

Természet Világa

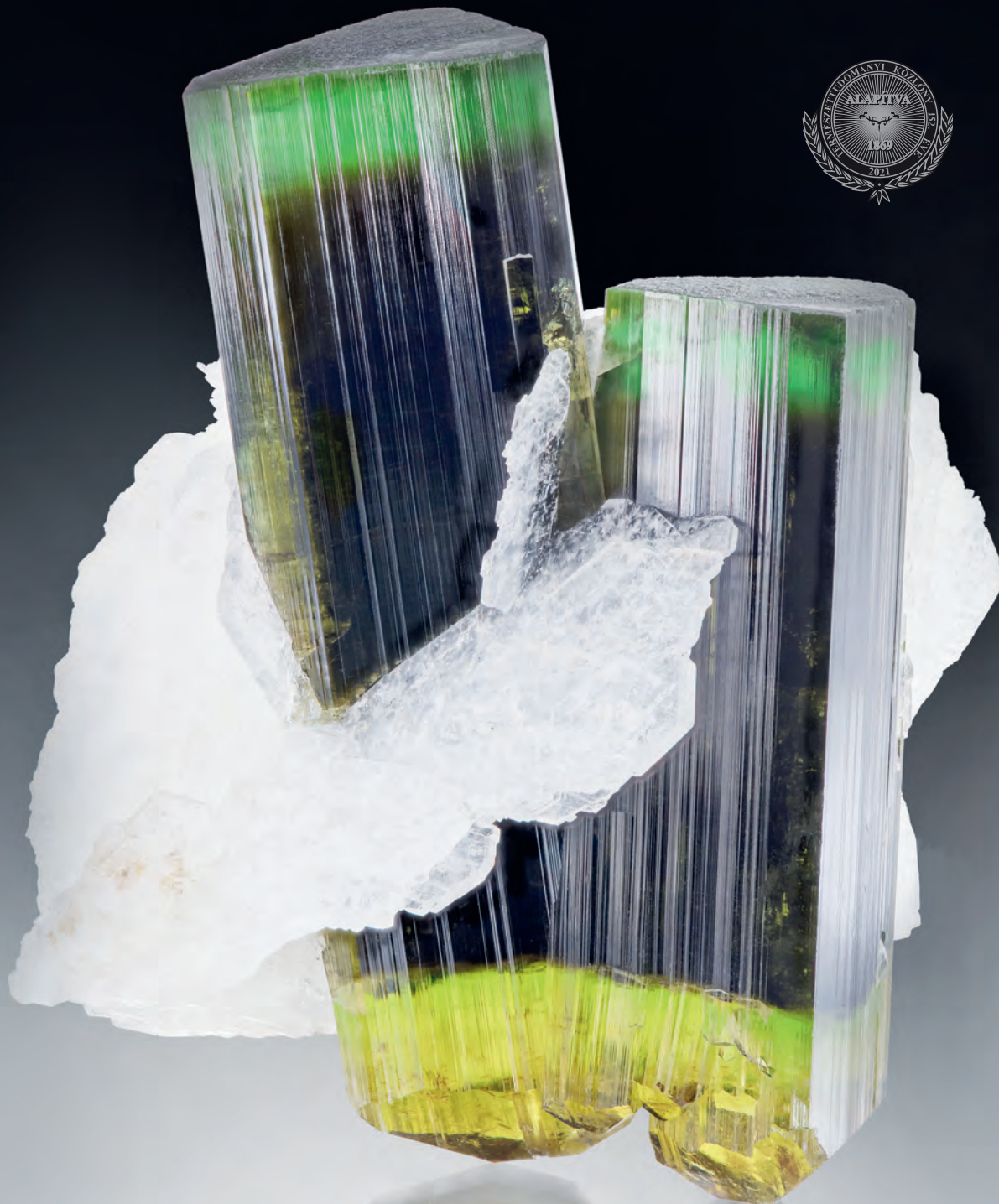
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

152. évf. 1. sz.

2021. JANUÁR

ÁRA: 870 Ft

Előfizetőknek: 785 Ft



EMBEREVŐHAL
EGET FÜRKÉSZŐ ROBOTOK
KÉTÉLTŰEK GYÓGYKEZELÉSE



1

Az év ásványa

1. A 2017-es év ásványa: a kvarc. (Kvarc, pirit a Szeptember 9-e bányából, Madan, Rhodope-hegység, Bulgária. Méret: 70x42mm Kupa László Gyűjteménye)
2. A 2019-es év ásványa: a galenit. (Galenit, szfalerit, kvarc Madanból, Rhodope-hegység, Bulgária. Méret: 57x44mm, Kupa László Gyűjteménye)
3. A 2018-as év ásványa: a fluorit. (Minerva bánya, Illinois, USA. Méret: 108x84x47mm, Andreas Empl Gyűjteménye)
4. A 2016-os év ásványa: a gránát. (Grosszulár Susurlukból, Balıkesir Provincia, Marmara Régió, Törökország. Méret: 23x20mm, Kupa László Gyűjteménye)



2



4



3



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN

KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
152. ÉVFOLYAMA

2021. 1. sz. JANUÁR
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI
MINISZTERIUM

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
az Emberi Erőforrások Minisztériuma,
az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő,
a Magyar Művészeti Akadémia,
a Magyar Tudományos Akadémia, az Innovációs
és Technológiai Minisztérium és a
Nemzeti Tehetség Program támogatásával.

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 06-1-327-8950, fax: 06-1-327-8969
E-mail-cím: info@termvil.hu
Internet: termvil.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-1-327-8900

Nyomás:
PAUKÉR Nyomda

Felelős vezető:
Vértes Gábor

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-1-327-8950
e-mail: info@termvil.hu

Előfizetés, reklamáció:
Magyar Posta Zrt.
Telefon: 06-1-767-8262
E-mail: hirlapelofizetes@posta.hu
Internet: eshop.posta.hu
Postacím: MP Zrt., Budapest 1900.

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

Előfizetési díj:
fél évre 4920 Ft, egy évre 9420 Ft

KÁSLER ANDREA: Forró fürdő gombás fertőzés ellen – Kétéltűek gyógykezelése.....	2
VENETIANER PÁL: Lederberg megvalósult álma – Nobel-díjas génszerkesztés	7
MÁTHÉ CSABA: A növényi sejt mozgalmas belső élete – Dinamika és gyógyulás	12
BIERNACZKY SZILÁRD: Magyar László és a természettudományok – A 200 éve született magyar Afrika utazó és felfedező emlékére.....	18
PIPICS JÁNOS: Emberevőhal – A cápa leírása egy 1798-es magyar kiadványban	25
Elment a szkeptikus Mágus – James (Amazing) Randi	29
HOLLÓSY FERENC: A turmalin – Az év ásványa	30
HEGEDÜS TIBOR – KOVÁCS JÓZSEF: Eget fürkésző robotok –Ismét bővült a hazai távcsőarzenál.....	34
MACALIK KUNIGUNDA – VÁSÁRHELYI TAMÁS: Élőlényesdi – Önképző citizen science ragály a karanténban	40
FÖLDTUDOMÁNYI FIGYELŐ (Szoucsek Ádám)	46
FOLYÓIRATSZEMLE (Landy-Gyebnár Mónika)	48

Címlapképünk: Turmalin

Borítólapunk második oldalán: Turmalin (Illusztráció az Év ásványa című cikkünkhöz)

Borítólapunk harmadik oldalán: Eget fürkésző robotok (Illusztráció az ismét bővült a hazai távcsőarzenál című cikkünkhöz)

Mellékletünk: A XXIX. Természet–Tudomány Diákpályázat cikke (Szász-Cseh Etele – Bíró Máttyás Péter: Reklámok keresztműzében)

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnökök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ, BOTH ELŐD, CSABA GYÖRGY, HORVÁTH GÁBOR,
KECSKEMÉTI TIBOR, KORDOS LÁSZLÓ, LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS,
PAP LÁSZLÓ, PATKÓS ANDRÁS, RESZLER ÁKOS, SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI,
SÓTONYI PÉTER, SZATHMÁRY EÖRS, SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR

Főszerkesztő-helyettes:

PÁSZTOR BALÁZS (pasztor.balazs@eletestudomany.hu; 06-1-327-8952)

Szerkesztők:

TEGZES MÁRIA (tegzes.maria@termvil.hu; 06-1-327-8954)
LŐRINCZ HENRIK (lorincz.henrik@termvil.hu; 06-1-327-8961)
NYERGES GYULA (nyerges.gyula@termvil.hu; 06-1-327-8960)
SZOUCSEK ÁDÁM (szoucsek.adam@termvil.hu; 06-1-327-8951)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Szerkesztőségi irodavezető: KERTÉSZ-BOJÁRSZKY ESZTER (info@termvil.hu; 06-1-327-8950)



KÉTÉLTŰEK GYÓGYKEZELÉSE

Forró fürdő gombás fertőzés ellen

Napjainkban a földi életformák egyre súlyosbodó kihalási hullámának lehetünk szemtanúi. A klimatikus viszonyok rendkívül gyors változása, az élőhelyek feldarabolódása és méretük csökkenése, illetve a környezetszennyezés mellett az újonnan felbukkanó fertőző betegségek jelentik az egyik legnagyobb veszélyt az amúgy is fogyatkozó populációk számára.

A kétéltűek (békák, farkos kétéltűek és lábatlan kétéltűek) közé tartozó fajok alkotják az egyik leginkább veszélyeztetett állatcsoportot, a Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) Vörös Listája alapján a fajok mintegy 41 százalékát fenyegeti kihalás. A kétéltűfajok többségének vízhez és szárazföldhöz egyaránt erősen kötődő életmenete, valamint különleges biológiai jellemzőik (félígátersztó bőr, bőrlégzés fontossága, külső megtermékenyítés és fejlődés, meszes tojáshéj hiánya, stb.), különösen érzékennyé teszik őket a klímaváltozásra és a környezetszennyezésre. Emellett élőhelyeik leromlása és eltűnése, de a fertőző betegségeik globális kereskedelemmel együtt járó terjedése is mind hozzájárulnak populációméreteik csökkenéséhez és egyre több faj kihalásához.

A kétéltűek fertőző betegségei közül az egyik legfenyegetőbb a kitridiomikózis, mely az utóbbi három évtizedben világszerte már több mint 500 faj esetében okozott nagymértékű állománycsökkenést, és körülbelül 90 esetben az adott faj kipusztulásához vezetett. A kitridiomikózist két mikroszkopikus gombafaj okozza: a széles körben elterjedt, gazdafajok szempontjából nem válogató *Batrachochytrium dendrobatidis* (továbbiakban röviden: Bd), illetve közeli rokona, a kizárólag farkos kétéltűeket fertőző *Batrachochytrium salamandrivorans*.

Az Agrártudományi Kutatóközpont Lendület Evolúciós Ökológiai Kutatócsoportjánál Hettyey Attila vezetésével a kétéltűeket veszélyeztető egyéb tényezők mellett kutatásaink egyik fő területe a Bd által okozott

kitridiomikózis vizsgálata hazai békafajok egyedein. Jelenlegi tudásunk alapján a Bd-nek több törzse is létezik, melyek eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek. A legveszélyesebb, rendkívül fertőző és magas halálozási aránnyal járó Bd-GPL törzs a Koreai-félszigetről származik, ahonnan a XX. század elejétől emberi tevékenységek nyomán, főként a kétéltűek kereskedelme révén terjedhetett szét, és ma már az egész világon megtalálható. Súlyos mértékű elhullást okozott Dél-Amerikában és Afrikában, különösen a trópusi területek magashegységi régióiban, de megjelenését tömeges elhullások követték Észak-Amerikában, Ausztráliában és Európában is. A Bd-t Magyarországról is kimutatták vadon élő békaegyedeokről, többek között gyepi béka (*Rana temporaria*) és sárgahasú unka (*Bombina variegata*) példányokról, de hazánkban még nem tapasztaltak a kitridiomikózis számlájára írható nagymértékű pusztulást. Ennek ellenére fontos, hogy a gomba tulajdonságait, illetve a kétéltűek fertőzésre adott válaszait minél pontosabban megismerjük, hogy a későbbiekben hatékonyan léphessünk fel a betegség ellen.

Tömegben gyorsabban terjed

Eddigi ismereteink szerint a gomba ivartalanul, úgynevezett zoospórákkal szaporodik, melyek vizes közegben aktív mozgással terjednek. A zoospórák a kétéltűek bőrének magas keratintartalmú sejtjeit képesek megfertőzni, így ebihalaknál a szájképletben, felnőtt állatoknál főleg a hason és a lábakon találhatóak. A bőr alsóbb rétegeibe jutva a zoospórák újabb zoospórákat termelő sporangiumokká alakulnak. A fertőzés szétterjedésével (vagyis általában közvetlenül a kétéltű egyedek átalakulása után, amikor megnő a keratinizált bőrfelület aránya) jellemzően intenzív hámlás kezdődik meg, és a kültakaró egy idő után már nem képes ellátni az állat só- és vízháztartásának szabályozását. Ez súlyos esetben a fertőződés után néhány héttel szívleál-láshoz és így az állat pusztulásához vezethet.

Mivel az ebihalak száraz szájképlete testfelületük igen alacsony százalékát teszi ki,

az ebben az életkorban megfertőződő egyedeknél az átalakulásig jellemzően nem alakulnak ki a kitridiomikózis tipikus klinikai tünetei. Előfordulhat, hogy a gomba miatt az ebihal szájképlete enyhébb deformításokat szenved, ami miatt az állat kevesebb táplálékot tud magához venni, de általában ez nem jár végzetes következményekkel. Éppen ezért a Bd-vel fertőzött ebihalak tünetmentes hordozóként (úgynevezett rezervoárként) továbbadhatják a gombát érzékenyebb életciklusban lévő fajtársaiknak, vagy akár más fajok egyedeinek is. Ez különösen azokra a fajokra lehet igaz, melyeknél a fiatal egyedek ebihalként vagy lárvaként telelnek át, így következő tavasszal megfertőzhetik a szaporodóhelyre visszatérő felnőtt egyedeket is. Bizonyos békafajok esetében az ebihalak előszeretettel gyűlnek nagy létszámú csapatokba, hogy ezzel is csökkentsék az egy egyedre nehezedő predációs nyomást. Ez a csoportosulási viselkedés szintén hozzájárulhat a Bd terjedéséhez, mivel korábbi kutatások már kimutatták, hogy a nagyobb egyedsűrűség egyenes arányban áll a fertőzés terjedésének mértékével. A felnőtt békák az ebihalakkal ellentétben általában magányosan, egymástól elkülönülten élnek. Ez alól csak a szaporodási időszak, illetve bizonyos esetekben a telelés jelent kivételt. Ezért a kitridiomikózis megállítására, terjedésének lassítása érdekében az ebihalak megelőző jellegű gombaellenes kezelése kulcsfontosságú lépés lehet.

1. ábra. Frissen átalakult barna varangyok



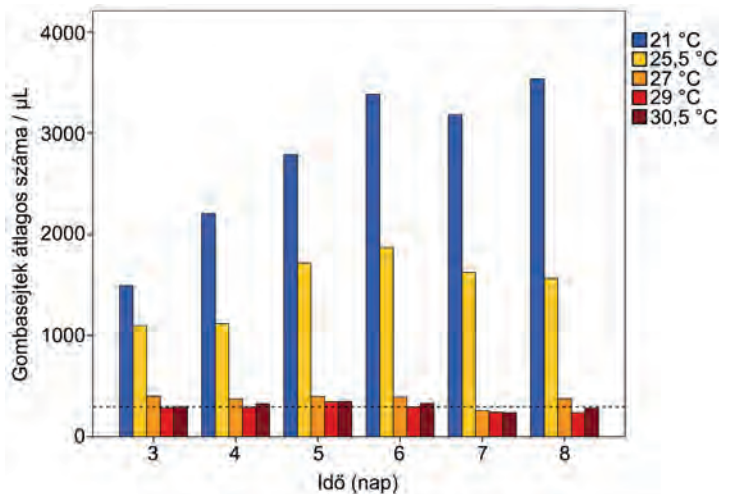
Lázás keresgélés a megoldás után

Mégis, hogyan lehetne a kétéltűeket megszabadítani egy ilyen komoly egyedszámcsökkenéseket okozó, fertőző gombás betegségtől? Számos tanulmány született már a lehetséges megoldásokról, mint például gombaölőszerek vagy épp probiotikumok használata, vakcinálás, és az ellenálló egyedek mesterséges szaporítása. Néhány békafaj bőrének szimbióta baktériumai, vagy éppen maguk a békák is termelhetnek olyan anyagokat, melyek gátolják a *Bd* megtelepedését és szaporodását. A gombaölő hatású vegyszerekkel történő kémiai védekezés több formája is sikeresnek bizonyult laboratóriumi körülmények között, ám ezen anyagok felhasználása nagy körültekintést igényel mind a laboratóriumban, mind az állatok természetes élőhelyén. A gombaölőszerek többsége magukra a kétéltűekre nézve is káros lehet, valamint természetes körülmények között az állatok környezetét és más élőlényeket is károsíthat. Ám létezik más megoldás is, amely lehetőséget ad a kétéltűek kezelésére anélkül, hogy a környezet is károsodna, emellett az állatok alapvető viselkedési formáit kihasználva igen hatékony módja lehet a gomba elleni védekezésnek.

Változó testhőmérsékletű állatok lévén, a kétéltűek viselkedési aktivitása (menekülési, táplálkozó és szaporodási képességük), növekedése és fejlődése az élettani folyamataik hatékonyságának hőmérsékletfüggése okán egyaránt erősen függ a környezetük hőmérsékletétől. Éppen ezért főleg egyedfejlődésük korai szakaszában, ebihalaként, kifejezetten keresik a meleg helyeket. Emellett, mivel élettani folyamataik felpörgetésével nem képesek lázat előidézni a szervezetükben, megbetegedésük esetén, illetve annak elkerülése érdekében is aktívan keresik a környezet legmelegebb pontjait, például napfoltos helyeket. Ez az úgynevezett „viselkedési láz”, melyet már több kétéltűfajnál is leírtak. Ezt a viselkedési lázat kihasználva a környezet melegítésével, fűthető búvóhelyek kihelyezésével az ebihalakat alternatív módon, vegyszerek felhasználása nélkül lehetne kezelni a kitridiomikózis ellen. A hőkezelés azért is lehet jó megoldás, mivel a legtöbb kétéltűfaj akár 32 °C-ig is elviseli a hőmérséklet emelését, míg a kitridiomikózist okozó gomba számára optimális hőmérséklet hozzávetőlegesen 17-25 °C között található és nagyjából 28 °C-ig képes életben maradni.

Hány fokig bírja a gomba a laboratóriumban?

Doktori képzésem alatt elsődleges céloom az, hogy a gomba és a gazdafajok hőtűrése között mutatkozó eltérést kihasználva kialakítsak egy ebihalaknál alkalmazható,



2. ábra. Gombasejtek koncentrációja különböző hőkezelések után. A szaggatott vonal jelzi a kezdeti koncentrációt.

optimális és megbízható *Bd*-ellenes hőkezelést. Ennek első lépéseként kíváncsi voltam arra, hogy a gomba gazdaszervezet befolyása nélkül, laboratóriumi táptalajon tartva, meddig viseli el a hőmérséklet emelését, és mi a legalacsonyabb hőmérséklet, amely már gátolja a növekedését. Ehhez steril sejttenyésztő flasksokban, folyékony táplevesben tartott gombatenyészeteket 5 különböző hőmérséklet (21, 25,5, 27, 29 és 30,5 °C) és 6 különböző időtartam (3, 4, 5, 6, 7 és 8 nap) kombinációinak tettem ki. A kezelési idő letelte után fénymikroszkóp és sejtszámláláshoz használatos Bürker-kamra segítségével becsültem a gombasejtek koncentrációját. A kísérlet eredményei alapján a gomba 21 °C-on intenzív növekedést mutat, ám ehhez képest 25,5 °C-on már csak körülbelül feleakkora maximális koncentrációt képes elérni. 27 °C-on, illetve az ennél magasabb hőmérsékleteken nem tapasztaltunk számottevő növekedést a zoospórák kezdeti koncentrációjához képest (2. ábra). Ezen információk birtokában már élesben, ebihalakat fertőzve is vizsgálhattuk a megemelt hőmérséklet gomba elleni hatékonyságát.

Gyógyfürdő

A kísérlethez barna varangy (*Bufo bufo*) petéket gyűjtöttünk be, amelyeket laboratóriumi körülmények között, állandó hőmérsékleten tartottunk. Az állatok tartóvíze szűrt, UV-fénnyel sterilizált majd visszaszórt víz volt, melyet legalább hetente kétszer cseréltünk, tápláléként pedig előfőzött, darált spenótot kaptak. Kelés után az ebihalak egyik felét 3-4 naponta, összesen 5 alkalommal a kitridiomikózist okozó gomba súlyosan fertőző, magas halálozási aránnyal járó törzsével fertőztük meg.

A fertőzés kezdete után 21 nappal 1,5 liter szűrt vizet tartalmazó műanyag dobozokba helyeztük őket egyesével. A dobozokat tizenkettesével nagyméretű, vízzel töltött tálcákba helyeztük (3. ábra). A tálcákban akváriumi vízmelegítő és vízkeverő biztosította az egyenletes hőmérsékletet, amit így az ebihalak nevelődobozáiban található víz is átvett. Hogy a hatásos hőkezeléshez szükséges legalacsonyabb kezelési hőmérsékletet és legrövidebb időtartamot meghatározhassuk, a korábbi kísérletünkre alapozva az állatokat 5 különböző hőmérséklet (22, 27, 28, 29 és 30 °C) és 3 különböző időtartam (2, 4, és 6 nap) kombinációiban kezeltük. A kezelési idők letelte után az ebihalakat tovább neveltük, amíg az átalakulásuk teljesen végbe nem ment, majd kíméletesen túlaltattuk őket. A fertőzöttségük mértékének megállapításához eltávolítottuk az állatok hátsó lábainak lábujjait, majd ezekből a szövetmintákból DNS kivonást követően egy speciális molekuláris módszerrel (valós idejű PCR) meghatároztuk az azokban található gombasejtek mennyiségét.

Eredményeink érdekes módon azt mutatták, hogy 22 °C-on, ami a gomba számára elméletileg még ideális a növekedéshez, a barna varangyok mindössze 40 százaléka maradt fertőzött, ami a körülményekhez képest rendkívül alacsony arány. Elképzelhető, hogy ezen a hőmérsékleten az állatok immunrendszerére nagy hatékonysággal működik, ami sokuknál vissza tudta szorítani a fertőzést. 27 °C-on a laboratóriumi előkísérletnek némiképp ellentmondó eredményt kaptunk, mivel a kezelés hosszától függően még a

varangyok viszonylag magas (33-59) százaléka maradt fertőzött, miközben a táplevesben tartott gombatenyészetek növekedését már erőteljesen gátolta ez a hőmérséklet. A 28 °C-os kezelés 6 napig alkalmazva már az összes egyedről eltüntette a gombát. Ezen kívül a 4 vagy 6 napig tartó 29 °C-os és 30 °C-os kezeléseket is hatásosnak bizonyultak. Meglepetésünkre a 2 napig alkalmazott 29 °C-os kezelésnél volt a legmagasabb a fertőzött egyedek aránya: az állatok 90 százalékából mutattuk ki a gombát. Ennek az lehet a magyarázata, hogy ez a hőmérséklet már elég magas ahhoz, hogy az ebihalakra negatív hatást fejtsen ki, ám még nem elég magas ahhoz, hogy ezt ellensúlyozva a gombára is kellőképpen negatív hatással legyen. Összességében tehát a mindössze 2 napig tartó kezeléseket nem elegendőnek még 30 °C-on sem a gomba ellen, de egy 6 napig tartó 28 °C-os kezelés már megfelelő lehet. Ezen eredmények változhatnak annak függvényében, hogy melyik békafajt, illetve a gomba melyik törzsét vizsgáljuk, ezért fontos további kísérletekben, más kétéltűfajokon és más Bd-törzseket is bevonva tesztelni a hőkezelés hatását.

Csoportos fürdőzés

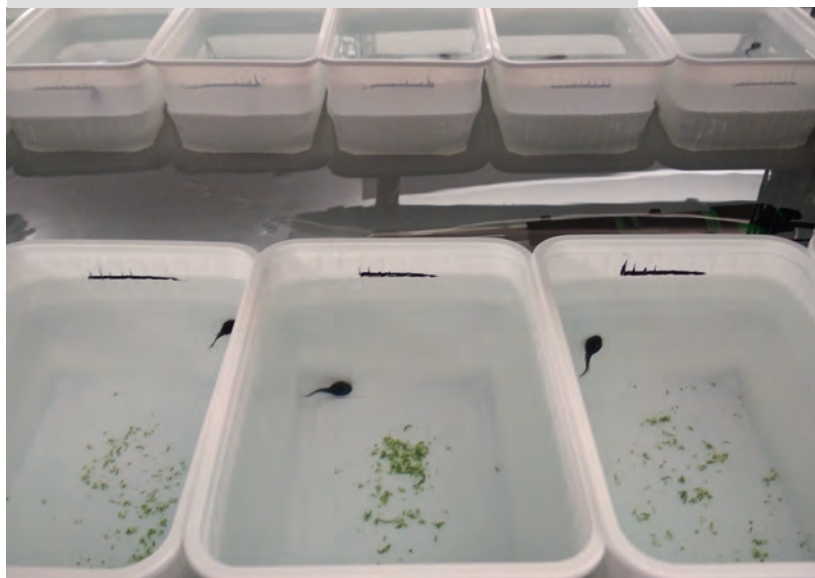
Egyértelmű, hogy egy ilyen, laboratóriumban elvégzett kísérlet eredményeit nem vetíthetjük ki egy az egyben a természetes környezetre. A kitridiomikózis lefolyását, a tünetek súlyosságát és a betegség egyedek közötti terjedését számos egyéb tényező is befolyásolhatja a gazdaegyed jellemzőin túl, mint például a fajtársak és más kétéltűfajok egyedeinek jelenléte. Ezért az egyesével tartott ebihalakon végzett kísérletek mellett különböző egyedszámú és fajösszetételű csoportokban is

vizsgálni kellene a Bd-fertőzés egyeden belüli és csoport szintű dinamikáját. Fontos lenne tudni, hogy az ebihalak valóban felkeresik-e a melegített búvóhelyet, illetve eltöltenek-e ott annyi időt, ami elegendő a fertőzés legyőzéséhez. Emellett szükséges lenne vizsgálni, hogy milyen egyedsűrűség mellett tud még hatékonyan működni a rendszer.

Ha túl meleg a víz

Mielőtt a hőkezelést természetes körülmények között is alkalmaznánk, fontos megvizsgálunk, hogy nincsenek-e esetlegesen káros mellékhatásai magukra a kétéltűekre vagy a környezetükben élő más élőlényekre nézve.

3. ábra. Barna varangy ebihalak kísérlet közben



Káros mellékhatás lehet például az, ha az ebihalak fejlődése vagy növekedése jelentősen lelassul a megemelt hőmérséklet hatására, ami csökkentheti túlélési esélyeiket. Egy további, rejtett mellékhatás a magas hőmérséklet ivari fejlődést megzavaró hatása. A kétélűtűek ivara alapvetően genetikailag, ivari kromoszómák által meghatározott, ám az egyedfejlődés korai szakaszában (az ebihal stádiumnak is csak egy bizonyos intervallumában) a környezet hőmérséklete is módosíthatja azt. Ez hasonló ahhoz a jelenséghez, ami például teknősöknél és krokodiloknál is előfordul: a tojásokban fejlődő embriók nemét a fészkekben uralkodó hőmérséklet határozza meg.

Kétélűtűeknél jellemzően az ebihal korban magas hőmérsékletnek kitett egyedek hím ivarszerveket fejlesztenek ki, még akkor is, ha genetikailag nőstények. Ezen kívül annak is megnő az esélye, hogy a hőmérséklet által befolyásolt egyedeknek hím- és női ivarszövetei/szervei is kialakulnak, azaz úgynevezett interszexuális egyed jön létre. Az interszexuális egyedek az esetek túlnyomó többségében nem képesek szaporodni, mivel egyik ivarmirigyük sem fejlődik ki kellő mértékben.

Kutatócsoportunk egy további vizsgálatban arra a kérdésre kereste a választ, hogy a lárvális fejlődés különböző szakaszaiban alkalmazott hőkezelés befolyásolja-e a vizsgált csoportok ivararányát. Erdei

békák (*Rana temporaria*) esetében a 6 napig tartó 28 és 30 °C-os kezelések egyértelműen a hím egyedek drasztikus túlsúlyát okozták a nőstényekhez képest. Ezzel szemben barna varangyoknál nem tapasztaltuk az ivararány eltolódását a hőkezelés hatására. A kísérlet eredményeiről bővebben az Élet és Tudomány 2020/29-es számában olvashatnak.

Jöhet a béka-wellness?

Eredményeink bizakodásra adnak okot a hőkezelés sikerességét illetően, ezért jövőbeni célunk az, hogy kifejlesszünk egy laboratóriumban, vagy akár természetes körülmények között is alkalmazható fűtött búvóhelyet ebihalak és átalakult egyedek számára is, ami lehetőséget ad az állatoknak arra, hogy önmagukat gyógyítsák a felkínált meleg mikrokörnyezet segítségével. A lehetséges negatív mellékhatások elkerülése céljából, és mert a természetbeni felhasználásnak energetikai korlátai is vannak, a lehető legalacsonyabb olyan hőmérsékletet szeretnénk használni, ami már hatásos a gomba ellen. Reményeink szerint a hőkezelés önmagában, vagy akár más, vegyszermentes kezelési módokkal együtt alkalmazva hatékony módja lesz a kitridiomikózis feltartóztatásának.

KÁSLER ANDREA

Nyitóképen: A foltos szalamandrát is fenyegeti a kitridiomikózis

A cikk a TIT és a DOSZ ismeretterjesztő cikkpályázatán I. díjat nyert.

4. ábra. Fialat barna varangy a laboratóriumban
(Az ábrákat és a fotókat a szerző készítette)



IRODALOM

- [1] Baláz V., Vörös J., Civiš P., Vojar J., Hettyey A., Sós E., Dankovics R., Jehle R., Christiansen D.G., Clare F., Fisher M.C., Garner T.W.J., Bielby J. (2014) Assessing Risk and Guidance on Monitoring of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Europe through Identification of Taxonomic Selectivity of Infection. *Conservation Biology*. 28:213–223.
- [2] Fisher M.C., Garner T.W.J. (2020) Chytrid fungi and global amphibian declines. *Nature Reviews Microbiology* 18.
- [3] Hettyey A., Ujszegi J., Herczeg D., Holly D., Vörös J., Schmidt B.R., Bosch J. (2019) Mitigating Disease Impacts in Amphibian Populations: Capitalizing on the Thermal Optimum Mismatch Between a Pathogen and Its Host. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 7.
- [4] Hettyey A., Bertalan R., Ujszegi J., Ujhegyi N., Bókony V. (2020) Eltűnnek a békálányok? - A klímaváltozás hatása kétélűtűek ivari fejlődésére. *Élet és Tudomány*, 2020/29.



NOBEL-DÍJAS GÉNSZERKESZTÉS

Lederberg megvalósult álma

A bakteriális genetika megalapozójának tekinthető Joshua Lederberg, aki 25 éves korában tett alapvető felfedezéséért kapott Nobel-díjat, 1959-ben, Nobel-előadásában, tehát több mint fél évszázaddal ezelőtt mondta a következőt: „A genetikusok csalóka lidércfénye mindig is az volt, hogy találjanak egy specifikus mutagént, egy olyan reagenst, amely eljut egy adott génhez, felismeri azt, és meghatározott módon módosítja”. Nos, ez a csalóka lidércfény vált valósággá évtizedünkben, és vezetett a sokunk által régen várt döntéshez, miszerint: „A kémiai Nobel-díjat 2020-ban Emmanuelle Charpentier és Jennifer A. Doudna kapták »a génszerkesztés egy módszerének kifejlesztéséért«”.

A CRISPR/cas9 génszerkesztő rendszer felfedezéséhez és a Nobel-díjhoz vezető út rendkívül érdekes, és számos tudománypolitikai tanulsággal is szolgál. A történet kezdete 1987-re datálható. Egy osakai (Japán) kutatócsoport egy enzim szintézisének genetikai szabályozását vizsgálván az *Escherichia coliban* meghatározta a baktérium DNS-szekvenciájának egy részletét (a baktérium teljes DNS-szekvenciáját csak egy évtizeddel később fejtették meg), és ott talált egy addig ismeretlen, furcsa, szabályosan ismétlődő szakaszt. Ez azért volt különös, mert ismétlődő DNS-szekvenciák igen gyakoriak a magasabbrendű élőlények DNS-ében, de a baktériumokra ez nem jellemző.

Különös szekvenciák

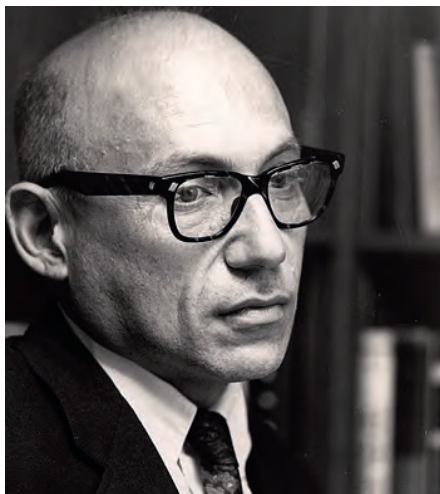
Ishinoék megfigyelése tehát érdekes volt, de minthogy jelentőségéről ekkor még semmi sem volt tudható, a közlés elmerült a jelentéktelen cikkek tengerében, és több mint egy évtizedig senki sem foglalkozott vele. Egészen addig, amíg az alicantei (Spanyolország) egyetem fiatal doktorandusza, *Francisco Mojica*, el nem kezdte vizsgálni azokat a tengeri Archeákat, amelyekre az extrém sótűrés jellemző (*Haloferax mediterranei*, *Haloferax volcani*). Tudnivaló, hogy az Archeák némileg hasonlítanak a baktériumokra, de világában az élővilág alapvetően más típusát képviselik, tehát elmondható, hogy evolúciós értelemben semmi

közük a baktériumokhoz. Ezért volt meglepő, hogy Mojica ezekben az Archeák-ban azonosított olyan ismétlődő szekvenciaelemeket, amelyekről szakirodalmi bűvárkodása nyomán megállapította, hogy szerkezetileg az Ishinoék által talált bakteriális elemekhez hasonlítottak, bár maguk a szekvenciák különböztek.

