kórház 1749-től 1928-ig terjedő történetét teljes részletességgel mutatja be. Szerette a várost és a kórházat, amihez a családi tradíciókon kívül rengeteg élmény és eredmény fűzte. A kórházat, a műszereket, a dolgozókat és a betegeket, ha kellett, élete kockáztatásával is képes volt védeni. Ezt tette, amikor megtagadta a nyilaskeresztes államtitkár kitelepítési parancsának végrehajtását, vagy amikor az apácák leváltását utasító parancsot tagadta meg. Az ostrom alatt minden percét a kórház falai között töltötte, és a tanulságokat leszűrve megírta az *Egy légitámadás tanulságai a vidéki közkórház szempontjából* c. könyvét. A háború után elítéltek, mint a régi rend hívét, de a széles szakmai társadalom kiállt mellette, és a nevét törölték a bélistáról. A megaláztatások elől a munkájába menekült. Számos közleménye jelent meg a hazai és külföldi szaklapokban, és tökéletesítette a combcsont húzató kezelését és a combcsonttörések ellátását könnyítő készülékeit. Az 1950-es évek elején, amikor elterjedtek a combnyakszegezések, megszerkesztette az univerzális szög mérőt, ami a töréssíkot segített meghatározni. 1950-ben, mivel nem tartották alkalmasnak a kórházi igazgatói állás további betöltésére, leváltották. Munkáját tovább folytatta mint aktív gyógyító, fejlesztő sebész főorvos. Megszerkesztette

a combfeszítő készüléket, azonban ezt nem alkalmazták gyakorlatban. 1954-ben a budapesti sebészkongresszuson bemutatta a gyomor- és bélvarrógép tökéletesített példányát. 1955-ben megjelent *A heveny hasúri betegségek (hasi katasztrófák) és azok kórhatározása* című gyakorlatias szemléletű könyve. Még ebben az évben kitüntették, és miniszteri elismerésben részesült, megkapta a Szocialista Munkáért érdemermet. 1956. február 27-én alkotóerejének teljében váratlanul hunyt el. Késői házasságából gyermek nem született, így egyenes ági leszármazottja nincs. Végrendeletében édesapjának, Petz Lajosnak magángyűjteményét, értékes festményeket és a családi irattárat, amely értékes adatokat tartalmaz városunk és orvosi történelem terén is, a győri Xantus János Múzeumba hagyta. Halálával nemcsak a város, hanem az egész ország orvostársadalmát óriási veszteség érte.

A gyomor- és bélvarrógép

„Gyomor bélvarrógépemet, mint klinikai tanársegéd, 1920-ban szerkesztettem. Egyrészt abból az elgondolásból és szükségéből kiindulva, hogy a sebészeknek súlyosan fertőző tartalmú széles lumenűt kell az emésztőcsatornának megnyitni, melyekből eredő szennyezés a következményes hashár-



A győri Xantus János Múzeum, ahol a Petz-hagyatékot őrzik

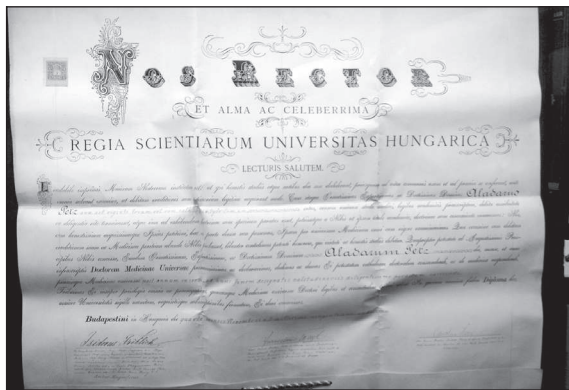
mégis a legnagyobb megbecsülést az jelentette, amikor 1936-ban a Magyar Sebész Társaság elnökének választották. Korántsem elégedett meg addigi eredményeivel, felismerte a technika szükségzerű fejlődését, és megszerkesztette az ún. *distractios készüléket*, amely megvalósította a nyílt alkar- és lábszártörés modern



Petz Aladár

tyagyulladás miatt a betegre nézve a legnagyobb fokú életveszélyt jelenti. Másrészt, az ilyen fertőzött tartalmú, széles lumenű kézi úton történő elvarrása sok időt vesz igénybe, ami a műtétet igen meghosszabbítja és ez a körülmény főleg alatatott betegnél tovább komoly veszélyt jelent.”

(Dr. Felpéczi Petz Aladár)



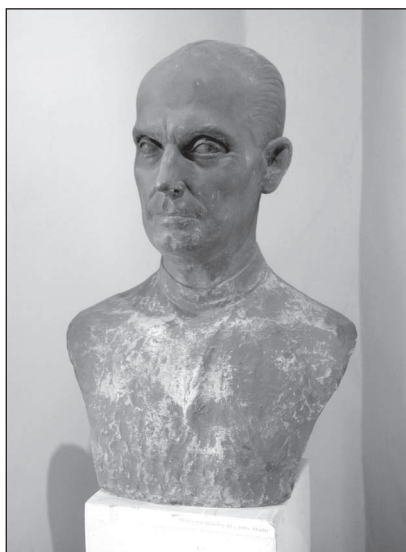
Petz orvosi diplomája

A gyomorvarrógép kitűnő gépkonstrukció, ami közel 40 éven keresztül „uralkodott” a sebészeti műtőkben, és nagy segítséget nyújtott a sebészeknek. Használatba vétele a *resectiot* (kimetszést) zárttá, tisztává tette, és megszüntette a hasüreg fertőzésének veszélyét, ami az antibiotikumok használata előtt nagyon nagy jelentőséggel bírt. A szerkezet által végzett gyomorcsonkolás jelentősen meggyorsult, és biztonságossá vált. Természetesen amióta megjelentek a korszerűbb, sokoldalúbb, tökéletesebben záró varrógépek, a Petz-gép gyártása és használata megszűnt.

Maga a sebészeti varrógép gondolata nem volt új. Az első, gyakorlatban is alkalmazott gyomorvarrógépet *Florian Hahn* szerkesztette a XX. század elején. Ez egy gyomorklammerre szerelt miniatűr varrógép volt, ami ugyanazon az elven működött, mint a nagy háztartási varrógépek. Vékony selyemfonállal varrt, s hátránya az volt, hogy a lument csak a bél átvágása után lehetett zárni, az egyrétegű varrat gyakran felbomlott, és méretei miatt kiterjedtebb gyomorműtéteknél nem is lehetett használni. Ezt a szerkezetet hamarosan kivonták a forgalomból. A második, korszakalkotó készüléket *Hüttl Hümér* tervezte, akinek sikerült egy neves orvosi műszerész, *Fischer Péter* segítségével az első többé-kevésbé használható gyomorvarrógépet megszerkesztenie. Ez az 1907-ben bemutatott varrógép már nem selyemmel vagy catguttal (állati eredetű, belek kötőszövetéből előállított sebészeti fonál), hanem finom fémkapcsokkal varrta el 4 sorban egymással párhuzamosan a gyomrot, és a sebész 2–2 kapocssor között zártan tudta azt átvágni. A bent hagyott gyomorcsonkot azután finom selyemvarrattal buktatták. Ezáltal kizárta azt a veszélyt, hogy a fertőző, többnyire karcinomás gyomorcsonk tartalma a hasüregbe ömöljön.

Voltak azonban a Hüttl-féle varrógépnek is hátrányai. Elsősorban nagyon drága volt, ezért az egész világon kb. csak 50 db került forgalomba. Magyarországon is csak kevés kórház tudta beszerezni.

További hátránya volt a gépnek, hogy rendkívül ormótlan és több kg súlyú szerkezet volt, aminek kezeléséhez műtét alatt egy külön segédre volt szükség. Sterilizálásakor nagy mennyiségű hőt vett fel, és nagyon lassan hűlt le. Mivel a forró gépet nem lehetett használni, Hüttl professzor használat előtt néhány üveg étterrel locsolta le, ami költséges hűtési mód volt. A gép elterjedését hátráltatta még az is, hogy minden használat után orvosi műszerészhez kellett vinni, hogy a kapcsokkal újratöltsék, mert ez házilag nem volt kivitelezhető.