Mojica 1995-ben közölte először eredményeit, de azután elment Oxfordba, ott más témán dolgozott, és csak Alicantébe történő visszatérése után kezdte el újra a különös szerkezetek vizsgálatát és nevezte el azokat CRISPR-elemeknek (CRISPR –

clustered regularly interspersed palindromic elements – halmozottan előforduló, szabályos közökkel elválasztott palindrom elemek. Palindrom, azaz előre és visszafelé olvasva azonos szekvenciák, mint a magyar „kajak” vagy „kerek” szavak). Tovább kutatva CRISPR-elemek után, az ezredfordulóra már több mint húsz különböző baktériumban és Archeában talált ilyeneket, de biológiai szerepük továbbra is rejtély maradt. Egészen addig, míg a különböző DNS-szekvencia adatbázisokban történő bűvárkodása meglepő eredményre vezetett. Egy *Escherichia coli* törzs CRISPR-elemében az ismétlődő elemek közti úgynevezett „spacer” (köztes elem) szekvenciája azonosnak bizonyult egy, a coli baktériumot gyakran megtámadó bakteriofág DNS-ének egy szakaszával, viszont éppen ez a coli-törzs rezisztens volt a kérdéses fággal szemben. Ezen fellelkesülve 4500 ilyen „spacer”-t vizsgált meg és ezek között nagy számban talált olyanokat, amelyek az illető baktériumot megtámadni képes bakteriofág szekvenciárészletével voltak azonosak. Mojica ebből levonta az izgalmas következtetést: a CRISPR-elemek egy biológiai védekezőrendszer, mintegy bakteriális immunrendszer részei, amelyek a fágtámadás ellen védenek. Sajnos erről a vezető folyóiratok szerkesztőit nem tudta meggyőzni, mert 18 hónapig nem tudta eredményeit közölni.

Közben azonban máshol is foglalkoztak a CRISPR-rendszerrel és ezen a ponton kapcsolódott be az ügybe az alkalmazott kutatás és a politika. A múlt század kilencvenes éveiben tele volt a



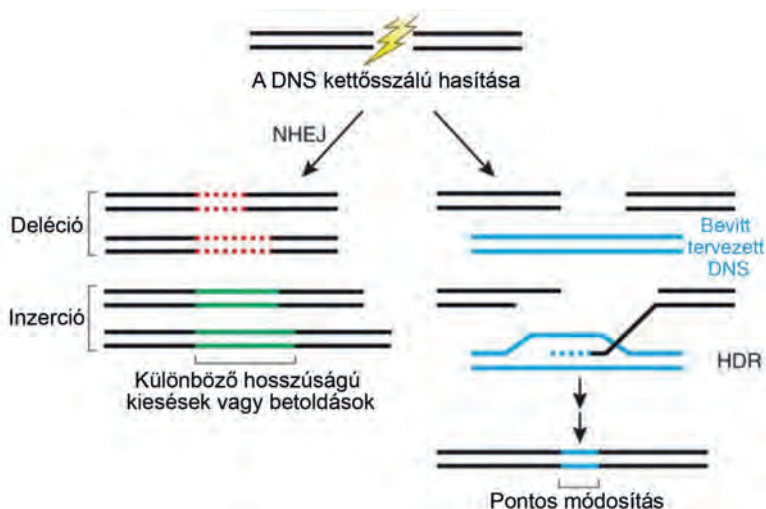
Joshua Lederberg (1925-2008)

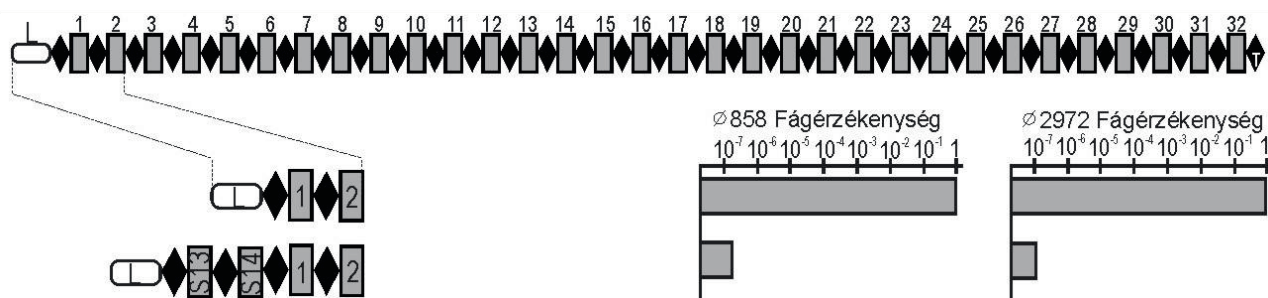
világsajtó azokkal a hírekkel, hogy Szaddam Husszejn iraki diktátor rendelkezik-e atom-, illetve kémiai vagy biológiai fegyverekkel. Az előbbi feltételezés hamisnak bizonyult ugyan, de vegyi fegyvert bizonyítottan használt saját népe ellen. 1997-ben a francia hadügyminisztérium megbízta Gilles Vergnaud genetikust, hogy kezdjen kutatást a lehetséges biológiai fegyverekről és az azok elleni védekezéséről. Vergnaud tehát elkezdte vizsgálni a pestis kórokozójának (*Yersinia pestis*) különböző törzseit, azokban megtalálta a CRISPR-régiót, és tanulmányozásukból levonta a

következtetést, ami 2005-ban megjelent cikkükben olvasható: „...a CRISPR szakaszok múlt genetikai agressziók emléknymoi lehetnek”.

A következő fontos lépés, e hipotézis igazolása és gyakorlati hasznosítása, ismét az alkalmazott kutatásnak köszönhető. A Dupont konszernhez tartozó Danisco nevű kis dániai élelmiszeripari cég azzal a problémával küzdött, hogy a joghurtgyártáshoz használt *Streptococcus thermophilus* baktériumtörzset olykor szennyező bakteriofágok pusztították el. A cég francia kutatója Philip Horvath két különböző bakteriofággal szemben rezisztens *Streptococcus* mutáns törzseket keresett és talált,

Mi történik a DNS hasítása után?
 NHEJ=Non-homologous end-point joining=Végpontok nem-homológ összekapcsolása HDR=Homologous directed recombination=Irányított homológ rekombináció





A CRISPR-régió szerkezete és szerepe a baktériumban.

A felső sor a baktérium DNS CRISPR-régiójának sematikus ábrája. Feketék az ismétlődő palindromok, szürkék a közbeiktatott szekvenciák. A második sor mutatja a régió elejét és a baktérium törzs érzékenységét két fággal szemben. A harmadik sorban látható, hogy ha ebbe a szakaszba beültetnek két új DNS-elemet a bakteriofágból (S13, S14) a fágérzékenység nagyságrendekkel csökken.

majd meghatározta ezek CRISPR-régiójában a „spacer” szekvenciákat és ott valóban megtalálta a támadó bakteriofágok DNS-szekvenciájának egyes darabjait, mégpedig minél több példányban voltak jelen ilyen szakaszok, annál rezisztensebb volt a baktérium. Ezzel teljes mértékben igazolódott Mojica és Vergnaud feltételezése, hogy a CRISPR-rendszer funkcionálisan megfelel a magasabbrendű organizmusok immunreakciójának, a fágtámadás hatására alakul ki a túlélőkben a rezisztencia.

Az még rejtély volt, hogy mi lehet e folyamat biokémiai mechanizmusa. Ekkorra azonban már általános érdeklődést keltett a probléma és igen sok kiváló laboratórium kapcsolódott be a CRISPR szerepének kutatásába. Hamarosan kiderült, hogy a jelenségben kulcsszerepet játszik a baktériumsejtek egy sajátos DNS-bontó enzime, amely csak akkor működik, ha valamilyen – eddig ismeretlen – tényező, bizonyos módon irányítja. Ahogy *Marrafini* és *Sontheimer* 2008-ban megfogalmazták: ez az enzim olyan mint egy „programozható restrikciós endonukleáz”. (Mint ismeretes: a restrikciós endonukleázok felfedezése tette lehetővé évtizedekkel korábban a génszűrés technika megszületését.) Azt is leírták, hogy: „...az a képesség, hogy specifikusan és címzetten irányítani lehet bármely DNS lebontását, amely valamilyen adott 24-48 nukleotid hosszúságú célszekvenciát tartalmaz, igen hasznossá válhat, ha ez a rendszer működhet természetes gazdabaktériumán kívül is.”

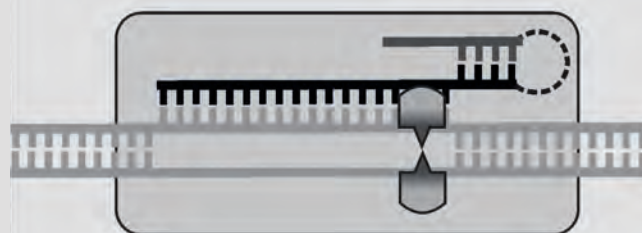
Fordulat a kongresszuson

A két kulcskérdés ezután az volt, hogy hogyan programozódik ez a rendszer, és hogy átvihető-e más sejtekbe. Itt lép színre Charpentier, az első díjazott. Emmanuel Charpentier mikrobiológus volt, aki Bécsben, majd a svédországi Umeában a *Staphylococcus aureus* nevű

veszélyes kórokozó baktériumot tanulmányozta. Mivel korábban felismerte, hogy a baktérium virulenciájáért egy RNS-molekula felelős, elkezdte vizsgálni a baktérium RNS-eit és nagy meglepetésére talált egy igen nagy mennyiségben előforduló, új típusú kis RNS-molekulát, amelyet a CRISPR-régió melletti DNS-szakasz kódolt és szekvenciája majdnem megegyezett a CRISPR-ban található ismétlődésekkel. Ezt 2011-ben publikálta és ugyanebben az évben, egy Puerto Ricó-i kongresszuson találkozáskor az RNS-szerkezetekkel foglalkozó biokémikus *Jennifer Doudna*val, megegyeztek a további kutatási együttműködésben. Ennek eredménye az a közös cikk 2012-ben, amely leírja a Nobel-díjas felfedezést, azt, hogy a *Staphylococcus pyogenes*ből származó, a Cas9 DNS-bontó enzimet kódoló gén és egy úgynevezett „vezető-RNS” működni képes egy másik baktériumban (*Escherichia coli*) és a vezető-RNS által meghatározott helyen elvágja annak DNS-ét. Itt érdemes megjegyezni, hogy azt a kulcsproblémát, hogy a rendszer működjön egy másik baktériumsejtben, a litván *Virginjus Siksnys* is megoldotta, csak az ő cikkét a *Cell* folyóirat

A CRISPR/cas9 rendszer működése.

A vezető-RNS és a cas9 nukleáz asszociációja. A nyilak mutatják a DNS-hasítás helyét. A vezető RNS DNS-sel komplementer része sötétebb, a közös jellegzetes szerkezeti elem világosabb színű.



2012 áprilisában visszautasította és ezért csak szeptemberben jelenhetett meg, három hónappal Charpentier és Doudna cikkének megjelenése után.

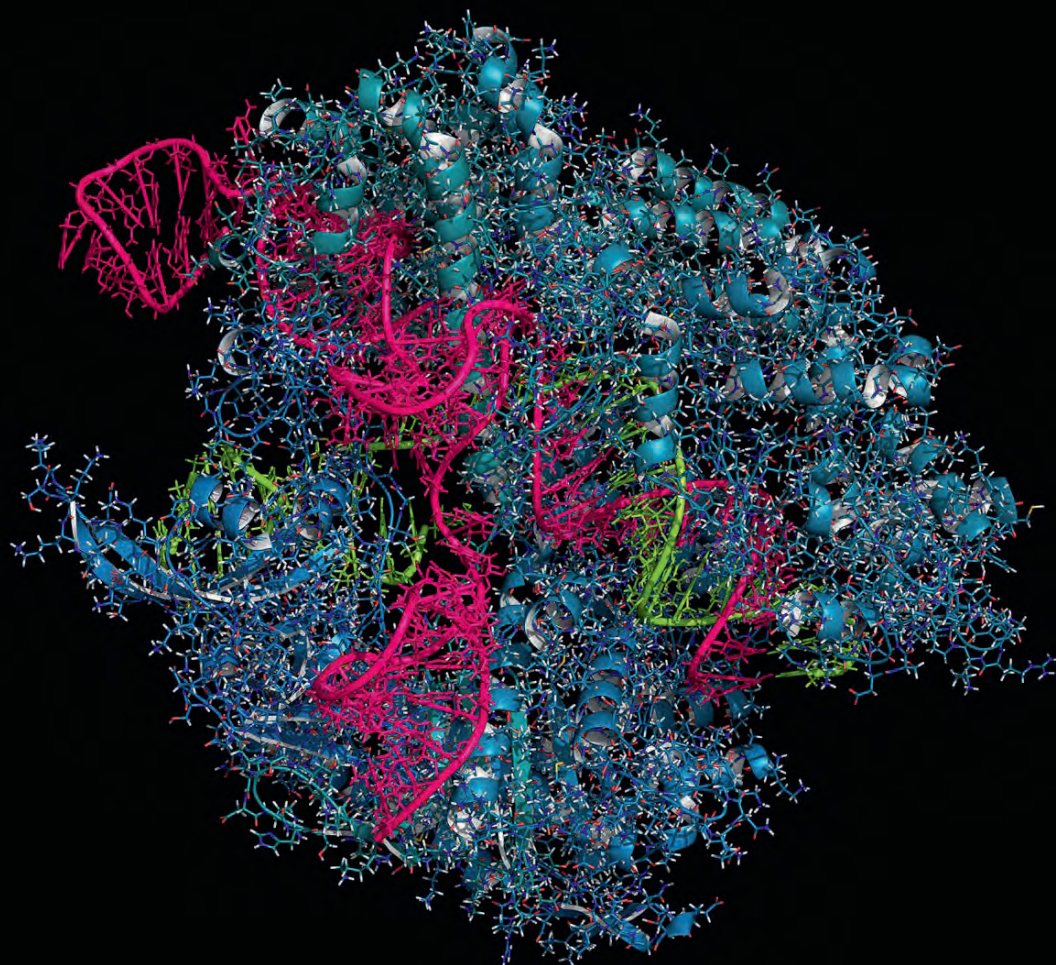
A történet következő fontos fejleménye az volt, hogy *Feng Zhang* és munkatársai 2013-ban közölték, hogy a rendszer működik magasabbrendű állati (emlős) sejtekben is. Ezen a ponton az olvasó megkérdezheti, hogy vajon miért jelenti Lederberg „csalóka lidércfény”-ének megvalósulását az, hogy a DNS a sejten belül meghatározott pontokon elvágható. Nos, a választ a minden élő sejten belüli DNS hibajavító és rekombinációs mechanizmusok adják meg. Ezeknek köszönhetően ugyanis a sejt a DNS-lánc megszakadására kétféleképpen reagálhat. Vagy újra összefoltozódik a lánc, de ez szinte mindig hibásan történik, egy-két nukleotid kiesésével vagy betoldásával, azaz mutációval. Vagy, ha a rendszerbe bevisznek egy, a célszekvenciától egyetlen kívánt mutációban különböző rövid mesterséges DNS-molekulát, akkor rekombináció révén ez a mutáció bekerül a célszekvenciába. Azaz: a CRISPR/cas9 rendszer felhasználásával elvileg bármely élő sejten belül tetszés szerinti helyen (pontosabban: *szinte* bármely helyen) tervezett mutációt lehet létrehozni. Itt azért megemlítenéd, hogy

a Lederbergi „csalóka lidércfény” a huszonegyedik században már Charpentier és Doudna felfedezése előtt is megvalósult, az úgynevezett „cink-ujj” és „TALEN” technológiák segítségével. Ezek a módszerek azonban rendkívül költségesek, bonyolultak, és speciális felkészültséget igényelnek a fehérje-mérnökség területén. Ezzel szemben a CRISPR/cas9 módszer alkalmazásához bármely átlagos felszereltségű molekuláris biológiai laboratóriumnak mindössze egy kereskedelmi forgalomban 70 dollárért beszerezhető szintetikus RNS-molekulára van szüksége. Ennek köszönhető példátlan sikere és futótűzként elterjedő széleskörű alkalmazása.

Két fiatal hölgy

Ennek a díjnak — a nyilvánvaló tudományos és gyakorlati jelentőségén túl — számos különleges érdekessége van. Először is: A Nobel-díj eddigi történetében példátlan, hogy egy tudományos kategória mindkét díjazottja nő. Nem egyedi eset ugyan, de viszonylag ritka, hogy a felfedezéstől (2012) mindössze nyolc év telt el a díjazásig és a díjazottak aránylag fiatalok (a felfedezés idején Charpentier 44, Doudna 48 éves volt).

A CRISPR/cas9 rendszer molekuláris képe működés közben. Kék a cas9 nukleáz, rózsaszín a cél-DNS, zöld a vezető-RNS





Aki kimaradt: Virginijus Siksnys és Feng Zhang

Ha egy Nobel-díjon ketten osztoznak, az többnyire vagy azt jelenti, hogy egymástól függetlenül, párhuzamosan jutottak el a felfedezéshez, vagy azt, hogy szorosan együtt, egy intézményben dolgoztak, esetleg mester-tanítvány viszonyban. Charpentier és Doudna azonban, noha közös cikkben közölték az eredményt, a szó szoros értelmében soha nem dolgoztak együtt. Amikor a mikrobiológus Charpentier felfedezett egy különös RNS-molekulát, egy Puerto Ricó-i meetingen 2011-ben megkereste az RNS-szerkezetével foglalkozó biokémikus Doudnát és megbeszéltek a további, táv-együttműködésben végzendő kísérleteket. Érdekes az is, hogy ezúttal – mint az utóbbi évtizedekben egyre többször – lényegében biológiai felfedezésért osztottak kémiai Nobel-díjat. És végül – azok figyelmébe ajánlva, akik nagyon szeretik a tudományos díjak kapcsán a nemzeti dicsőséget hangsúlyozni: Charpentier francia, hazájában végezte az egyetemet és nyerte el doktorátusát, de egész tudományos pályája külföldön zajlott. 1996-2002 között négy különböző intézményben az USA-ban, majd 2002-2009 között Bécsben, ezután 2013-ig a svédországi Umeåban, azóta Németországban, előbb Braunschweigben, majd Berlinben, ahol jelenleg is dolgozik.

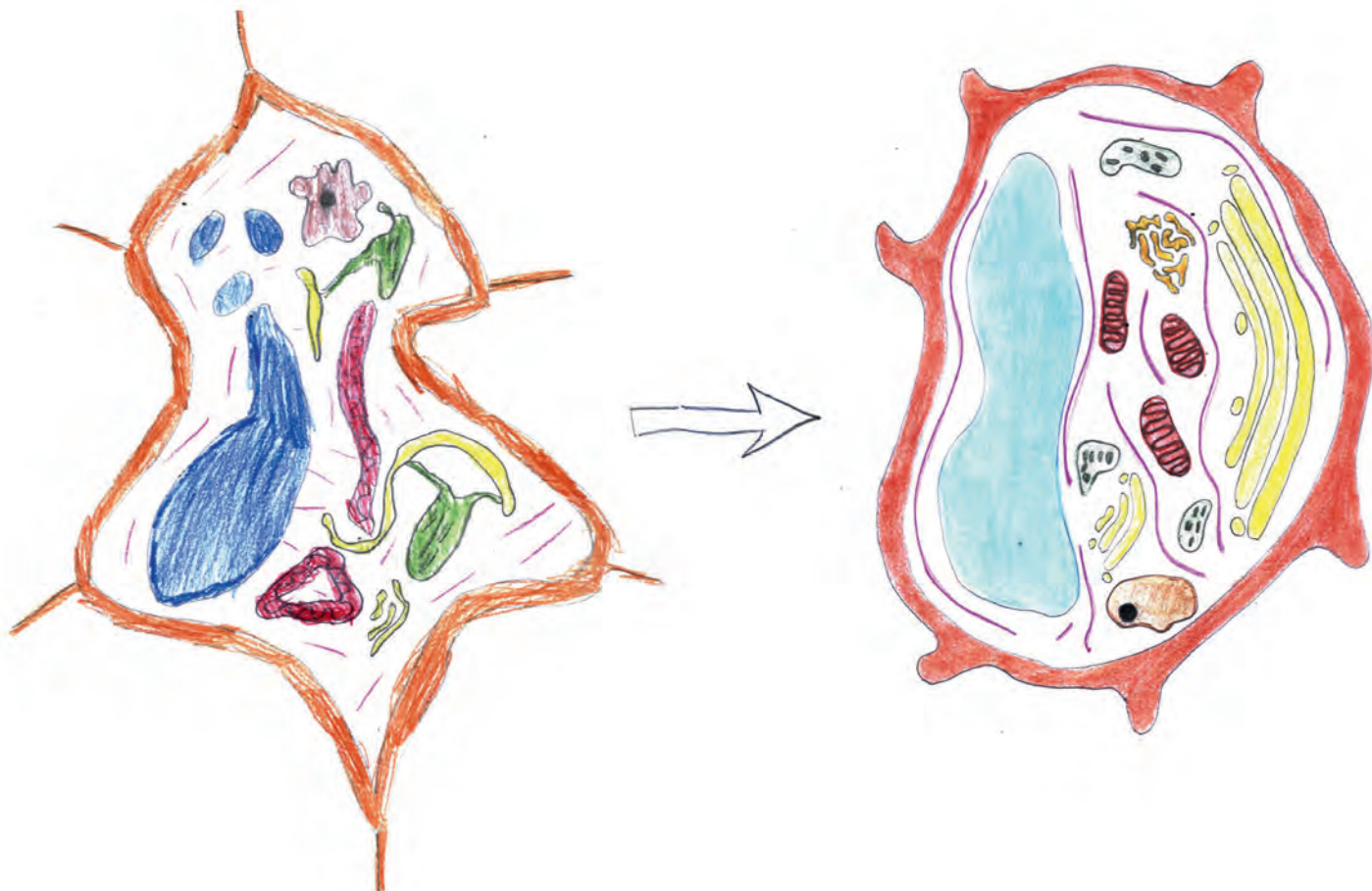
Mivel a mai tudományos világban egészen kivételek a valóban egyéni, előzmények és párhuzamosságok nélküli egyedi felfedezés, minden Nobel-díjnál felmerül a kérdés, hogy ha vitathatatlan is a felfedezés jelentősége, valóban azok a személyek és csak azok érdemelték-e ki a díjat. Ebben az esetben az teszi aránylag könnyűvé az ítéletet, hogy Charpentier és Doudna az elmúlt fél évtizedben húsznál több jelentős tudományos díjat nyertek el, talán kimondható, hogy már szinte minden

létező tudományos díjat megkaptak – kettesben. Az egyik kivétel a norvég király által osztott Kavli-díj volt, amelynek harmadik díjazottja *Siksnys*, az a litván kutató, akit egy szerkesztőség hibás ítélete fosztott meg az elsőbbségtől. Három díjban a két hölgy osztozott Feng Zhanggal, egyben pedig Zhang mellett a francia Horvath és munkatársa, *Barrangou* is a díjazottak között volt. Zhang szerepével kapcsolatban érdemes megemlíteni, hogy máig eldöntetlen szabadalmi vita zajlik egyfelől Zhang intézete, másfelől Doudna és Charpentier intézetei között. A vita egyik kulcskérdése az, hogy Zhang munkája alapvetően új-e, vagy csak Doudna és Charpentier felfedezésének technikai továbbfejlesztése. A másik kérdés az elsőbbség, ugyanis bár Zhang később publikált, de jegyzőkönyveivel tudta bizonyítani, hogy a döntő kísérleteit már a két hölgyénél korábban végezte el és az USA szabadalmi jogrendszere szerint ez elismerendő (az európai szerint nem). Ez a vita azonban úgy tűnik nem hatott a Nobel-bizottságra.

Befejezésül le kell írni, hogy a CRISPR/cas9 módszer, amellyel, hogy szinte forradalmat idézett elő az alapkutatások számos területén, fontos gyakorlati alkalmazásokat tett lehetővé. A közvéleményt legjobban érdeklő humán alkalmazásról egy korábbi cikkemben már írtam e lapban (A genetikusok új eszköze a CRISPR/cas9. 149, 205-209). A növényi, állati biotechnológia területén született számos fontos eredmény közül egyet emelnénk ki: az óriási gazdasági károkat okozó lisztharmatnak ellenálló búza előállítását.

VENETIANER PÁL

Nyitóképünkön: A két Nobel-díjas: Emmanuelle Charpentier és Jennifer A. Doudna



DINAMIKA ÉS GYÓGYULÁS

A növényi sejt mozgalmasság belső élete

Mivel helyhez kötött életmódot folytatnak, a növények nem tudnak „elszaladni”, ha valamilyen külső stressz éri őket. Cserébe sejtjeik nagyon gyorsan reagálnak a környezet változásaira, helyreállítva a szöveti károsodásokat. Ennek a feltétele, hogy sajátos struktúrák- a sejtvázs- lehetővé tegyék a sejtalkotók gyors alakváltozását és mozgását. Jelen cikk azt vizsgálja, mi történik a sejtben, ha elönytelen hatások érik, és e hatékony dinamika segítségével hogyan javítja ki a károsodást – miként válik a növény újra egészségessé.

Az utóbbi egy-két évtizedben, főleg a lézerpásztázó konfokális mikroszkópia (CLSM) és az élő sejtekben működő fluoreszcens próbákat felhasználó technikák segítségével, teljesen megváltozott az élő sejtekről alkotott képünk. Így ma kis túlzással elmondhatjuk, hogy semmilyen struktúrának nincs meghatározott mérete, alakja és helye a sejtben belül – ahogyan ebben a cikkben fogunk is erre példákat látni.

Hogyan jutottunk el ehhez az új szemlélethez? Korábban is lehetséges volt ezeket a struktúrákat nagy felbontásban vizsgálni, akár elektronmikroszkóp, akár az immunhisztokémia segítségével, ez utóbbi főként fluoreszcens mikroszkóp felhasználásával tette láthatóvá a sejtbeni struktúrákat. Ezeknek a módszereknek volt azonban egy komoly hátránya: az élő mintákat először rögzíteni/fixálni kellett ahhoz, hogy tanulmányozni tudjuk. A fixálószerke elölték a sejtet, rögzítették

abban az állapotban, amelyben vizsgálni akartuk, ráadásul sok struktúrát eltorzítottak, így azok nem pontosan úgy festettek, mint a valóságban, az élő sejtben. Nagy áttörést jelentett, amikor felfedezték egy medúza zöld fluoreszcens proteinjét (*green fluorescent protein, GFP*) és megtalálták azt a gént, amely a fehérjét kódolja. Kiderült, hogy a gént az általunk vizsgálni kívánt fehérje génjéhez lehet „ragasztani”, s ha egy adott szervezetbe juttatjuk ezt a hibrid DNS-t, a keletkező, fúziós célfehérje világítani fog az élő sejtben, ha megfelelő hullámhosszú fényrel gerjesztjük. Ha pedig konfokális mikroszkóppal vizsgáljuk a mintánkat, a fehérje pontos sejtbeni helyét nagy felbontásban látjuk. Ennek a módszernek a segítségével számos struktúrát vizsgálhatunk torzításmentesen, az élő sejtben. Ez teljes sejtalkotókra is vonatkozik. Ha például egy sejtvázhhoz kapcsolódó fehérjét

„jelölünk meg” ezen a módon, a teljes sejtvázs látható lesz (1. ábra). Manapság a GFP sárgán, vörösön vagy kéken világító változatai is elérhetőek, így akár egyszerre több sejtalkotót is vizsgálhatunk ugyanabban a sejtben.

A növényi sejt valódi sejtmaggal rendelkezik, és az eukarióta típusú sejtek többi alaptulajdonságát is mutatja. Jó néhány sajátossága is van. Extracelluláris mátrixa a cellulóz alapú sejtfallal, amelyet – amikor még „fiatal”, képlékeny – számos plazmahíd (plazmodeszmosz) szel át, megteremtve a kapcsolatot a szöveti kötetlekben lévő sejtek között. Ezek a plazmahidak makromolekulák, fehérjék, RNS-ek cseréjére is alkalmasak, mert elég nagy hozzá az átmérőjük. Éppen ezért sajnos a vírusokat is terjesztik egyik sejtről a másikra. A sejtfallal, pontosabban az apoplaston – a sejt plazmamembránján kívüli struktúrái – szintjén számos biokémiai folyamat zajlik, amely a patogénekkal (gombák, baktériumok, vírusok) vagy a kártevőkkel szembeni immunválaszokat váltja ki. Ezzel azonban cikkünk nem foglalkozik, inkább a többi, növényi sajátosságokat mutató sejtalkotóra koncentrálnunk. Ezek, amint látni fogjuk, a sejtvázs sajátosságai, a sejtben belüli membránrendszerek, ezen belül is főleg az endoplazmatikus hálózat és a színtestek, de az eukarióta sejt, „erőművei”, a mitokondriumok szerveződése és működése is különleges.

A növényi sejtalkotók rendkívül dinamikusak, sokkal inkább, mint az állati/emberi sejtekben. Ez azért fontos, mert az állati szervezetek, azon belül is sejtek jó része képes helyváltoztató mozgásra, míg a növények esetében ez meglehetősen korlátozott. Ennek jelentősége van: a sejtben belüli fokozott dinamika szükséges ahhoz, hogy maga az egész sejt gyorsan reagáljon a környezet változásaira, legyenek azok biotikus (például patogének) vagy abiotikus (hideg, forróság, vízhiány, magas sótartalom stb.) tényezők. A Debreceni Egyetem TTK Növényi Sejt- és Fejlődésbiológia kutatócsoportja is bekapcsolódott ezekbe a kutatásokba, néhány területen hozzá is járultunk a növényi sejt jobb megértéséhez. Jelen cikkben röviden összefoglaljuk, hol is

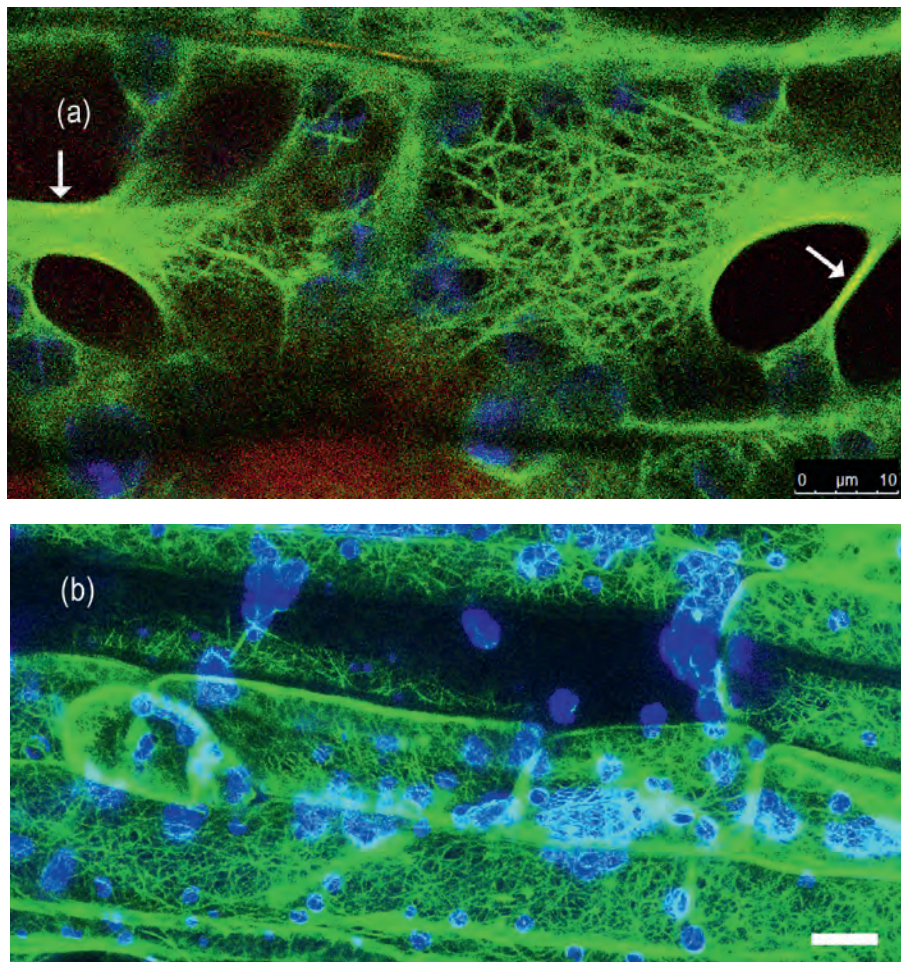
tart ma a növénybiológia ebben a témában. Főként azt fogjuk megvizsgálni, ha egy sejtalkotó károsodást szenved, képes-e azt a növény az intenzív dinamika segítségével kijavítani.

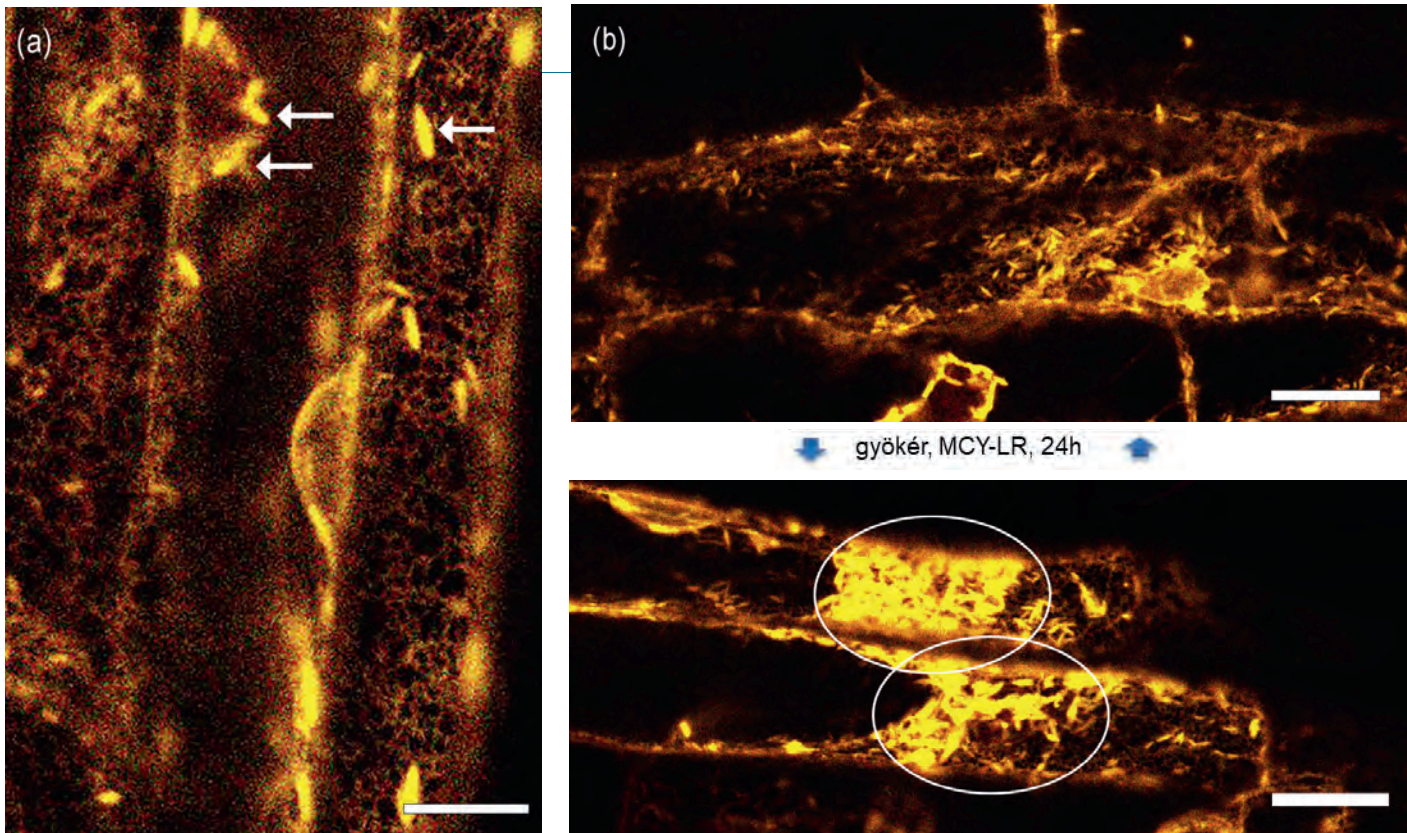
A sejtvázs a dinamika felelőse

A növényi sejtben kétféle citoszkeleton struktúra létezik: a mikrofilamentumok (aktinszálak) és a mikrotubulusok. Az állati/emberi sejtekre jellemző átmeneti (intermediér) filamentumokat a növényekben még nem sikerült megtalálni. Ezek a sejtvázelemek mozgatják a sejtalkotókat, irányítják a sejtosztódást, összességében nagyon fontosak abban, hogy a sejt egységes egészként működjön. Oldható, globuláris fehérjék kábeleszerű szálakat alkotó polimerjei,

1. ábra. Élő növényi sejt a lúdfű (Arabidopsis) hipokotilban. A GFP-jelölt aktinszálak erős kötegeket képeznek a vakuólumok közötti citoplazmahidokban (nyílak, a). Egyébiránt az aktinszálak nagyjából egyenletesen oszlanak meg a sejtben (b). A színtestek klorofiljainak autofluoreszcenciáját kék színben látjuk. Skálák: 10 µm.

J. Mathur és Máthé Cs. felvételei.





2. ábra. Ezeken a képeken a GFP sárgán fluoreszkáló változatával jelölt ER fehérje mutatja meg a teljes ER hálózatot a lúdfű hipokotil sejtjeiben. Jól látható, hogy az ER hálózat szabályos, poliédres „cellák” formájában rendeződik, valamint helyenként ER testeket (néhány ilyen testet nyilak mutatnak) hoz létre (a). (b) a lúdfű csíranövény gyökerében egy cianobakteriális toxin hatására az ER testeket egy jól meghatározott helyen tömörülnek (lent, bekarikázva), de a folyamat visszafordítható, amikor a sejt kivédi a stresszt (fent). Skálák: 20 μm . J. Mathur és Máthé Cs. felvételei.

amelyek állandóan változnak, összeszerelődnek-széttesnek. A makromolekulákat, sejtorganellumokat motorfehérjék segítségével mozgatják energia- (ATP-) függő módon. A motorfehérjék egyik oldalukon a szállítandó anyagot, a másikon pedig a sejtvázat „fogják meg”.

Az aktinszálakat a G-aktin fehérje építi fel. Kötegek behálózzák az egész sejtet, kapcsolatot tartva a terek között (1. b ábra). Ez azért is fontos, mert növényekben az aktinszálak többféle alkotót mozgatnak, mint más sejtípusokban. Amikor egy patogén megtámadja a sejtet, az aktinszálak vastag kötegeket, „stresszkábeleket” hoznak létre a fertőzés helyén, amelyek makromolekulákat szállítanak, ezek lerakódnak a sejt falban vastagítva azt, így megakadályozzák, hogy az idegen szervezet szétterjedjen a szövetekben. A normális aktinstruktúra helyreáll, amint a sejt meggyógyul. Hasonló vastag kötegek keletkeznek a vakuólumok közötti vékony citoplazma hidakban (1. a ábra), amelyek megakadályozzák, hogy a vakuólumok idő előtt összeolvadjanak.

A mikrotubulusok, mint nevük is mutatja, csőszerű „kábelek”, amelyeket két, egymáshoz nagyon hasonló globuláris fehérje, az α - és a β -tubulin épít fel és egyik

fontos szerepük a kromoszómák mozgatása a sejtosztódás idején. Hidegben széttesnek, blokkolva ezzel a teljes sejt működését, de ha a hőmérséklet visszaáll az optimális szintre, gyorsan visszarendeződnek. A növényekben sajátos struktúrákat hoznak létre. Ilyen például a preprofázisos köteg (PPB). Amikor a növényi sejt osztódni készül, a mikrotubulusok a majdani osztódási síkban gyűrűszerű köteggé rendeződnek és meghatározzák a mitózis irányát. Ha külső hatásokra (például bizonyos, élő szervezetek által termelt toxinok miatt) a fehérjeszintézis vagy az auxin nevű növényi hormon transzportja gátlódik, kialakulása zavart szenved, eltorzul az osztódási sík és a teljes osztódó szövet fejlődése. Nincs adatunk arra vonatkozóan, hogy helyreáll-e a PPB, ha ezek a külső hatások megszűnnek.

Az endoplazmatikus hálózat

Az endoplazmatikus retikulum (ER) egy, a teljes sejtet behálózó belső membránrendszer (2. a ábra), amely számos funkciót lát el a sejtben, pl. a riboszómák előállított fehérjék érése itt kezdődik. Cikkünk szempontjából fontos, hogy követi az aktinszálak lefutását és újabban sokan gondolják, hogy képes a citoskeletonon keresztül mozgatni a sejtszervecskéket.

Ezenkívül szinte minden más membránstruktúrával képes kapcsolatot létesíteni, ezzel az életfontosságú fehérjék helyes elosztását segítve a sejtben. Így a citoskeleton mellett biztosítja, hogy a rendkívül bonyolult eukarióta sejt egységes egészként működjön.

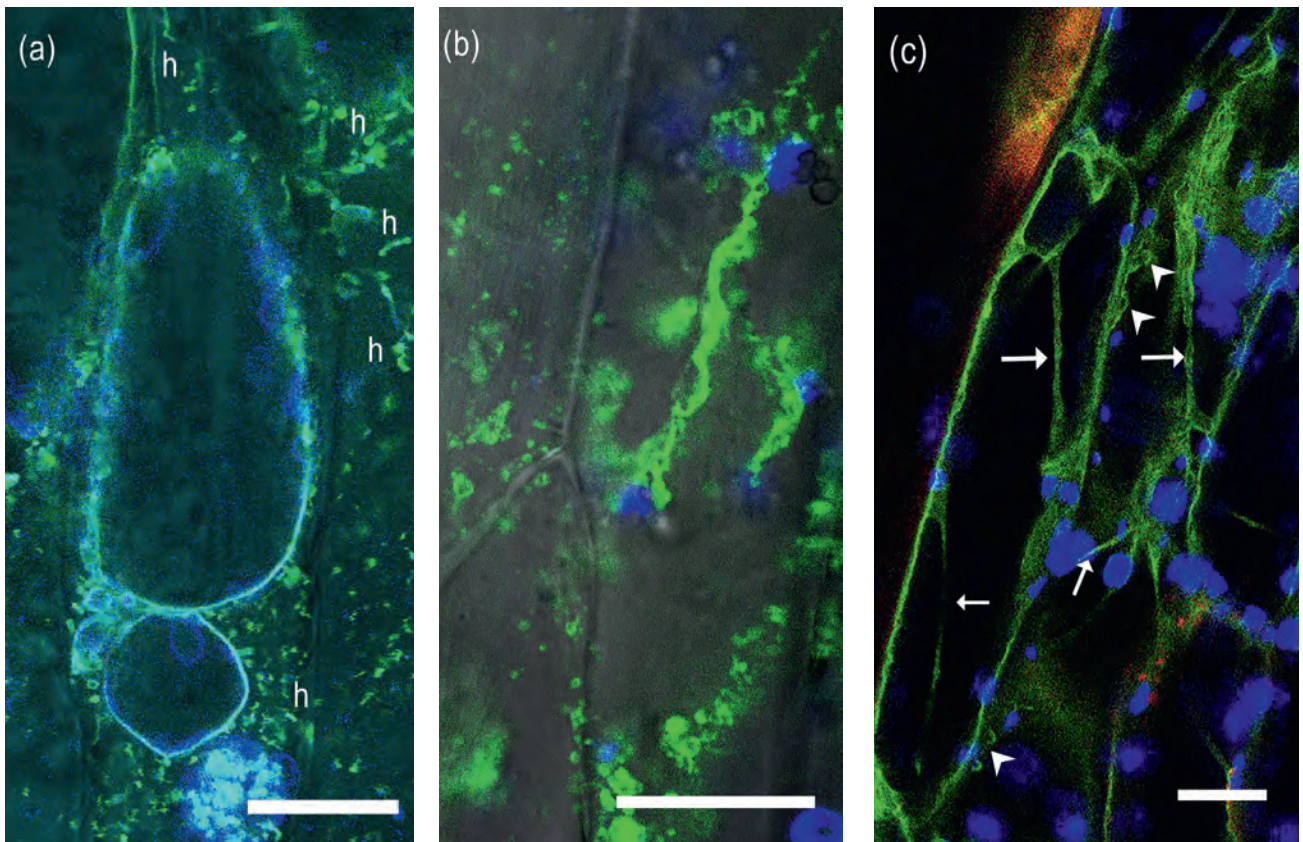
Általános jelenség az úgynevezett ER-stressz. Kedvezőtlen külső hatásokra a sejtben a fehérjék rosszul tekerednek, a helyes fehérjekonformációt biztosító dajkafehérjék már nem képesek hatékonyan ellátni a feladatukat. Ilyenkor a rosszul tekeredett fehérjék az ER-ban halmozódnak fel, egy részük ezután degradálódik. Ha a külső stressz „kezelhető”, és a sejt a kezdeti védekező reakció után fenn tudja állítani normális működését, az ER-ban felhalmozódott „rossz” fehérjék újra normálisan tekerednek (pl. azért, mert a stressz – akár patogének – hatására a sejt több ER-membránt termel, amelyek több dajkafehérjét fognak tartalmazni), a fehérjék újra felveszik a normális térszerkezetüket és az ER-stressz is megszűnik. Ennek kapcsán mindenképp szólnunk kell az ER-testekről (2. ábra), amelyek úgy

tűnik, főként a növényekre jellemző, az ER-membránok helyenkénti tágulásával létrejövő struktúrák. Az ER-testek pontos szerepét még nem értjük, de az tény, hogy stressz hatására képesek felhalmozódní és meghatározott pontokban tömörülni (2. b ábra). Azt is leírták, hogy gombatámadás hatására az ER-testekben a gomba sejtfalát bontó enzimek (β -glükózidázok) halmozódnak fel.

Szoros kapcsolatban

Az ER egy sor membránstruktúra létrehozásában vesz részt. Ezek közül kiemeljük a sajátosan növényi vakuólumokat. Ezeket egy tonoplaszt nevű speciális membrán határolja. A vakuólum kiemelt fontosságú a vízháztartás, a sejtben belüli pH szabályozásában és gyakran lizoszómaként viselkedik, a sejthalál során a makromolekulákat bontó enzimekkel telik meg. Ezeket a funkciókat a tonoplaszt rendhagyó felépítése határozza meg – például nagy mennyiségben tartalmaz vakuoláris akvaporinokat, vízszállító fehérjéket,

3. ábra. A tonoplaszt és a plazmamembrán konfokális mikroszkópos képei. (a) lúdfű hipokotil sejt előrehaladott plazmolízis állapotban. A kéken fluoreszkáló tonoplaszt és a zöld plazmamembrán helyenként annyira közel kerül egymáshoz, hogy fluoreszcenciájuk összemosódik. A sejt protoplazmáját csak vékony Hecht-fonalak (h) kötik a sejtfalhoz. (b) Egy cianobakteriális toxin hatására a vakuólumok szétesnek, amit a tonoplaszt zöld fluoreszcenciája mutat (kék színben a plasztizoklorofilljának fluoreszcens jelét látjuk). (c) hipokotil sejtek vakuoláris rendszere, amelyet a tonoplaszt GFP-fúziós protein jele mutat. Jól látható, hogy egy sejtben több vakuólum található. A nyílak a vakuólumok közötti citoplazma hidakat, a nyílhegyek a tonoplaszttal határolt kisebb vezikulumokat mutatják. Kék színben a klorofill autofluoreszcenciáját látjuk. Skálák: 20 μ m. Máthé Cs. és J. Mathur felvételei.



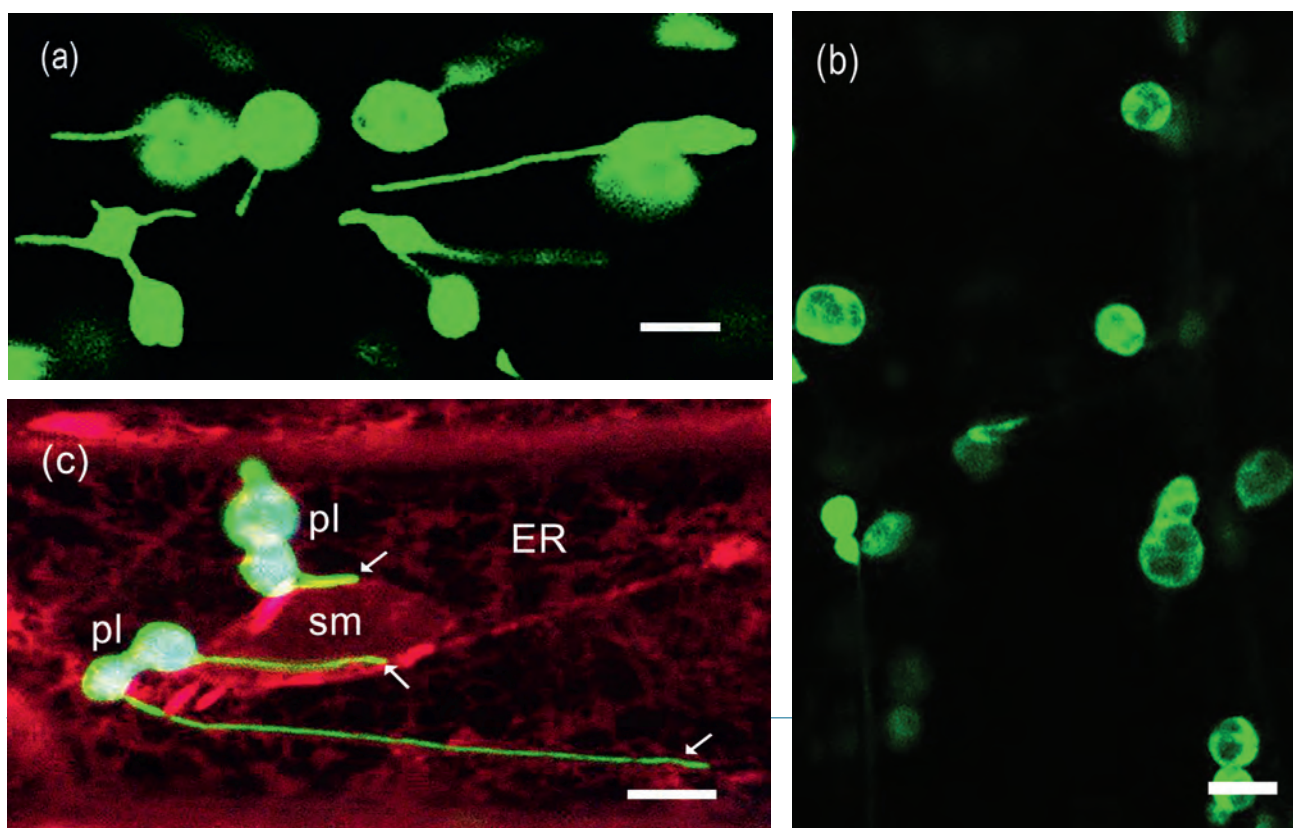
amelyek szárazság idején megkönnyítik a vízfelvételezést és gátolják a vízvesztést (a szárazság- és sótűrő növényekben a vakuólumban magas a vizet visszatartó, ozmotikusan aktív anyagok koncentrációja). Régóta ismert jelenség a plazmolízis: Szárazság vagy a környezet magas sótartalma esetén víz áramlik ki a vakuólumból, majd a sejtből. A vakuólum összehúzódik, a sejtet csak vékony plazmamembrán felületek, Hecht-fonalak kapcsolják a sejtfalhoz (3. a ábra). Amikor a sejt erős vízvesztés, vagy patogének, toxinok hatására elpusztul, a vakuoláris rendszer szétesik (3. b ábra). Ha azonban a növény ki tudja védeni a kiszáradást, vagy a környezet vízviszonyai újra normálisak lesznek, a vakuoláris rendszer és a teljes sejt működése helyreáll (3. c ábra).

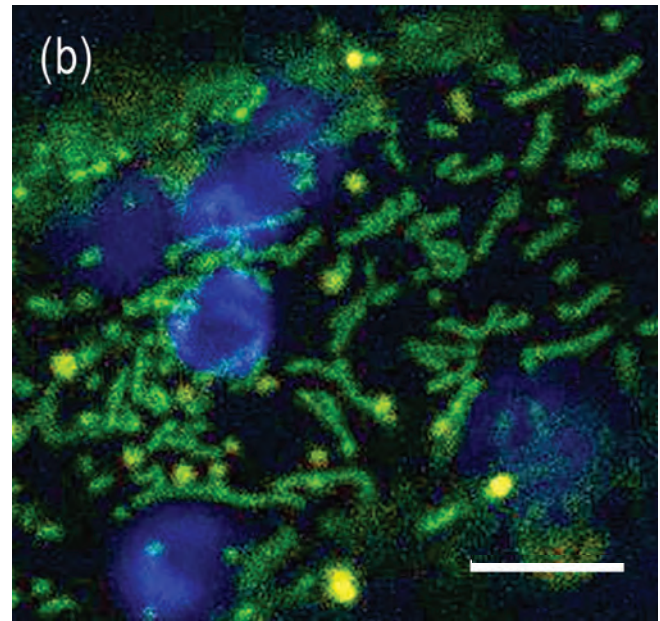
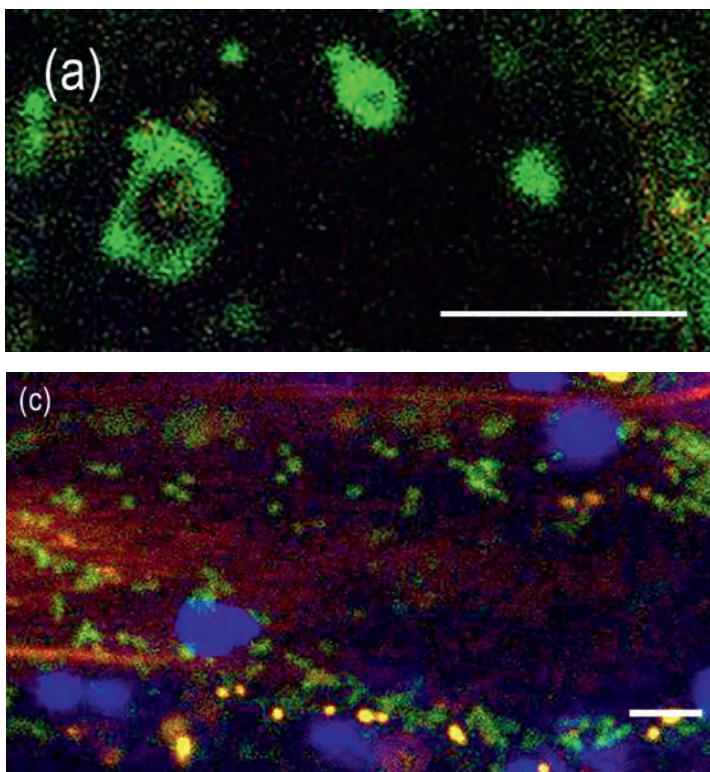
Régebbi, általánosan elfogadott megfigyelés, hogy a már nem osztódó, differenciálódott sejtben rendszerint egyetlen nagy központi vakuólum található, amely a citoszolt és az organellumokat a sejt perifériájára szorítja. Az újabb élősejt vizsgálatok azt mutatják, hogy nem egészen van így. Ha a tonoplasztot fluoreszcens próbával (pl. GFP-fúziós fehérjével) jelöljük, kitűnik, hogy gyakran ezekben a sejtekben több, nagyméretű vakuólum található, amelyeket vékony citoplazmahidak választanak el. Mellettük számos, kisebb méretű, tonoplaszttal határolt vezikulum is

megfigyelhető (3. c ábra). Ráadásul a vakuoláris rendszer rendkívül dinamikus: a különböző méretű, sokszor eltérő funkcióval rendelkező vezikulumok, a citoszkeleton és az ER miatt állandó mozgásban vannak, egymással összeolvadnak, majd hasadnak. Ez is szükséges ahhoz, hogy a sejt gyorsan reagáljon a külső hatásokra. Ha például a sejt egy makromolekulát vagy sejtorganellumot „halálra ítél”, azt kisméretű vezikulumokba csomagolja, amelyek majd beleolvadnak a nagyobb méretű vakuólumokba, ahol tartalmuk degradálódik.

Az ER-ral membránkapcsolatot létesítő sejtstruktúrák közül kiemeljük a plasztiszokat (szintesteket) és a mitokondriumokat. Ne feledjük, evolúciósan ezek a sejtalkotók bakteriális eredetűek. A plasztiszok sajátos növényi sejtalkotók, a fotoszintézis mellett számos egyéb funkciójuk is van. A GFP-fúziós technika segítségével itt is számos újat fedeztek fel. Egyik ilyen izgalmas újdonság, hogy alapállományuk — a sztroma — képes hosszabb-rövidebb nyúlványokat, sztromulákat fejleszteni (4. ábra). Ma még vitatott ezeknek a funkciója, de tény, hogy a stressz képes kiváltani a fejlődésüket (4. a ábra). Ha a sejt védekezni képes, a sztromulákkal rendelkező plasztiszok aránya a normális szintre csökken (4. b ábra). A sztromulák révén a plasztiszok képesek membránkontaktusokat

4. ábra. A plasztiszok alapállománya képes nyúlványokat, ún. sztromulákat fejleszteni. A felvételek lúdfű hipokotil sejteket mutatnak. Egy cianobakteriális toxin képes megnövelni a sztromulák gyakoriságát (a), de ha a sejt életműködése helyreáll, előfordulásuk csökken (b). (c) a toxin hatására a plasztiszok (pl, zöld) a sejtmag körüli ER hálózathoz (sm, vörös) kapcsolódnak a sztromulák révén (nyilak). Skálák: 5 µm. Máthé Cs. és J. Mathur felvételei.





5. ábra. A mitokondriumok (zöld) jóval kisebbek a plasztiszoknál (kék), de morfológiájuk, méretük gyorsan változik. A képek lúdfü hipokotilban készültek. (a) ha a növénykét víz (tápfolyadék) alá merítjük, a mitokondriumok tíz percen belül megduzzadnak és amerikai fánk formát vesznek fel. (b) cianobakteriális toxin hatására a mitokondriumok összeolvadnak, pálcika formát vesznek fel. (c) ha a kezelési időt növeljük, a sejt nem pusztul el, hanem kivédi a toxin károsító hatását, a mitokondriumok morfológiája ismét normális lesz. Skálák: 5 µm. J. Mathur és Máthé Cs. felvételei.

létesíteni az ER-rel (4. c ábra). Mikroorganizmusok által termelt toxinok vagy vírusfertőzés hatására a nyulványaik révén gyakran a sejtmag köré tömörülnek a szintestek (4. c ábra). Úgy gondoljuk, ilyenkor a növény immunválaszában fontos fehérjék cseréje zajlik a sejtmag/ER és a plasztiszok között.

A mitokondriumok az eukarióta sejt erőművei, ATP „gyárai”. Növényekben az aktinszálak mozgatják őket, egyesek szerint az ER membránhálózatán keresztül. Ez a mechanizmus nagyon fontos, mert lehetővé teszi, hogy a mitokondriumok mindig ott gyűljenek össze, ahol nagy az energiaigény (ez az állati sejtekben is így van, pl. megfigyelték az izmok összehúzódása során az aktin-miozin kapcsolatok helyén). Akárcsak a plasztiszok, ezek is gyorsan és érzékenyen reagálnak a környezet változásaira, hiszen fontosak az oxidatív stressz-szel szembeni védekezésben. Oxigénszegény környezetben (hipoxia hatására) percekben belül változik a morfológiájuk, nagyméretű gyűrű alakot vesznek fel (5. a ábra). A mitokondriumok erősen hajlamosak a hasadásra-fúzióra, amely membránszintű folyamat- tehát nem tévesztendő össze a sejtorganellum bakteriális típusú, normál osztódásával. Bizonyos életszakaszokban vagy stressz hatására a mitokondriumok hosszú, pálcika alakú struktúrákká olvadnak össze (5. b ábra) és a mobilitásuk erősen csökken. Ha a sejt kivédi a külső hatásokat, morfológiájuk és működőképességük gyorsan helyreáll (5. c ábra).

A sejtváz és az ER irányítja tehát a növényi sejten belül tapasztalható erős dinamikát, amely lehetővé teszi a sejtalkotók rendeltetés-szerű elosztását. Ez nemcsak a sejt normális működése, de az előnytelen külső hatások kivédése szempontjából is fontos.

MÁTHÉ CSABA

IRODALOM

Baskin, T. (2015) The cytoskeleton, in: Buchanan, B.B., Gruissem, W., Jones, R.L. (szerk.) Biochemistry and molecular biology of plants. Wiley-ASPB, pp. 191-238.

Caplan, J.L., Kumar, A.S., Park, E., Padmanabhan, M.S., Hoban, K., Modla, S. és mtsai (2015) Chloroplast stromules function during innate immunity. *Developmental Cell* 34: 45-57.

Mathur, J. (2004) Cell shape development in plants. *Trends in Plant Science* 9: 583-590.

Mathur, J. (2007) The illuminated plant cell. *Trends in Plant Science* 12: 506-513.

Nagy, M., Kéki, S., Rácz, D., Mathur, J., Vereb, G., Garda, T. és mtsai (2018) Novel fluorochromes label tonoplast in living plant cells and reveal changes in vacuolar organization after treatment with protein phosphatase inhibitors. *Protoplasma* 255: 829-839.

Nyitókép: Máthé Zsófia és Kolozsvári Noémi rajza

A cikk a Növényi Egészség Éve alkalmából kiírt cikkpályázatunkon I. díjat nyert.

A 200 ÉVE SZÜLETETT MAGYAR AFRIKA UTAZÓ
ÉS FELFEDEZŐ EMLÉKÉRE

Magyar László és a természettudományok

Nagy nemzeti bánatunkra szolgálhat, hogy Magyar László életműve csonkán maradt ránk, hiszen nyomorúságos halálát tetézte, hogy a portugál hatóságok értesítése szerint az a ház, amelyben könyvei és iratai voltak elhelyezve, utóbb leégett. 1859-ben magyarul és németül megjelent könyve folytatása, ha minden igaz, két kötetben és egyéb írásai, levelei, levélmásolatai örökre elvesztek a számunkra.

Mindemellett az, amikor öt rendezvény, konferencia keretében is ünnepelhetjük születésének 200. évfordulóját, sosem látott, igen gazdag számvetés született fennmaradt tudományos hagyatéka kapcsán. Ez a hagyaték egy nagy-monográfiából, hét naplókivonatból (egyik csak németül) és kb. 60 levélből áll, utóbbiaknak jó része egyébként tudományos szempontból is értékelhető információkkal szolgál.

E számbavétel egyik legjelentősebb hozadéka, hogy fény derült a Magyar által feltárt és rögzített afrikai ismeretek sokoldalúságára, amelyek közül nem hiányoznak a természettudományos megfigyelések lejegyzései sem.

A Pallas nagylexikonában (1896) e tekintetben még érzékelhetjük a korabeli és számos vonatkozásban alaptalan kritikák hatását:

„M. utazásainak tudományos eredményét régebben többre becsülték, mint a mai szigorú bíráló mellett. M.-nak földrajzi felvételei s sillagászati helymeghatározásai, a kellő tudományos készültség híján, ki nem elégítők, ezért térképei is csak tájékozásul szolgálhatnak, részleteikben meg nem felelők. Hiányosak s tévesek természettudományi feljegyzései is. Ellenben eleven és kitűnő észlelőnek bizonyult M. az etnográfiai téren s a Kimbunda népekről adott leírása ma is egyik legbecsesebb adalék Dél-Afrika népeinek ismeretéhez. Kiterjedt utazásain M. sok, addig teljesen ismeretlen vidéket ismertetett meg s sok oly felfedezést tett, melyet akkor kétségbe vontak, míg későbbi utazók azoknak helyességét igazolták. M. már 1852. fedezte fel a mu-kaszeker név alatt ismeretes világos színű néger törzset; ő volt az első, aki a Koanza és Kuango forrásait felkereste; a Kuando, Kubango s Kuitu folyásairól is ő adta az első megbízható híreket s a Muata Jamvo birodalmáról tőle nyerte a tudományos világ az első részletesebb tudósításokat. Szintúgy előmozdította a partvidék ismeretének terjedését is.”

Egy nemrégiben közzétett és Angola geológiájának kutatását összefoglaló tanulmányban a szerzőpáros sokkal lakonikusabban fogalmaz:

„Angola felfedezői a XIX. században kalandorok voltak, mint például Magyar László (1818–1864), aki 1849 és 1857 között fedezte fel Angolát, és akit kellően útbaigazítottak abban a tekintetben, hogy az ország általános tudományos (azaz lakóinak, faunájának, növényének és szikláinak) megfigyelését elvégezze...” [8]

Magyar ugyan éppen hogy senkitől sem kapott instrukciókat megfigyelései elvégzésére, hacsak nem vesszük számításba az angolai portugál hivatalnokok időnkénti felkéréseit (ismeretlen területek és népek, térképezés vagy földművelési termények stb. kapcsán). Viszont éppen a geológia vonatkozásában kaptunk jelentős újdonsággal szolgáló tájékoztatást a Földrajzi Múzeumban, majd a megemlékezések sorát záró szombathelyi konferencián Szónoky Miklóstól, a szegedi egyetem földtani és őslénytani tanszékének professzorától (mellesleg a Magyar-család egyik leszármazottjától). A „Magyar László geológiai és ásványtani megfigyelései Délnyugat-Afrikában” címet viselő előadásból ugyanis megtudhattuk, hazánkfia afrikai feljegyzéseiből gazdagon áradnak olyan földfelszíni és főleg kőzetekre vonatkozó megfigyelések, amelyek akár ma is hasznosíthatók lennének, nemcsak a kutatás szempontjából, hanem a bányászat számára is. Igen személetes és rendkívül egzakt összefoglalóját idézzük:

„Figyelemre méltó, hogy magabiztos megfigyeléseket tesz a »fedetlen« (sivatagos), de a nehezen felderíthető »fedett« (talaj és növényzet) területeken is. Leírásai a mindenkor geológiai térképezést megelőző, felderítő, előzetes bejárás zárójelentéseinek a színvonalán van. Ezt a minőséget a nagy felfedező kortársaknál (Livingstone, Stanley) bizony alig vagy egyáltalán nem találjuk meg.

Munkáját megismerve láthatjuk, hogy elsőrangú, éles szemű természet megfigyelő és rendszerező gondolkodású egyéniség. Az ok-okozati összefüggéseket felismeri és leírja (például: vulkáni rétegzettség vagyis sztratovulkán. Arany tartalmú időszakos–torrens patak üledékeinek rétegzettsége és a rétegtartalomra való utalás).

A látóhatár hegyeinek körvonalából helyesen tud következtetni a geológiai felépítésre: vulkáni kúpokról, »csipkés« gneisz és gránitvonulatokról és gyűrt szerkezetekről ír. [...]

Hangsúlyosak az ásványkincsekről szóló lelőhelyi leírásai mellett a bányaterületek védelméről szóló javaslatai is.

A benguelai kormányzónak 1853-ban írt beszámolója például a Kuenene és Kubango folyamok közötti területen lévő gazdag vas- és rézbányákra hívja fel a figyelmet. Külön szól a malachitról, mely értékes ékszerkő. Sőt, hírt kap egy angol telepeskolónia érdeklődéséről az ércbányák iránt. Tartva a megjelenő angolok inváziós veszélyétől egy esetleges katonai beavatkozás szükségességét is előrevetíti, figyelmeztet e stratégiai érc érdekében.” [10]

Erdemesnek látszik, érzékeltetésül, szemügyre venni magának Magyar-nak a leírásait is e geológiai megfigyelések kapcsán, legalább egyetlen idézet erejéig. Életében utolsóként megjelent írásából veszünk ezúttal egy olyan részletet, ahol világosan tetten érhető, amit Szónoky professzor összefoglal:

„A köves alkatú hegyekkel bőven ellátott tartományban, hihetileg nem hiányzik a különféle ércbányák sem: Rézerekre magam is sok helyütt bukkantam, hol a malaquit sulphureto s az azurit éppen a földszínen található. A vas itt mindenütt bőven jön elő, úgyszintén helyenként már kőszén-telepre is találtam, mégpedig a jó antracit neméből. De mindezek, úgyszintén még számtalan

elrejtett kincsei is ezen tartománynak, a természet szűz ölében hevernek. És tartok tőle, hogy azok igen későn vagy sohasem jutnak napfényre és használatra, kiváltképpen a portugál kormány kezelése alatt.” [5]

És ha már a Szónoky professzortól vett idézetben felmerült a térképészet fogalma, említenünk kell azt a kanosszajárást, amelyet a jeles fiatal kutató, Nemerkenyi Zsombor és erdélyi kollégája, Bartos-Elekes Zsombor járt végig Magyar második eredeti térképének megtalálása ügyében. Ugyanis Cholnoky Jenő kolozsvári térképgyűjteményében találták meg Magyar László másodiknak hitt térképét (az elsőt lásd a monográfiában [2]), amelyet először eredetinek vélték, majd később találtak rá (az előbbi csak másolat volt) az igazán eredetire Gothában, ahová Hunfalvy Jánostól kerülhetett el, mivel a térképet (akkor persze a korabeli szerkesztők módosításával) tették közzé a *Petermann's Geographische Mittheilungen*-ben.

Nemerkenyi ugyanakkor elvégezte korszerű informatikai eszközök igénybevételével e térkép vizsgálatát (amint a másikat is), amelyből az derült ki, hogy amint Livingstone földabroszai esetében, Magyar-nál is a távolságok túlméretezettek. De hát ne felejtjük el, a távolságok mérésére eszközök híján csak a naponta megtett lépések számából tudtak akkoriban következtetni.