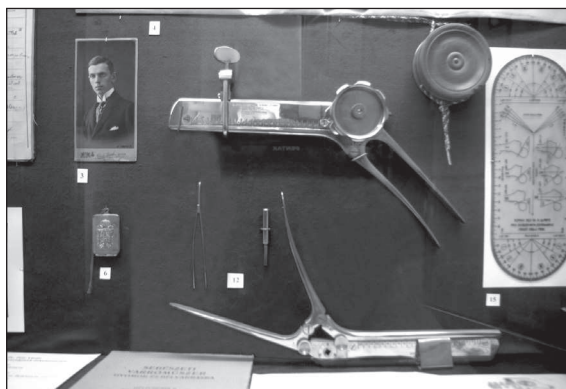


Mellszobra

Ezeket a problémákat segítette a Petz-féle gyomorvarrógép. Petz a budapesti II. sz. Sebészeti Klinika tanársegédjeként 1920-ban kezdett vele foglalkozni, abból az elgondolásból és szükségességéből kiindulva, hogy a sebészeknek nagy lument kell lefogni, számolva annak lecsúszásával vagy kinyílásával. A beteget ezáltal az életveszélyes hashártyagyulladás veszélyeztette. A gyomorlumen kézi úton történő elvárrása sok időt vett igénybe, ami a műtét idejét jelentősen meghosszabbította, és abban az időben alkalmazott narkózis komoly kockázatot jelentett a beteg életére nézve. Petz elgondolásait és saját készítésű rajzait több szak-

embernek megmutatta. Az első modellt egy budapesti műszerészüzemben készítette el. Abban az időben még nem voltak megfelelő marógépek, ezért az első modell kézi reszeléssel készült, ez természetesen nem volt alkalmas arra, hogy nagyobb számban, precízen elkészítsék. A következő modell kényes munkát igénylő varrószerkezeti része a budapesti Tavaszmező utcában készült, ahol egy művezető túlóránban készítette el, méghozzá ugyanaz a szakember, aki a Hüttl-féle gépek varrószerkezetét is gyártotta, és ezen a téren már tapasztalt volt. A varrógép nyelét az orvosi műszerüzem alakította ki. Petz a gépi varrat tartását kutyagyomrokon, majd később hullából kivett emberi gyomrokon próbálta ki. A kísérlet fő célja az volt, hogy megvizsgálja, a 4 kapocssorból kettőre redukált varratsor nagyobb nyomásnak is ellen tud-e állni, ezért a géppel átvartt gyomrokat vízcaphoz erősítette. Megfigyelte, hogy a vízzel való feltöltés és nagyobb nyomás ellenére is jól tartanak-e a kapcsok, és nem szivárogo-e a varratokon át valahol a víz. Az eredménnyel meg volt elégedve. Petz tehát kétféle módosítást tett a Hüttl-féle varrógépen: négy kapocssor helyett kettőt alkalmazott, drótkapcsok helyett pedig vékony újezüst szalagból készített kapcsokat használt. A fogó külső alakja is megváltozott, más rendszerű zárást, az ún. excenter emelőt alkalmazta, ami roppant egyszerű, megbízható és erőteljes zárást biztosított.

Az így megszerkesztett készülék külsejében és belső szerkezetében is más volt, mint a Hüttl professzor által megtervezetté. Lényeges még, hogy a Petz-féle varrógép súlya az előzőek kb. fele volt. A készüléknek kapcsokkal való feltöltése többé nem okozott gondot, a műtős könnyen elvégezhette, emellett lényegesen olcsóbb lett, és sterilizálásakor nem vett fel annyi hőt, mint elődje. Keskeny formája miatt



A gyomorvarrógépet bemutató tárló

jobb hozzáférhetőséget biztosított a hasüregben, mint a nagy tömegű Hüttl-féle varrógép.

Amikor az első műszer elkészült, Petz bemutatta a Magyar Sebésztársaság 1921-ben megtartott éves kongresszusán a hazai orvosoknak. Az előadáson jelen volt Hüttl professzor is, aki elhozta a saját gépéről készült ismertető broszúrát, azért, hogy a hallgatóság között szétoszthassa. Előadás után Hüttl leült Petz mellé, kezébe vette a varrógépet, és annak szorító hatását bőr szemüvegtokján kipróbálta. Megnézte a gép által hagyott öltéseket, majd gratulált a szerkezethez, és kijelentette, hogy ez jobb, mint az övé, és leállította a sajátja gyártását. (Ritkaságszámba ment az ilyen önzetlen, nemes cselekedet, és híven mutatja Hüttl Hümér emberi nagyságát is.)

A Petz-féle gyomorvarrógép gyártása nehézségekbe ütközött. Az orvosi műszerüzem, amely az első modellt és a másodiknak a nyelét készítette, ugyanis csak félévenként vállalta egy gép legyártását. 1923-ban Petz kapcsolatba lépett a tuttlingeni *Jetter und Scheerer* orvosi műszergyárral, amely akkoriban a világ egyik legnagyobb orvosi műszergyára volt. A személyes bemutatást és ismertetést követően Scheerer ellenőriztette a készüléket és annak teljesítményét egy műszerésszel, majd kijelentette, hogy vállalja a szériában való gyártását. A gyár elkészítette a szükséges műszaki rajzokat, majd a megfelelő műszaki felkészülés és a szabadalmi bejelentés után megkezdte a varrógép tömeges

Amerikában szinte csak ez a gép volt elterjedt.

A Petz Aladár Kórház napjainkban

Petz Aladárt követően *Kocsis Ferenc*, *Tóth Béla*, majd *Marton Zoltán* vezette az intézményt. *Mike Zoltán* 1953. szeptember 16-tól állt a kórház élén. Irányítása alatt 1957. április 1-jén vette át a Megyei Tanács a győri 8. számú Honvédkórházat 255 működő ágygal, minden felszereléssel s a működéshez szükséges személyzettel együtt. *Mike Zoltán* 1957. június 15-én Győr-Sopron Megyei Tanács V.B. Egészségügyi Osztályának vezetésével bízták meg. Helyét 1957. szeptember 1-től *Tamás Loránd* belgyógyász osztályvezető főorvos foglalta el. 1959. május 11-én a Győr-Sopron Megyei Kórház igazgató főorvosává *Szász János* főorvost nevezték ki. 1961-ben első ízben került olyan átfogó beszámoló a kórházfenntartó

Megyei Tanács Végrehajtó Bizottsága elé, amely nemcsak az intézmény állapotát írta le, de meghatározta a fejlesztési irányait is.

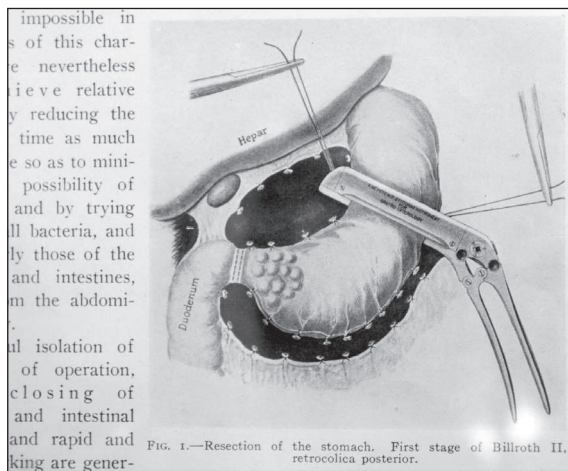
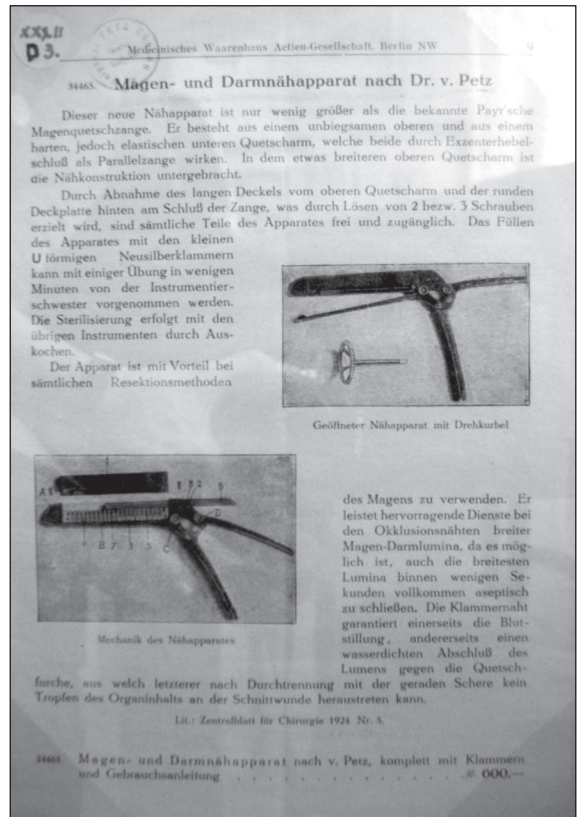
Szász János 1971. november 1-jén lemondott igazgatói beosztásáról, és a női Pszichiátriai Osztályvezető főorvosként működött tovább, egészen 1982 januárjában történt nyugdíjba vonulásáig. Többéves elemző és előkészítő munka eredményeként – már *Horváth Ottó* főigazgatója idején – 1973-ban elfogadták a kórházi fejlesztés első ütemének programját, amely meghatározó jelentőségű volt a Megyei Kórház történetében. Működése során a

Győri Megyei Kórház szakmai színvonala és országos elismertsége ugrásszerűen növekedett. Ennek volt köszönhető, hogy az egyetemi rangra emelt Orvostovábbképző Intézet alkalmasnak találta a győri kórházat arra, hogy országos hatáskörrel részt vegyen a szakorvos-továbbképzés munkájában. Ezekben az években lényegesen megszilárdult a kórház rendelőintézeti integráció, kibővült a megyei és városi intézményekkel történő szakmai együtt-

működés. *Horváth Ottó* főigazgató főorvos 1986 márciusában a Megyei Kórház és Rendelőintézetből az Egészségügyi Minisztériumba helyezték át, miniszterhelyettesi beosztásba. Egy hónap elteltével 1985. április 16-tól a Megyei Kórház és Rendelőintézet főigazgató főorvosi beosztásába *Kelemen István* került.

1990-ben a Népjóléti Minisztérium rendelete értelmében a főigazgatói főorvosi beosztásra pályázatot írtak ki. 1991. január 1-től *Bugovics Elemér* nevezték ki a kórház főigazgatójának, aki kiemelten fontos területként kezelte a minőségbiztosítási rendszer kialakítását és működtetését. A minőségügyi rendszert kiterjesztette a vezetés-igazgatás, humánforrás, információkezelés, betegellátás minden területére, az infékciónkontroll szabályozására, az épületek és berendezések működtetésének biztosítására és a minőségfejlesztésre. A gyógyító és ápoló munkával kapcsolatban rendszeresen végzett betegelégedettségi vizsgálatok visszajelzéseit figyelembe véve segítették a betegek gyógyulását.

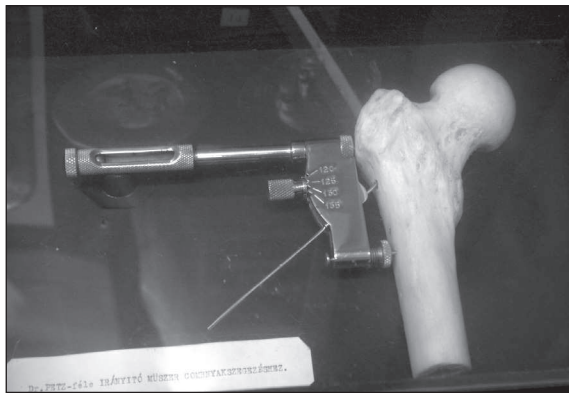
2005. július 1-jétől *Varga Gábor* lett a Petz Aladár Megyei Oktató Kórház főigazgató főorvosa, aki osztályvezető főorvosként 1987-től dolgozott az intézményben. Fő feladatának a gazdálkodási rendszer újraszervezését és az intézmény tevékenységeinek racio-



A gyomorvarrógép működését bemutató, angol nyelvű szakkönyv részlete

gyártását. Petz az első száz elkészült szerkezet után 1924-ben kezdte külföldi szaklapokban terjeszteni találmányát, amikor az már beszerezhető volt.

Később több külföldi (német, japán, spanyol) konstruktőr, valamint Magyarországon *Sándor István* újpesti sebész főorvos módosítottak a gépen, de egyik sem terjedt el. A németeknél még az Ulrich-féle varrógép terjedt el, de ott is inkább a Petz-gépet használták a sebészek,



Combyakszegecselest segítő készüléke
(A szerző felvételei)

nalizálását nevezte meg. 2010. július 1-jétől a Győr-Moson-Sopron Megyei Közgyűlés Tamás László Jánost bízta meg az Intézmény főigazgatói feladatainak ellátásával. 2012-ben Győr-Moson-Sopron Megyei Önkormányzat az Új Magyarország Fejlesztési Terv Társadalmi Infrastruktúra Operatív Program keretében több mint tízmilliárd Ft vissza nem térítendő támogatást nyert el, amit a kórházi infrastruktúra fejlesztésére használt fel. Ennek keretében megszüntették a Zrínyi utcában gazdaságtalanul működő kórházat és annak osztályait a pszichiátria kivételével az új, 2013. február 28-án átadott épületszámban helyezték el. Szükség volt egy helikopterleszálló kiépítésére is, hogy a speciális esetek is minél gyorsabban kaphassanak szakszerű ellátást. A leszállót az A épület tetejére, mintegy 330 m² területre építették, ami biztosítja akár az éjszakai leszállás biztonságos feltételeit is. A mai kórház méltó a XXI. század követelménye-
ihez, és méltó névadójához is.~

hez, és méltó névadójához is.~

Az írás diák pályázatunkon az Ernst Grote professzor alapította Orvostudomány kategóriában I. díjat kapott.

Irodalom

Dr. Ostorharics H. Györgyné: Petz Aladár élete és munkássága, 1996

túra fejlesztésére használt fel. Ennek keretében megszüntették a Zrínyi utcában gazdaságtalanul működő kórházat és annak osztályait a pszichiátria kivételével az új, 2013. február 28-án átadott épületszámban helyezték el. Szükség volt egy helikopterleszálló kiépítésére is, hogy a speciális esetek is minél gyorsabban kaphassanak szakszerű ellátást. A leszállót az A épület tetejére, mintegy 330 m² területre építették, ami biztosítja akár az éjszakai leszállás biztonságos feltételeit is. A mai kórház méltó a XXI. század követelménye-
ihez, és méltó névadójához is.~

Dr. Ostorharics H. Györgyné: Vázlat a győri kórház történetéről és Petz Aladár életéről, tanulmányairól, 1984

Győr- Sopron Megyei Hírlap, 1956. márc. 6
Dr. Mitkó Vilmos: Magyar Sebészet, 1956/ 9

Petz Aladár: Magyar Sebészet, 8. évf., 3. sz., 1955

Dr. Dézsi Csaba András (1993): Orvosi Hetilap, 134. évf., 32. sz., 1764-1767. o.

Dr. Szántó Tibor: Megemlékezés Dr. Petz Aladáról. A varrógép szerkesztésének rövid története

A győri kórház jubileumi évkönyve a 250. évfordulóra, 1999

http://www.gymsmo.hu/index_portal.php?hlid=5893

<http://www.petz.gyor.hu/>

Köszönetemet fejezem ki a győri Petz Aladár Megyei Oktató Kórház Orvosi Könyvtárának, a győri Xantus János Múzeumnak a dokumentumok hozzáférhetőségének biztosításáért, másolásáért, és a felhasználásukhoz nyújtott segítségükért, valamint konzulens tanáromnak, Zátonyi Szilárd Tanár Úrnak segítségéért és támogatásáért!

A Planetárium heti műsorrendje 2014. június 16-tól augusztus 31-ig.

	Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Péntek	Szombat	
9:30		Süni és a csillagok		Süni és a csillagok		Süni és a csillagok	9:30
11:00	A Nap családja	Űr-kalandozások	A Nap családja	Csodálatos Univerzum	A Nap családja	A Nap családja	11:00
13:00	Süni és a csillagok	Választható csoportoknak	Leszállás a Marsra	A Nap családja	Választható csoportoknak	A világtűr meghódítása	13:00
14:30	Választható csoportoknak	Fénysugár az Andromédáról	Választható csoportoknak	Választható csoportoknak	Utazzunk a Marsra!	A Nap családja	14:30
16:00	A Hubble Univerzum	Bolygóközi társasutazás	Égjéssel játszó földi lelemény	Az égbolt csodái	Földönkívüliek	Világvége?	16:00
17:00	A világtűr meghódítása		Csodálatos Univerzum			Csodálatos Univerzum	17:00

4-9 éves gyerekeknek ajánljuk 6-9 éves gyerekeknek ajánljuk 10 éves kortól ajánljuk
14 éves kortól ajánljuk

Vasárnaponként, valamint augusztus 20-án, továbbá szeptember 1-től 14-ig műszaki karbantartás miatt **ZÁRVA** tartunk! A + -gal jelzett időpontokban előre bejelentkező csoportok (15 főtől) részére választható előadás a kínálatból! A ^{3D} -vel jelzett műsoraink 3 dimenziós mozifilmek. Előzetes helyfoglalásra a www.planetarium.hu honlapon van lehetőség.

Belpójsjegy ára gyerekeknek (18 éves korig) és nyugdíjasoknak: **1.200,- Ft** Felnőtteknek: **1.500,-Ft**
Családi jegy: **1.200,-Ft/fő** (minimum 1 gyerekkel szülő(k) vagy nagyszülő(k))
Szervezett csoportok (15 főtől) részére kedvezményes jegyár: **1.000,-Ft/fő** Pedagógusoknak érvényes pedagógus igazolvány felmutatásával, valamint regisztrációs lapunk kitöltésével a belépés díjtalan.
Állandó kiállítás megtekintése a körfolyosón: **300,-Ft**

A Planetárium a műsorváltoztatás jogát fenntartja!

A XXIV. Természet-Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Természettudományi ismeretterjesztő folyóiratunk pályázatán indulhat minden, középfokú iskolában 2014-ben tanuló vagy akkor végző diák, határainkon belül és túl. Kérjük pályázóinkat, hogy dolgozataikat az alábbiak figyelembevételével készítsék el.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt) legyen, tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három 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). A pályázat tartalmazza készítője nevét, lacímét, e-mail-címét, telefonszámát, iskolája pontos címét irányítószámmal együtt és felkészítő tanára nevét, a borítékra írják rá: Diákpályázat, valamint azt is, hogy melyik kategóriában kívánnak indulni. A dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2014. október 31.** Felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy dolgozataikat **csak a fenti formában tudjuk elfogadni.** A pályázat beadható személyesen (Budapest, VIII. Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.).

Természettudományos múltunk felkutatása (I)

1. Az iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek – például tanárok, az iskola volt növendékei, akikből neves természettudósok lettek – életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával).

2. A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi emlékek bemutatása (laboratóriumi kísérleti eszközök, régi tudományos könyvek, régi tankönyvek, kéziratban maradt leírások, muzeális ritkaságok, ipari műemlékek – hidak, malmok, bányák –, vízügyi emlékek, botanikus kertek, csillagvizsgálók stb.).

3. A dolgozat írója tágabb régiójához kapcsolódó tudományos vagy műszaki in-

tézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával.

Önálló kutatások, elméleti összefoglalók (II)

Önálló kutatáson a természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében végzett diák-kutatások bemutatását értjük. Különösen örülnénk az egyéni, fiatalos, a cikkírók alkotó gondolataiból kifejlesztett kutatásokról szóló élvezetes és szakszerű beszámolóknak.

Az elméleti összefoglalók is önálló kutatásokat kívánnak meg. Azoknak javasoljuk, akiknek nincs lehetőségük a természet önálló kutatására, de örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, megmutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

Szeretnénk elérni, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket csak forrásként – vagyis nem saját alkotásként! – használják fel. A szerkesztőség és a bírálóbizottság fontosnak tartja, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első megmértetési lehetőségeinek.