Magyar László arcképe



Magyar Gothában megtalált térképe (1858)

A térképészet, amint a néprajz is a geográfia tudományából nőtt ki, vagy mindig is annak kísérője volt már az ókortól kezdve, ugyanígy Magyarországon is a térképezés valójában a nagyszámú földrajzi jellegű megfigyeléséhez mint kiegészítés kapcsolódik. Leírásainak pontosabban földrajzi felfedezéseinek jelentőségét viszont Gábris Gyula mindmáig kéziratban lévő tanulmányából vett idézettel kívánjuk érzékeltetni, amelynek külön értéke, hogy nemzetközi háttérrel megfestve tár eléink Magyar afrikai utazásai során feltárt vízrajzi újdonságokat:

„A XIX. század ötvenes-hatvanas éve — Ez az időszak jelenti az afrikai nagy folyók — a Nílus, Kongó és Zambézi — problémakörét érintő kérdések megoldásának legfontosabb időszakát, amiről itt csak rövid összefoglalást lehet adni. A Nílus kérdés szorosan összekapcsolódik Kelet-Afrika tavainak, általánosan fogalmazva vízrendszerének feltárásával, térképezésével. Ebben is az angol utazók — Speke, Burton, Baker (és Sas Flóra) — érték el a legnagyobb eredményeket. A Kongó mentén Stanley tört előre (szó szerint véve). Ezek az eredmények azonban csak később, a hetvenes-nyolcvanas években jelennek meg Afrika térképein.

Magyar László kontinentális léptékben is jelentős felfedezését szintén az ötvenes években tette. Legjelentősebb földrajzi eredménye a Kongó és a Zambézi kapcsolatának, másképpen fogalmazva a Kongó- és a Kalahári-medence vízválasztójának felismerése. Itt és most a felismerés elsőségének és a felismerés közlésének a kérdése fontos. Az előbbi nehezen vitatható, a második egyértelmű. Magyar László 1851 áprilisában a Kassai mentén észak felé utazott, innen délkeleti majd délnyugati

irányba továbbhaladva elérte a Liambaja folyót, melyről úgy tudta a Zambézi forrásága. A két nagy afrikai folyó vízválasztóján járva így elsőként ismerhette fel a vízrendszerük sajátosságait.

Livingstone 1953 februárjában ért dél felől jöve a Dilolo tóhoz, s itt vette észre, hogy vízválasztóra érkezett: eddig a folyók déli folyásirányát észlelte, innen pedig északra, a Kassai vagy Loké vizébe, végül a Kongóba ömlenek a patakok, folyók. A Lotemboua folyó bifurkálását is leírta a Lunda fennsíkon. Ekkor még nem ismerhette a világ Magyar utazásainak eredményeit, amelyek csak 1857-ben (Petermann's Geographische Mittheilungen) ill. 1859-ben (Hunfalvy gondozásában) magyarul és németül is jelentek meg nyomtatásban, viszont Livingstone már 1854-ben kiadta utazásainak leírását, majd 1857-ben megjelentette Afrikát átszelő útjának térképét.” [6]

A földrajzi leírásoknak sajátos vonatkozását adják a földrajzi vagy helynevek, amelyekből Magyar írsaiban bőséges mennyiséget találunk. Tulajdonképpen e nevek korszerű átírása, mai nevekkel való beazonosítása, illetve a már nem létezők kiszűrése lenne a Magyar írárok kritikai kiadásának egyik fő feltétele. Nemerikényi Zsombor doktori disszertációjában (2008) lényegében megkezdte az idevágó munkálatokat. De hogy milyen jelentősége van e földrajzi nevek pontos megadásának, kitűnik abból, hogy Hunfalvy János nyomán Thirring Gusztáv már egy 1888-ban megjelent tanulmányában kénytelenül felveszi a kesztyűt a nyugati folyóiratokban megjelent állításokkal szemben, amelyek kétségbe vonták Magyar felfedezéseit, éppen a földrajzi névmegadásokkal összefüggésben.

„Ha mi saját magunk ily képtelen és koholt dolgokat terjesztünk Magyar Lászlóról s nem igyekszünk utazásainak néhány homályos pontját tisztázni, nem lehet csodálnunk, hogy Magyarorról a külföldön is téves fogalmak vannak elterjedve. A külföld egyes írói megtagadnak Magyarortól: minden érdemet s minthogy egyes állításai tévesek, távolságbecslései nagyrészt hibásak, és földrajzi nevei gyakran eltérnek az újabb utazók által említett helynevektől, azoknak semmi fontosságot nem tulajdonítanak. [...]”

Eme szigorú bírálat azonban teljesen indokolatlan és igazságtalan, mert azt látjuk, hogy ama inkriminált helynevek az újabb utazók, Stanley, Johnston, Chavanne, Baumann, Weinek útleírásaiban egy-két kivétellel mind előfordulnak s Magyar leírása az újabb tudósításokkal teljesen összévág. Az Upa, vagyis a Faroszongo vízesésről ifj. Jankó János ki-mutatta, hogy az nem egyéb, mint a Jellala vízesés, s egyúttal előadta amaz okokat, melyek miatt a Faroszongo név ma már nem használtatik.” [11]

A szombathelyi konferencián Puskás János foglalkozott Magyar időjárásra vonatkozó megfigyeléseivel. E kérdéskörrel is rendelkezésünkre áll egy elemzés, mégpedig ismét Gábris Gyula tollából. Geográfus kollégánk módszeresen kigyűjtötte Magyar írásaiból a hőmérsékletre, illetve a hőmérséklet környezeti hatáscsökkentésére vonatkozó feljegyzéseket (összevetésül megadva Angola mai éghajlati diagrammáját). Bevezetésül a következőket írja:

„Kevésbé ismert azonban, hogy utazásai során a többféle megfigyelés mellett – többé-kevésbé rendszeresen – időjárásra vonatkozó méréseket is végzett. Ez gyakorlatilag a hőmérsékleti adatok regisztrálását jelentette. Mérőeszköze egy Réaumur típusú hőmérő volt, amely a víz fagyáspontját 0 foknak, forráspontját 80 foknak vette. [...] Időjárás mérésnek tekinthető még a légnyomás mérése is; azonban írásaiból kitűnik, hogy ezt a sokkal ritkábban végzett mérést elsősorban a bejárt terület magasságának meghatározására, vagyis térképezési célokra használta, így ennek meteorológiai értéke nincs.

Mérései nem voltak rendszeresek. Alkalmanként naponta elvégezte azokat és rögzítette az adatokat, máskor azonban hosszú kihagyások vannak naplójában. A mérés időpontja sem volt állandó; gyakran a napi szélsőségeket – a leghidegebb, ill. a legmelegebb órák hőmérsékletét – adja meg. Azonban ebből is lehet érdekességeket kihámozni, mint pl. a trópusi fronttal érkező gyors és nagymértékű változások esetében tette azt.

Más kategóriába tartoznak az átfogó jellegű klimatológiai megfigyelései, értékelései. Benguelában és Bihében bizonyára több éves tapasztalatait foglalja össze, de azokon a vidékeken, ahol csak átutazott, és személyes megfigyelésekre, tapasztalatok szerzésére nem volt elegendő ideje, a helyi emberektől kapott információkat dolgozta fel. Ezeket ellenőrizni – pontosabban fogalmazva összehasonlítani – lehetne a mai, hivatalos méréseken alapuló adatsorokkal. Nemcsak ezt a munkát lenne érdemes elvégezni, hanem a megfigyeléseinek kritikáját is át kellene gondolni!” [7]

Hadd idézzünk azonban ezúttal is magától Magyartól két részletet, bemutatva, hogy miként jeleníti meg utazónk az angolai éghajlati jelenségeket és hatásukat:

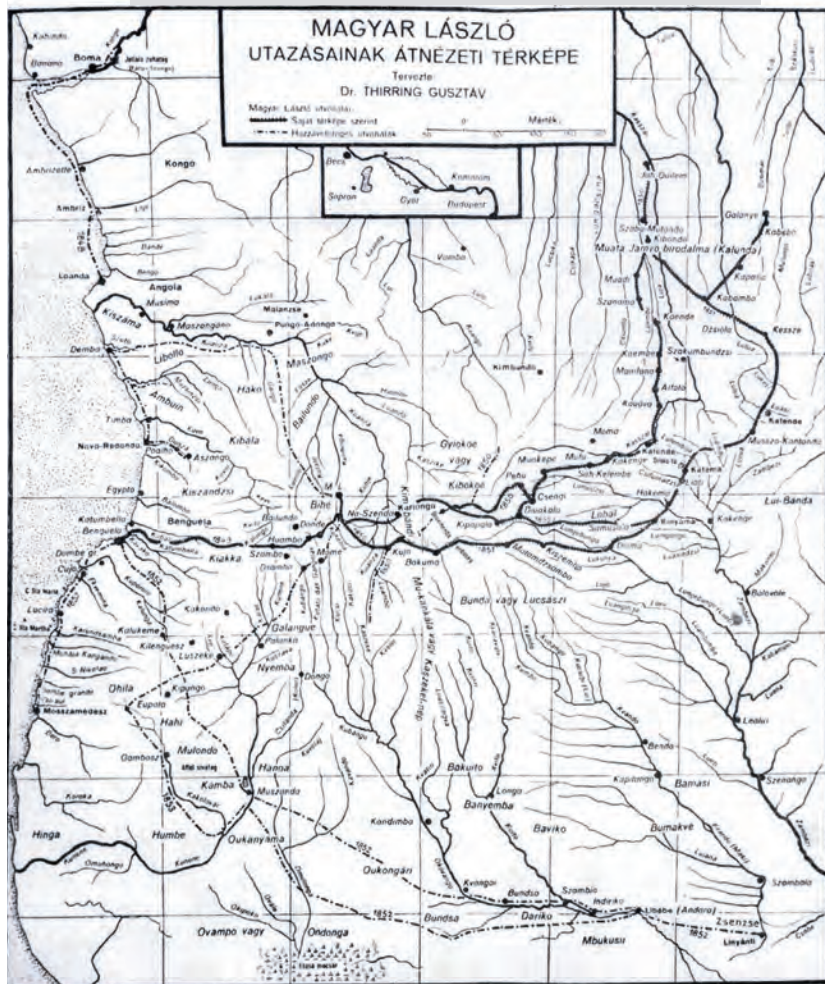
„Éghajlata e tartománynak igen forró, mely mégis a tenger közelében a naponként rendszeren beállani szokott dél-nyugati passzát szelek által mérsékelve, tűrhető. De beljebb, hol már az említett szelek frissítő befolyása nem érezhető, a nyári október, november, december, január, február, március és április havakban majd csaknem tűrhetetlenül meleg. Amidőn a fővény köves, kopár földszínére függőlegesen eső

égető napsugarak, arról kétszeresen visszaverődve, még az árnyékban is 40°–45° Reaumur foknyi forráspontot okoznak, mely a mélyen fekvő és köves alkatú magasodásoktól befogott völgyekben pokolbeli forrássággá lesz.” [...]

„Az esők általában gyérek, a tengerpartok hosszában, de a tartomány belsejében bővebb és rendesebb a periodikus időszakban, s némely éveket oly tetemesek, hogy számtalan folyói szélesen kiterjedő áradásokat okoznak, amidőn a mélyen fekvő völgyek, hol különben a vándor úgy vélné, hogy a világegyetem sem volt soha egy csepp (víz), ilyen alkalommal duzzadt folyamokká növekednek.” [5]

Magyar írásaiban, a monográfiában és a hét naplói-vonatban gazdagon tárulnak elénk a különlegesebbnél különlegesebb földrajzi tájak, ugyanígy trópusi növények és állatok (gyakran latin nevükkel is megjelölve). Sajnos ezeknek az elemző áttekintésére, feldolgozására még nem született kísérlet. Így aztán mi magunk itt csak legfeljebb idézetekkel vagyunk képesek felvillantani utazónk szinte fotografikus megfigyelőképességét (milyen kár, hogy nem hagyta hátra sokkal több grafikus vázlatát, mint amennyi a monográfia végén, mindössze nyolc táblán található). Korábbi feljegyzéséből (akadémiai

Magyar László utazásainak átnézeti térképe
(Forrás: Thirring Gusztáv: Magyar László élete és tudományos működése, Budapest, 1937)



székfoglalójából) vesszük a következő részletet, amelyben világosan kirajzolódik, miként kapunk képet növényzetről, állatokról, tájról és a velük kapcsolatban álló emberekről:

„Az Olo-vihenda erdőség csaknem egészen néptelen, s csak némely elefántvadászok és mézsedők, kik Gyiokeo és Bunda országokból kerülnek oda, kóborolják be, amint szinte a délről északra feljáró, tökéletesen nomád életet folytató ka-szekel, vagy mint őket délen nevezik, mu-kan-kála hordák. Annál több vadállat tanyázik ott. A mérges oroszlán egészen háborítatlanul gyakorolja ottan rettenetes hatalmát az állatországon; az elefántok és rhinocerosok (orrszarvúak) is kényükre tenyészhetnek a földet borító dús növényzeten táplálkozva, annál is inkább, mivel az erdősűrűségeket kisebb nagyobb mezőségek váltják fel.

A magas fáknak örökös sötét árnyékában járó utasban a szakadatlanul feltáruló, buja és változatos természeti jelenségek fellengző érzelmet keltenek, de az őt folyvást környező síri néma csend csakhamar búskomor elfogódást támaszt lelkében. Az untató egyformaságot csak az itt-ott kisebb-nagyobb távolságra előforduló nyílások, melyek fűvel gazdagon borítottak, s kristálytisza vizekértől keresztül hasítottak, szakasztják meg. Ezeket az erdőnyílásokat az elszórva legelésző vadak csoportjai is élénkítik könnyű mozgásaikkal.

E területnek földszíne egész kiterjedésében hullámos magaslatokkal váltakozik, melyek keletre hova-tovább emelkedve a Gyiokeo tartomány szélén összpontosulni látszanak, s eképpen ott a dél-afrikai fennsíkok egyik jelesebb magasodási (kulminációs) pontját képezik, melyről számtalan vízér folyik nyugatra és keletre. Európai ember még csak gyanítani sem merné, hogy ott Afrika belsejében oly bőséges és állandó víztömeg létezen, mint amennyi ezen rengeteg erdővel fedett magas vidéket elárasztja. Minden irányban ömlenek kisebb nagyobb folyók és vizek, melyeknek szélesen iszapos és ingoványos partjai még a gyalogos utazókat is hátráltatják. Teherhordó állatokkal pedig majdnem lehetetlen volna azokon keresztül járni.” [2]

Különös, hogy sem külföldi, sem hazai kutató sosem vette a fáradságot, hogy számba vegye Magyar igen értékes adatait az őt befogadó nép, az ovimbunduk (Bihé törzsi királyság) egészségi állapotáról, a közöttük divó betegségekről. Idézetünkéből ugyanakkor egyértelművé válik, hogy sok

más törzsi állapotú afrikai közösség módjára a hagyományos gyógymódokat babonás hiedelmek keresztezik, amelyek sok esetben éppen lehetetlenné teszik a felismert hatásos gyógyítási módok alkalmazását (nem véletlen, hogy mind a mai napig a hiányzó afrikai egészségügyi ellátás okán orvosi missziók igyekeznek különféle tanfolyamok útján a helyi gyógyítókat rávenni arra, mi az, ami hasznos, és mi az, amit nem szabad használni gyakorlatukban):

„Az erdők töltve vannak számtalan fajú illatos s orvosi növényekkel, s a bennszülöttek sok orvosi növénynek ismerik tulajdonságait, de mivel a nyavalyákat a gonosz lelkek varázslatának tulajdonítják, azért leginkább a kimbandákhoz [varázslókhöz] folyamodnak, hogy áldozatokkal a gonosz lelkek haragját megkérleljék, s éppen a legsúlyosabb betegségekben nem használnak orvosságot. A kimbandák a halandók legálmokabb imposztorai már kora gyermekségektől a tettetés és hazugság mesterségébe beavatván, a nép babonáját okosan ki tudják zsákmányolni s a betegségek elhárítására a legnevetesebb s a jőzan ésszel egészen ellenkező módokat alkalmaznak.” [...]

„Nem szenved kétséget, hogy a kimbandák sok és feltűnően jótékony orvosi növények tulajdonságát ismervén, azok által szapora és szerencsés gyógyításokat eszközölnek, de

minden tetteiket nevetéses és titkos babonafátolyba burkolják s a valódi gyógyszert s alkalmazása módját is nagy titokban tartják, ezért általuk lehetetlen azoknak ismeretébe jutni. Csonttöréseket, mély vágásokat igen hamar tudnak meggyógyítani, de minthogy az orvosszerek, alkalmazása előtt, alatt s után a legotrombább szertartásokkal élnek, azért a beteg felgyógyulását inkább ördögi kuruzsolásuknak, mintsem a gyógyszer hatásának tulajdonítják.” [2]

Bizonyos értelemben a természet-tudományok, bizonyos mértékben a hagyományos gazdálkodás világába vezetnek Magyarinak azok a feljegyzései, amelyek a helyi földművelésről, művelési technikákról, terményekről, sőt, kereskedelemről adnak képet. Sajnos Vajkai Zsófia nagy értékű tanulmánya csak portugál nyelven érhető el. Viszont szombathelyi előadásában, amely saját Magyar Lászlóra vonatkozó kutatásainak összefoglalóját nyújtja, röviden ismerteti idevágó eredményeit:

Melléklet Magyar László könyvéből (1859). Sokan azt feltételezik, hogy a rajzon a magas előkelő alak Magyar László feleségét, Ozoro hercegnőt ábrázolja



„Rátérve az angolaiak földművelésére, Magyar László írásait, leveleit végigolvastán külön választottam a gyűjtőgető, állattenyésztő és földműves népeket. Ismertettem mindazt, amit látott és feljegyzett a földművelés egyes mozzanatairól, a használt szerszámokról, a termelt növényekről, a belőlük készült alapvető ételekről. A termelvények értékéről a cserekereskedelemben, s nem utolsósorban arról, hogyan vélekedtek a helyiek a földművelésről, kinek volt az a kötelessége, maga Magyar hogyan kertészkedett, mely növényekről tudott, amelyek a gyarmati gazdálkodás során kerültek, vagy kerülhettek az afrikaiak kezére. Az ő ezekről való vélekedéseit egyébként viszont láttam a Levéltárban [Lisszabonban] talált más iratokban is. Bizonyára nagy érdeklődésre tarthat számot Magyar beszámolója az arató ünnepekről és egyes varázsló szertartásokról, ahol a kultikus céllal gyűjtött vagy természetett növények kaptak nagy szerepet.” [12]

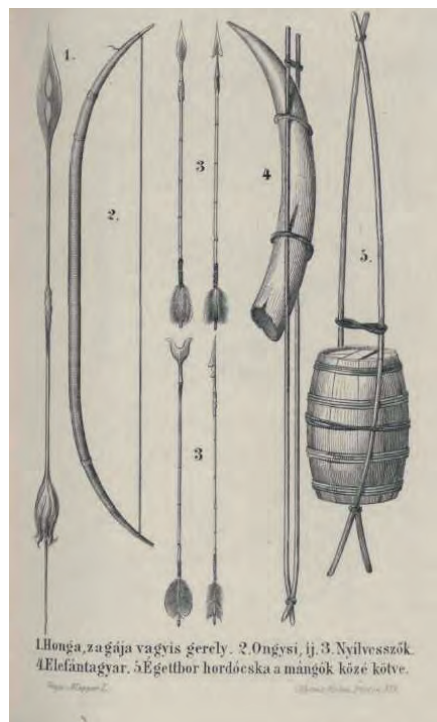
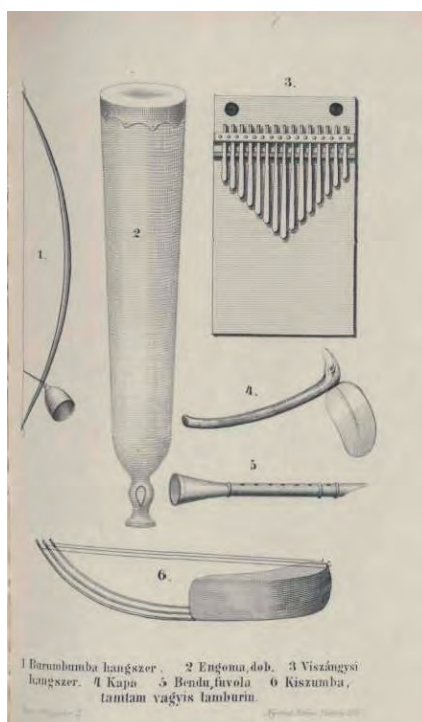
Elvezetnek a természettudományok köréből Magyar-nak azok az adatai, amely a korabeli angolai népeség számra vonatkoznak, de amelyek a nemzetközi tudományosságban máig figyelmet keltenek. Sárkány Mihály szombathelyi előadásában, amely egy sor kérdésben ad pontos és tájékozott helyzetjelentést a Magyarral kapcsolatos kutatások területén, felveti a nehezen felártható egykori demográfiai állapotok kérdését:

„Az afrikai történelem egyik legnehezebben tisztázható kérdése, írásos források hiányában, a demográfiai viszonyok alakulása. Linda Heywood és John Thornton kísérlet tettek

arra, hogy felhasználják Magyar László becslését az ovimbundu tartományokban található falvak és a bennük lakók számáról. Magyar adatai részben a saját szemrevételezésén, részben általa megbízhatónak ítélt személyek adatközlésén alapultak, és kerekített számok voltak. A szerzők azonban úgy ítélték meg, hogy valószínűségük értékét növeli két tényező: az ovimbundu államokban adófizetési és katonaszerelési kötelezettség volt, ezért az uralkodó által ezzel a feladattal megbízottak, akik informátorai lehettek Magyar-nak, megfelelő ismeretekkel rendelkeztek.” [9]

Amennyiben a demográfiát az emberföldrajz részének tekintjük, úgy e kérdéskör a természet- és társadalomtudományok között félúton helyezkedik el. Viszont a Magyar Lászlótól ránk maradt, csonkaságában is gazdag szellemi hagyaték további jelentős adalékai már a társadalomtudományok területére vezetnek át. Első helyen kell említenünk a rabszolga-kereskedelmet, amellyel kapcsolatos feljegyzéseire figyelmet érdemlő, de erősen módosításra szoruló elméletet épített rá Krizsán László (amint Sárkány megjegyzi: koncentrált rabszolga-kereskedelem helyett inkább szűkülő rabszolga-kereskedelemmel kell számolnunk Magyar korában, és hogy ez semmiképpen nem valamiféle gazdasági válságot, pusztán a kereskedők jövedelemforrásának elvesztését eredményezi). Ugyanakkor a rabszolgaság belső afrikai megnyilvánulásait oly részletesen bemutató Magyar-monográfia adott részleteinek feldolgozása, tudományos hasznosítása még várat magára.

Rajz Magyar László könyvéből (1859)





Emléktábla Magyar László szülőházán

Magyar László emlékműve Szombathelyen



Ismeretes, hogy Fodor István egy igen magas színvonalú angol nyelvű monográfiában dolgozta fel Magyar László nyelvi adatgyűjtését. Néprajzi adalékaival legbehatóbban Sebestyén Éva foglalkozott. Szórt folklórgyűjtéseit a cikk szerzője vette számba egy dolgozatában. Társadalomnéprajzi információi, vagy például az őt befogadó bihéi törzsi királyság szokásjogi rendszerének leírása ugyancsak megérdemelné az elemző számbavételt, méghozzá komparatív, más közép-afrikai törzsekről nyert hasonló ismeretek tükrében.

BIERNACZKY SZILÁRD

Nyitóképünk: Magyar László szobra Dunaföldváron (Gózon Ákos fotója)

MAGYAR LÁSZLÓ ÍRÁSAI

- [1] *Délafrikai levelei és naplókivonatai*, kiadta: Hunfalvy János a magyar Akadémia költségén, Pest, Emich Gusztáv könyvnyomdája, 92 old. + 1 térkép. (Első három naplókivonat), 1857
- [2] *Délafrikai utazásai 1849-57. években*, szerk. Hunfalvy János, Pest, Emich Gusztáv nyomtatása, 464 old. + 8. tábla, 1859
- [3] Rövid tudósítás a Moluva vagy Moropuu és Lobál Országokról, *Akadémiai Értesítő*, 11, 921-941. old. (akadémiai székfoglaló), 1859
- [4] Ladislaus Magyar's Erforschung von Inner Afrika. Nachrichten über die von ihm in den Jahren 1850, 1851, 1855 bereisten Länder Moluwa, Moropu und Lobal, *Petermann's Geographische Mitteilungen*, 227-237. old., 10. tábla, 1860
- [5] A délafrikai Munda-Evámbó, Lungo és Kapota tartományok általános földirati vázlata, *Akadémiai Értesítő*, 3. köt., 1, 254-268. old., 1862

EGYÉB IRODALOM

- [6] Gábris Gyula: Afrika Magyar László korában – az európai kultúra földrajzi ismereteinek fejlődése a fekete kontinensről (vázlat), 1-9. old., m. s.
- [7] Gábris Gyula: Magyar László időjárásra – éghajlatra vonatkozó mérései és megfigyelései, 1-9. old., m. s.
- [8] Masse, Pierre – Laurent, Olivier: Geological exploration of Angola from Sumbe to Namibe: A review at the frontier between geology, natural resources and the history of geology, *Geoscience* 348, 80–88. old., 2016
- [9] Sárkány Mihály: Magyar László kutatásainak utóélete a tudomány nemzetközi vérkeringésében, in: Rákóczi István szerk.: *Magyar200. Szombathelyi tudományos konferencia és megemlékezés*, Szeged, Primaware, 95-109. old., 2019
- [10] Szónoky Miklós: Magyar László geológiai és ásványtani megfigyelései Délnyugat – Afrikában, in: Rákóczi István szerk.: *Magyar200. Szombathelyi tudományos konferencia és megemlékezés*, Szeged, Primaware, 25-33. old., 2019
- [11] Thirring Gusztáv: Újabb adatok Magyar László életrajzához, *Földrajzi Közlemények*, 333–344. old., 1888
- [12] Vajkai Zsófia: Adalékok Magyar László angolai utazásainak kutatásához, in: Rákóczi István szerk.: *Magyar200. Szombathelyi tudományos konferencia és megemlékezés*, Szeged, Primaware, 124-137. old., 2019

E SZÁMUNK SZERZŐI

BIERNACZKY SZILÁRD: afrikánista, néprajzkutató, **HEGEDŰS TIBOR:** csillagász, PhD, az SZTE Bajai Observatórium igazgatója, **KÁSLER ANDREA:** biológus, Biológia Doktori Iskola, ELTE TTK Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, **KORDOS LÁSZLÓ:** geológus, paleontológus, **KOVÁCS JÓZSEF:** csillagász, PhD, ELTE GAO, Szombathely, **MACALIK KUNIGUNDA:** biológus, Babeş-Bolyai Egyetem, Kolozsvár, **MÁTHÉ CSABA:** egyetemi docens, Debreceni Egyetem TTK Növénytan Tanszék, Növényi Sejt-és Fejlődésbiológiai Kutatócsoport **PIPICS JÁNOS:** ELTE BDPK negyedéves osztatlan tanárszakos hallgatója történelem-fizika szakon, **VÁSÁRHELYI TAMÁS:** biológus, muzeológus, **VENETIANER PÁL:** biológus, biokémikus, az MTA rendes tagja;



A CÁPA LEÍRÁSA EGY 1798-ES MAGYAR KIADVÁNYBAN

Emberevőhal

A XVIII. század végi, korai magyar folyóiratok vissza-visszatérően írtak a tengeri élőlényekről. Számos halfaj felbukkant a cikkekben, tudósításokban, recenziókban.

A Magyar Könyvház 1783. évi 4. száma szerint a cethal nagy méretű, a tetején pedig egy „síp” található, azzal fújja ki a vizet. Ide sorolja a delfint is, elevenszülőséget pedig a „szoptatnak” kifejezéssel jelzi. Az írás azonban, ami egyébként *A Természet Országiról* című könyv ismertetője, mégsem állítja be félelmetes fenevadnak. Ugyanígy más kontextusban, konkrétan kereskedelmi szemszögből jelenik meg az „egy szarvú hal” is, ami itt, a szöveggörnyezet alapján, valószínűleg a narvál lehetett. Egy számmal korábban, Ginther *A kereskedők iskolája* című munkájának bemutatásában találkozhatunk vele, melyből azt is megtudhatjuk, hogy értékét 20-30 forint körülire saccolták. A Magyar Könyvház más számai szintén foglalkoztak halakkal, például a tőkehallal is.

A legérdekesebb azonban a *Sokféle* 5. darabja, amely 1798-ban jelent meg Győrben. A Sándor István által írt és szerkesztett folyóirat a megszűnt *Mindenes Gyűjtemény* szellemiségét folytatta. Az említett 5. darabról Sándor azt írja, hogy olyan dolgokat tartalmaz a természettről, amiket hazai munkákban addig nem lehetett

olvasni, de külföldiekben se gyakran. Felépítését tekintve *A Természet három Országi* logikáját követi. Sándor talán fel is használta. Számtalan állatot bemutat például az elefántot, a majomféléket, a medvét, a vidrát és még sok más a növények és ásványok előtt. Különlegessége, hogy nyelvújítás előtti forrásként sok állat ma már ismeretlen néven fordul elő benne.

A halak a listán a madarak után következnek. Az első a 38. sorszámú tőkehal, amit bothalként említ. Rögtön ezután jön az emberevőhal, melynek már a neve, ez az egybeírt jelzős szerkezet is meglehetősen félelmetes. Utána foglalkozik még a fegyverhálnak nevezett kardhallal, a fűrészhallal, a heringgel, a lazaccal, a repülőhallal, a tonhallal, a cettel és még néhány különös néven emlegetett élőlényel (görtshal, hajó-ragasz, úszófej). Ezt követően, az 51. sorszámmal kezdve már a rovarok jönnek.

Az emberölő hal a 39. Az írás végig így nevezi a bemutatott élőlényt, de az elején megadja a német és francia elnevezést. A „Hayfisch”, azaz der Haifisch, illetve a requin cápát jelent, innen tudható egyértelműen, hogy

róla van szó, bár a jellemzésből is ki lehetne következtetni. A három nyelvű megnevezés egyébként nagyon is pontos meghatározás, különösen akkor, ha elfogadjuk az Etimológiai szótár és az Állatnevek enciklopédiája azon megállapítását, miszerint a cápa szó esetleg nyelvújításkori eredetű lehet. Ekkor másképp nem is hívhatták volna, a mű írásakor ugyanis a kifejezés még biztosan nem lehetett elterjedt, ha egyáltalán létezett.

Az állat híre mindenestre rossz volt. A beszámoló szerint „rettenetes” élőlényről van szó, ami semmit sem kímél, mindent képes megtámadni, sőt felfalni is. Nem erről kapta azonban a nevét, hanem arról, hogy szinte vadászik az emberre, mivel követi a hajókat, szüntelenül körülöttük van, s így nagy veszélyt jelent a legénységre. Kiváltképp a fürdőzőkre és azokra, akik csupán

véletlenül esnek bele a vízbe. Az ilyen tengerészeknek nem sok esélyük van, állítja az írás, a cápa ugyanis nagy valószínűséggel végez velük, s el is fogyasztja őket.

A cápa mint emberevő szörnyeteg nem újkeletű kép, eleink is féltek a nagytestű haltól. A tengerészek meséi azonban nem csak őket örökítették meg, különféle ijesztő lényekről szóltak, melyek megtámadják a hajókat, és megölik a matrózokat. Számos szerző foglalkozott a témával Arisztoteléstől kezdve a közép- és kora újkoron át az újkorig, az összefoglalók egy része létező élőlényekre utalt, mások azonban csupán a képzelet szüleményei voltak, olykor valóságos állatok jellemzőiből összegyűrt varázslatos szörnyek.

Szárazföldi-tengeri párok

Tipikus példa erre Thomas Cantimpratensis *Könyv a dolgok természetéről* című műve, melyben a XIII. századi domonkos szerzetes elveti azt az elképzelést, miszerint ezek az állatok keveredéssel jöttek volna létre. Hiába hasonlítanak szárazföldi élőlényekre, szerinte Isten eleve így teremtette őket, sőt, majdnem minden szárazföldi állatnak megvan a maga párja a tengerben. Könyvében sok helyen hivatkozik Arisztotelészre, ami nem meglepő, hisz a XIII. században váltak elérhetővé latinul a görög bölcs zoológiai munkái, de Pliniusra és Solinusra is utal. A mesés elemek, mint például a ludolacra vagy a szirének mellett azért találunk

hasznosabb információkat is mondjuk a víziló, a delfin vagy a krokodil esetében. Az ismertett lények között van egyébiránt a cápa is, amelynek bemutatásakor szintén Arisztotelész a kiindulási pont. A rövid leírás azonban csupán azt közli, hogy ez az állat szó szerint megvizsgálja a magzatot szülés előtt. „Kiveszi” a méhéből, de ha nem elég életerős, akkor visszateszi, hadd fejlődjön tovább. A bizarr megállapítás oka az eleven-



A nagy fehér cápa ábrázolása Oliver Goldsmith „A History of the Earth and Animated Nature” című művének 3. kötetében (1832-es kiadás). Forrás: Google könyvek

szülés lehet, de ebben a forrásban nem találunk semmi olyat, ami a cápák emberevő jellegére utalna. Arra viszont jó példa, hogy már a skolasztikusok is a „szörnyek” közé sorálták, igaz, valószínűleg azért, mert ritkán észlelt, ám annál veszélyesebbnek gondolt állat volt.

A római időkben még a halászat több művészi ábrázolásán felbukkantak a cápák, a középkor-

ban azonban a babonák és a mitikus szemlélet vette át a megfigyelés helyét. Az ősi cápafogakat megkövült sárkánnyelvnek gondolták, porrá őrölt változatát pedig ellenméregként használták. A reneszánsz korban már valamivel több információjuk volt róluk az embereknek. Ábrázolták is őket különböző munkákban. Olaus Magnus *Carta Marina* (1539) című művében például van egy kép egy cápák által körbevett emberről, de felbukkan Pierre Belon egy 1553-as írásában és Guillaume Rondelet *Libri de Piscibus Marinis* (1554) című könyvében is. Előbbi azért érdekes, mert a kor szokásának megfelelően kifejező néven, mint *canis carcharias* említi. A kutya szó lehet itt furcsa, a másik kifejezés a görögből jön, és foguk érdességére utal. A nevet Belon szerint ázsiai népektől kapta, s azt írja, az állat nagy tekintélynek örvend a norvégok között. A sárkánnyelvekről az igazat egyébként csak Fabio Colonna fogalmazta meg 1616-ban. Megjegyzendő még, hogy a cápákkal Linné is foglalkozott 1735-ben.

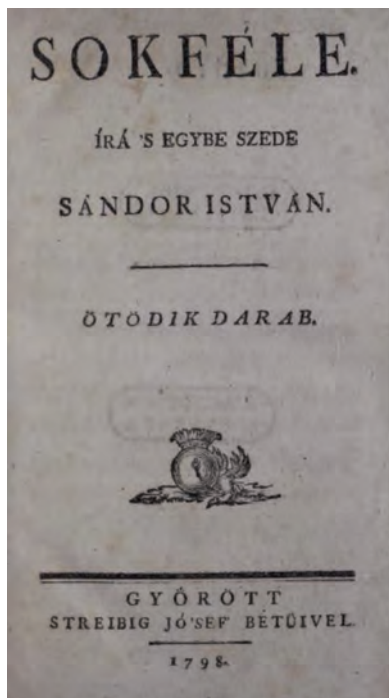
Rabszolgák réme

A XVIII. században már másféle elsődleges források is rendelkezésünkre állnak, például hajósok, utazók beszámolóí. Ezek a cápát nem varázslatos szörnynek látatják, de továbbra is vérszomjas fenevadnak, a tengerészek egyik fő ellenségének. A cápa alakja hangsúlyos szerepet kapott a rabszolgakereskedelemtől

szóló írásokban is. A tengerbe hajított holttesteket eltakarító állat egyúttal a hajókon uralkodó körülményeket és a rabszolgaság intézményének kegyetlenségét is szimbolizálta, máskor a cápa alakja egyenesen a rabszolgatartók metaforája volt. Az biztos, hogy sok, rabszolgahajókon szolgáló tengerész látott cápákat Nyugat-Afrika partjainál, több forrás pedig arról tudósít bennünket, hogy ezek az állatok hosszan követték is a hajókat. A cápák nem csak állandó fenyegetést jelentettek, hanem büntetési lehetőséget is. Oliver Goldsmith, XVIII. századi ír költő, író szintén említ ilyen esetet 1774-es *A History of the Earth and Animated Nature* című művének cápákról szóló részében. Szerinte egy rabszolganőt a hajó kapitánya büntetésből megkötöztetett, majd belelógatták a tengerbe. Nagy sikoltást hallottak, amiről először azt hitték, hogy csak a vízbefulladás-

tól fél, a víz azonban pirossá változott, s ahogy teste a felszínre emelkedett, látták, hogy egy cápa harapott ki belőle egy darabot. Goldsmith egyébként más példát is hoz, egy tengerész 1744-ben úgy 50 yardra (kb. 45-46 m) fürdött a hajójától, amikor cápatámadás áldozata lett.

A korszakban tehát rengeteg történetben szerepelnek a cápák, ám az sem mindegy, melyik fajuk. A magyar forrás a cápaféléket egyszerűen csak hájhalaknak hívja a német elnevezés után, s közülük a legnagyobbak mondja az emberevőhalat, melynek magyar nevét is a német Menschenfresser-ből veszi. Ez alapján a nagy fehér cápáról lehet szó, Goldsmith is ezt a fajt emeli ki (noha az afrikai történetekben más cápák jelennek meg). Ő a hosszáról azt mondja, 20-30 láb, míg a *Sokféle* szerint az emberevőhal 15, de akár 20-30 nyomra is megnő. Valószínűsíthető tehát, hogy az emberevőhal a nagy fehér cápa lehetett, de alakja összemehetett más cápafélékkel is. Mérete ezek alapján olyan 6-9 m lenne, ami azonban erős túlzás az átlagos 3-5 m-hez viszonyítva.



A Sokféle 5. darabjára címlapja

Sándor István leírása szerint az emberevőhal világos, a bőre „goromba”, amit azonban felhasználnak, hisz hámokat készítenek belőle Norvégiában, míg „Jégországban” sarukat. Nagy állkapcsuk van, benne fűrész fogak. Olyan veszélyesek, akár csak szárazföldön a „tigor” (tigris), az „oroszlány” (oroszlán), a „párd” (párduc), és a „hyena” vagy „török-farkas” (hiéna). Szerinte minden tengerben előfordul, de leginkább délen és északon. Követik a hajókat a tetemekért és egyéb kidobott dolgokért. Veszélyesek a halászokra és a vízbe esőkre, Sándor szerint szinte az összes útleírás tartalmaz ilyen eseteket. Különösen érdekes az állítás, miszerint tuskés, éjjel világító bőrük van.

Hájhalak

A hájhalaknak, írja Sándor, több fajuk van. Közülük az emberevőhal a legnagyobb, de említ még egy különleges példát is: a babos (pöttyös) hájhal

hasonlít a párdokra (párducokra). Utóbbi a leopárdcápa leírása lehet. Az emberevőhalat rothadt hússal kell fogni, állítja a forrás, amit vasláncon függő horogra kell tenni. Goldsmith is hasonlóról beszél, ő marha vagy disznóhúst említ, sőt, részletesen be is mutatja a folyamatot. Hozzáteszi még, hogy ezt az állatot a legnehezebb legyőzni, majd csodálattal írja, hogy Afrikában egyszer

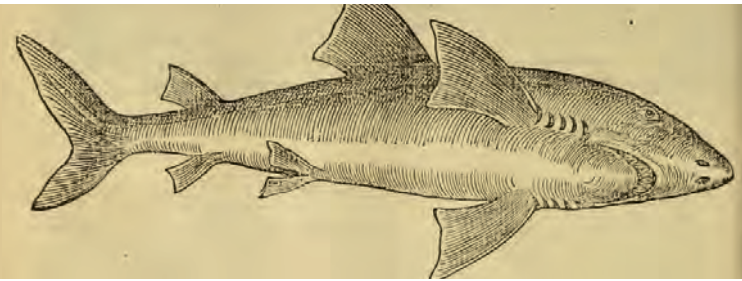
rűen csak beúsznak hozzá egy kessel, s amint közelebb ért a cápa, azt beleszúrják a hasába.

Sándor István azt is ismerteti, mire használják a kifogott cápát. A korábban már említetteknek megfelelően itt is a bőrükről beszél, amiről megtudjuk, hogy még „óratok és zsebtok” borítására is jó. A húsa azonban „kemény és bűdös”, így ehetetlen. A májukból ellenben „halvaj készül.” Goldsmith művéből kiderül, hogy a cápamájolajról van szó, szerinte egy cápából 3 vagy 4 quart kapható. A quart a gallon egynegyede, ami a brit mértékegységek alapján nagyjából 1,136 liter. A kinyerhető mennyiség tehát Goldsmith szerint úgy 3,5-4,5 liter lehetett.

„Az Emberevőhal” című írás eleje a Sokféle 5. darabjában (51. oldal).
Forrás: MTA KIK Repozitórium

39. Az Emberevőhal.

Az Emberevőhal, der grosse Haißfisch, le grand Requiu, rettenetes tengeri Orhal, mely mindennek neki megy, és mindent lenyel, valamit utól érhet. Főképen az Emberek után lefelkedik, kihez képest szüntelen a Hajó után úszik, úgy hogy, ha olykor valamely Hajóslegény oly szerentsélen, hogy a Tengerbe esik, vagy a Tengerben akar fürödni, bizonyos lehet benne, hogy ez a Hal felfalja. Ez okra nézve a Németektől Menschenfressernek neveztetik. Tak nem minden Tengerben találkozik, 's hofizaságában hol 15, hol 20, hol 30 nyomnyi. A Színe világos-szög, 's a Bőre igen goromba, melyből Nór országban Hámmokar 's Jégországban Sarukat kétfélek. Szörnyű nagy tátott Szája fűrész képtű hegyes Fogaknak hat Rendjökkel fel van fegyverezve. Fogatnak vas Lántzon függő Horogra kötött rothadt Hússal, melyet, amint mondják, a mértföldnyí-



A „*Canis carharias*” néven említett cápa ábrázolása Pierre Belon könyvében (1533).

Azt nem tudni pontosan Sándor ismerte-e a korabeli brit munkákat. Valószínűsíthető, hogy inkább a német és francia szövegek alapján dolgozott, erre utal az elnevezések említése is. Az azonban jól látszódik, hogy tájékozott volt, s a korabeli vélekedésekkel egyező leírást tudott adni a cápáról, melynek akkori kreatív neve nem vált elterjedtté, de jól példázta a tőlük való félelmet és a róluk szerzett tapasztalatokat. Két másik szerzőt említ meg Sándor István. Az egyik „Demaillet”, azaz de Maillet francia diplomata és természettudós. Szerinte a szárazföldi élőlények a tengeriekből fejlődtek ki. Sándor azt írta erről, hogy aki megvizsgálja a cápákról készült képeket és a természetüket, az mindent hihetőnek találja. Mai tudásunk szerint de Maillet könyve, a *Telliamed* megállapításainak nagy része helytelen, de ki szokták emelni vele kapcsolatban, hogy a *Biblia* helyett, a természetben kereste az élőlények kialakulásának magyarázatát. Erre az a felfedezése készítette, hogy ha kagylók vannak a tengertől messze lévő hegyek szikláiban, akkor valamikor víz kellett, hogy fedje őket. Úgy képzelte, hogy valaha az egész Földet tenger borította, aminek a vízszintje 8 cm-t csökkent évszázadonként. Ez a számolás azonban azt eredményezte, hogy a Föld több milliárd éves, ami nem volt összeegyeztethető a bibliai szövegekkel.

Elméleteit Sándor is ismerhette, aki ezek szerint nem vetette el teljesen a gondolatait. A másik hivatkozott mű egy képeskönyv, amit éppen azért említett, mert az olvasó abban találhat ábrákat a cápákról. Bertuch *Bilderbuch für Kinder* című könyve valóban egy pedagógiai céllal készült képeskönyv gyerekeknek, melyben számos állat képe is szerepelt sok mással egyetemben a hajómodellektől a Vezúv kitöréséig. Művészi értéke mellett Bertuch mesterműve az első ilyen témájú szakkönyv is német nyelvterületen, mely ezek szerint valamennyire Magyarországon is ismert volt.

Sándor István tehát a kor ismereteit felhasználva, azokra valamennyire hivatkozva alkotta meg rövid jellemzését az emberevőhalról, amely valószínűleg a

nagy fehér cápa lehetett, bár leírására más cápafajok is hathattak. A különféle élőlényekről szóló sorozat részeként pontos ismereteket akart közölni erről az állatról is, amiről számos rémhír terjengett. A cápa már a középkori mesés listákban is a tengeri szörnyek közé tartozott, de a XVIII. században is megőrizte vérengző fenevad jellegét a brutális történetek főhőseként. A *Sokféle* 5. darabja hiánypótló munka volt a maga idejében, s bár néhány megállapítása visszatekintve különösnek tűnhet, valójában egy korszak korszerűnek számító ismereteinek összefoglalója.

PIPICS JÁNOS

IRODALOM

- [1] Sándor István: *Sokféle* 5., Győr, 1798. 2., 51–53. p. (http://real-j.mtak.hu/7723/1/MTA_sokfele_05.pdf)
- [2] Belon, Pierre: *De aquatilibus, Libri duo. Cum eiconibus ad viam ipsorum effigiem, quoad eius fieri potuit, expressis.* Parisiis, 1553. 58. p. (Biodiversity Heritage Library <https://ia800302.us.archive.org/29/items/petribelloniicen00belo/petribelloniicen00belo.pdf>)
- [3] Cantimpratensis, Thomas: *Könyv a dolgok természetéről.* VI. könyv. A tengeri szörnyek. <https://mek.oszk.hu/04600/04623/html/istenallatkertje0003.html>
- [4] CCXCVII. könyv. *A Természet Három Országának rövid ismertetése.* Kezdet gyanánt. In: *Magyar Könyvház* 4., Pozsony, 1783. 175–197. p.
- [5] Costantino, Grace: *Sharks Were Once Called Sea Dogs, And Other Little-Known Facts.* *Smithsonian Magazine*, <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/sharks-were-once-called-sea-dogs-and-other-little-known-facts-180952320/> (megtekintve: 2020. 06. 28)
- [6] Goldsmith, Oliver: *A History of the Earth and Animated Nature.* 3. A. Fullarton and Co, Glasgow, 1832. 490–498. p.
- [7] LVI. könyv. In: *Magyar Könyvház* 3., Pozsony, 1783. 162–199. p.
- [8] Mathez, Edmond A., Webster, James D.: *The Earth Machine. The Science of a Dinamic Planet.* Columbia University Press, New York. 2004. 13–14. p.
- [9] Mojetta, Angelo R., Travaglini, Andrea, Scacco, Umberto, Botaro, Massimiliano: *Where sharks met humans: The Mediterranean Sea, history and myth of an ancient interaction between two dominant predators.* = *Regional Studies in Marine Science*, 2018. Vol. 21. 30–38. p.
- [10] Wainwright, Milton, Alshammari, Fawaz: *The Forgotten History of Panspermia and Theoris of Life From Space.* = *Journal of Cosmology*, 2010. Vol. 7., 1771–1776. p.

KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL

Tószegi Zsuzsanna: Az év természetfotósa

Hámori Péter: Egy dicső bukás története

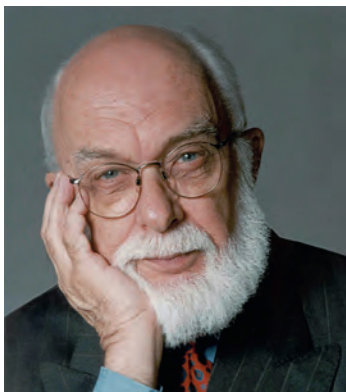
Hegyi Henrietta: Modernizáció és iparbiztonság a COVID-19 járvány után

JAMES (AMAZING) RANDI

Elment a szkeptikus Mágus

A rendszerváltás éveiben kinyílt kapukon nem csak a Gorenje hűtőszekrény, hanem a magyar származású „kanálhajlító” Uri Geller (Gellér György), a rákos szöveteket pusztá kézzel kioperáló maláj csodadoktor, a repülő csészealjok rajtaütésszerű támadásai, a rejtélyes gabonakörök, az alternatív (homeopátiás) gyógymódok fantáziát mozgató felfoghatatlan esetei özönlötték el Magyarországot és nyugodtan mondhatjuk, hogy az egész Földön széterjedtek. A történelmi múltban és jelenünkben is bőségesen találunk efféle trükköket, csúsztatásokat, téveszméket, hazugságokat. Az emberek igénylik a csodákat, vágnak valami elérhetetlenre, és nagyon csalódottak lesznek ha hitükben megzavarják.

James Randi (eredeti neve: Randall James Hamilton Twinge, 1928 Toronto – 2020 Florida), a bűvész (a mágus), a kétkedő (szkeptikus) a show star, a kiváló üzletember szívesen megtoldotta művésznevét a „debunker”- leleplező, majd később az „amazing” – elképesztő, vagy egyszerűen csak az „investigator” – kutató, nyomozó jelzőkkel. Már világsztár volt, amikor az elviselhetetlenül burjánzó butaságok, a áltudományos jelenségek térhódításának visszaszorítására a hazai tudós világ is bevetette páncélozott egységeit. 1992. március 19-én megalakult a budapesti Kossuth Klubban a Tényeket Tisztelők Társasága, és ezzel szárnyra kapott a hazai szkeptikus mozgalom. Első vezetője Szentágothai János, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke volt. A háttérben Bencze Gyula, az akkoriban az Új-Mexikói Egyetemen dolgozó fizikus készítette elő James Randi budapesti látogatását. Az MTA, a Magyar Természettudományi Társulat, a Természet Világa, a MOVI Heliosz Stúdió és a Tudományos Újságírók Kamarájának szervezésében 1992 februárjában a hazai szkeptikusok és újságírók teltházas zártkörű bemutatóján ismerhették meg, mitől is lett világhírű James Randi. Amikor Uri Geller legfőbb attrakcióját, a két ujj dörzsölésétől meghajló kanál rejtélyes energiaátvitelét kívánta cáfolni, megkért két önként jelentkezőt, hogy a színpadon mutassák be képességeiket. Két diákforma fiatal jelentkezett is. Megkapták a kanalakat a bűvész és a természetkutató gyakori szokásos instrukcióival együtt. Tartsd magadtól távol! Csak a két ujjaddal érintsd! Ne fordítgassad jobbra-balra! Ne szakítsd meg a bemutatót, ha elfáradtak az ujjaid, vagy az izgalomtól izzadni kezdesz! Ez a módszer ugyan sokaknak nem tetszett, de a nézők is megkapták a kioktatást, miszerint erre a fizikai kísérletekben szükséges azonos feltételek biztosítása és a megismételhetőség miatt elengedhetetlenül szükség van. A csendben izguló nagydémű feszülten várta a fejleményeket. A mellettem ülő,



közismert rádióriporter feszülten figyelte az eseményeket, s inkább csak önmagának suttogva elmondta, „bárcsak sikerülne nekik”. Nem sikerült... Randinak viszont igen, nem hiába volt bűvész.

Randi látogatásával sikerült megalapozni a para-

fenoménekkal szembeni szkeptikusok térnyerését. A Természet Világa szkeptikus rovatot és diákpályázatot indított. Randi eközben előbb százezer, majd egymillió dolláros díjat ajánlott fel annak, aki a bizonyítja, hogy működik a homeopátia. Jó és biztos befektetés volt. A vérdíjat senki sem kapta meg. A homeopátákat azért támadják a szkeptikusok, mert tudományos vizsgálatok sosem igazolták az erősen felhígított, gyakorta az eredeti hatóanyagból egyetlen molekulát sem tartalmazó szerek hatékonyságát.

A Randi-jelenség, a tudományos lehetőségek és ismeretek az elmúlt harminc évben ugyanúgy kitértek, mint az újonnan megjelenő áltudományos hitek. Feltehetjük a kérdést, hogy meddig terjed a cserebogár információs hálózata, hol kezdődik az ismeretlen. Addig, amíg érzékszervei még felfogják és szerveik feldolgozzák életterüket. Ez a jelenség különböző módon és mértékben minden élő szervezetre jellemző. Az emberi faj és az egyes ember is addig „lát”, ameddig tud. Napjainkban már természetes a látható nano világ, a „felhőkben” tárolt információk tömege, és naponta új hírekre kapkodunk fejünket a jeges-vizes égítetek, az „aranybolygók” híreire. Már senki sem gondolja, hogy a Holdra utazók történetét egy Verne Gyula nevű fantaszt írt, s egyre inkább közeledünk Huxley Szép új világához. Az írni, olvasni tudók nagyrésze már nem tudja megkülönböztetni a fakenewst a valóditól, a jelentős hírt a jelentéktelentől. Nyitva az út az új para-

K. L.

A turmalin

A Magyarhoni Földtani Társulat 2015-ben indította el „Az év ásványa” és „Az év ősmaradványa” programot, melynek célja a földtudományok két pillérének, az ásványoknak és az ősmaradványoknak a népszerűsítése. A Társulat Ásványtan-Geokémiai Szakosztályának vezetősége minden év októberében három jelöltet állít, melyekre a novemberi megrendezésű Földtudományos Forгатagon, illetve az interneten keresztül lehet szavazni. A program idén 5 éves, és a visszajelzések alapján sikeres, mert sokak kíváncsiságát sikerült felkelteni a témák iránt és szavazásra bírni az érdeklődőket a jelöltekről.

Ha visszatekintünk az első megmérettésre, akkor 2016-ban a nyertes a gránát, pontosabban a gránát-csoport lett, mely nemes küzdelemben hódította el a pálmát az esélyes pirittól és a barittól. A következő évben a kvarc lett a befutó. 2018-ban egy gazdag színvilágú és gazdaságilag is fontos, többnyire kocka megjelenésű ásványra, a fluoritra esett a választás. 2019-ben aztán „fordult a kocka” és az év ásványának ismét egy többnyire kocka (olykor oktaéder vagy ezek kombinációja) megjelenésű, de ezúttal sötétszürke, fémes fényű szulfid ásványt választott a nagyérdemű, a galenitet.

Majd 2020-ban ismét egy színpompás jelölt állhatott a dobogó felső fokára. A három versenyző (barit, apatit, turmalin) közül a turmalin nyert. Ismerkedjünk meg vele, hiszen 2020-ban ez volt az év ásványa. Az idei év annyiban lesz rendhagyó, hogy 2020 novemberében nem választottunk új ásványt. Így ez az év egy összegző év lesz, melyben újra áttekintjük az eddigi jelölteket és győzteseket valamint értékeljük az elmúlt 5 évet.

Színpompás csoport

A turmalin valójában nem egy ásványfaj neve, hanem ásványcsoporté, melyet a tudomány a szilikátok közé sorol. A csoportnak jelenleg több, mint 30 tagja van. A turmalinok az ásványvilág egyik legszínpompásabb csoportját alkotják. Vannak közöttük sávós, zónás, sőt többszínű példányok. Szinte minden létező színben előfordulnak: a színtelentől egészen a feketéig.

Noha a turmalinokat az ember ősidők óta ismeri, ásványtani elkülönítésükre csak XVIII. század folyamán került sor, amikor is Ceylon (ma Sri Lanka) szigetéről a Holland Kelet-Indiai Társaság hajói új, színes drágaköveket





A 2016-os év ásványa: a gránát. Szpesszartin, muszkovit Nyet Brukból, Braldu, Skardu, Baltistan, Pakisztán. Méret: 18mm (Gál László Gyűjteménye)



A 2019-es év ásványa, a galenit. Galenit, kalcit a Sweetwater bányából, Reynolds County, Missouri, USA. 29x22mm (Lelkes András Gyűjteménye)

hoztak az amszterdami kikötőbe. Az újonnan érkezett drágaköveket Ceylonban, ahol többnyire az ásvány barnás változata fordul elő, a szingaléz bennszülöttek a hasonló színű gránátokkal és cirkonokkal együtt „turamali”-nak, azaz „színes drágaköveknek” nevezték. Innen ered a turmalin neve. A szó jelentése azonban bizonytalan. Vélhetőleg az ásvány sárgásbarna vagy vörös színére utalhattak vele.

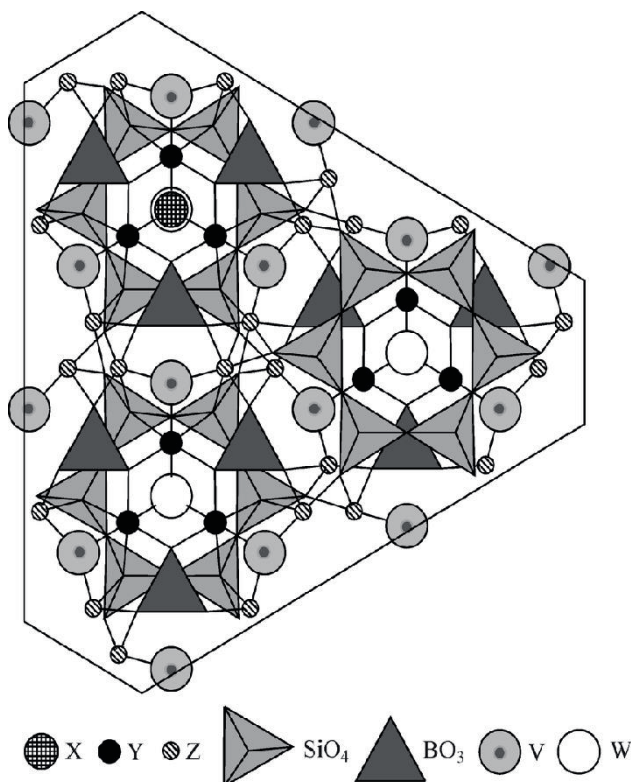
Az ásvány színváltozatai közül drágakőnek csak a szép színű és átlátszó változatok alkalmasak, melyek különböző néven fordulnak elő a drágakőkereskedelemben. Az ékszeriparban 45 színváltozata ismert. Az egyes színváltozatoknak hagyományosan saját nevéük van, viszont itt a turmalin név alig használatos. Drágakőnek elsősorban a piros, majd a zöld és kék kristályokat csiszolják. Színtelen turmalin is ismeretes. Ennek neve: achroit. Ez többnyire nem teljesen víztiszta, hanem kissé vöröses, vagy zöldes árnyalatú. Az achroitot drágakőnek nem használják.

A legszebbek és legkedveltebbek a vörös színű turmalinok, amelyek rubellit, vagy szibérit néven ismertek. Színük a halvány rózsaszíntől a sötét pirosig terjed, egyesek színe ibolyába hajló, másoké pedig a rubin színéhez hasonló.

A feljegyzések szerint a rózsaszínű turmalin (rubellit) a Középkori Kínában is ismert és kedvelt ásvány volt, ahol kis csatokat, gombokat és ékszereket készítettek belőle, többnyire a hivatalnokok öltözetéhez illeszkedő módon.

Az egyik legrégebben fennmaradt turmalinból készült tárgy az a híres gemma, amely valaha Nagy Sándor fejéjét díszítette.

A turmalin kristályszerkezete (Foit & Rosenberg, 1979 alapján)



Érdekes jelenség a turmalinok egyenlőtlen színézódése. Igen gyakori, hogy a kristály egyik vége világos, a másik sötét, vagy az egyik vége zöld vagy piros, a másik színtelen. Az is előfordul, hogy a kristályban zöld és piros részek rétegenként váltakoznak. Elba szigetén olyan színtelen, vagy halványzöld kristályok találhatóak, amelyeknek a vége fekete, ezeket „mörfej”-nek nevezik. Brazíliában vörös végű kristályok fordulnak elő, amelyeknek „törökfej” nevet adták.

A színeloszlás másik módja az, ha a kristályok színe belül más, mint kívül. Különösen Brazíliában, Madagaszkáron és Kaliforniában fordulnak elő ilyen kristályok, amelyek belül pirosak, kívül zöldek (dinnyeturmalin). Kaliforniai kristályokon a fordított színrendeződés is előfordul, a mag zöld és a burok piros.

Sokszínűsége miatt más drágakövek helyettesítésére vagy pótlására is alkalmazzák a turmalint. Megfigyelték, hogy energiaközlés (hő- vagy nagyenergiájú besugárzás) hatására az ásvány megváltoztatja a színét. Például a sötét tónusú példányok színe elhalványodik, míg egyes afrikai példányokat 650 °C-ra hevítve smaragdzöld színű kristályokká alakulnak át.

Bóros gyűrű

A turmalin színének illetően gazdagsága láttán és a színek mesterséges úton történő megváltoztatása kapcsán joggal feltételezhetjük, hogy ezen tulajdonságok hátterében az ásvány bonyolult szerkezete és összetétele áll. S valóban, ásványtani értelemben a turmalin egy bonyolult felépítésű és változatos kémiai összetételű börtartalmú ásvány: gyűrűs szerkezetű boroszilikát. A bór ritka elem a természetben, a turmalin pedig a leggyakoribb bór tartalmú ásvány. Ha e két állítást egy mondatban egyesítjük, elmondhatjuk, hogy a földkéregben előforduló bór döntő mennyisége a turmalinokhoz kötődik. Ennek ellenére a bór kinyerése mégsem a turmalinból történik, hanem a jóval gazdaságosabb bórtelepekből.

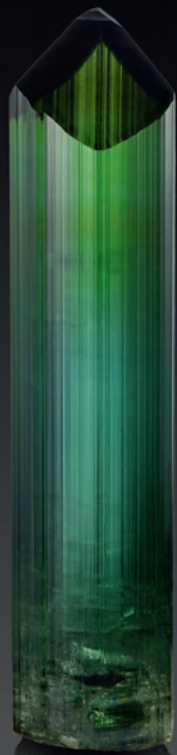
Az ásvány további színezőanyagai közül a legfontosabb a vas, majd a mangán, króm és a titán. A vas és a mangán aránya fontos szerepet játszik. A vasmentes, mangán- és lítiumtartalmú turmalinok színtelenek, rózsaszínűek, pirosak, vagy halvány zöldek. A króm zöld, vasoxid zöld és kék színt ad, de a krómnak a vörös szín előidézésében is szerepe van. Vasban gazdag turmalinok rendszeren fekete, barnászöld, vagy kék színűek. 1989-ben egy különleges neonkék változatot találtak Paraíba államban (Mexikó).

A turmalin-csoportba tartozó ásványok háromszöges (trigonális) rendszerben kristályosodnak. A kristályok megnyúltak, oszloposak és hosszanti irányban erősen rostozottak. Néha görbült, „hengeres” felületűek. Gyakran sugaras halmazokat alkotnak és csak ritkán tömeges megjelenésűek. A kristályok végét néha csak a bázislap, esetleg három piramislap, vagy olykor több piramislap zárja be.

A turmalin nem hasad, hanem törik. Törése egyenetlen, vagy kagylós. Keménysége a Mohs-skála szerint 7-7,5, azaz a kvarccal egyező, vagy annál kisebb nagyobb. Sűrűsége 2,9-3,2 g/cm³. A sűrűség növekedésével az ásvány színe mélyül. Egyes turmalinokon hullámos fényjáték figyelhető meg. Ez az úgynevezett „turmalin macskaszem”. A turmalinok további fontos optikai jellemzője, hogy a különböző kristálytani tengelyek irányából nézve különböző színt mutatnak. Ez a pleokroizmus. A színirány ismerete segíti a csiszolót, hogy a kő tulajdonságaiból a lehető legtöbbet hozza ki.

Elbait (verdelit), kvarc a Cruzeiro bányából, Minas Gerais, Brazília. Méret: 25x40mm (Gál László Gyűjteménye)





Elbait Pederneirából, Minas Gerais, Brazília.
Méret: 61x14x14mm (Gerhard Wagner Gyűjteménye)

Elektromos tulajdonságok

Az év ásványának különleges jellemzője, hogy a kristályok dörzsölés vagy melegítés hatására könnyen elektromosan feltöltődnek. Azaz a kristályok végei ellentétes töltésűek lesznek (piroelektromosság). A másik érdekes tulajdonsága a piezoelektromosság. A kristály két vége nyomás hatására ellentétes elektromos töltést kap. A helyzet fordítva is igaz: nagyfrekvenciájú váltóáram hatására a kristály villámgyorsan megnyúlik, majd összehúzódik. A jelenség hasonló ahhoz, mint amit a kvarckristályoknál észlelünk, csak erősebb. A turmalint is lehetne tehát „kvarcórákhoz” használni, igaz kissé drágábban.

Ha órákban nem is, de igen sok más területen használják ezt az ásványt. Az első helyen a drágakőipar áll, de tulajdonságait különböző piroelektromos hőmérőkben, egyes infravörös detektorokban, lézerdetektorokban és doziméterekben is kihasználják. A légnyomásmérő-készülékek többsége ma is turmalin alapú technológiát használ. Optikai eszközökben is előszeretettel alkalmazzák, amelyekkel polarizált fényvizsgálatokat végeznek. Bórtartalmú speciális cementek, műtrágyák gyártásánál is felhasználják.

Indikátorásvány

Mivel a turmalin a hőmérséklet- és nyomásviszonyok nagyon tág tartományában stabil, ezért képződésének legalapvetőbb feltétele az, hogy legyen elegendő mennyiségű bór az adott földtani környezetben. Ha egyszer létrejött ez az ásvány, akkor nagy stabilitása, s a kristályon belüli elemdiffúzió elhanyagolható mértéke miatt jól dokumentálja azt a környezetet, amelyben képződött. Ezért nevezik a turmalint petrogenetikai indikátor ásványnak.

Különböző változataival gyakorlatilag minden földtani környezetben találkozhatunk. Legnagyobb mennyiségben a magmás kőzetekben fordul elő. A leggyakoribb a savanyú, és mélységi magmás kőzetekben, mint pl. a gránitokban, riolitokban és gránitpegmatitokban.

Metamorf (átalakult) környezetben szintén gyakori ásvány. Kontakt metamorf (ha a hideg mellékkőzet érintkezik a benyomuló forró magmával) kőzetben, sokszor tiszta turmalinból álló kőzet turmalinszirt jön létre. Ha ez a folyamat egy nagyobb kiterjedésű és léptékű változást eredményez, akkor regionális metamorf kőzetek (pl. gneiszek) képződnek, melyek szintén gazdagok turmalinban. Hazánkban a Velencei-hegységben, a Soproni-hegységben vagy Vilyvitány környékén találkozhatunk a turmalin különböző változataival.

Nem sokkal a 2020. év ásványa győztesének bejelentését követően roppant fel a hír, hogy a turmalincsoport egy eleddig ismeretlen tagját fedezték fel az olaszországi Apuai Alpokban (Toscana), a La Grotta Grande del Vento, vagyis a Nagy Szélbarlang közelében. Az új ásvány a dutrowit nevet kapta Barbara Dutrow geológus, a Louisiana Állami Egyetem (LSU) professzora tiszteletére, aki kiemelkedő érdemeket szerzett a turmalinok kutatása terén. A szakértők szerint a dutrowit mintegy 20 millió éve jött létre, az afrikai és európai kőzetlemezek összeütközésekor a riolitban fellépő nyomás és felhevülés hatására.

„Egy életen át tartó szenvedély a turmalinba rejtett információk felfedezése és megértése. Ez az elismerés munkánk egyik csúcspontja” — idézte Dutrowot az LSU közleménye.

Dutrow eredményei arra is felhívják a figyelmünket, hogy a turmalinok további vizsgálata új és izgalmas összefüggéseket deríthet ki geológiai múltunkról.

HOLLÓSY FERENC

Nyitóképzünk: Turmalin North Kivuból, Goma, Kongói Demokratikus Köztársaság. Méret: 48x17x13mm (Gerhard Wagner Gyűjteménye)



ISMÉT BŐVÜLT A HAZAI TÁVCSÓARZENÁL

Eget fürkésző robotok

Több mint négyszáz éve jött rá az emberiség, hogy miképp tudja a szem felbontási korlátait túlszárnyalni: a távcsövek feltalálásával szinte egyidejűleg az égre is fordítottuk ezeket az eszközöket. A csillagvilág kutatására is alkalmasnak bizonyult ez a különös műszer. Kezdetben kizárólag lencsék szolgáltak a leképezés alapjául, de kicsivel több mint hatvan évvel később Isaac Newton megépítette az első tükrös távcsövet. Habár kétségtelenül voltak előnyei a tükör használatának, még vagy 200 évig a lencses távcsövek uralkodtak a csillagászat terén. Annak ellenére is, hogy 1845-ben William Parsons a valaha megépített legnagyobb lencses távcsövek méretét messze túlszárnyaló, 1,8 méter átmérőjű bronz tükröt készített. A XX. században viszont bebizonyosodott, hogy a lencses objektívek átmérőjének növelése nem csak problémák sorába ütközik, de értelmetlenség is, mert az 1 méternél nagyobb lencsekomplexumok fényvesztése már meghaladja az átmérő növekedése által eredményezett többletet.

Egyértelművé vált a továbbfejlesztések iránya. Sorra épültek az egyre nagyobb átmérőjű tükrös távcsőóriások. Az optikai elrendezés tekintetében számtalan változatuk készült el, amelyeket többnyire kitalálójuk, illetve első megépítőjük neve alapján jegyzünk: Cassegrain, Ritchey-Chrétien (RC), Schmidt, Makszutov, stb. A leképezést végző főtükör (objektív) gyártási módszer szerint is típusokba sorolhatjuk ezeket: az egyetlen tömbből öntötték a „monolit” tükrök. 1975-re bizonyítást nyert, hogy ezek elkészítésének gyakorlati határát elértük: a szovjet-orosz 6 méteres távcsőóriás megalkotása számtalan mechanikai és elektronikai újítás ellenére is kudarcként értékelhető. Az évtizedek során újra és újra elkészített tükrök sem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. A mérnöki zsenialitás határtalanságát mutatják az újabb és újabb ötletek: több tükör

összekapcsolásával megnövelt felbontóképesség (MMT, 1979), majd a mozaiktükrös megoldás kitalálása. Ez utóbbinak köszönhetjük a világ legnagyobb távcsőóriáit (ezek közt első volt a 10 méteres Keck-I 1993-ban, Hawaii szigetén). A jelenleg épülő listavezető gigász az ELT, a 40 métert is megközelítő méretével (ESO, Chileben), ami várhatóan 2025-ben készül el. Emellett a tengelyszimmetrikus parabola „monolit” tükrök is megújultak, egy Roger Angel nevű amerikai mérnök által megalkotott forgó kemencés eljárásnak köszönhetően: 8 méteres tükrök egész generációja állhatott „csatsorba” a világ számtalan pontján, a második évezred fordulóján. A technológiafejlesztések, és az egyre nagyobb méretek eléréseért folyó verseny „melléktermékként” egy sor kisebb (korábban élvonalbeli, 2-4 m tartományba eső) távcső bezárását eredményezte. Ma



A valaha épült legnagyobb lencseátmérőjű (1,25 méter) távcső az 1900-as párizsi világkiállításon. A rögzített távcsőtubusba egy mozgatható tükör segítségével juttatták be a fényt.

egyértelműen a földfelszíni óriástávcsövek, valamint az űrtávcsövek alkotják a csillagászati kutatások élvonalát, a kozmosz mélységeit ostromló frontvonalat.