A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvashatóak, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalan állapotúak legyenek. Ezúton 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. Ennek elősegítésére és a bírálóbizottság munkájának megkönnyítésére a pályamunkák irodalomjegyzékkel, benne a forrásmunkák megjelölésével fejeződjenek be! A szó szerinti idézetek forrásá-

nak fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

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

3. Pályadíjak mindkét (I–II.) kategóriában:

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 2015 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban közzéteszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2015-ben lapunkban folyamatosan megjelentetjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Arra kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvétellel, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a kidolgozandó témakörök kiválasztásához.

A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* (1916–2001) akadémikus által alapított különdíjra a 2014-ben középfokú intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a természettudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni.

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, zene–matematika, építészet–matematika stb.).

3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan ember életének és munkásságának

bemutatása, akinek a személyiségében megvalósult a kultúra egysége.

A három ajánlott kérdéskörön túl természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak diákjaink. 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) átgondolt, 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. Míndaddig, amíg a pályázó a tudomány által elfogadott módszerek és eljárások alapján jut a végkövetkeztetésig, a bírálóbizottságnak el kell azt fogadnia.

Felajánlásom a hagyományos díjakkal együtt is odaítélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek.

Külondíjjammal 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 lefordíttassam és megjelentessem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

Matematikai különdíj

Martin Gardner (1914–2010), a kiváló amerikai matematikus emlékéét őrzi ez a

külondíj. Külondíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kidolgozott 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 „jogosságának 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 a 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, előadáson stb.).

A fentiek 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 tűzött ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, melyeknek 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 művészetit 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 diákpályázat általános kategóriájának nyertese is lehet.

5. Díjazás: I. díj 90 euró, II. díj 60 euró, III. díj 30 euró.

Biofizikai-biokibernetikai különdíj

Varjú Dezső (1932–2013), a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzorának biofizikai-biokibernetikai különdíjára vonatkoznak a következő irányelvek:

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

2. Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizikája, az állati és növényi mozgástípusok 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, melyek a biológiában használatos valamilyen fizikai elven alapuló vizsgáló és mérő berendezések működését, felépítését ismertetik (például ultrahangos, lézeres, röntgenes vizsgálatok vagy szövettani metszetek készítése).

4. A különdíj nyertese a diákpályázat 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 (1915–1999), 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 diákpályázatunkon a legjobb eredményt elérő

középiskolásokat és felkészítő tanáraikat díjazza, valamint a legaktívabb iskoláknak előfizet a folyóiratunkra.

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 megköze-

lítésű, konkrét kutatómunkával összeállított, ugyanakkor olvasmányosan megírt pályaművek.

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

A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága**JÓ TANÁCSOK IFJÚ CIKKÍRÓINKNAK**

Azoknak a fiataloknak szeretnénk tanácsokat adni, akik folyóiratunk diákpályázatán elindulni szándékoznak, akikből folyóiratunk szerzői kikerülhetnek. Érdemes elolvasniuk a többszörös díjnyertes szerzőpáros, *Bacsárdi László és Friedl Zita* írását: Varázsló útikalauz pályázóknak. Hogyan készítsünk pályázatot a Természet Világa Diákpályázatára? (Természet Világa, 2001. júniusi szám, interneten: <http://www.termeszenvilaga.hu/tv2001/tv0106/uti.html>)

Az ifjú cikkíróink számára követendő tanácsokkal szolgálunk *Csaba György* orvosprofesszor és *Gazda István* tudománytörténész írásai lapunk 2007. februári számában (honlapunkról elérhetőek). Ezekből idézünk két gondolatot.

„...A félreértések és a plágium gyanújának, illetve tényleges megvalósításának elkerülése minden szerzőnek becsületbeli ügye... Idézőjelbe kell tennünk, ha valamit szó szerint idézünk és vagy leírjuk, hogy X szerint, vagy zárójelbe tett számmal (és a dolgozat végén a számhoz tartozó idézéssel) jelöljük a forrást. Ha nem szó szerint idézünk, „csak” a gondolatot, vagy fogalmat, akkor is ezt a módszert kell használnunk, de idézőjel nélkül...”

„...Az internetes korszak a kötelező dolgozatot, pályamunkákat írók számára egyfajta könnyebbséget jelent, amit viszont többen úgy értelmeznek, hogy dolgozatuk megírásához elegendő néhány billentyű és az egér használata. Könnyen találunk a feladatukhoz illő dolgozatokat, cikkeket, könyvrészleteket, lexikon-szócikkeket s azok egyszerű átmásolása, majd egymás után illesztése a feladat megoldását jelenti számukra. Legtöbbjüknek nem magyarázták el, hogy az internet csak pontos vagy pontatlan források, szövegek, adathalmazok, hiteles vagy nem hiteles irományok gyűjteménye, és nagyon figyelnie kell annak, aki onnan bármit átment a saját neve alatt megjelenő, beadásra kerülő írásmű számára...”

Hűséges szerzőnk, *Szili István* főiskolai tanár pontokba szedett intelmeit pedig itt újra közreadjuk.

Az etikus ismeretterjesztő cikkírás arany szabályai

1. Mások szellemi termékét soha ne tüntesd fel magadénak, még részleteiben sem!
2. Ha szó szerint idézel, ne feledd meg az „idézőjel” használatáról!
3. Minden (nem közismert) forrás felhasználásakor hivatkozz a kölcsönvett, vagy idézett mű(vek), vagy részlete(i) eredetére, mégpedig a szerző nevének, a mű (és a műrészlet) címének, oldalszámának, a kiadás évének és a kiadó nevének megjelölésével.
4. Ugyanezt cselekedd a ritka, nem közismert számszerű adatok felhasználása esetén is!
5. Ne közölj olyan szöveget, képet, adatot stb., amit alkotója kikötéses jogvédelem alá (Copyright - ©) helyeztetett, vagyis amit csak az ő tudtával és beleegyezésével vehetünk át!
6. Mások munkáinak felidézésén túl törekedj saját gondolataid, felismeréseid megfogalmazására, hiszen gyakran csak így közvetítesz újat.
7. Ne feledd, e szabályok megszegésével nemcsak etikai kihágást követsz el, hanem plágium miatt a büntetőjog szerint is felelősségre vonható vagy!

Nyomatékosan kérjük szerzőinket és felkészítőiket, hogy a pályázatokat a kiírásban szereplő formátumban (szöveg – word, képek – JPEG) küldjék be CD-n vagy DVD-n.

DIÁK-CIKKPÁLYÁZATUNK (2007–2011) KÖNYVE

Ismeretterjesztő folyóiratunknak már két évtizede szerves része egy 16 oldalas természettudományos diáklap. A folyóirat belső mellékleteként megjelenő diáklap cikkei tehetséges középiskolások írják. Az ifjú szerzők a hazai és a határainkon túli magyar tannyelvű középfokú intézményekből, líceumokból kerülnek ki. A folyóirat által évről évre meghirdetett Természet-Tudomány Diákpályázaton megméretnek az ifjú szerzők munkái, felszínre kerülnek a legjobb írások.

A Természet Világa diák-cikkpályázatának megindulásától huszonegy év telt el, s ma elmondhatjuk, ez folyóiratunk egyik sikertörténete. A kezdetektől körülbelül ötezer fiatal próbált szerencsét cikkpályázatunkon, zömében szépen kidolgozott, okos írásokkal. Ezernél több diák cikke napvilágot is látott a Természet Világában.

A Nemzeti Kulturális Alapprogramok támogatásával az elmúlt öt év díjnyertes diákcikkeiből válogatva, A tehetség ösvényei címmel egy 532 oldalas kötetet készítettünk. E könyv 3500 Ft-ért megvásárolható vagy megrendelhető Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál (1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16. Telefon: 327 8965, fax: 327 89 69, e-mail: titlap@telc.hu).

Mi lett velük?

A Természet Világa diák-cikkpályázatának megindulásától már 23 év telt el. A kezdetek díjnyertes diákjai felnőttekké váltak. Amint azt olvasóink tapasztalják, igyekszünk nyomon követni sorsuk alakulását: mi lett velük, milyen pályákat választottak élethivatásnak. Többen később le is írták: örök élményt adott nekik irópalántává avatásuk a Természet Világában. A határainkon túlról, főképpen Erdélyből rendszeresen érkeztek, s ma is érkeznek cikkpályázatunkra a diákok írásai. Egy-egy középfokú tanintézményben, liceumban néhány lelkes rátermett tanár irányításával sok értékes diákcikk született, sok erdélyi díjnyertes fiatal ismerhettünk meg személyesen is az Akadémiánkon tartott díjátadó ünnepségeinken. Mostani összeállításunkban három, egykor díjnyertes csíkszeredai diák, a Venczel József Faipari Iskolaközpont volt tanulói emlékeznek, mondják el sorsuk alakulását. Felkészítő tanárukat, a ma már nyugdíjas Györgyicze Vilmost pedig arra kértük, adjon háttérképet erről az időszakról, beszéljen tanári életútjáról.

A csíkszeredai díjnyertes diákok emlékeznek

Boda Tamás

Nemrégiben egy ismerősöm könyvbe-mutatójára igyekeztem két fiammal, ahová azért vittem el őket, hogy még többet halljanak és lássanak arról a természetről, amely szépségeivel, zordságával, örök rejtélyeivel minden alkalmommal megajándékoz és meglep minket. A bemutatónak után, hazainduláskor találkoztam egykori biológiatanárommal, Györgyicze Vilmostal. Tőle értesültem a Természet Világa című folyóirat kezdeményezéséről, miszerint a húsz évvel ezelőtti diákpályázaton jól szereplő egykori diákokat a szerkesztőség munkatársai szeretnék felkutatni, mert kíváncsiak arra, hogy mi is lett a sorsuk, hol dolgoznak, mit valósítottak meg a fiatalkori álmaikból.

Ezelőtt huszonegy évvel, valamikor tavasszal, arra biztatott Györgyicze tanár úr, hogy az abban az évben meghirdetett II. Természet–Tudomány Diákpályázaton vegyek részt én is, ne szalasszam el a lehetőséget. Így történt, hogy válaszolva a biztatásra, el is készítettem egy pályázatot, amelyet már az év decemberében közzé is tettek a folyóiratban. Amikor ezeket a sorokat írom, itt tartom kezemben ezt a példányszámot, és segítségével fel is tudom idézni az akkor történeteket. Például azt, hogyan is készültem a megírására, milyen könyvészeti anyagokat olvastam el, hogyan beszéltem meg mindezt a tanárommal, aki – megvallom őszintén – nagy hatással volt az akkori életemre.

Most, fellapozván az írottakat, kissé elmosolyodom. Nem azért, mert kifogásolnivalót találok benne, hanem mert akkoriban valójában semmi gyakorlati háttérrel nem volt a bemutatott területtel kapcsolatosan, hiszen nem utaztam be, nem vol-

tam szem- és fültanúja az évszakok változásakor megfigyelhető ottani természeti csodáknak. Arra gondoltam ugyanis, hogy egy olyan vidéket választok, amelyről keveset tudni. Így jutottam el Mócvidékre, a Bihar-hegységbe, a Pádis-fennsíkra, a víznyelőről híres Csodavárhoz, és így ismertem meg, milyen is az Aranyos-folyó.

Ezeket a dolgokon tűnődtem el, miközben jóleső érzéssel idéztem fel a közelmúltat is, amikor úgy alakult az életem, hogy



Boda Tamás

mindazt, amit akkor csupán könyvészeti anyagokból ismerhettem meg, és aminek a közelébe csupán a képzelőerőm segítségével jutottam el, végre megismerhettem személyesen is. Már lassan hatodik éve, hogy nyaranta alkalmam adódik rá, hogy az egykoron leírt területet bebarangoljam, láthassam a tönkrement és javítás alatt álló utat, megcsodálhassam a folyót, a víz-

partot, a tájat. Mindezt igyekszem nagy figyelemmel és pontossággal tenni, hiszen a gyerekeim kíséretében nem lehet csak úgy átsiklani a dolgok fölött...

Jó döntés volt részt venni a pályázaton, rengeteget nyertem azáltal, hogy időt szakítottam olyan dolgokra, amelyeket sokszor csupán több heti olvasással ismertem meg. Úgy érzem, ezzel jobban megismerem magam is, önbizalmat kaptam a pályám kiválasztásához. Az elmúlt időkre visszagondolva, jól esik azt érezni, hogy pár hónap múlva itt a húszéves érettségi találkozó, mert úgy gondolom, nem teltek el hiába az akkori diákévek, sem az utána sorjázók, hiszen örömmel emlékszem vissza tanulmányaimra, tetteimre, eddigi életemre.

Az érettségi vizsga után több felsőoktatási intézményt is „kísértem”, de nem igazán találtam meg azt, amit kerestem, így dolgozni kezdtem. Pár évig a munka mellett tanultam, de idővel már elszakadtam mindentől, jöttek a szürke hétköznapok, a megélhetően való gondolkodás. Közben családot alapítottam, amiben mind a mai napig kiteljesedik az életem. Mellettük megaláltam mindent, amire szükségem volt és van, és örömmel látok neki megannyi kutatásnak, amelyeket már nem én kapok feladatként, hanem a gyermekeim – jóleső érzés újra átélni mind elméleti, mind gyakorlati téren azokat a teendőket, amelyeket akkoriban nekünk szántak.

Jelenleg egy építkezési lerakathoz dolgozom, de egyáltalán nem távolodtam el a természettől, sőt úgy érzem, még közelebb kerültem hozzá azáltal, hogy nap mint nap arra törekszem, átadhassam a gyerekeimnek mindazt, amit megtapasztaltam, megtanultam a természettel kapcsolatosan. Ha újrakezdehetném, ugyanígy



Boda Tamás és családja (2011)

járnék el, ugyanezt a pályát választanám, és ismét részt vennék egy ilyen pályázaton. Minden olyan diákot, akiben érdeklődés, kíváncsiság van a természet iránt, csak biztatni tudok, hogy amennyiben alkalma adódik rá, válaszoljon az ilyen jellegű felhívásokra. És végül, de természetesen nem utolsósorban, így húsz év távlatában is még egyszer köszönetemet fejezem ki egykori biológiatanáromnak, Györgyicze Vilmosnak a sok szakmai tanácsért, az önzetlen és hűséges tanításért és biztatásért, amiben az évek során részem volt.

Csikszereda, 2014. április 22-én

András Hunor Jenő

Aminap, egykori kedves biológiatanárommal, Györgyicze Vilmos tanárral találkoztam, aki a liceumi évek alatt sokaknak egyengette az útját, köztük az enyémet is. Sokat köszönhetnek a diákok a jó mentoroknak, akik időben felfedik az ígéretes zsenge hajtásokat, öntözgetik, ápolgatják, és mint ahogy ez természetes, hagyják, hadd növekedjenek. Így történt az én esetemben is, amikor már kilencedikes diákként a „friss fűvészkert” gondozottjává váltam a tanár úr gondos, előrettekintő felügyelete alatt. Kezdetekben, a biológia laborban tüsténkedhettem, ahol sok-sok ismeretanyag állt a rendelkezésemre, és a természettel kapcsolatos „csodákat” mikroszkóp alá helyezhettem. Kiváltságnak számított, hogy bejárhattam a tanár úr szentélyébe, ami kevés diáknak adatott meg.

Iskolánkban, a csikszeredai Venczel József Erdészeti és Faipari Iskolaközpontban nagy hagyománya volt a tanár úr által szorgalmazott, a Természet Világa által meghirdetett Diákpályázatokon való rész-

vételnek. A pályázaton minden évfolyamban 1–2 diák méretetett meg, és szép eredményeket értek el. Már az első évben felhívta a figyelmemet a tanár úr e lehetőségre, ami nagy kihívást jelentve felkeltette az érdeklődésemet, és egyre többet foglalkoztatott. Két alkalommal küldtünk pályamunkát a szerkesztőségbe, mindkettő sikeresen vizsgázott a neves elbírálóknál, és különdíjas pályamunkaként a Természet Világa 1997. évi júliusi lapszámában meg is jelentették a „A Mohos Tözezláp. Egy kis séta a székely tundrán” című dolgozatomat. Ennél nagyobb elégtételt csak az utána következő évek sikerei jelentettek, ugyanis ezekkel a kezdeti kutakodásokkal, dolgozatok készítésével, tantárgyversenyeken (Kitaibel Pál-verseny középiskolásoknak országos vetélkedő I. helyezése, illetve megmérettetés a mosonmagyaróvári nemzetközi döntőben) való részvételekkel megalapoztam a későbbi jövőmet, és egyáltalán, a pályaválasztásomat döntötte el.



András Hunor Jenő

Egyetemre való felvételemet az akkori Soproni, ma Nyugat-magyarországi Egyetemre nagyban segítették a liceumi évek során szerzett helyezések, díjak és tapasztalatok, és jó alapot adtak arra, hogy a környezet- és természetvédelem területén képzeljem el a jövőmet. 2003-ban sikeresen végeztem a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar környezetmérnöki szakán. Elmondhatom, hogy mind az egyetemi évek, mind az ottani szigorú egyetemi hagyományok tisztelete rányomta a bélyegét a későbbi gondolkodásomra. Egyetemi éveim után egy rövid, de szintén meghatározó svájci félév után, itthon Csikszeredában kamatoztattam az ott tanultakat, és gyakorlatba ültettem a tanultakat, meghonosítottam elsőként Romániában a BIB (bag in box) rendszerű csomagolóanyagba töltött 100% natúr szüretlen almalevet. Jelenleg is ezen a területen tevékenykedem, és igazgatom saját vállalkozásomat, igyekezvén megőrizni az egykori úttörő pozíciómat a jelenlegi kedvezőtlen piaci viszonyok között.

Csikszereda, 2014. május 7.

Tánczos Zoltán

Mindig is nagyon szerettem a természetben járni-kelni. Gyermekkorom óta ismertem a környéken a természetvédelmi területeket, cserkészklubokban vettem részt, és gyakran látogattam el különböző helyekre. Ekkor még igazából csak rácsodálkoztam a természet szépségeire.

A középiskolát a Venczel József Faipari Iskolaközpontban kezdtem erdészeti szakágon 1993-ban, és itt ismerkedtem meg biológiatanárommal, Györgyicze Vilmossal, akinek biztatására számos biológiai versenyen és más szaktantárgyi versenyen vettem részt, például három dolgozattal a Természet Világa által meghirdetett diákpályázaton az Önálló kutatások, elméleti összefoglalók kategóriában.

1995-ben tizenegyedikes voltam, amikor megírtam első dolgozatomat „A Lucs eredete, növényvilága és időszéri természetvédelmi problémái” címmel. Nagy öröm töltött el, amikor a szerkesztőség levélben értesített arról, hogy különdíjat nyertem, melyet személyesen vehetek át Budapesten 1996. február 17-én. Egyedül vágtam neki ennek a hosszú útnak.

1996-ban tanárom további biztatására újabb dolgozat megírásába fogtam „Székelyföld, a borvizek hazája” címmel. Ezzel a pályázattal is díjat nyertem ugyanabban a kategóriában, mint az előző évben – 119 pályázat közül harmadik helyezést értem el. Ekkor már tanárommal és iskolástársaimmal együtt utazhattam Budapestre.