Hazánk és Közép-Európa térségének távcsövei

A műszertechnikával behatóbban foglalkozó érdeklődők jól tudják: a távcsövek költségei gyorsan nőnek az átmérő növekedésével. Míg egy 10 centiméter átmérőjű Newton távcsövet (egyszerűbb mechanikával) megkaphatunk kb. 50 ezer Ft-ért, addig egy fél méteres RC távcső (korszerű mechanikával) már közel 20 millió Ft, egy 1 méteres körülbelül 300 millióba kerül. És akkor a távcsőnek otthont adó épületről és kupolaszerkezetről, valamint a működtetésről még nem is beszéltünk. Míg az 50 centiméteres tartomány akár egy kisebb konténerben is elhelyezhető, üzemeltethető 1-2 hozzáértő ember által, addig a méteres kategóriájú távcső önálló épületet igényel, és több személy kell az üzemben tartásához, így már egy kisebb intézmény költségvetését jóval meghaladó forrást igényel, és országos fejlesztési koncepció részét képezheti. Ez különösen igaz volt a hatvanas évek politikai rendszerében. Minthogy a hidegháború időszakának része volt a tudományos verseny is, Európa keleti blokkjában is döntés született a csillagászat fejlesztésére: méteres kategóriájú távcsövek telepítését határozták el az NDK-ban (*2 m Schmidt távcső, 1960, Tautenburg*), Magyarországon (*90 cm Schmidt-távcső, 1962, és 1 m RCC, 1974, mindkettő Piszkestetőn*), valamint Csehszlovákiában (*2 m RC, Ondrejov, 1967*), később pedig Bulgáriában is (*2 m RCC, Rhozen, 1980*). Érdekes kérdés, hogy hazánkba miért nem 2 méteres (vagy még nagyobb) távcső került. Mindenesetre ez a két 1 méteres

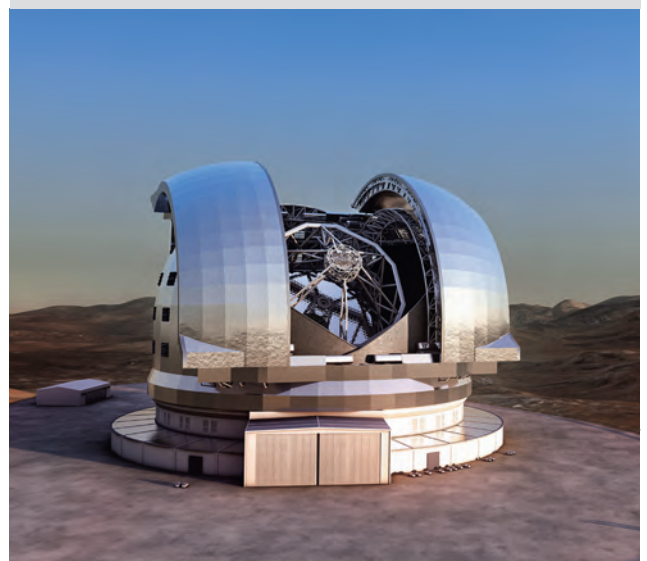
mérettartományú távcső is hatalmasat lendített a hazai csillagászat infrastrukturális helyzetén, nagyszerű nemzetközi szintű eredmények sora született ezek használatával, és a mai napig újabb és újabb csillagász nemzedékek közkedvelt eszközei.

Minthogy a rendszerváltozás, és különösen országunk EU-hoz történt csatlakozása (2004) után kutatóink a korábbiaknál sokkal könnyebben kaphattak hozzáférést a világ nagy távcsöveihez, valamint űrtávcsövekhez, lekerült a napirendről a teljes hazai szakmát igénybe vevő, még nagyobb távcső hazai létrehozásának, letelepítésének kérdése. Az utánpótlás-nevelés igényeinek kiszolgálására, illetve a kutatói közösség területi eloszlása miatt kisebb automata távcsövek mindezek ellenére még készültek, és jó részük a mai napig használatban is van (*50 cm Cassegrain és 40 cm RC, Piszkestető, 1966 és 2012; 40 cm Cassegrain, Szeged, 1985; 50 cm RC és MC, Baja, 1995 és 2005; 60 cm Cassegrain és 50 cm RC, Szombathely, 1980 és 2011; 40 cm RC, Budapest ELTE, 2006*). Nemzetközi tapasztalat is igazolja, hogy egy jól megválasztott tudományos program, ami illeszkedik egy akár gyengébb adottságú észlelőhely kisebb méretű távcsöveihez, — kellő szorgalom, és precíz adatfeldolgozás útján — szintén jelentős eredményekkel tudja előbbre juttatni a tudományos ismereteket.

Új lendület, országos szakmai összefogás

A csillagászat három nagy hazai műhelyének (CsFK KTM CsI, ELTE, és SzTE) összehangolt, konzorciális pályázati sikereként 2019-2020 folyamán három, gyakorlatilag egyforma, 80 centiméter főtükör-átmérőjű, robotizált távcső került be az országba, és kezdte meg működését három helyszínen: Szombathelyen, Piszkestetőn és Baján. Ezek a teljes magyarországi, csillagászati kutatásokon dolgozó távcsőállomány összes gyűjtőfelületét mértékként használva csaknem 50 százalékos növekményt jelentenek. A három távcső

Ilyen lesz a Chilében épülő ELT a Cerro Amazonas csúcsán (Grafika: ESO)





Az 1 méteres RCC teleszkóp Piskésetetőn
(Fotó: Rácz Miklós)

összértéke eléri egy mai, hasonló rendszerű 1 méteres távcső árát, miközben az össz gyűjtőfelületük egy 1,4 méter átmérőjű monolit tükrös távcsőnek felel meg. Tehát mindenképpen figyelemre méltó gyarapodás tanúi vagyunk, ugyanakkor joggal merül fel a kérdés minden csillagászatkedvelőben, hogy mi indokolta ezt a csaknem fél évszázad óta példátlan fejlesztést, és mi lehet, mi lesz a hozadéka hazánk tudománya, oktatása számára?

A méret a lényeg?

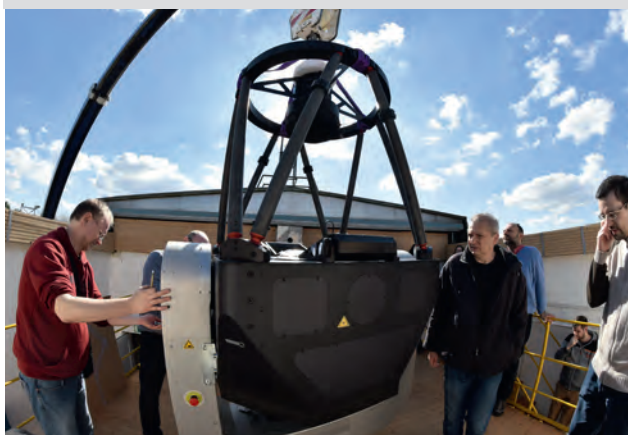
Manapság már szinte minden csillagászatkedvelő jól tudja: a földfelszíni távcsövek átmérőjét már régen nem a felbontóképesség növelése miatt érdemes növelni, hanem csakis és kizárólag a fénygyűjtő képesség növelése miatt! Nagyobb átmérőjű távcsővel adott fényességű csillagot nagyobb távolságból tudunk észlelni ugyanakkora jel/zaj arány mellett, avagy adott távolságban arányosan halványabb objektumokat. Az észlelések másik fontos tényezője az észlelendő objektumok látszó fényességén felül az észlelőhely környezetének háttérfényessége! Ez azt jelenti, hogy hiába van bármilyen érzékeny fényképező eszközünk, egy bizonyos expozíciós időn túl gyűjtve a fényt már az adott irányból érkező szórt háttérfény fotonjainak száma pixelenként meghaladja a vizsgált objektumról jövőkéét. Ezzel nem tudunk mit tenni, csupán annyit, hogy minél alacsonyabb szórt háttérfényességű helyre telepítjük a távcsövünket. Ha pedig a helyünk adott, akkor az egyre nagyobb átmérőjű távcső, és egyre érzékenyebb kamera használata azt eredményezi, hogy a tőlünk független háttérérték eléréséhez egyre rövidebb expozíciós idő is elegendő.

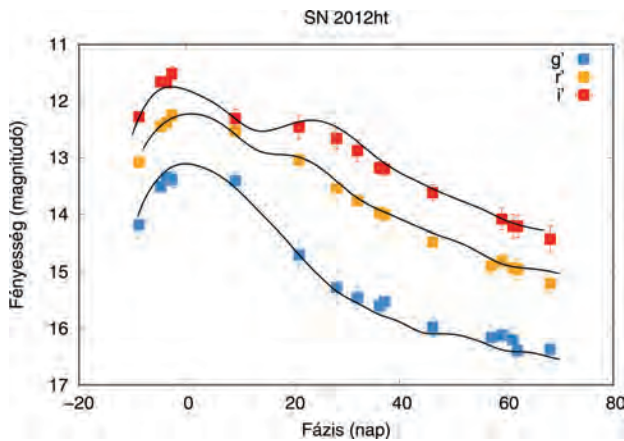
Vagyis az adott helyen észlelhető leghalványabb égitest vizsgálata egyre jobb időfelbontással tehető meg.

Ikertávcső északon és délen

A piskésetetői és bajai két egyforma 80 centiméteres távcső, és a hozzájuk kapcsolódó műszeres környezet egymást kiegészítő és erősítő módon a „Tranziens asztrofizikai objektumok” (2017-2020) projekt (témavezetője Vinkó József) szerves részeként került hazánkba. A program nem „légből kapott” ötlet nyomán született meg, hanem sok évtizedes hazai múlt, és egy már közel tíz éve folyó célzott kutatás kiteljesítéseként, magasabb szintre emeléseként. Az MTA Csillagászati Kutatóintézete Piskésetetői Observatóriumában 1964 és 1995 között több mint 40 robbanó csillagot sikerült elsőként azonosítani, főleg a 90 centiméteres Schmidt-távcsővel, fotografikus módszerekkel. Később, 2008-tól a Szegedi Tudományegyetem és a Bács-Kiskun Megyei Önkormányzathoz tartozó Bajai Observatórium kollektívája szintén Vinkó József kezdeményezésére összehangolt szupernóva-kutatásba fogott, BASSUS rövidített projektmegnevezéssel. Éveken át más hasonló programok által kevésbé figyelt (extragalaxisokkal benépesített) körülbelül 600 égitest rendszeres távcsöves fényképezésével, és a hozzá kapcsolódó automatikus kép-, és adatfeldolgozási folyamat kidolgozásával a felfényesedési fázisban próbáltak felfedezni szupernóvákat. A néhány évig tartó kutatás a működését 2005-ben megkezdett, relatíve nagy látószögű bajai BART-1 robottávcső folyamatos használatára alapult, de már akkor is bekapcsolódtak a munkába a budapesti MTA CsFK KTM Csillagászati Kutatóintézet munkatársai is a piskésetetői észlelőállomás nagyobb méretű távcsöveivel. A munka során tucatnyi szupernóva-detektálást adott az automatikus feldolgozás, sajnos egy kivétellel

Így az igazi! A projektvezető igazítja helyére a bajai 80 centiméteres távcsövet (Fotó: Hegedűs Tibor)





Az SN2012ht szupernóva bajai mérései zöld (g') vörös (r') és közeli infravörös (i) hullámtartományban, valamint az adatokra illesztett modell (Forrás: Vinkó József)

napokkal lemaradva a világszó felfedezésektől. A végül az SN 2010gn jelölésű szupernóvat sikerült elsőként távcsővégre kapni. A magyar erőfeszítéseket elismerendő, egy következő felfedezésnél a bejelentés előtt az amerikai kutatók a magyar csoporttól kértek megerősítő felvételeket 2011-ben (PSN J12304185+4137498). A következőkben az első periódus során szerzett tapasztalatok alapján a csoport a felfedezések iránti versenyfutás helyett a tudomány számára sokkal értékesebb követésre helyezte a hangsúlyt. A szupernóvák pontos fénygörbémérése számtalan mérés technikai és egyszerűbb hétköznapi okok miatt is kevés kutatócsoport által folytatott munka, miközben az elmélettel foglalkozók nagyon is igényelnék a minél több, minél pontosabb új adatsorokat. Ezért a téma logikus folytatása a szupernóva felfedezése után mihamarabb megkezdett, több standard fotometriai színben történő mérés. A következő évek számtalan, mai napig is sűrűn idézett publikációi mutatják, hogy ez nagyon jó döntés volt, a három kutatóintézet közös munkája fontos részévé vált a téma nemzetközi művelésének. A megfigyeléshez a hazai égboltviszonyok és humán erőforrások megfelelőnek bizonyultak, a szegedi egyetemi kutatócsoport az elméleti modellezés terén is egyre tapasztaltabbá vált.

Így született meg a szupernóvák mellett további, nagy energiájú, optikai tartományban is érdekes transziens jelenségeket produkáló események hazai vizsgálatát célzó projekt gondolata – amely az észlelések oldaláról mindenképpen távcsőátmérő-növelést, és az időjárási bizonytalanságot csökkentő két távoli helyszín együttes szerepeltetését is jelentette. A két teljesen egyforma mérőrendszer fő távcsővének szállítását közbeszerzéses úton az osztrák ASA cég nyerte el. Ennek eredményeképpen

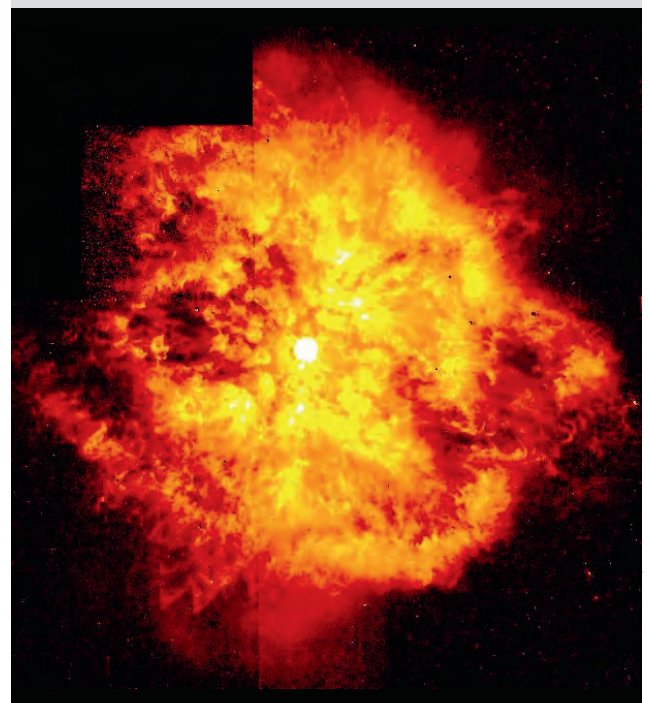
80 centiméter átmérőjű, f/7 eredő fókusz távolsággal jellemezhető Ritchey-Chretien optikai rendszerű, azimutális villás szerelésű távcsövek kerülhettek 2019-2020 folyamán Piskéztetőre (a korábbi Zeiss 50 centiméteres Cassegrain-távcső kupolájába), valamint Bajára (a korábbi 50 centiméteres amerikai RC távcső helyére). A távcsőtípus korszerű, igen gyors mozgásokra képes, amit az is mutat, hogy Föld körüli pályán keringő űrszemét valamint műholdak követésére is használják egyes obszervatóriumokban.

A „TAO” projekt alapgondolata szerint gamma-, röntgen-, és egyéb műholdas távcsövek folyamatos frissítésű adatbázisainak feldolgozásával kerülnek kiválasztásra a célpontok. Azok, amelyek a két magyarországi helyszínről megfelelő látóhatár feletti magasságban, éppen mérésre alkalmas pozícióban látszanak, és a mérőrendszer jellemzői által mérhetők, amik mérését az adott helyek kiegészítő információ (felhőtakartság, csapadékviszonyok, stb.) alapján meg is kezdenek. Szükség esetén egy folyamatban lévő mérési sor is megszakítható egy fontosabbnak ítélt riasztás alapján. Célunk, hogy mindez teljesen automatikusan történjen. Egyelőre számtalan ponton tapasztalhatók még olyan tényezők, amik nehezen parametrizálhatóak, ezért nem bízható még teljesen programozott döntésre, hogy mikor mit csináljon az adott távcső, néha még emberi beavatkozást is igényel a mérés.

Energiák és időléptékek

A szupernóvák vizsgálata továbbra is a nagy energiájú asztrofizika fontos kutatási témája, azonban további izgalmas, sokkal rövidebb idő alatt lezajló események

A WR124 Wolf-Rayet objektum képe a Hubble űrtávcső felvételén. Ilyenek a lassú GRB-k szülőobjektum-jelöltjei. (Fotó: STScI)



a gammaugár-felvillanások (GRB). Ezek szülőobjektum szerint valószínűsíthetően nem alkotnak homogén csoportot: körülbelül 30 százalékuk az úgynevezett „gyors”, a többi pedig a „lassú” kategóriába sorolható. A gyors felvillanások karakterisztikus ideje másodperces időskálájú, akár rövidebb is. Ebből következően a szülőobjektum mérettartománya Földünkénél alig nagyobbacska (a GRB 130603B mintegy 0,2 másodperc időtartamú felvillanása mintegy 60 000 km-es térbeli tartományhoz köthető). A jelenlegi elméletek szerint legvalószínűbb, hogy két neutroncsillag, vagy egy neutroncsillag és egy fekete lyuk összeolvadásakor felszabaduló energia egy részét látjuk így (ezek elnevezése 'kilonova' lett). A gammafelvillanást percekkel vagy legfeljebb órákkal később lágy röntgéntartományú felvillanás követi. Ez talán a szülőobjektumok összeolvadása során kidobott fragmentumok spirális pályára kerülésével, és későbbi behullásával magyarázható.

A GRB-k zöme 2 másodpercnél is hosszabb, és ezek okozzák a fényesebb optikai utánfényléseket. Minthogy valamivel könnyebben tanulmányozhatóak, részletesebb mérésekkel sikerült megállapítani, hogy többnyire olyan galaxisokból erednek, amelyek gyors csillagfejlődési aktivitásukról voltak addig is ismertek (sőt gyakran viszonylag nagy vöröseltolódásúak). A modellek szerint ez a csoport a csillagfejlődés végállapottaihoz köthető, a legnagyobb tömegű szupernóvákhöz.

A legutóbbi években ultralassú, tízezer másodpercnél is hosszabb felvillanásokat produkáló jelenségeket is felfedeztek. Természetesen ez a csoport a legkevésbé ismert jelenleg, és mibenléte is igen kérdéses — talán a magnetárokkal (gyorsan forgó, és rendkívül erős mágneses térrel rendelkező neutroncsillagok) hozható kapcsolatba.

Hogy a kibocsátott energiákról is képünk legyen: egy-egy GRB optikai fénylése 7-8 milliárd fényévnnyi távolságból képes szabad szemmel látható fényességűvé válni (például a GRB 080319B 6 magnitúdónál is fényesebb volt)! Amennyiben gömbszimmetrikus a kibocsátott sugárzás, úgy annyi energia szabadul fel ilyenkor, mint Napuk teljes energiataralma (vagyis, ha a teljes tömege annihilálna, az einsteini $E=mc^2$ alapján ennyi energia szabadulna fel).

Érthető, hogy ezek a csillagok és galaxisok fejlődésének igen fontos eseményei, minél nagyobb számban történő vizsgálatuk alapvető a mai asztrofizika számára.

Kozmikus hatások és kockázatok

A stratégiai jelentőségű kutatóhelyek K+F kapacitásának erősítését célzó pályázati kiíráson „Kozmikus hatások és kockázatok” (KHK) projektjével 2015-ben sikeresen

szerepelt az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (MTA CSFK) és az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és Multidiszciplináris Kutatóközpont (ELTE GAO MKK) által alkotott konzorcium is. A négyéves futamidejű projekt célja, hogy az intézmények kutatói a bolygónkat megközelítő, a földi légkört és a földfelszínt elérő, illetve a Holdba becsapódó apró égitesteket monitorozzák. A feladatra létrehozott kutató és fejlesztő konzorcium a csillagászat és a



A 80 centiméteres ASA AZ800 teleszkóp a négy méter átmérőjű automata kupolában (Fotó: Kovács József)

geofizika módszereivel aktívan vizsgálja bolygónk környezetét, és az onnan várható veszélyeket elemezve reális kockázatbecsléseket készít.

A meteorok becsapódása a Földön nem csak közvetlen életveszélyt és anyagi kárt jelenthet, de hatással van a rádiózásra és a távközlésre is. A Kárpát-medence fölött hulló meteorok statisztikája jelenleg nem ismert kellő pontossággal, a helyi károkat okozó földi becsapódások gyakorisága pedig lényegében ismeretlen. A nagy energiájú becsapódások statisztikáját a holdkráterekből becsülhetjük, a kis energiájú, közvetlen veszélyt nem okozó meteorokat pedig a meteorfigyelési adatokból ismerjük majd meg. A kettő közötti, jelenleg még ismeretlen, az energiaeloszlásban négy nagyságrendet átfogó tartományt a kráterkeletkezéssel nem, de felvillanással járó holdi meteorbecsapódások alapján fel lehet térképezni.

A feladat végrehajtására a projekt keretében — hosszú közbeszerzési eljárás után — 2019 júniusának végén telepítették az ELTE GAO MKK-ban a fentiekkel azonos típusú teleszkópot, amely egy négy méter

átmérőjű, szintén új, erre a célra épített automata kupolában kapott helyet. A kupola és távcső üzembe állításával végződő feladatokkal párhuzamosan a szükséges képalkotó eszközök, nagy idő- és térbeli felbontású észleléseket lehetővé tevő kamerák beszerzése is megtörtént. A műszerek beüzemelése és kalibrációja után 2019 második felében a távvezérelt félautomatikus működtetéshez és a tudományos üzemmód elindításához szükséges beállítások, mérések elvégzése, illetve a műszerhasználat és az adattárolás protokolljainak rögzítése zajlott.

A távcsőnek két optikai platformja (Nasmyth-fókusz) van, így szinte egyedülálló módon egyszerre két műszer használatát teszi lehetővé átszerelés nélkül, amelyek között egy – az optikai tengely körül forgatható – tükrörel lehet váltani. Az észlelés során a távcső egy függőleges és egy vízszintes tengely körül mozog, így a látómező is forog, amit kompenzálni kell, ezért a



Kamerák a teleszkóp Nasmyth-fókuszaiban: a holdi becsapódások rögzítésére szolgáló Photometrics Prime 95B kamera (bal oldal) és a fotometriai megfigyelésekre szolgáló FLI CCD-kamera (jobb oldal)

(Fotó: Kovács József)

műszert képmezőforgatókkal (derotátorok) is felszerelték. Az egyik Nasmyth-fókuszba a holdi becsapódások nagy időfelbontású monitorozására szolgáló Photometrics Prime 95B típusú kamera van felszerelve, amely 95 százalékos fénygyűjtőidő mellett képes másodpercenként 70 képkocka rögzítésére, az expozícióval párhuzamosan lementve a képeket. A másik optikai platformon egy FLI ML 2640919 típusú CCD-kamera kapott helyet, amely az SDSS 'griz' szabványnak megfelelő szűrőrendszerrel ellátva nagy látómezejű, nagy térbeli felbontású képek rögzítésére alkalmas.

A holdfelszín aktuális beállításokkal történő folyamatos megfigyelésére a becsapódásjelöltek pontos kalibrációja miatt van szükség. A távcső természetesen akkor is végez tudományos programot, amikor a Hold nem látható. Ilyenkor a Naprendszer kisbolygóinak és üstökösökének észlelése, transzneptun-objektumok csillagfedéseinek megfigyelése, továbbá változócsillagok fotometriai mérése zajlik.

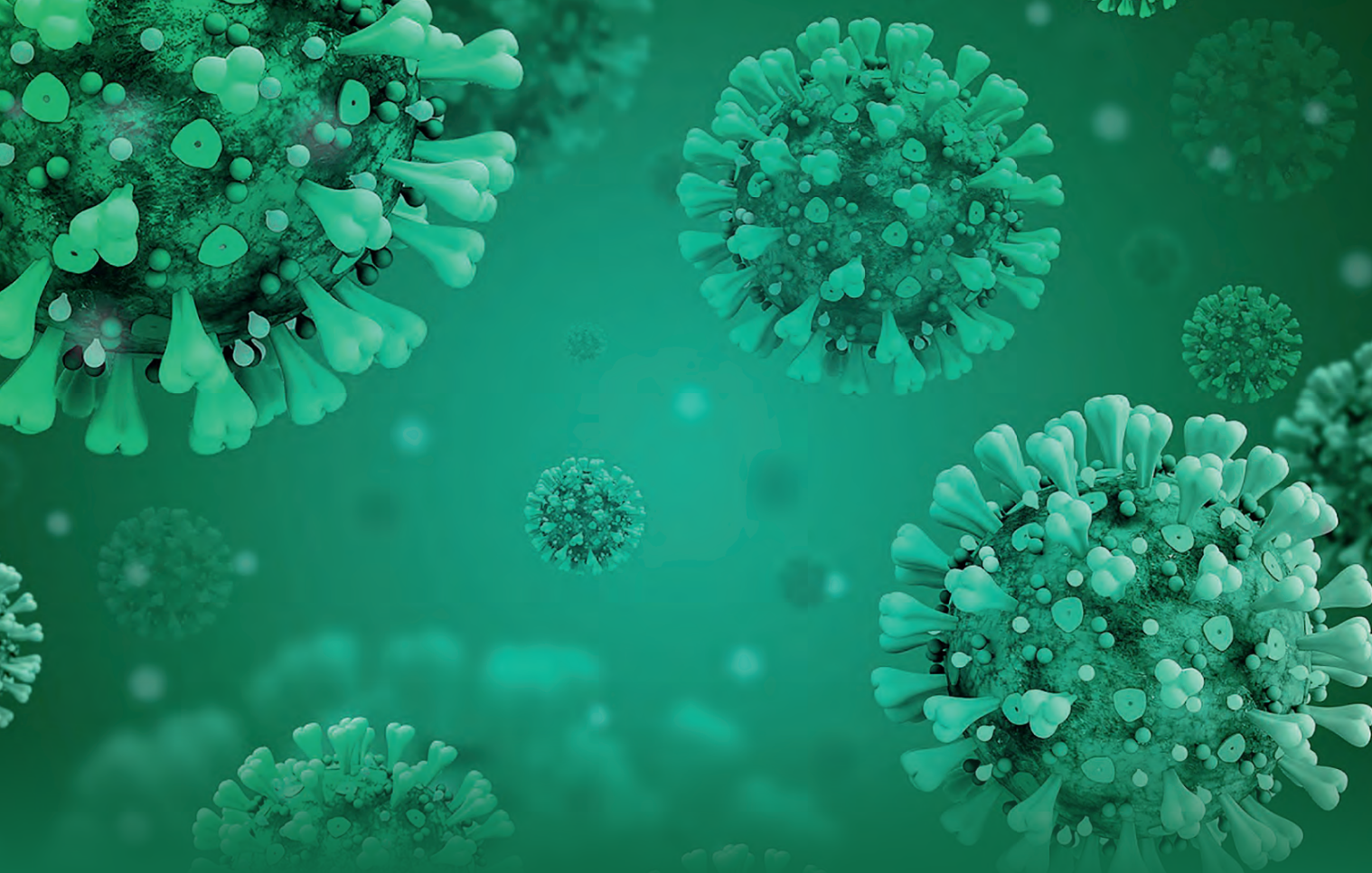
A beüzemelés és a mérnöki üzemmód után 2020 januárjától elindultak a holdi meteorbecsapódások tudományos célú mérései. Az észlelésre alkalmas idő közel 100 százalékát kihasználva műszeregyüttesünkkel az eddig elérhető összeállításoknál két nagyságrenddel érzékenyebb és jobb térbeli felbontású monitorozást tudunk végezni. A nagy időfelbontású mérések esetében ez akár negyedmillió darab 1 megapixel nagyságú, 16 bites kép rögzítését jelenti óránként. Az adattárolás teljes körű és tömörítésmentes, így a valaha készített összes megfigyelés bármikor hozzáférhető és újra feldolgozható, elemezhető. Fotometriai méréseinket körültekintően kalibráljuk, ami a Hold felszínébe csapódó testek energiájának és tömegének kiszámítása szempontjából kulcsfontosságú. A koordináta-háló leképezésének nagy időfelbontású követésével vizsgáljuk a földi légkör mozgásának hatását a képalkotásra, ami a pozíciók pontos meghatározását alapozza meg. Éjszakánként külön kalibrált és folyamatosan irányított feltételrendszer alapján szoftveresen keressük a becsapódásgyanús jelenségeket, amelyeket utána állóképi információvá alakítva egyesével elbírálunk, kimérünk, meghatározzuk a becsapódás helyszínét és fényességét is. A végső fázisban a becsapódásokat rögzítő felvételekből újra mozgóképet állítunk elő. A projekt során bebizonyosodott, hogy a Holdba becsapódó meteorok keltette felvillanások rendszeresek, és ezeket a KHK GINOP pályázat keretében folyamatosan meg is tudjuk figyelni.

Reméljük, hogy a három távcsővel kibővült távcsőpark sok új értékes magyar eredményre fog vezetni a következő években is.

HEGEDÜS TIBOR – KOVÁCS JÓZSEF

Nyitóképünk: A szombathelyi teleszkóp az üzembe helyezés után, a pontos beállást lehetővé tevő ún. pointing-moddell felvétele közben (Fotó: Csák Balázs)

A kutatást a GINOP 2.3.2-15-2016-00033 valamint a GINOP-2.3.2-15-2016-00003 számú pályázat támogatja



ÖNKÉPZŐ CITIZEN SCIENCE RAGÁLY A KARANTÉNBAN

Élőlényesdi

Tavaly az emberiség előtt rendkívüli feladat jelent meg. Sunyin lopakodott elő, eleinte távoli, sajnálatos, de nem igazán nyugtalanító hírekből, egy ismeretlen kórokozó okozta lokális járványról. Mire itthon komolyan kezdtek róla írni a hozzáértők, már meg is jelent nálunk, és jókora késéssel ugyan, de ugyanolyan exponenciális ütemben terjedt, mint Kínában. A kormány rendkívüli intézkedéseket hozott, a lakosság jó része hirtelen lényegében otthoni karanténba került. Ebben a helyzetben indult az Élőlényesdi, egy járványos, önkéntes ismeretterjesztő folyamat. Pandémia korábban is volt, amikor világháló még nem létezett. Most ez tette lehetővé, hogy ha virtuálisan is, de kimozduljunk és másokkal találkozzunk, akár kontinenseken át szökellve.

Szinte észrevétlenül kezdődött... A Kolozsvári Rádió egy adásában, 2020. április 11-én az első szerzőnk, a kolozsvári Babeş-Bolyai Egyetem oktatója (a továbbiakban, a Facebook közvetlenségét is idézve: Kunigunda) volt a vendég, és biológiáról, természetismeretről, természetvédelemről volt szó. Beszélte a „növényvakságról” (hogy tudniillik valaki a közvetlen környezetében előforduló, leggyakoribb növényeket sem képes megnevezni, felismerni), felhívta a figyelmet, hogy még a városban, a közvetlen környezetünkben is igen nagy az élőlények diverzitása, csak meg kell látni, és erre különösen alkalmas a „karantén létünk”. A „kihívásos járvány” elindítóját, Joó Bori biológiatanárt saját bevallása szerint ez a riport ragadta meg, 2020 április 16-án posztolta a Facebookon. „Megihletett ez a rádióműsor. Ennek hatására kitaláltam, hogy elindítok egy kihívásos ragályt én is.

Menj ki a teraszra/kertbe s nézz körül egy kicsit: kik laknak még körülötted? Készíts egy fotót, s posztold ügyesen! A következő 10 napban felteszek egy-egy fotót egy vad (vagyis nem én ültettem vagy nem háziállat, ja és nem Homo sapiens) élőlényről, mellyel a kertben/terazon találkoztam.” Kihívásos ragály, mivel az eredeti játékszabály szerint a kihívott naponta posztol, s közben naponta játékra hív egy új embert. A kezdeményező tanár egyik „áldozata” első szerző lett, akinek egyik áldozata a második szerző (biológus, a továbbiakban: Tamás).

Kiket próbáltunk megfertőzni?

Mindketten mérlegeltük, hogy ki legyen a 10 személyes meghívottunk. A természettel foglalkozó biológus kutatók és tanárok kézenfekvően bekerültek a körbe. Olyanokat kerestünk, anélkül, hogy összebeszéltünk

volna, akik fotóznak, eredetien gondolkodnak, egzotikusnak ígérkeznek, összességében „gazdagítanak” bennünket, és persze olyanokat, akik szívesen forgódnak a „fészbúkon”, és akik valamilyen szempontból színesítik, tágítják a kört. Így került be magyartanár, angoltanár, diák, hallgató, tanítónő, egyetemi oktató, magánvállalkozó, idegenvezető, Kuala Lumpurban élő magyar, Magyarországon megfordult texasi.

Hiába reméltük, hogy elég az, ha az illetőt előre megkérdezzük, „kötélnék áll-e”, többen menetközben kiszálltak (ami mások kihívottjainak esetében is megtörtént). Ez nemcsak onnan tudható, hogy valamедdig követtük a saját ismeretségi körünk tevékenységét. Erre a bemutatásra készülve Kunigunda meghirdette, hogy mindenki lássa el #élőlényesdi jelzéssel a saját posztját, s ennek alapján elég jól „követni” lehetett a kihívásos ragály menetét, sőt, némi statisztikát is lehetett csinálni az adatokból.

Milyen anyagok jelentek meg?