Ezen dolgozatom a Természet Világa című folyóirat 1998. januári lapszámában meg is jelent. Örömmel töltött el, hogy néhány évig ajándékként kaptam meg a folyóirat lapszámait, többek között azon pél-



Tanárral és tanítványaival 1997-ben (balról: Lengyel Szabolcs, Györgyicze Vilmos, Tánczos Zoltán, András Hunor Jenő)

dányt is, melyben megjelent dolgozatom.

Érettségi vizsgám után, 1997-ben nagy lendülettel és lelkesedéssel kezdtem kutatni a Hargita megye területén található ereklyenövények után „A törpe nyír és a pici



Családommal

nyír előfordulása a Csíki-medencében” című dolgozatom megírásához.

Tanulmányaimat ugyancsak erdészeti technikai szakágon folytattam, bár sosem dolgoztam ebben a szakmában. Jelenlegi munkám kapcsolatban áll díjnyertes pályázatommal („Székelyföld a borvizek hazája”), hiszen 13 éve dolgozom a Hargita Gyöngye ásványvíz töltőjénél.

2004-ben megismerkedtem egy kedves lánnyal, aki később a feleségem lett. Nagyon sok közös dolog köt össze bennünket, többek közt a természet iránti érdeklődés, kirándulás, ami a 7 éves Áron fiunk egyik kedvenc időtöltése is. Igyekszünk átadni neki azt a tudást, melyet összegyűjtöttünk szüleinktől, tanárainktól, és az értékrendet, mely szerint élünk. Szeretnénk érzékennyé tenni kisfiunkat a természeti csodák és kincsek felfedezésére életének ebben a fogékony szakaszában.

Megtisztelve érzem magam, hogy 18–19 év távlatában megkerestek és felkértek, hogy visszaemlékezésemet, élménybeszámolómat megírjam. Örömmel teszek eleget egykori tanárom felkérésének, hogy az akkor megélt eseményeket felelevenítsem és újraértékeljem.

Diákéveimnek ezen állomásai igen meghatározóak voltak életem alakulásában, a természet iránti szeretet, a természetjárás, a környezet védelme ma is nagyon fontos a számomra. Mindebben nagy szerepet játszott Györgyicze tanár úr tantárgya iránti szeretete, aki bevezetett a Természet Világa csodálatos birodalmába. Köszönet érte.

Csíkszentkirály, 2014. május 31.

EGY SZÉKELYFÖLDI TANÁR EMLÉKEI

Györgyicze Vilmos

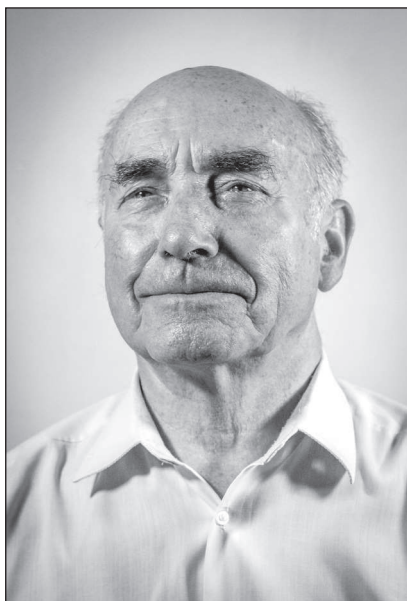
Nagy örömmel szereztem tudomást arról, hogy a Természet Világa folyóirat olyan rovatot indított, amelyben megszólaltatják a 15–20 évvel ezelőtti díjnyertes

pályázókat, akik a Természet–Tudomány Diákpályázatukon részt vettek. Azokat a diákokat, akik e pályázat révén bekapcsolódtak a kutatómunkába, megfigyeléseket végeztek, kísérleteztek, interjúkat készítettek, és a végén munkájuk eredményeit olyan dolgozatokban fogalmazták meg, amelyek kellemesen meglepték a kiváló szakemberekből álló zsűri tagjait is.

Nagy érdeme a szerkesztőségnek, hogy a díjkiosztó ünnepségre meghívta még a külföldi, a határon túli versenyzőket is, akik közül sokan ez alkalommal először lépték át a határt, és találkozhattak a magyar értelmiségi elit olyan tagjaival, akiket addig csak a képernyőn láthattak. Az is nagy élményt jelentett a díjazott diákjaink számára, amikor kezükbe vehették a Természet Világa azon számát, amelyben nyomtatásban láthatták, olvashatták írásaikat.

Mi, a felkészítő tanárok, együtt örülünk tanítványaink sikerének, iskolánkban népszerűsítettük az elért eredményeket, a biológiaszakkör faliújságjára kitéttük a folyóiratot, az eredményhirdetési közleményt és a diákjaink nyomtatásban megjelent cikkeit. Így lett a Természet Világa folyóirat a diákjaink által legjobban ismert külföldi folyóirat, amelyet az érintettek azóta is a családi ereklyék legértékesebb darabjaként őriznek.

Örömmel teszek eleget Staar Gyula főszerkesztő úr felkérésének, hogy sikeres felkészítő tanárként felelevenítsem életem



Györgyicze Vilmos

fontosabb eseményeit és a pályázattal kapcsolatos élményeimet.

1933-ban születtem Csíksomlyó-Csobotfalván földműves szülők gyermeként. A szülők foglalkozása és a falusi

környezet egy életre meghatározta a környezethez való viszonyulásomat és pályaválasztásomat. Az elemi iskolát szülőfalumban, a középiskolát a csíkszeredai Római Katolikus Főgimnáziumban, az egyetemet pedig a kolozsvári – akkor még önálló, magyar tannyelvű – Bolyai Tudományegyetemen végeztem, és 1955-ben szereztem biológiatanári oklevelet.

Első munkahelyem a csíkszentdomokosi Általános Iskolában volt. A Csíki-medence legnagyobb lélekszámú és legnagyobb kiterjedésű községe ideális feltételeket biztosított egy kezdő tanárnak. Melegszívű, barátságos embereket ismertem meg, akiket a mostoha környezet megtanított arra, hogy csak kemény, kitarító munkával lehet megélni és eredményeket elérni nemcsak a gazdasági életben, hanem az élet minden területén, beleértve az oktató-nevelő munkát is. Hármast követtem a tanítási órákon és az iskolán kívüli tevékenységim során. Megismerni, megszeretni és megvédeni a környezetünket. Az első tanítási naptól kezdve, amikor csak tehettem, kirándulni vittem tanítványaimat, előbb a közeli dombokra, hegyekre, majd egyre nagyobb túrákra vállalkoztunk. Volt bőven, amit meglátogassunk, hiszen a község határában található a Nagyhagymás, az Egyeskö, az Öcsém, a Terkő, a Fekete-rez, s ezek folytatásaként már várt ránk a Gyilkos-tó, a Békás-szoros, a Hargita, a Csomád, a Szent Anna-tó és a többi székellyöldi természeti ritkaságok, amelyek mind meghódításra vártak.

Fél év tanítás után kineveztek az iskola igazgatójának, majd 1958-ban igazgatónak. Vége szakadt a gondtalan tanári tevékenységnek, és helyébe a gazdasági, szervezési feladatok halmaza került. Igazgatásom ideje alatt három új iskola épült a község peremterületein. Ezeket az új épületeket be kellett bútorozni, át kellett csoportosítani a tanulókat, a tanítókat és a tanárokat. Egy összeírás nyomán felszínre került, hogy a második világháború ideje alatt s az azt követő nehéz gazdasági helyzetben sokan abbahagyták az elemi iskolai tanulmányaikat és írástudatlanok maradtak. Részükre tanfolyamokat szerveztünk, és több mint száz felnőttet vizsgáztattunk le. Ugyanakkor, annak érdekében, hogy megakadályozzuk az írástudatlanok „újratermelődését”, mozgalmat indítottunk a 100%-os beiskolázásért és a lemorzsolódás ellen, iskolából való kimaradás ellen. Ez irányú tevékenységünket siker koronázta, ami kivételes teljesítménynek számított abban az időben.

Az iskolaigazgató hivatalból a művelődési otthon igazgatói feladatát is el kellett, hogy lássa. A népnevelés nemcsak az iskolában, hanem a művelődési otthonban, a munkahelyeken és a magánlakásokban is megvalósítható. Ahol erre lehetőség nyílt,

minden eszközt felhasználtunk a művészeti tevékenység fellendítésére: színdarabokat tanítottunk be és mutattunk be többször is, a táncsoportok, zenekarok eredményesen vettek részt a különböző versenyeken. Legszebb eredményt a 120 tagú énekkarral értük el, amellyel eljutottunk az országos döntőig, ahol II. díjjal jutalmazták énekeinket. Feledhetetlen és emlékezetes maradt mindannyiunk számára, amikor a 120 székely ruhába öltözött énekes végigvonult Kolozsvár főterén. Vidám énekszóval köszöntöttük a minket ünneplő kolozsváriakat.



Diákokkal a Szent-Anna tónál 1994-ben

Nyolc év csíkszentdomokosi tevékenység után áthelyeztek a székelyföldi fekete kerámia központjába, Csikdánfalvára, az akkor létesült elméleti gimnázium igazgatójának. Ha eddig egy község oktatási gondjait kellett megoldanom, most egy nagyobb egység, a Felcsiki-medence középiskolásainak az oktatását biztosító feltételeket kellett megteremtennem. Bentlakás, diákétkezdő, laboratóriumok, szaktermek berendezése, szabadtéri sportlétesítmények megépítése, de mindezek mellett a középiskolai oktatás magas színvonalának a biztosítása. A fiatal tanárokból verbuválódott tanári kar, bizonyítási vágytól fűtve, becsületesen megoldotta a rá háruló feladatokat, amit igazoltak az érettségi jó eredményei és a továbbtanulási kedv.