Egy kép és hozzá tartozó szöveg volt az alap, de gyakoriak voltak a képsorok is. Azt tapasztaltuk, hogy hosszabb szövegeknek is van keletje a Facebookon, miközben a közzétevések szerint néhány sornál többet nem szabad írni, mert az Interneten az olvasók egyre türelmetlenebbek. Az is lehet, hogy ez a nemzetközi ragály érdeklődéssel is fertőzte az olvasókat? Úgy tűnt, sokan elvárásaként kezelték a képen látható faj bemutatását meglévő tudásuk alapján, vagy pl. Wikipedia és más internetes források segítségével (a „rendesebbek” meg is jelölték a forrásokat). Volt, aki nem tudta a fajt meghatározni, és az olvasói segítettek neki. Olykor polémia alakult ki helyi nevekről (többen élvezettel merültek el ebben), vagy Erdélyben és Magyarországon máshogy használt kifejezésekről. (Ősrégi vicc az, hogy az angolokat és az amerikaiakat a közös nyelv választja el; azért ezt egy kicsit meg lehetett élni itt is.) Nemcsak rendszertani, és szokásos biológiai információk kerültek napvilágra, hanem érdekességek, nem közismert tulajdonságok, új megfigyelések, rácsodálkozások, és a fajjal kapcsolatos személyes tapasztalatok is. Több résztvevőt meglepett az a gazdagság, ami mellett mindennap elmegy vagy elbiciklizik, anélkül hogy a lába alá nézne.

Nyilvánvaló, hogy ez az egész roham ember és természet személyes kapcsolatáról szól, hiszen mindenki azt mutatta föl, amivel találkozott. Mégis, sokszor elmerészkedtünk általánosabb területekre is. A gasztronómia nem maradhatott ki. A salátaboglárka kapcsán például hozzászólók említették, hogy milyen „fincsi” a levesbe, hogy csalánnal együtt főzeléket is kiváló lehet

főzni belőle, ami tükörtojással remek – csak virágzás előtt kell szedni, nehogy keserű legyen a levele. Ugyanígy módon kerültek említésre gyógynövények, például a minden útszélien közönséges pásztortáskó, amit vérállatatófűnek is neveznek, mivel a népi gyógyászat mindenféle vérzés orvoslására alkalmazta. Különösen szép a neve és érdekes szív alakú becőkéje (termése). Egy másik fajról szólva: „Útilaput kötöttek a talpára



– halljuk sokszor a szólást. Jelentése nagyjából annyi, hogy valakit elküldenek, útjára bocsájtanak. De vajon miért kötnek ehhez útilaput a talpára? Hát azért, mert a *Plantago major*, vagyis a széles levelű útifű, népiesen útilapu levele kiválóan alkalmas a felhorzsolt, sebes bőr, a mondás esetében a talp gyógyítására, a fájdalom enyhítésére.”

Deficit kontra kontextus

Itt meg kell állnunk egy percre. A kérdés az: vajon van-e haszna ilyen nyúlfarknyi információknak, vagy csak unaloműzőnek jók az olvasó oldalán, pótcselekvést jelentenek a szerző oldalán? Az oktatásban (és az ismeretterjesztésben is) beszélnek deficit és kontextus alapú megközelítésről. Az előbbi esetben a tanulót (olvasót) úgy tekintjük, mint akinek tudásdeficite van, legalábbis azon a tudományterületen bizonyosan, ahol mi már 20-30 éve búvárkodunk, és itt az ideje, hogy ezt



Virágcsendélet – Shannon Crissey alkotása

a deficitet ledolgozza — ezért árasztjuk el ismeretekkel, amik a haladónak értékesek, a laikusnak érthetetlenek, esetleg ilyen töményen unalmasak is. A második esetben elfogadjuk a tényt, hogy a tanuló (olvasó) megelégszik felszínes ismeretekkel, hiszen úgyis csak arra figyel oda, ami aktuálisan érdekli (ami „kontextusban van” számára). Kitűnő ismeretterjesztők képesek jó stílussal és ötletesen adagolt ismeretekkel elérni, hogy mondanivalójukból mennél több legyen érdekes az olvasó számára, mennél több minden legyen „kontextusban”. És, talán, az is elkövetkezhet, hogy az így „beetett” alany elkezdi saját maga is utánatanulni az érdekessé vált jelenségnek. Az ideai élőlényesdi-rohamban ilyen is, olyan is, előfordult a posztok között, még olyan is, aki nem igazán akart ismeretet terjeszteni, hanem csak jól érezte magát ebben a pezsgő szellemi közegben.

Egy kis statisztika

44 játékos posztjait átnézve az derül ki, hogy növényvakság ide, növényvakság tova, lám, itt egy szemléletes példa a nyelvhasználat változataira: ezt Budapesten nem ide — tova, hanem ide — oda változatban hasz-

náltuk volna) — mégis a növényes bejegyzések vannak többségben. Pontosabban a lágyszárúak (76). Őket követik a bokrok (10), fák (7), majd liánok (2). A „legnépszerűbb” fajok a fehér árvacsalán, pongyola pitypang (6-6 bejegyzéssel), vérehulló fecskefű (5), pásztortáska és százszorszép (4-4). *(Ezen posztokat látván, ha semmit sem tudtam volna a játék időpontjáról és a posztolók helyszínéről, akkor is elég pontosan be tudtam volna lőni mindkettőt — jegyezte meg Kunigunda a statisztikáról, a növények fenofázisaira gondolva.)*

Bár azt hinnénk, a mindennapi életben a rovarok nem túl kedvelt csoportja az állatoknak, mégis 35 rovaros bejegyzést számoltunk. Gyakoribbak a hangya (4), rózsabogár (3), poszméh, bundásbogár, ázsiai márványospoloska és a házilégy (2-2 bejegyzéssel). 23 madárfajról kerültek bejegyzések, többnyire gyakori madariankról, melyeket sikerült lencsevégre kapni. Állatok közül volt még hüllő, kétéltű, csigák, emlős, óriás ezerlábú, pók és kutyakullancs.

És egyetlen gomba, a lepketapló.

Néhány kedvenc a sok kedvencből

Csabai Dolores sikeres interaktív tankönyvcsalád fejlesztő volt itthon, már vagy egy évtizede Kuala Lumpurban él.

„ 6. Nap — Erdei bóbítás gyík, legalábbis ez a tippem. Nagyon kedves volt, ide-oda forgatta a fejét, hogy jó szögből fotózhassam. A mérete úgy 20 cm lehetett, plusz a farka 30 cm. Rovarevő, mint a legtöbb gyík. A lakásomban is előfordul néhány közeli rokonuk, éjszaka bújnak elő a szekrényből, fürdőszobából, gekkók. Néha ösztönösen felsikítok amikor meglátom őket, de tudom, hogy barátok, megeszik a féltényérnyi méretű svábbogarakat.”



Gyalog Éva magyartanár minden posztjában önmagát adta. Lássuk példának az ötödiket:

„Nincs Magyarországnak olyan 12 év feletti állampolgára, aki ne ismerné Arany János: Családi kör című versét. Így most nincs segítség, nincs mankó, tessék szépen kipótolni a rímeteket, végigmondani a sorokat! Nem kell mind a 14 versszakban, csak az elsőben:

*Este van, este van: kiki nyugalomba!
Feketén bólingat az eperfa —
Zúg az éji bogár, nekimegy a falnak,
Nagyot koppan akkor, azután —
Míntha lába kelne valamennyi rögnek,
Lomha földi békák szanaszét —
Csapong a denevér az ereszt sodorván,
Rikoltoz a bagoly csonka, régi —*

Ugye, hogy simán ment? (Már ha annak idején nem szabotáltad el a megtanulását...)

Környezeti nevelőknek egy kincsesbánya ez a vers. Minden él és mozog benne, még az is, ami nem.



Az udvarunkban álló eperfa (*Morus nigra*) az oka ennek a posztnak. Latin nevét a Wikipédián néztem meg, ahol viszont a magyar cím igen vicces: „Fekete eperfa”, holott nem az eperfa fekete, amint azt a képen láthatjátok.

Most kezd hajtani, s közben már növekednek rajta a kis „hernyócskák”, amikből jó esetben szép fényes, hízott példányok fejlődnek. A jó esetben azt jelenti, hogy időben kap esőt.

Mert ha nem, nincs lekvár!”

Keresztes Lujza rovarász, a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem oktatója. Házi pocsolyája lakóit mutatta be. Bejegyzéseit követő hozzászólásokból kiderült, hogy többen várták, ezzel indították a napot (pl. „A pocsolyalakóid szemléje a nap egyik legminőségibb olvasmánya itt a fb-n: informatív, stílusos és nagyon vicces. Bárcsak hosszabb lenne ez a kihívás, és: Ne utolsó, please! Erősen jó olvasmányok. Rövid taxonómiai egyperces, hogy Anthony de Mellot parafrázáljam”).



És hogy mennyire informatív, stílusos és nagyon vicces, az kiderül az idézett pár posztból:

„Kezdődhet a pocsolyacirkusz! A főszereplő a keskenylevelű békakorsó (*Berula erecta* (Huds.)Coville), kis ökoszisztémám influenzazere, friss növényi táplálékkal látja el a nyüzsgő közösséget...Valóban nagy a nyüzsgés a házi pocsolyámban, a gyászplanáriáim (*Cura foremanii* (Girard, 1852) — régebbi nevükön *Dugesia* vagy *Planaria lugubris*) nevükre fittyet hányva nem gyászolnak. Dehogy! Fillércsigák és ászkarákok társaságában buliznak. Egyesek nagy szerelemben vannak, hamarosan keresztelőre készülhetünk!...A házi pocsolyám csúcsragadozója, az összes többi itt lakó életének sanyargatója,

de a természetben hasznos csípőszúnyog lárva pusztító, erdőszéli pocsoltyákban rendszeresen előfordul. Ezt a példányt október óta pelenkázom, babusgatom, nevelgetem, hát-hátha májusig kibújik belőle a kék szemű herceg, sebes acsa (*Aeschna cyanea*). Itt épp, ahogy a képen is látható, csak a saját hasával van elfoglalva, éppen bolharákokat zabál.”

És ami a jó hír: igaziból nem ér véget a bejegyzés-sorozat, csak átköltözik egy zárt csoportba:

„Szubjektív faj(fej?) vadászatom itt véget ért... A pocsoltya-cirkusz sztárjainak fellépései azonban nem érnek véget, csak átmennek haknizni az Invertebrates facebook privát csoportra, de ott is nagy szeretettel várok mindenkit, aki hasonló fajbeszámolókat szívesen olvas, hallgatóim meg jómagam tollából, az oldalra be kell jelentkezni, de rajtunk nem fog múlni...”

Macalik Kunigunda biológus még őslényről is írt.

„6. NAP. A hirtelen lezúduló hatalmas esők felszínre hoztak szemelvényeket kertünk őstörténetéből. Néhány tíz millió évvel ezelőtti lények, melyek a Paratechys tengerben éltek, szinte elképzelhetetlen, hogy ekkora egysejtűek léteztek! Szent László pénzeként ismeri a magyar (csodálatos a legenda), tudományos nevük - Nummulites — is pénzérme formájukra utal. Az igen



fajgazdag likacsosházúak (Foraminifera) törzsében egy kihalt nem képviselői.”

Pam Tooley könyvtáros, amikor Tamás találkozott vele, a texasi Heard Természettudományi Múzeum és Élővilág Menedék hely múzeumpedagógusa volt.

„Day 10 — 9 banded Armadillo - *Dasyus novemcinctus* — azaz kilencöves tatu. „A kert tele van lyukakkal, ahol feltúrta lárvákért, bogarakért, tűzhangyákért és más gerinctelenekért; kisebb részben madár- és hullótojás-

kért... Elképesztő szaglásuk van, de eléggé rossz látásuk. Ha csendben álldogálsz belédzaladhatnak, mintha csak egy fatörzs lennél. ... Tudtuk már rég, hogy a terasz alatt laknak, de mikor nézel ki épp a jó pillanatban az ablakon, találod meg a kamerát, aminek fel is van töltve az akkumulátora, mész ki, jutsz elég közel hozzájuk úgy, hogy ne zavarod be őket a bokrok közé. Integetek Billnek, abban a reményben, hogy nem jön ki, közben próbálom élesíteni az objektívet. ... Sosem sikerült egyszerre lekapnom őket, olyan gyorsan mozognak. 4 kölykük volt” — és így tovább.



Vásárhelyi Tamás biológus.

„5. nap május 6., Farkaspók a kicsinyeivel — A farkaspókok közt van a legnagyobb hazai pókfaj, de ez valamivel kisebb testű. A potrohán sűrűn csimpaszkodó kicsinyei miatt azért elég nagyra látszott, ráadásul az úton álldogált, nem a fű között, szóval nem volt kunszt észrevenni. Öntudatos sztárként megvárta hogy előkotorjam a telefont, és több életlen kép után végre elfogadhatóan lekapjam. Ezennel már a kicsik is a legjobb úton vannak a celebbé váláshoz.

Egy Alopecosa, nagy valószínűséggel az *A. mariae* — írta kérdésemre a szakértő, Szinetár Csaba. Akit meghívtam ide, persze, mert kitűnő fotós és természetrajzos. A digitális oktatás miatt megnövekedett informatikai terhelésre hivatkozott, és udvariasan bár, de elutasított.



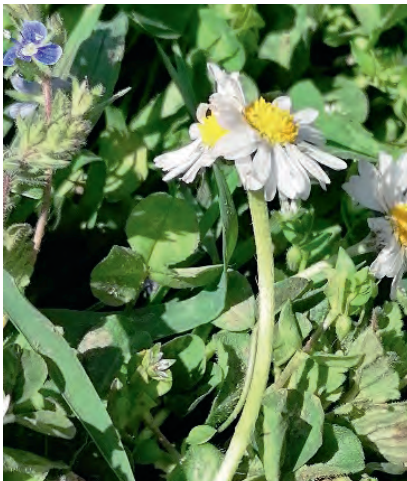
(Hát igen, ez a baj ezzel a játékkal, de egyedül ez, tényleg, hogy növeli a gép előtt ülést.)

És zárjuk a kört a játék megálmodójának egy növényes posztjával. Joó Bori részletekre ráálló szemét dicséri bejegyzése:

„Hetedik nap — közönséges növényfajok nem közönséges példányai: pitypang és százszorszép. Nem ritka a természetben, így ennél a két fajnál sem, a nem szabványos megjelenési forma. A pitypangnál úgynevezett ál szalagosodás figyelhető meg (több szár összenő), a százszorszépnél egy „kétfejű”, egy csöves virágoktól (a sárgák) teljesen mentes és egy olyan virágzat került lencsevégre a kertünkben, melynek csöves virágai közé belekeveredett egy pár nyelvis is.”

Reméljük, sikerült kedvet csinálnunk ahhoz, hogy karanténban és anélkül is mindenki jobban figyeljen a lába alá, hátha találkozik az élővilág sokféleségének, változkonyságának, szépségének, érdekességének új csodáival. Akinek kedve támadt a megfigyeléseit posztolni is, kérjük tegye hozzá az #élőlényesdi megjegyzést!

MACALIK KUNIGUNDA – VÁSÁRHELYI TAMÁS





FÖLDRÉSZEKEN ÁTGÖRDÜLŐ PORÖRDÖG

Futóhomok-fellegek

A Szahara a világ legnagyobb porforrása, amely idén júniusban rekordmennyiségű, vagyis az eddigi legnagyobb és legvastagabb porfelhőt küldte az amerikai kontinens felé.

Amato Evan, a san diegói Kaliforniai Egyetem Océanográfiai Intézetének légkörkutatója és munkatársai — a *Geophysical Research Letters* tudományos folyóiratban — feltárták azokat a tényezőket, amelyek ehhez a hatalmas, egyes kutatók által csak Godzilla néven emlegetett porfelleg keletkezéséhez vezettek.

A 2020. júniusi porvihar mind földrajzi kiterjedését, mind vastagságát tekintve is rekordokat döntött, utóbbit a műholdak átlátó képessége alapján mintegy 6000 méter vastagságúnak mérték. Így bizonyos helyeken az Atlanti-óceán felett mintegy kétszeresét érte el annak az értéknek, amelyet az 1995-ig visszanyúló műholdas nyilvánosság szerint június hónap folyamán valaha is mértek. A Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal (NASA), valamint a Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Hivatal (NOAA) Suomi NPP műholdja követte nyomon a június 13-án kezdődő eseményeket. Az űreszköz adatai szerint a porfelhő kiterjedése akár a több mint 3000 kilométert is elérhette.

A porvihar nagyságát azoknak a feltételeknek tulajdonították, amelyeket a szubtrópusi magas nyomású övezet hozott létre a Szahara tengerpartjai mentén. Ez megnövelte az észak-déli irányú nyomáskülönbséget Nyugat-Afrika felett, ami rekorderősségű, tartós északkeleti szélhez vezetett. Ennek erősödése a sivatag felett pedig 2020 júniusának második felében több napon keresztül folyamatos porkibocsátást eredményezett. A kutatók szerint ez a szubtrópusi magas nyomású övezet egy az egész Földön tapasztalható légköri hullámvasútba — a bolygón keresztülhaladó szélmintázat-változások láncolatába — ágyazódott be, és 2020 júniusának nagy részében is meghatározta

az északi félteke légáramlatait. Ezt a kilengést az ebben az időszakban megfigyelt északi-sarkvidéki tengeri jég rekordalacsony kiterjedése okozhatta. A térség felmelegedése ugyanis a közepes szélességeken és a szubtrópusi területeken vélhetően megváltoztatja a szélmintázatok alakulását, korábban csak ritkán tapasztalt időjárási eseményeket okozva. Erről azonban a kutatóknak még nem sikerült egységes álláspontot kialakítaniuk.

„Az afrikai partok mentén kialakuló szubtrópusi övezet fejlődése jelentős szereppel bírt mind a porkibocsátásban, mind pedig a levegőben szállított szemcsék gyors nyugat felé történő transzportjában az Atlanti-óceán felett” — mondta a kutatásban közreműködő *Diana Francis*, az Egyesült Arab Emírségekben található Khalifa Tudományos és Technológiai Egyetem munkatársa. *„Az óramutató járással megegyező irányú mozgás és a magas nyomás fokozta a Szahara felett mintegy öt kilométer magasságban száguldó futóáramlás működését, amely nagy sebességgel szállította a port a Karib-tenger és az Egyesült Államok déli része felé.”*

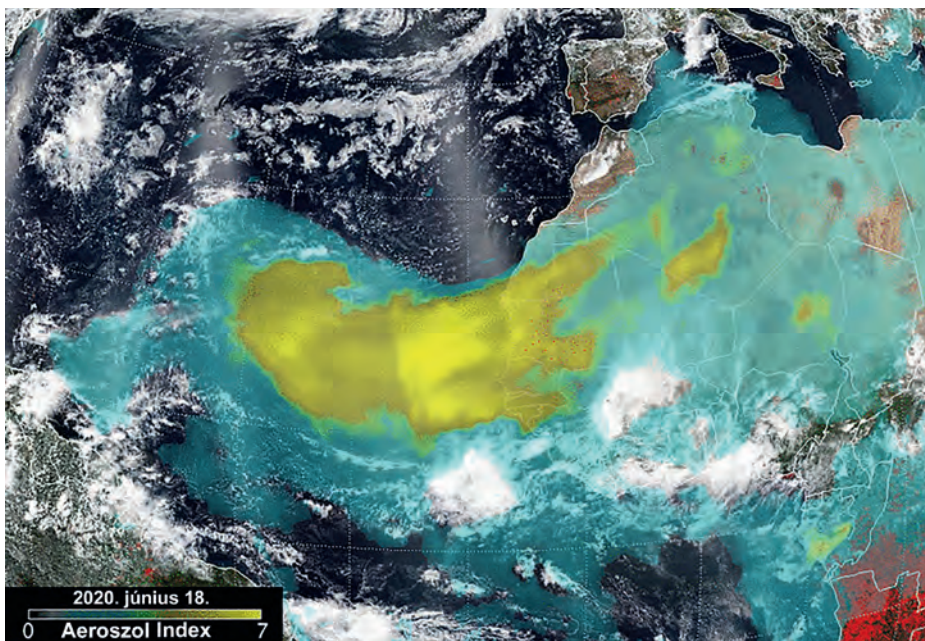
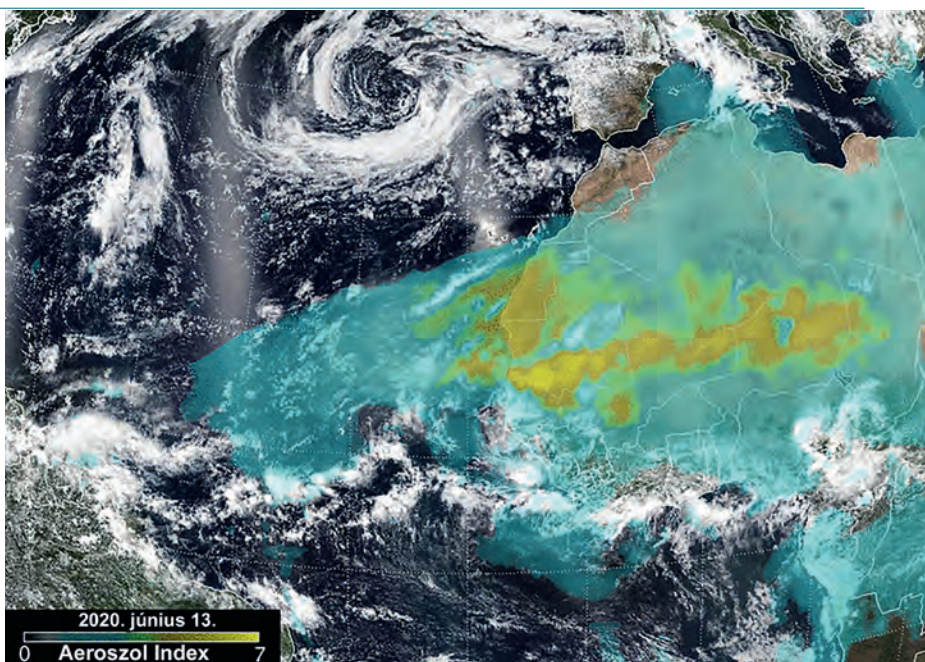
A globális pormozgás számtalan következménnyel bír, az időjárástól kezdve a légiforgalmon át egészen a több ezer kilométerre húzódó földrészekben lévő talaj termékenységéig. A por mindemellett fontos tápanyagokat, például vasat, és más ásványi anyagokat biztosít az óceáni ökoszisztémák számára. A saharai por hazánkban sem számít ritkaságnak. A légköri áramlatok ugyanis Európa, így Magyarország felé is juttatnak az időnként az eget is halványan befestő, de jellemzően csak autónk szélvédőjére rakódó sárgásbarna színű, finomszemcsés poranyagból.

Néhányan úgy gondolják, hogy a saharai por az Atlanti-óceán felszíni hőmérsékletének befolyásolása révén még a trópusi ciklonok aktiválására is jelentős hatást gyakorol. A homokfelhő ugyanis a napsugárzás egy részét visszatükrözi a világűrbe, ezáltal hűtve az óceán felszínközeli vízrétegeit, csökkentve a ciklonképződéshez, vagy azok felerősödéshez szükséges energiámennyiséget. A két szakember a jövőben azt tervezi megvizsgálni, hogy a 2020. júniusi vihar milyen hatást gyakorolt a légkör és a bolygófelszín által befogadott napenergiára, valamint az elmúlt év trópusi viharszezonjára.

„Bár számos bizonyíték áll rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy az Atlanti térség felett megnövekedett por-koncentráció csökkentheti az ottani trópusi ciklonok számát, idén a legnagyobb porvihart az egyik legaktívabb hurrikánszezon kísérte” — mondta Evan. „2020 vagy csak egyszerűen egy olyan év, amikor minden a feje tetejére állt, vagy inkább most kellene átgépelelnünk annak megértését, hogy a por hogyan hat éghajlati rendszerünkre.”

A tanulmány a tudományos közösségen belül rendkívül vitatott témát is érint. Noha e megállapítás vizsgálata ezúttal nem állt a fő fókuszban, a Godzilla porvihar szélmintázata nagyon hasonlított a 2010-ben megfigyelthez, amikor a Jeges-tengeren a jégmennyiség jelentősen lecsökkent. Mivel az északi-sarki tengeri jégtakaró 2020 nyarán is eléggé megfogyatkozott, a műholdas mérések nyilvántartásának kezdete óta legalacsonyabb értékét mutatta, ez hozzájárulhatott a nagy arányban megjelenő anomáliák kialakulásához. Ha pedig egy melegebb világban e mintázatok száma egyre növekszik, akkor valószínű, hogy a jövőben a szélsőséges porkitörések is még gyakoribbá válnak.

Az anomália ebben az esetben az északi-sarki légáramlatok változására utal, melyek hullámzóan változtatják szélirányukat (úgynevezett meandereket rajzolnak ki), mintsem csak egy kijelölt irányba fújnak. Néha e hullámok az Északi-sarktól messze délre is



A hatalmas saharai porfelhő haladásának és kiterjedésének alakulása június 13. és 18. között

lehúzódhatnak, rendkívül hideg időjárási eseményekhez vezetve az Egyesült Államokban és Európában, befolyásolva a többi területre jellemző szélmintázatot. A kutatók között azonban továbbra is vita folyik e folyamatokról. Egyesek azzal érvelnek, hogy a sorrend fordított, tehát épp a változó szélmintázatoknak köszönhetően melegszik fel az Északi-sarkvidék, mások pedig úgy vélik, hogy az évek során megfigyelt változások még teljes egészében a természetes folyamatok tartományába esnek.

SZOUCSEK ÁDÁM

ESZKÖZHASZNÁLÓ TŰZHANGYÁK

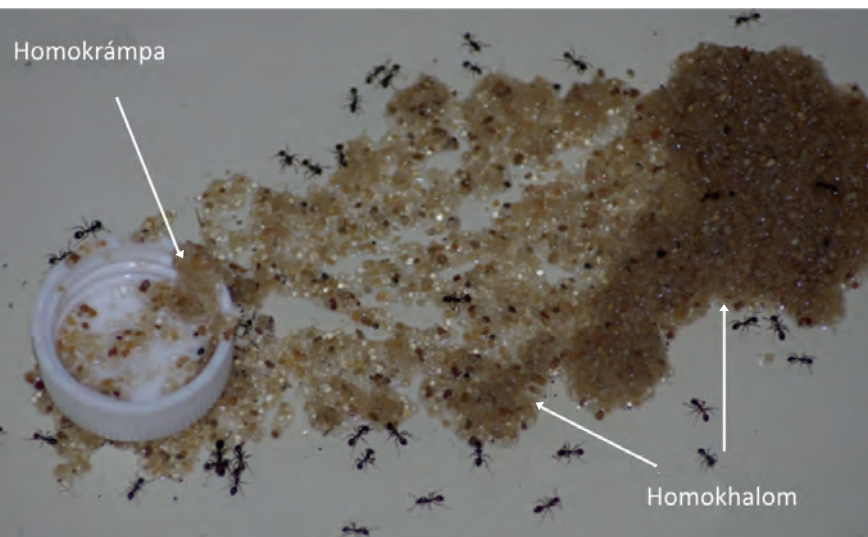
Functional Ecology



British Ecological Society

Anekdotikus elbeszélések szerint a hangyák képesek eszközhasználatra: talajszemcsék segítségével szállítanak folyékony táplálékot. Egy amerikai-kínai kutatócsoport az USA-ba behurcolt és ott vadon begyűjtött fekete tűzhangyákkal (*Solenopsis richteri*) végzett kísérleteket. Abból a feltételezésből indultak ki, hogy a hangya észleli a fulladásveszélyt és annak megfelelően módosítja az eszközhasználatát, ezek mellett azt is felmérték, hogy miként hat a hangyakolónia túlélésére és élelemgyűjtésének hatékonyságára az eszközhasználat.

A hangyák a normál cukros vízen könnyedén képesek lebegni, feltehetően a kültakarójukban lévő víztaszító anyagoknak is köszönhetően. Emiatt a sima



cukros víz nem jelentett veszélyt számukra. Azonban a kutatók olyan nem mérgező, és a hangyák számára semleges szagú anyagot adtak a cukoroldathoz, amelytől megváltozott annak felületi feszültsége, így megnőtt az oldat fulladásveszélyessége is. A kutatók pontosan meg akarták határozni az élelemgyűjtés veszélyességi fokát különféle felületi feszültségű oldatoknál, így az adalékból 0, 0,05, 0,1, 0,5, 1, 2 százalékos mennyiséget keverték a cukoroldatba, mindegyik esetében műszeresen megmérték a felületi feszültséget is. Ezután az oldatokból 1-1 ml mennyiséget tettek 2,5 cm átmérőjű tartályokba és mindegyikbe 1-1 véletlenszerűen kiválasztott hangyát emeltek át. A hangyát a tartály közepébe rakták, s amennyiben elsüllyedt, vagy 40 perc alatt se tudott kikecmeregni a tartályból,

akkor „megfulladtnak” minősítették. Minden oldatnál 10 különböző kolónia 10-10 dolgozójával végezték el a vizsgálatot. A 0,05 tömegszázalékos adaléknál többet tartalmazó oldatok esetén jelentősen megnőtt a hangyára leselkedő fulladásveszély.

Ezután a hangyák homokszemcséket is kaptak a tartálytól 10 centiméteres távolságba rakott halomban: precízen osztályozott méretűeket, illetve ezek egyenletes keverékét, így, az oldatok és a szemcsék összesen 24 különféle helyzetet teremtettek a hangyák számára. Ezt követően a hangyáké volt a főszerep.

Egyes hangyákról már korábbról ismert volt, hogy adott helyzetben homokrámpát építenek a tartályhoz, illetve annak belsejébe, s így „szivattyúzzák” ki a tartályban lévő oldatot, így most a kutatók számtalan szempont alapján felmérték az egységes időszak alatt készült homoképítményeket. A különböző felületi feszültségű oldatok közt azoknál épültek meg a homokrámpák, amelyek már jelentős fulladásveszélyt jelentettek volna a hangyákra.

Először csak a tartályok belsejébe hordtak homokot a hangyák, majd a tartály külső oldalához felépítették a rámpát. Azoknál a tartályoknál, ahol az oldat felületi feszültségét nem módosították a kutatók külön adalékkal, ott egyáltalán nem építkeztek a hangyák. Az eltérő felületi feszültséggel rendelkező tartályoknál eltérő volt a homoképítmény is, ráadásul ezeket, ha lehetőségük volt rá, eltérő méretű homokszemcsékből építették fel, vagyis rugalmasan alkalmazkodtak a körülményekhez. Az építmény nem arra szolgált, hogy a hangyák azon gyalogoljanak, hanem a cukros oldat tartályon kívülre szivattyúzását végezte el, a hangyáknak az építmény elkészültekor nem kellett bemászni a tartályba az adag cukros vízért, azt fel tudták venni a homokrámpa szemcséi kö-

zül. Az élelmet gyűjtő hangyák 88-90 százalékban a tartályokon kívül szedték fel az édes itókájukat, s csak kis részük mászott be a tartályokba. A mérések alapján a hangyák a homokrámpák révén nemcsak kevesebb családtagjukat veszítették el azok fulladása miatt, hanem 8 százalékkal több cukros vizet tudtak begyűjteni, mint rámpa nélkül.

Vajon a természetben miként alakulhat ki hasonló stratégia? Miért volna szükségük a hangyáknak erre? Számos olyan természetes anyag (zsírsavak, gliceridek) van, amely az édes növényi nedvekben vagy a nektárban hasonlóképp változtatja meg a felületi feszültséget, mint az a kísérletekben is zajlott, vagyis a hangyák a való életben is találkozhatnak olyan édes oldatokkal, amelyekbe adott esetben könnyű befulladni.

(*Functional Ecology*, 2020. október)

Reklámok keresztüzében

„A tények irrelevánsak, hiszen a fogyasztók hisznek.”

Seth Godin

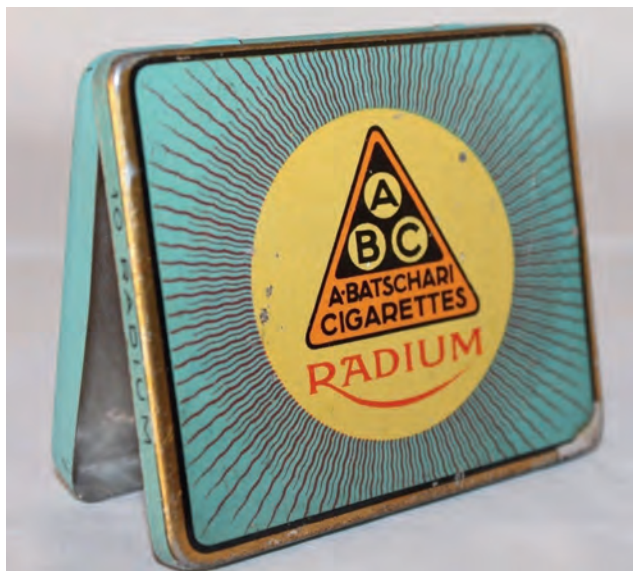
Néhány évvel ezelőtt, amikor megkezdtük középiskolai tanulmányainkat a fizikatanárnőnk azzal kezdte az egyik foglalkozást, hogy megmutatott nekünk egy valamivel több mint fél évszázados napilapot. Hogy mi az oka annak, hogy egy régi napilapot nem csak történelem vagy irodalom órára lehet bevinni szemléltető anyagnak, hanem a fizika órára is, az nem volt kérdéses: a lap tetején levő hirdetés ugyanis arra buzdított, hogy mossuk fogainkat radioaktív fogpasztával, ha azt szeretnénk, hogy azok szép fehéren csillogjanak. Az óra után még sokáig döbbenetet éreztünk, hogy valaki valamikor radioaktív fogpasztát gyártott és emberek ezrei, tán százezrei abban a hitben használták, komoly pénzeket adva értük, hogy ez a legjobb fogpaszta. Elkezdtünk utána olvasni, adatokat gyűjteni, majd rájöttünk, hogy ez egy olyan téma, amivel érdemes behatóbban is foglalkozni.

Vajon van még ma valaki, aki radioaktív fogkrémet használna nap mint nap azért, hogy szép fehér fogai legyenek, vagy radioaktív arckrémet azért, hogy szép ragyogó arca legyen? Bízunk benne, hogy a mai ember, függetlenül attól, hogy mennyire iskolázott, mennyire tájékozott vagy mennyire intelligens nem dőlne be egy olyan reklámnak, mely azt ígérné, hogy a radioaktív fogkrém jobb, mint a hagyományos, mert az hatékonyabban fehériti a fogakat. Kutatásunkat folytatva az is kiderült, hogy a radioaktív termékek listája nagyon hosszú volt. Az 1910-es évektől kezdődően az Egyesült Államokban gyártottak kéztisztító krémet, Németországban pedig radioaktív cigarettát (Batschari), 1912-től amerikai radioaktív víztartályt (Revigator), 1918-tól létezik amerikai radioaktív gyógyvíz (Radithor), 1920-tól német radioaktív fogpaszta (Doramad), 1932-től francia kozmetikai termék család (arcpúder, arckrém, szappan, lemosó tej, kölnivíz, rúzs) (Tho-Radia), az 1930-as évektől kezdődően amerikai radioaktív óvszer (Nutex), 1931-től német radioaktív csokoládé (Burk&Braun). Ezzel a radioaktív termékek listája távolról sem teljes, hiszen volt cseh pékségben készült, magyar felirattal is gyártott kétszersült (Hippman-Blach), vaj, végbélkúp, zsilettpenge is, de talán a legmeghökkenőbb a radioaktív gypjű (Laine Oradium), amelynek reklámjában egy kisgyerek szerepel gypjű szvetterben. Szinte felfoghatatlan, hogy alig 10 évvel a radioaktivitás felfedezése után már meg is jelentek ezek a termékek, erős marketinggel kísérve. Valószínű, hogy az ipar a radioaktivitás felfedezésének szenzációjára alapozott, melynek segítségével az ember már láthatta magát belülről is. Mint tudjuk Röntgen feleségének ujjáról készült 1895-ben véletlenül az első radiogram, s bár a hölgy ösztönösen felkiáltott: „Ezek a sugarak a halál előhírnökei” – amikor a saját kezének csontváz-rajzolatát

meglátta a gyűrűjével az ujján – úgy látszik ezt nem sokan vették akkor komolyan. Egy hónappal Röntgen cikkének publikálása után a röntgensugarakról beszélt az egész világ. Voltak, akik azért beszéltek róla, mert féltek tőle és az emberiség pusztulását látták benne, de voltak, akik csodának tekintették, úgy gondolták, hogy a vakoknak egy reménysugár lehet arra, hogy az agyukba jusson az általuk nem látott kép, az orvosok is Isten áldásaként látták az új felfedezést.

A felfedezés tényleg eget rengető, nem hiába kapta meg érte Röntgen az első fizikai Nobel-díjat, de az már felháborító, hogy piacra lehetett dobni több olyan igazoltan veszélyes terméket is, melyeknek az egyetlen üttökártyájuk az volt, hogy a szenzációszámba menő sugárzás dőlt belőlük. Felmerült bennünk a kérdés, hogy vajon milyen volt az akkori jogszabályi környezet? Hogyan kerülhetett piacra az a termék, mely olyan radioaktív elemeket tartalmazott, mint a 226-os izotópú rádium, melynek felezési ideje 1600 év, a 228-as izotópú rádium, melynek felezési ideje 5,75 év vagy a tórium, melyről nem tudni, hogy melyik izotópját használták, de a felezési idő mindenképp kicsi 1,92 év és kevesebb, mint tíz perc között mozog. Tudjuk, hogy egy radioaktív





atom bomlása során sugárzást bocsájt ki, valamint azt is, hogy minél kisebb a felezési idő, annál nagyobb része az anyagnak fog hasadni egy adott időpontig, és hogy minden pillanatban lesz olyan atom, amelyik éppen bomlást szenved. Tehát a radioaktív anyag folyamatosan sugároz, de változó intenzitással. Sőt, ma már azt is tudjuk, hogy ezen sugaraknak káros hatásai vannak a szervezetre. A radioaktív termékeket fogyasztóknál pár év múlva már jelentkeztek is a káros sugarak hatásai, de ezek nem kerültek a nyilvánosság elé. Az áldozatok soraiba tartozott a híres Eben Byers, aki a Radithor áldozata lett. Közel tíz évig fogyasztotta a sugárzó vizet, állkapocsrákban hunyt el. Ismert a „rádiumlányok” esete is, akiknél a sugárbetegség valójában munkahelyi ártalom volt, hiszen ők rádiumos festékekkel festették a karórák számlapjain a számokat, hogy azok éjjel világítsanak,



s tömegesen betegedtek meg az orvosok számára akkor még ismeretlen kórtól, amit ma már sugárbetegségnek hívnak.

De térjünk itt ki egy kicsit a minőségellenőrzés témakörére is. Bár az ókori Rómában már közel 100 szabványt ismertek, amit minőségellenőrzésre használtak, s a XI. században megjelennek a nemesfémek fémjelei, mint minőséggaranciák, mégis a minőségellenőrök csak az iparosodás korában jelennek meg, gyáron belüli munkakör formájában, de még a XX. század elején is a minőségellenőrzés célja a hibát vétő munkás elmarasztalása volt. A század közepére jelennek meg a gyártótól független minőségbiztosító társaságok, majd később a szabványok is. Világos tehát, hogy a kérdéses időszakban nem volt, aki felülvizsgálja a termékeket minőség szempontjából, arról nem is beszélve, hogy



nem létezett egy hivatal, ami az emberi egészségre való veszélyeztetettséget vizsgálta volna. Jobban belegondolva, sok akkori vállalkozó nyereségvágyának semmi nem szabott határt, legalábbis mindaddig, amíg évek múlva ki nem derült, hogy nagy gond van. Így történhetett, hogy a tucatnyi radioaktív terméket gyártó cég közül alig néhány ellen indult eljárás. Míg az Egyesült Államokban szabadalmaztatott rádiumos vizet ivó Eben Byers 1932-ben az életével fizetett a hiszékenységeért, és a Radithor cégnek be kellett zárnia kapuit az ebből kiindult per és botrány nyomán, addig néhány évvel később Németországban, a világháború alatt még forgalmazzák a Doramad radioaktív fogpasztát és a reklámokban még hangsúlyozzák, hogy milyen jótékony hatása van: fehériti a fogakat, elmulasztja a fogínyvérzést, hatékony a fogszuvasodásra. Miért lehetett ilyet



megengedni, hiszen akkora már nyilvánvaló volt, hogy ezek hazugságok, s ha a köznép esetleg nem is jutott hozzá minden információhoz, mert ugye internet akkoriban még nem volt, de a hatóságoknak csak kellett volna hallaniuk a Byers botrányról.

Nehogy azt higgye valaki, hogy a tudománytörténetben ez volna az egyetlen égbekiáltó tévedés. A precizitásukról híres németek mintha meghazudtolták volna magukat, ugyanis a huszadik század második felében a lavinyszerű botrány ismét Németországból indult. 1954-ben a német Chemie Grünenthal cég húsz évre szóló szabadalmi engedélyt szerzett a thalidomid hatóanyagú nyugtatók forgalmazására, melyet két év klinikai tesztelés után piacra is dobtak 1956-ban Contergan néven. Akkoriban az orvostudomány már rendelkezett adatokkal, tanulmányokkal az anyák alkoholfogyasztásának káros hatásairól, viszont az általános vélekedés az volt, hogy a méhlepény védelmet biztosít a magzatnak és nem engedi át a károsító anyagokat. Így történhetett, hogy miután észrevették, hogy a thalidomidnak nem csak nyugtató, hanem émelygést csillapító hatása is van, egyre több várandós nő kezdte használni a gyógyszert, sőt egyre több reklámban kimondottan ajánlották állapotos asszonyoknak rosszsullét ellen. Kis idő múlva a gyógyszer kijutott az országból és Angliában, Ausztráliában és Új-Zélandon Distavel néven került forgalomba, ahol már kimondottan kismamáknak

ajánlották a következő reklámszöveggel: „A Distavel teljes nyugalommal adható terhes és szoptató anyáknak, mivel mindenfajta mellékhatástól mentes úgy az anyára, mint gyermekére nézve. A Distavel kiemelkedően biztonságos szer, amelyet az orvosok hazánkban csaknem három éve rendelnek betegeiknek.” Nem kellett sok időnek eltelnie, hogy rájöjjenek a nagy tévedésre. Már 46 országban forgalmazták a gyógyszert, s ugyanebben a 46 országban furcsa jelenség ütötte fel a fejét: egyre több csökvényes végtaggal vagy végtag nélkül született újszülött látott napvilágot. 1961-ben, szinte egy időben a világ két különböző pontján, Németországban és Ausztráliában összefüggést véltek felfedezni a thalidomid használata és a rendellenességekkel született csecsemők között. Hamarosan az összefüggést statisztikailag is bizonyította az ausztrál William McBride, s észrevételét közzé is tette még ugyanazon évben, így 1962-ben valamennyi országban rendre betiltották a szer forgalmazását. De a baj megtörtént, becslések szerint közel tízezer sérült csecsemő született, mely a thalidomidnak tulajdonítható. A Contergan-babák közül, ahogy őket neveztek, sokan nem érték meg a felnőttkort, de hozzávetőlegesen kétezren ma is élnek közülük, s a katasztrófát okozó cég máig is fizet számukra kártérítést. Ettől függetlenül a betiltás után a gyógyszer hamarosan ismét használatba került, lepra kezelésére használták, de napjainkban is használják bizonyos rákos daganatok esetén, ugyanis gátolja az érfalak fejlődését, mely a rákos daganatok esetén jótékony hatás (míg a magzat számára káros). Sajnálatos persze, hogy egy ilyen gyógyszerkatasztrófa megtörténhetett a XX. század közepén, de az, hogy akkoriban még úgy vélekedtek a méhlepény szerepéről, és ezért nem tartották szükségesnek a külön tesztek terheesség esetén, nem a gyógyszergyártó hibája. Viszont az, hogy egy olyan reklámmal kínálja, pont a várandós anyáknak, mint amivel az angol sajtóban lehetett találkozni, az már felháborító. Milyen jogon állították azt, hogy „mindenfajta mellékhatásuktól mentes úgy az anyára, mint gyermekére nézve”, ha nem végeztek célzott tesztek erre vonatkozóan? Keserűen vonhatjuk le a következtetést, reklámra volt pénz és hajlandóság, sorsdöntő mellékhatások kutatására nem.





Miután láttuk, hogy sokszor a reklámoknak köszönhetően a XX. század botlásai botrányokká nőttek ki magukat, úgy gondoltuk, hogy ideje lenne megnézni, mit ígérnek napjainkban a reklámok, és mi a valóság tulajdonképpen. Ezért beszereztünk egy, az interneten reklámozott szerkezetet, mely az elektromos energiafogyasztást a felére csökkenti. Megrendeltük a „Smart Home Energy”-t, dacára annak, hogy sejtettük, amit ígér, lehetetlen, hiszen a fizika törvényeit szegné meg. Miután megjött a csomag, először megfigyeltük a csomagolást, majd kipróbáltuk a szerkezetet, leteszteltük, méréseket végeztünk, összegeztünk, s végül felboncoltuk az „áldozatot”.

Észrevettük, hogy a csomagolásról hiányoznak olyan alapvető információk, mint a gyártó neve és elérhetősége, emellett a használati utasítása is nagyon esetlen. Miután a falicsatlakozóba dugtuk és láttuk, hogy „működik”, mert kigyúlt rajta mindkét LED, nekifogtunk a méréseknek. Egy elektromos, teljesítményt és teljesítménytényezőt mérő műszert dugtunk a falicsatlakozóba és abba egy elosztót. Így a használati utasítás szerint párhuzamosan tudtuk a hálózatba kapcsolni a csodakészüléket különböző fogyasztókkal úgy, hogy mérhettük közben a fogyasztást. Minden fogyasztót

egy óráig hagyotunk működni, az adatokat lejegyeztük és háromszor megismételtük a mérést, majd átlagoltunk. A tesztelt fogyasztók a fizikaszertárban található ohmikus, induktív és kapacitív fogyasztók voltak, vagyis egy 100 W-os hagyományos, izzószálas égő, egy vákumszivattyú, valamint egy szikrainduktor. Minden fogyasztóra három-három mérést végeztünk a „csodakészülékkel” és anélkül.



Az adatok feldolgozása után elmondhatjuk, hogy az ohmikus fogyasztó esetén a „Smart Home Energy” kis mértékben (közel 5%-al) növelte az energiafogyasztást és a teljesítményt, viszont a teljesítménytényezőt jelentősen rontotta (közel 30%-al), a vákumszivattyú esetén az energiafogyasztás közel azonos maradt (közel 1%-ot nöött), a teljesítménytényező azonban jelentősen javult (közel 25%-ot), míg a szikrainduktor esetén az energiafogyasztás kicsit nőtt (5%-nyit), a teljesítménytényező ahelyett, hogy javult volna, romlott, mégpedig



elég nagy mértékben (közel 20%-al). Így levontuk a következtetést, hogy a készülék valószínűleg tartalmaz kondenzátort, de nem csökkentené a villanyszámlát egyetlen háztartásban sem, hiszen a háztartásokban az ohmikus fogyasztók jelentős szerepet játszanak (lásd kávéfőző, elektromos sütő, stb). De még ha nem is használnának ohmikus fogyasztókat, akkor sem

tudnák felére csökkenteni ezáltal a csodagép által a fogyasztást, ahogy azt a készülék reklámja ígérte, esetleg a teljesítménytényezőn változtatni, s tekintve, hogy a villanyszámla értékét valamelyest a teljesítménytényező is befolyásolja, lehet hogy jó esetben egy 1%-os számlacsökkenést elérhetnénk, ha csak induktív fogyasztót használnánk. A következő lépésben szétbontottuk a készüléket. Találtunk benne két LED-et, egy kondenzátort és néhány más áramköri elemet, elsősorban ellenállást, melyek valószínűleg az egyenirányítást és a feszültségosztást, -csökkenést szolgálták. (Igazából mikor megláttuk, hogy a szerkezetben a falicsatlakozótól milyen vékony dróton folyik keresztül az elektromos áram ledermedtünk, s azon gondolkodtunk, hogy hogy nem gyulladt ki még.) Forrasztópisztoly segítségével kiszedtük a kondenzátort, lemértük, s kiderült, hogy a sztárkészülék lelke egy 4,7 μ F-os kondenzátor. Levonhatjuk a következtetést, hogy a reklám itt ismét valótlan adatokkal szolgált, tehát egyes mai reklámok etikailag mit sem változtak, esetleg esztétikailag eltérőek a múlt századikához képest. Ami azt illeti, igazából nem volt meg-



lepő a kutatásunk eredménye, hiszen az internetes átverésekről egyre többet lehet hallani, mégis vannak emberek, akik mind a mai napig bedőlnek ezeknek a reklámoknak, akár interneten, akár a tévé képernyőjén jönnek szembe velük. A költői kérdés továbbra is fennmarad: miért engedélyezik ezeket a reklámokat, amikor világos, még egy középiskolás is be tudja bizonyítani, hogy hazugságra alapoznak?

Mindezek után kijelenthetjük, hogy a XXI. század sem mentes a reklámátverésektől, bár tudomásunk szerint olyan kaliberű botrányok, mint a múlt században, szerencsére nem írhatók sem a gyártók, sem a tisztességtelen reklámok számlájára. Ezek csak az egyének pénztárcáját támadták meg (eltekintve a Vioxx halálos áldozatairól).

S ha már a XXI. században élünk, akkor ne csak a fizika fegyvereivel leplezzük le a tisztességtelen haszonra vágyó kereskedőket. Ezért gondoltuk, hogy megmutatjuk, hogy az internet és a számítógép



segítségével is leleplezhetjük a reklámátveréseket. Kiválasztottunk egy tekintélyesnek tűnő orvos arcképét az egyik fogyasztó tablettákat ajánló oldalról és a böngészőben a képkereséssel megnéztük, hogy a világhálón még hol bukkan fel az illető kép. Kiderült, hogy a fényképen látható ember lehet román, cseh, spanyol vagy olasz nemzetiségű is, foglalkozását tekintve lehet molekuláris biológus, de akár endokrinológus is, és valószínűleg identitás zavarban is szenved, mert lehet Gianni Micheletti is, de Ion Beşleagă is, vagy František Procházka, vagy akár Juan Jesús Flores is, miközben reklámozhat öt különböző fogyást elősegítő tablettát, port vagy elixírt. Azon tündöttünk, ha már ilyen olcsó átverésekkel foglalkoznak, miért nem nevezik át a képet amikor más helyen akarnák felhasználni, mert így seperc alatt le lehet őket leplezni. Azok, akik a fogyást elősegítő termékek forgalmazásával foglalkoznak, úgy néz ki, abban bíznak, hogy az emberek nem tudják használni a mai technológiát, hiszen az olasz „orvos” három különböző olasz honlapon három különböző terméket reklámoz, amit ő fejlesztett ki. Hát senkinek nem tűnik fel, hogy itt valami nincsen rendben?





A reklámoknak létezik egyébként egy sokkal érdekesebb változata is, amivel nem sokan foglalkoznak: a szubliminális reklámok. Ezek olyan reklámok, melyeket nagyon rövid időre, kép formájában csempésznek be egy film vagy egy adás ideje alatt a tévében, moziban, interneten. Köztudott, hogy egy mozgókép, film, több, egymásután gyorsan vetített filmkockából áll. A szubliminális reklámoknál, a percnkénti 50 képből minden 25-et helyettesítenek egy reklám filmkockával. A kép olyan rövid ideig látható, hogy az embernek fel sem tűnik, viszont a tudatalattijára hatással lesz. Épp ezért ez a típusú reklám illegális, de sajnos a történelem ismer olyan példát, amikor ennek ellenére használták, akár politikai céllal is.

Felvetődik akkor a kérdés, hogy szükség van-e egyáltalán a reklámokra, van-e a reklámoknak pozitív hatásuk is? Erre vonatkozóan egy kérdőívet is összeállítottunk és megkérdeztünk közel száz személyt, hogy mit gondolnak a reklámokról, szükség van-e azokra, illetve



volt-e olyan eset, amikor a reklám mást ígért, mint amit a termékkel kaptak. A felmérésből az derült ki, hogy bár majdnem mindenknek volt olyan tapasztalata, miszerint a reklám mást ígért, mint amit ténylegesen kapott, azért a reklámra szükség van, elsősorban amikor egy új terméket el akarnak adni, ahhoz, hogy eljuthasson az információ minél több emberhez. Felmerül akkor a kérdés, hogy milyen jogi eszközökkel lehetne visszaszorítani a törvénytelenység határát súroló etikátlan reklámokat, s ezzel visszaadni a hitelességét azoknak?

Reklámok mindig is voltak, s a reklámokkal együtt átverések is, mindez nem a múlt század hozadéka. De következik-e mindebből, hogy az agyonreklámozott gyógyszert vagy élelmiszert kerülnünk kell? Gondoljuk csak el, mi lett volna, ha Fleming felfedezése után a penicillin-reklámot fenntartással kezelték volna az emberek és visszautasítják az antibiotikus kezelést? Hány ember halt volna meg azóta is csak azért, mert reklámozták az antibiotikum létét?

Bízunk abban, hogy az elkövetkező időben egyre becsületesebbek lesznek a kereskedők, elvégre hosszú távon a becsületes kereskedő jobban jár, hiszen egy embert, jobb esetben, csak egyszer lehet átverni, viszont egy megelégedett vásárló hozhat akár több tucat új vevőt is. Ezen felül bízunk abban is, hogy az emberek nagy többsége egyre tudatosabban fog vásárolni, ami azt is jelenti, hogy a kapott információkat végiggondolják, mérlegelik és kiszűrik a kétes termékeket, hiszen, ha nem vesszük meg azokat, akkor a tisztességtelen kereskedő bezárhatja a boltját.

SZÁSZ-CSEH ETELE – BÍRÓ MÁTYÁS PÉTER

IRODALOM

- [1] Simon Katalin: A Contergan-tragédia visszhangja a Kádár-korszak sajtójában és szakirodalomban. Művelődés-, Tudomány- és Orvostörténeti folyóirat, 2017, 8. kötet, 15. szám
- [2] A. Willman and J. G. Dumoulin: „Distaval” (Thalodomid) and Foetal Abnormalities. British Medical Journal, 1962, Febr.
- [3] <https://www.netfizika.hu/a-radioaktivitas-mint-csodaszter-radioaktiv-fogyasztsi-cikkek-a-20-szazad-elejen>
- [4] https://index.hu/tudomany/til/2016/10/03/radium_girls_sugarzas_rak/



A XXX. Természet–Tudomány Diákpályázat felhívása és versenyszabályzata

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és lapunk immár harmincadik alkalommal hirdeti meg Természet-Tudomány Diákpályázatát középiskolások számára.

A TIT által meghirdetett, a Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat által lebonyolított diák-cikkpályázaton indulhat bármely közép fokú iskolában a 2020/2021-es tanévben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

A pályázatot elektronikusan kérjük feltölteni a Természet Világa termvil.hu honlapjára. A pályázat benyújtásának további formai követelményei és tudnivalói a honlapon megtalálhatók.

A pályaművek benyújtásának határideje **2021. január 15.**

A diákpályázat célja, hogy az ismeretterjesztő pályaművek tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni! A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség. Pályázni csak másutt még nem publikált pályamunkákkal lehet.

Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos stílusban készüljenek, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak!

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK:

Természettudományos múltunk felkutatása és a kultúra egysége

- A pályázó iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával). Vagy:
- A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával. Vagy:
- A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi vagy épített emlékek, örökség bemutatása.

Önálló kutatások, elméleti összegzések

- A természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében a diák által végzett kutatások bemutatása. Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív megközelítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű beszámolók.
- Az elméleti összegzéseknek is önálló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok tárházában.

Matematika, informatika és applikáció-innováció

- A pályázók matematikával vagy informatikával kapcsolatos önálló vizsgálódással nevezhetnek, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből. Vagy:
- A pályázó pályázhat saját fejlesztésű mobil-applikációk szabatos bemutatásával, leírásával.

Egészségtudomány

Az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését; vagy az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését és annak elemzését mutatják be; vagy egyéb, szabadon választott témakört dolgoznak fel – akár hazai, akár külföldi vonatkozásban. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egészségtudományi etikai szabályokat teljes egészében tiszteletben tartó pályaművek.

Választható műfajok mind a négy kategóriában:

- Ismeretterjesztő, olvasmányos formában megírt cikk vagy esszé (minimum 10 ezer, maximum 20 ezer karakter terjedelemben, szóközök nélkül, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő interjú (minimum 10 ezer, maximum 12 ezer karakter terjedelemben, szóközök nélkül, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő fotósorozat, minimum 10, maximum 20 db, JPG formátumú, 1 MB – 4 MB közötti méretű fényképpel, minden képhez tartozó 1-3 mondatos képaláírással (word formátumban); valamint rövid bevezető írással: minimum 1000, maximum 2000 karakter terjedelemben, szóközök nélkül.

DÍJAZÁS:

Minden kategóriában és minden műfajban I. díj, II. díj, III. díj, illetve különdíj, dicséret is adható. A zsűri a díjazott diákok felkészítő tanárainak a munkáját is elismeri.

A Diákpályázat hagyományai szerint az Élet és Tudomány, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat hetilapja is különdíjban részesíti a legolvasmányosabb cikkek alkotóit.

A pályázat alkotói cikkpályázat, így bár a többszerzős pályamunkák elkészítése lehetséges és megengedett, de felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy a díjazás pályamunkánként és nem szerzőnként történik.

A konkrét díjazásról, a díjak esetleges megosztásáról a zsűri a bírálati folyamat során dönt.

Tájékoztatásul közöljük az előző évi díjkategóriákat, melyeket a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával tudunk a pályázók számára megítélni 2019/2020-ban:

első díj: 100.000 - Ft

második díj: 80.000 - Ft

harmadik díj: 60.000 - Ft

küöldíjak: 40.000 - Ft

felkészítő tanárok: 50.000 - Ft

A pályaművek elbírálására előre láthatóan 2021 márciusában kerül sor, a díjakat diákkonferencia keretében adjuk át 2021 tavaszán.

A XXX. Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati kiírását a Természet Világa számaiban közöljük, illetve olvasható a folyóirat honlapján is.

Cikkpályázati eredményhirdetés TIT-DOSZ 2020

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és a Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) ismeretterjesztő cikkpályázatot hirdetett a doktori tanulmányait határainkon belül, valamint külföldön jelenleg folytató, tudományos fokozattal még nem rendelkező fiatal kutatóknak.

A pályázatra három meghirdetett kategóriában összesen 38 pályamű érkezett be.

Élet és Tudomány kategória:

I. díj

Lenkei Rita: *Öntudat, eb gondolat* (ELTE TTK Biológiai Tudományok Doktori Iskola, témavezető: Pongrácz Péter)

II. díj (megosztva)

Bozó László: *Szibériai énekesmadarak vonulásának vizsgálata* (ELTE TTK Biológiai Tudományok Doktori Iskola, témavezető: Csörgő Tibor és Török János)

Segesdi Martin: *Triász tengerek vadászai* (ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola, témavezető: Ósi Attila)

III. díj

Bugyi Fanni: *Citromsavval a tüdőrák hatékony diagnosztikájáért* (ELTE TTK Hevesy György Kémia Doktori Iskola, témavezető: Turiák Lilla és Drahos László)

Dicsérő oklevél:

Ferencz Valéria: *Változókor, változó gondolkodás* (SE Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola, témavezető: Tóth Miklós)

Ujhegyi Nikolett: *Stresszes varangyok* (SZIE Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola, témavezető: Bókony Veronika)

Természet Világa kategória:

I. díj (megosztva)

Kásler Andrea: *Kétéltűek gyógykezelése* (ELTE TTK Biológiai Doktori Iskola, témavezető: Hettyey Attila)

Sugár Simon Nándor: *A prosztatatarák molekuláris mikroszkópon keresztül* (SE Gyógyszertudományok Doktori Iskola, témavezető: Turiák Lilla)

II. díj

Varga Zsófia: *A peszticidek rejtett hatásai* (ELTE TTK Biológia Doktori Iskola, témavezető: Tóth Zoltán)

III. díj

Turai Péter István: *A tervrajz nélküli örökítőanyag* (SE Rácz Károly Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola, témavezető: Igaz Péter)

Valóság kategória:

I. díj (megosztva)

Potó Júlia: *Néma szemtanúk* (ELTE BTK Irodalomtudományi Doktori Iskola, témavezető: Lénárt Tamás)

Yilmaz-Mészáros Enikő: *Raúl Zurita és a CADA művészeti csoport működése a chilei Pinochet-diktatúra alatt* (SZTE Összehasonlító Irodalom- és Kultúratudomány Doktori Iskola, témavezető: Csikós Zsuzsanna és Kelemen Zoltán)

II. díjat nem osztott ki a Zsűri

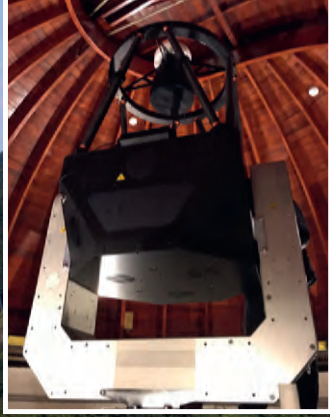
III. díj

Karkusz Patrik Dániel: *A teodícea problémája és hatása a francia felvilágosodás társadalomfilozófiájára* (DE Humán-tudományok Doktori Iskola, témavezető: Bujalos István)

Valamennyi pályamunkát ezúton köszönnek meg a kiírók, a díjazottaknak gratulálunk! A helyezett írások pénzdíjazásban részesülnek. A szerkesztőségek a díjazott és a díjazásban nem részesült, de közlésre alkalmas cikkeket megjelentetik.

A Szerkesztőség

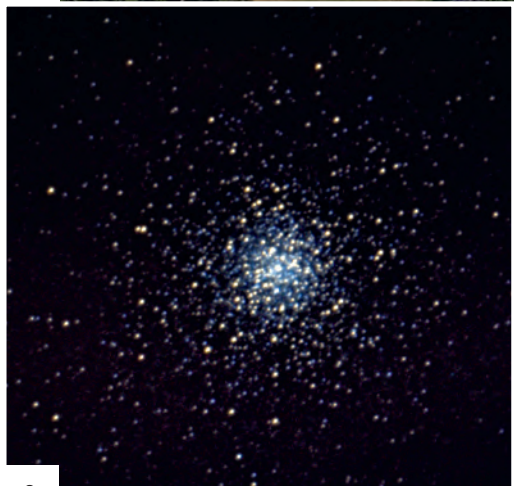




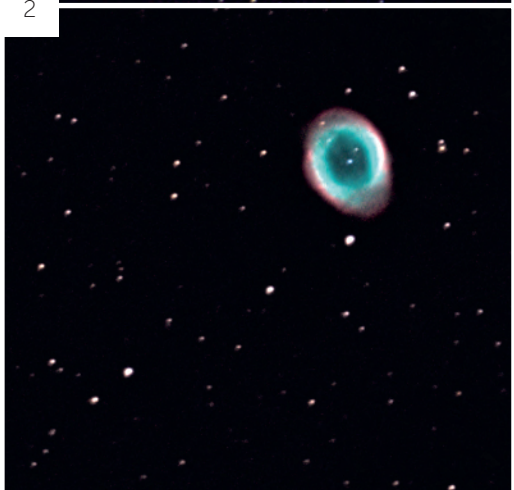
1

Eget fürkésző robotok

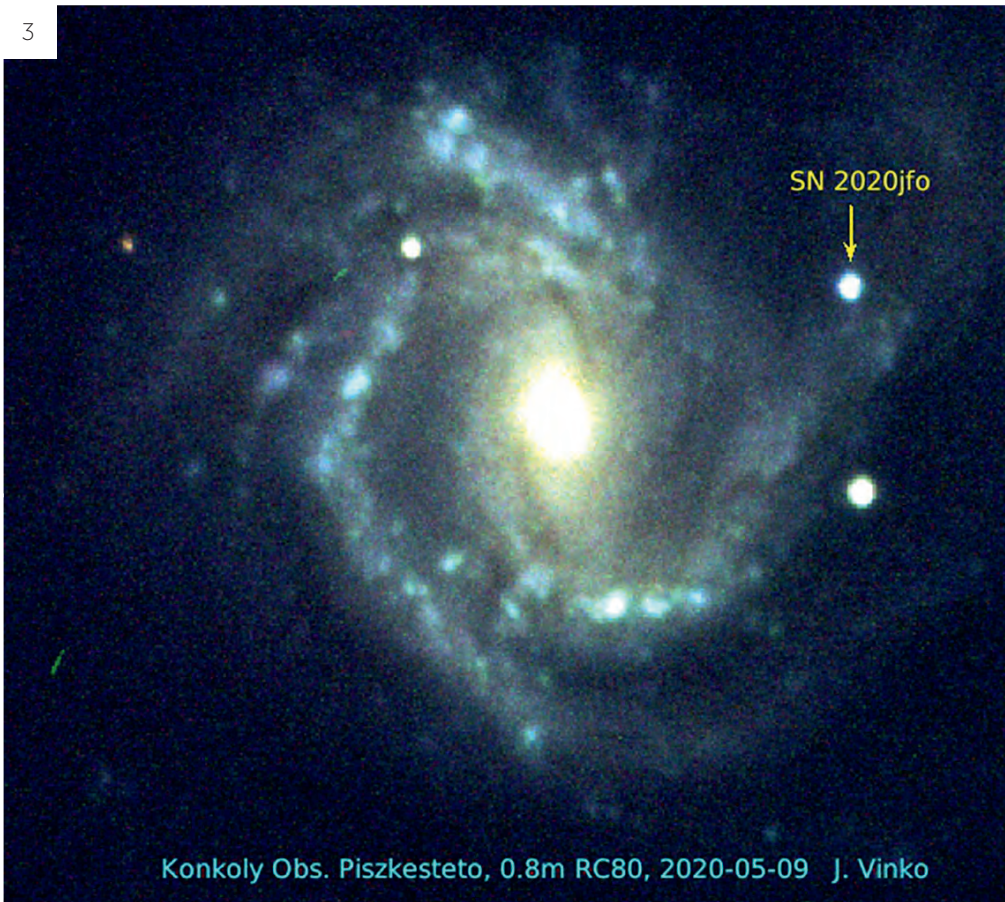
1. Hazánk tetején, 900 méter feletti magasságban elterülő piszkéstetői obszervatórium legkisebb kupolájában (balra elől) kapott helyet az egyik új távcső (Fotó: Pál András, Rózsahegyi Márton)
2. Az első csillagászati felvételek a szombathelyi ASA AZ800 távcsővel az M3 gömbhalmazról és az M57 planetáris ködről készültek 2019. június 28-án, egy Nikon D7200 vázzal, 8x30 másodperc expozícióval (Fotó: Csák Balázs, Kovács József, Szabó M. Gyula)
3. A piszkési 80 centiméteres távcsővel készült kép: szupernóva az NGC4303-ban (Fotó: Vinkó József)
4. Váratlan látogató érkezett a Hold-észlelés alatt Szombathely légtérébe. A Photometrics Prime 95B kamera felvétele 0,1 milliszekundum expozíciós idővel. (Fotó: Derekas Alíz, Szabó M. Gyula)



2



4



ÖKOLÓGIA

Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban

Tovább

A háziyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban

Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?

A fekete lyuktól a Déli-sarkig – Koszmosz részecskegyorsító

ÉLETTUDOMÁNY

A háziyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

Természet Világa

Tovább

A háziyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban

Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?

A fekete lyuktól a Déli-sarkig – Koszmosz részecskegyorsító

TEHETSÉGES KUTATÁSOK PROGRAMJA

Mit tehet a kutatás az idegrendszeri betegségek gyógyításáért?

"Nem szállítottad földre Dianát, Nem verted fák közül ki a drádot, Hogy koltozzon egy jobb csillagra át?" Edgar Allan Poe, "Szonett a Tudományhoz" című versében teljes joggal kéri számon a gyorsuló iramban fejlődő tudományon, hogy Mifordítá sarkából az addig ismert világot es

Szemes Ádám

f t in G+

LEPCSŐK

2019. január

ÖSSZEKÖLTÉS

Újévi randevű – A New Horizons

FOLDTÖRTÉNELEM

A földtörténet úttörői

ÉLETTUDOMÁNY

A háziyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

f t in G+

ÖKOLÓGIA

Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?

Tovább

A háziyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban

Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?

A fekete lyuktól a Déli-sarkig – Koszmosz részecskegyorsító

ÉLETTUDOMÁNY

A fekete lyuktól a Déli-sarkig – Koszmosz részecskegyorsító

Tovább

A háziyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban

Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?

A fekete lyuktól a Déli-sarkig – Koszmosz részecskegyorsító

Természet Világa

2018. december

LAPSZÁM | 2018-12-06

Természet Világa

2018. november

LAPSZÁM | 2018-11-05

Természet Világa

2018. október

LAPSZÁM | 2018-10-04

Természet Világa

A Tudományos Természetgazdálkodási Társulat lapjának havonta megjelenő Természet Világa a természet- és környezettudományok kultúráját terjeszt hazánkban, magas színvonalú, nyelvtiszta írásban, népszerű tudományos feladat megoldásait, újszerű információkat, segíti, szoros kapcsolatban áll a mai is megvalósuló, a magyar természet- és környezettudományok művelésének érdekében. A folyóirat munkáját éves kiadású elnöki beszámolóval, életrajzi és tudományterjedési kézikönyvekkel, a Természet- és Környezettudományok területén megvalósuló egyetemi, diplomával rendelkező tudományos újságok.

CÍMKÉK

Biológia, Élelettudományok, Földrajz, Földtörténet, Földtudományok, Genetika, Környezetvédelem, Lapszám, Megjelenéskorlátozás, Ökológia, Tudománytörténet

ELÉRHETŐSÉGEINK

Feliratkozni: info@termvil.hu
Email: info@termvil.hu
Cím: 1088 Brdy Sándor u. 16.
Telefon: +361 327 8960

FACEBOOK

Természet Világa

Tudományi Közlöny

Természet Világa, 1869 - 2019. © Minden jog fenntartva

Főoldal | Impresszum | Szerkesztőség | Kapcsolat

Természet Világa

2018. szeptember

LAPSZÁM | 2018-09-04

nka
Nemzeti Kulturális Alap

9 770040 371316 2 1001