Rendkívüli eredmények tartom a jégkorongsport alapjainak a lerakását és e szép, férfias sport megszerettetését. A semmiből kellett indulni, és fokozatosan valósítottuk meg a palánkkal, világítással, eredményjelző berendezéssel és lelátókkal ellátott jégkorongpályát. Évente megszerveztük a Fekete Kerámia-kupát, részt vettünk a Csíki- és a Gyergyói-medence iskoláiban szervezett jégkorong-találkozókon. A beindított hokis tevékenység népszerűségét mi sem bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy 2012-ben ünnepeltük a dánfalvi jégkorongsport beindulásának 45. évfordulóját, de a lelkes hokisok már az 50. évforduló nagyszabású megünneplését tervezik. Tudunkkal Dánfalva az egyedüli olyan falusi település, ahol minden

évben megrendezik a tízesek vándorkupa-versenyét, amelyen több mint 100 sportoló vesz részt, és egyes csapatokban a fiúk mellett lányok is kergetik a korongot.

A szakmai továbbképzés egyik formája Romániában a fokozati vizsgák letétele, amely a pedagógusi állás biztonságán kívül anyagi előnyökkel is jár. Az I. fokozati vizsgára tudományos dolgozatot is kell készíteni. Én e dolgozat témájául a felcsiki borvízfürdők bemutatását választottam. Ismeretes, hogy a szénsavas ásványvizeket a Székelyföldön borvíznek nevezik. Az is ismert tény, hogy Székelyföldön több mint

1000 borvízforrást tartanak nyilván. Sehol a világon nincs még egy olyan hely, ahol ilyen kis területen ilyen sok és változatos összetételű ásványvízforrás előfordulna. A borvízet nemcsak ivásra, hanem gyógyászati és tisztálkodási célokra is felhasználják. Ilyen nemzetközileg is elismert borvízfürdők, mint Tuszánfürdő, Borszék, Málnásfürdő, Kovászna és Bálványosfürdő mellett olyan kevésbé ismert fürdők működnek

már évtizedek óta, mint a csíkszeredai, a zsigödi, a szentkirályi, a csatószegei, a rákosi, a madarasi, a dánfalvi és a karcfalvi, hogy csak a Csíki-medencében létező helyi érdekű fürdőket említsem. Dolgozatom elkészítésének idején a dánfalvi Dugásfürdő 10 káddal állt a fürdeni vágyók rendelkezésére. Javasoltam a község vezetőségének, hogy próbáljuk meg kieszközölni, végezzenek egy mélyfúrást, amit sikerült is elintézni, és a fúrás eredményeként a felszínre törő 24 fokban borvíz lehetővé tette egy 25x12 méteres úszómedence megépítését és mellette egy kisebb méretű, kis gyerekek rendelkezésére álló medence kialakítását. Ez a fürdő 36 éve áll a felcsiki fiatalság rendelkezésére, kedvelt sportolási és kikapcsolódási lehetőséget biztosítva az odalátogatóknak.

A Dánfalván kifejtett sikeres tevékenységem elismeréseként Érdemes Tanár címmel tüntettek ki.

16 év dánfalvi tevékenység után újabb feladat várt rám: 1979-ben kineveztek a Hargita Megyei Tanfelügyelőség biológia szaktanfelügyelőjévé. Ebben az új munkakörben most már nem egy község, és nem egy tájegység oktatásáért, hanem egy nagy megye biológiát és mezőgazdaságot tanító tanárai és mérnökei tevékenységének megszervezéséért, irányításáért és ellenőrzéséért feleltem. Fő cél az oktatás korszerűsítése és az idősebb követelményeknek megfelelő feltételek biztosítása volt. Ebben a munkánkban nagy segítséget jelentett a Magyarországon már

eredményesen alkalmazott, hatékony módszerek felhasználása és az itthoni körülményekhez való alkalmazása. Nehéz, felelősségteljes munka hárult ránk, hiszen minket az az elv vezérelt, hogy nemzetiségi iskolánkban még nagyobb odaadással és lelkiismeretességgel kell tanítanunk, hogy tanulóink hátrányos helyzetekben is becsülettel megállják a helyüket. A megye változatos domborzati feltételei és éghajlati viszonyai sok nehézséget okoztak, hiszen át kellett fogunk a megyét Tuszánfürdőtől Borszékig, a Gyimesektől a Sóvidékig, a Nyikómentétől a Homoród menti településeikig. Több mint 10 éven át jártuk munkatársaimmal a falvakat és városokat, vigyázva arra is, hogy a tőlünk telhető legjobb módon érvényesítsük nemzetiségi érdekeinket. Bethlen Gábor elve vezérelt: „Nem lehet mindent megtenni, amit kellene, de mindent meg kell tenni, amit lehet.”

A szoros értelemben vett szaktanfelügyelői munka mellett a Megyei Múzeummal közösen olyan nagyszabású rendezvényeket szerveztünk, mint a Román Tudományos Akadémia kolozsvári fiókjának kihelyezett ülése, az Országos Gombászati Konferencia, az Etnobotanikai Szimpózium, az évente megrendezett Biológus Napok, a Környezetvédelmi Napok stb. Munkánkat a Biológiai Tudományos Társaság Országos Bizottsága kétszer is díszoklevéllel ismerte el.

Sajnos, a kommunista diktatúra politikája egyre erőteljesebben nehezedett rá minden tevékenységre. Az elnemzetlenítő politika következményeként a Kolozsváron és Marosvásárhelyen végzett magyar nemzetiségű tanárokat Moldvába, Munténiába vagy Olténiába helyezték ki, míg a bukaresti, jászvásári vagy más román egyetemeken végzőseket Erdély magyar tannyelvű iskoláiba neveztek ki. Ennek az lett az eredménye, hogy az egy magyar szót sem ismerő román tanárok és a román nyelvet nagyon gyengén ismerő tanulók között információs rövidzárlat keletkezett, s ez az oktatás színvonalának drasztikus romlásához vezetett. Román tagozatot kellett létrehozni felsőbb utasításra olyan helyeken is, ahol az egyáltalán nem volt indokolt. A helyzet egyre súlyosbodott. 1989-ben már oda jutottunk, hogy tanulóink egy részét más, a Kárpátokon túli megyék iskoláiba kellett volna küldeni, és helyükbe más megyékből román tanulókat kellett volna beiskoláznunk és tanítanunk. Valószínű, hogy ez az eszeveszett intézkedés is hozzájárult a Ceaușescu-diktatúra bukásához, hiszen ez az intézkedés kiváltotta a román szülők ellenállását is.

A rendszer változása lehetővé tette, hogy visszatérhessek a katedrára, és ismét kedvem szerint csak a tanítással foglalkozzam. A csíkszeredai Faipari Iskolaközpontban kezdtem tanítani. Itt csak faipari szakközépiskolai és szakiskolai osztályok léteztek. Úgy éreztük, hogy szükség lenne egy magyar

tannyelvű erdészeti szakközépiskolai osztályra is. Kértük az Oktatásügyi Minisztériumtól ennek az osztálynak a beindítását, amit jóvá is hagytak. Így indulhatott be az erdészeti osztály, amelybe nemcsak Hargita, hanem Kovászna és Maros megyéből is érkeztek tanulók, akik erdészeti érdeklődéssel, magyarul szerették volna elvégezni középiskolai tanulmányukat. Ebben az osztályban a biológiát heti 3 órában kellett tanítani, ami lehetővé tette, hogy magasabb színvonalú biológiai oktatást valósítsak meg.

Itt kapcsolódott tevékenységemhez a Természet Világa folyóirat és az általa szervezett Természet–Tudomány Diák pályázat. A megyei könyvtárban a kezembe került a folyóirat néhány száma, amelyben felfedeztem a pályázati felhívást. Meglepődve tapasztaltam, hogy Kolozsvár, Marosvásárhely, Nagyenyed, Sepsiszentgyörgy és Barót középiskolás diákjai már díjnyertesként vesznek részt a pályázaton. Éreztem, hogy ez a pályázati felhívás nekünk is szól, nekünk is ott a helyünk a versenyzők között. 1993-tól kezdve nyugdíjazásomig minden évben sikerült bevonnom néhány lelkes tanulót ebbe a tevékenységbe, és az eredmények sem vártak sokáig. Két II. díjat, három III. díjat, öt különdíjat érdemltek ki diákjaim, de az élmény, amelyben részesültek a dolgozatok elkészítésébe, a díjátadó ünnepélyen való részvételek alkalmával,



Diákjaimmal a Gyimesi-havasok élőviágának sokféleségét tanulmányozzuk 1998-ban

majd Budapest nevezetességeinek a meglátogatásakor, minden díjnál többet ért.

A kommunista diktatúra bukása után kialakult kedvező nemzetközi légkörnek köszönhetően normalizálódott a Románia és Magyarország közötti kapcsolat, ami lehetővé tette, hogy a magyarországi egyetemek kihelyezett tagozatokat hozzanak létre a határon túli magyar nemzeti közösségek ifjai számára. Így került sor a Soproni Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőmérnöki Kar csikszeredai kihelyezett tagozatának a létrehozására, előbb erdőmérnöki, majd vadgazdalmérnöki és környezetmérnöki szakokon, ahol több mint 130 ifjú szerzett mérnöki oklevelet. Az első felvételi vizsga alkalmával a soproni bizottság elnöke keresett

egy matematika és egy biológia szakos tanárt, akik a soproni bizottsági tagok mellett összehangolják a soproni tételeket a romániai tananyaggal. Az 1993-ban kezdődő együttműködés 12 éven át tartott, ennek keretében konzulens tanári minőségben, és mint a kihelyezett tagozat megbízott vezetője dolgoztam. A három mérnöki szakra Hargita, Kovászna és Maros megyéből érkeztek hallgatók, akik között örömmel fedeztem fel a Természet–Tudomány Diák pályázat néhány versenyzőjét is. Íme, a bizonyíték arra, hogy aki részt vett a pályázaton, az továbbra is folytatja az önképzést, a kutatómunkát. A kihelyezett tagozat végzettjei ma becsületesen helytállnak a székelyföldi erdészeti, vadgazdálkodási, környezetvédelmi hivatalokban, vagy a társadalmi, gazdasági élet más területein, hozzájárulva szűkebb pátriánk, nemzetiségünk gazdasági, társadalmi, művelődési felemelkedéséhez.

1955-ben kezdtem tanári pályafutásomat a szentdomokosi elemi iskolában, és 2005-ben fejeztem be pedagógusi tevékenységemet a székelyföldi felsőfokú oktatásban. Most, 81 évesen, 50 év pedagógusi tapasztalattal a tarsolyomban, úgy érzem, nem éltem hiába. Az a több ezer ifjú, akiknek a neveléséhez közvetlenül vagy közvetve hozzájárultam, azt igazolja, hogy érdemes volt így élni és dolgozni.

Pelikán József Erdős Pál-díja

A World Federation of Mathematics Competitions (Matematikai Versenyek Világszervezete) díját idén Pelikán József, az ELTE Matematikai Intézet Algebra és Számelmélet Tanszék nyugalmazott adjunktusa, valamint Petar Sztojanov Kenderov bulgáriai és Richard Rusczyk amerikai professzorok kapták.

Az ELTE honlapján olvashatjuk: „Az Erdős Pál-díjat azok a matematikusok vehetik át, akik jelentős szerepet játszottak a nemzeti és nemzetközi matematikaversenyek terén, és ezzel hozzájárultak a matematikai oktatás színvonalának emeléséhez. A szervezet két évente három díjat ad át. Az elismerést 1992-es alapítása óta korábban mindössze két hazai matematikus vehette át: Pelikán József idei kitüntetését megelő-



Pelikán József sajtótájékoztatót tart a Koreában, Nemzetközi Matematikai Diákolimpián, 2000-ben

zően Reiman István és Surányi János 2000-ben részesült az elismerésben. Pelikán József Lovász László professzor mellett minden idők egyik legsikeresebb magyar matematikai versenyzője: középiskolás korában három arany és egy ezüstérmét szerzett a Nemzet-

közi Matematikai Diákolimpiákon. Pelikán József a csapat vezetőjeként a mai napig részt vesz a diákolimpiára készülő diákok felkészítésében.”

A Matematikai Versenyek Világszervezete Pelikán József méltatásában többek között ezt írja: „Kiemelkedő a Nemzetközi Matematikai Diákolimpiák

(IMO) szervezésében végzett munkája. Pelikán József egészen különleges tulajdonságokkal rendelkezik, hiszen egyike volt az IMO legsikeresebb résztvevőinek, később az IMO szervezője (IMO 1982, Keszthely), majd vezetője, később tagja, két periódusban pedig elnöke volt

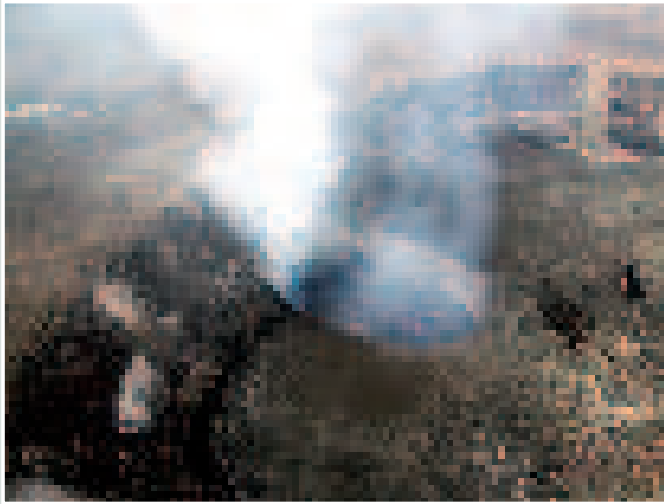
az IMO tanácsadó testületének. Ő olyan ember, akinek az élete az IMO történelmének szerves része. A világon mindenütt vannak barátai és a barátságán keresztül bátorította az embereket Dél-Afrikától Közép-Európán keresztül Ázsiáig, hogy vegyenek részt a világ matematikai életében.

Pelikán József részt vesz a diákok olimpiára való felkészítésében, a Kürschák József Matematikai Tanulóverseny versenybizottságában pedig több mint négy évtizede dolgozik.”

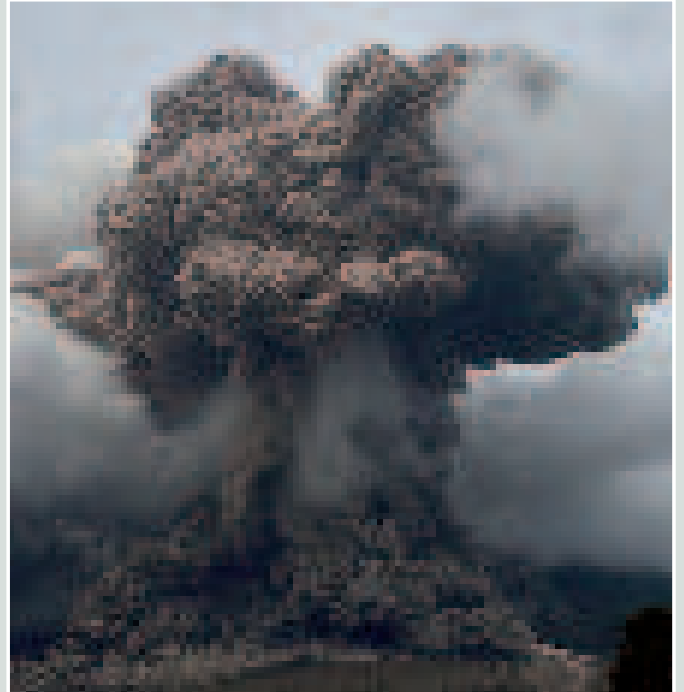
Lovász Lászlóval és Vesztergombi Katalinnal közösen írt, több nyelven megjelent *Diszkrét matematika* című kötete az egyetemi matematika oktatás egyik sokat használt, fontos jegyzete.

Olvasóink a Természet Világa 2013. évi 12. számában „A versenyek embere” címmel olvashatnak hosszabb beszélgetést Pelikán Józseffel.

Vulkáni újdonságok



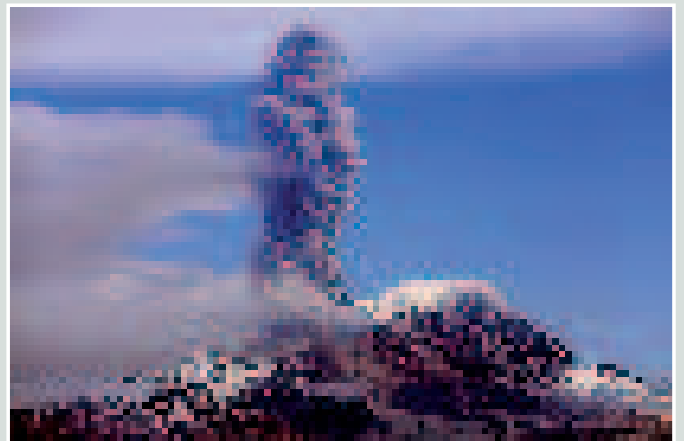
A hawaii Kilauea vulkánon lévő Halema'uma'u beszakadásos kráterben egy 20-30 méter átmérőjű kisebb kráter alakult ki, amiben 2008 óta bugyog az izzó lávató (Fotó: USGS/Hawaiian Volcano Observatory)



A Sinabung kitörési felhője



Az indonéziai Sinabung tűzhányón januárban naponta tucatnyi izzófelhő rohant le a vulkán oldalában (Fotó: Sutant Aditya/AP)



A kamcsatkai Siveluc vulkán kráterében kitüremkedő lávadóm növekedése időszakosan heves robbanásos kitörésekkel tarkított (Fotó: Jurij Gyemjancsuk; 2014. május 13)



Az izzófelhőből felemelkedő és szétterjedő hamuanyag mindent betakart a környéken (Fotó: Richard Roscoe)



...és az elhagyatott településeket is szürke vulkáni hamutakaró vonta be (Fotó: Richard Roscoe)

Jöjjön a Planetariumba!

TIT ELŐADÁSOK PLANETÁRIUMÁBAN

8. ker. Népliget

Postacím: 1056 Budapest, Pf. 46

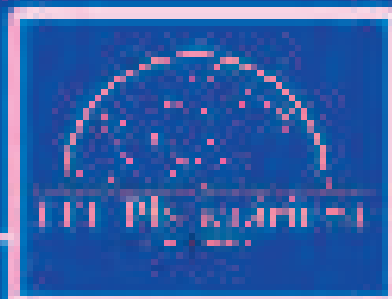
Tel: 06-1-263-1311 (pénzvétel)

06-1-263-0725

Fax: 06-1-263-3104

e-mail: titpln@titplanetarium.hu

honlap: www.planetarium.hu



ISSN 1589-9622
n.a.
Népliget Planetarium