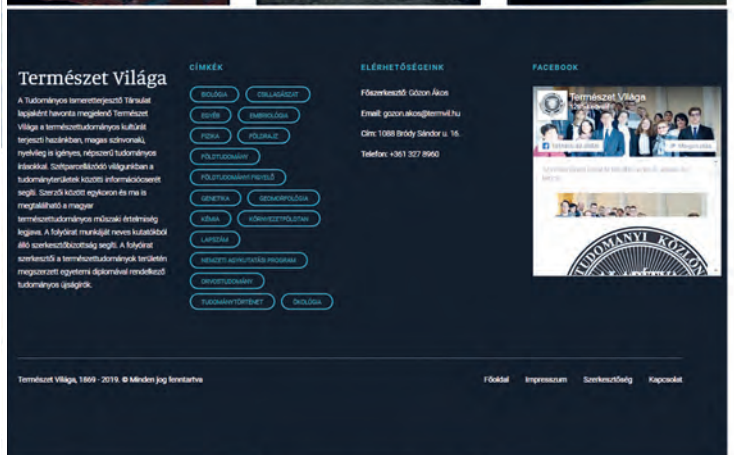
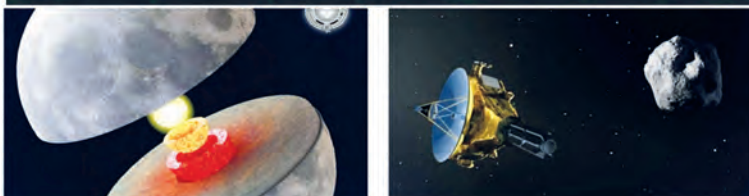


Megújult honlapunk: termvil.hu



2019. január
Újévi randevű — A New Horizons



A földtörténet úttörői
A házityúk-ivarszerv kialakulásának érdekességei — Tyúkok, tojások, őssejtek

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

154. évf. 9. sz.

2023. SZEPTEMBER ÁRA: 1450 Ft

Előfizetőknek: 1350 Ft



FÖLDISMEI BÁNYÁSZEGYLET
ÉLŐSZÖVET AZ ÜVEGVÁZON
ÁTFORDULÓ FORDULÓPONT
GYARAPODÓ MOHÁCSI BUCÓK
SÖRFŐZŐ FIZIKUS FAMÍLIA



1

2

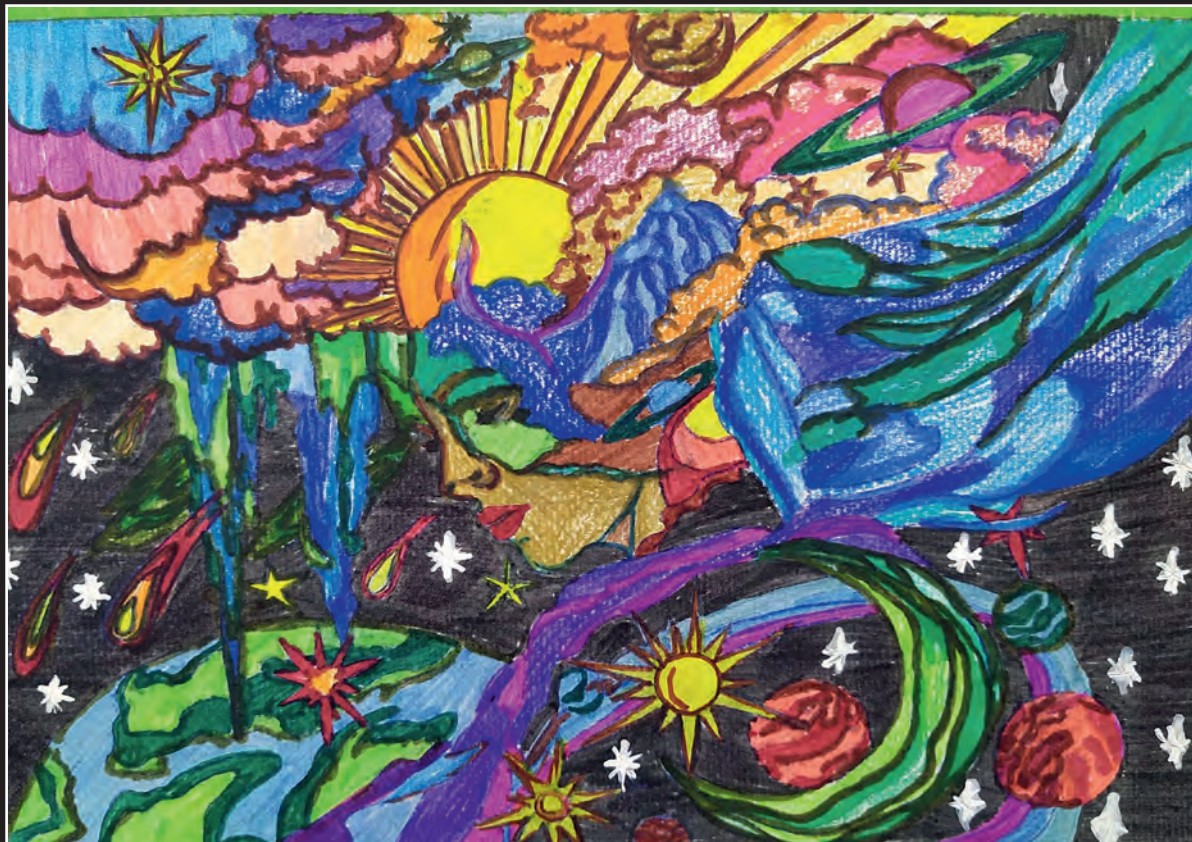


3

NEW YORK CITY LÉTREJÖTTE

- 1, Az Empire State Building építése 1930-ban
- 2, A 86. utca az 1930-as évek New York-jából
- 3, Egy 1902-es fotó a Broadwayről délre, a 71. utcán át a túloldalára tekintve a Second Avenue-i metróépítés látható





KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG IHLETTE RAJZOK

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat és testvérlapunk, az Élet és Tudomány szerkesztősége a nyár elején rajzpályázatot hirdetett fiatal olvasók számára: alkossanak a körforgásos gazdaság és a hulladékok újrahasznosítása által ihletett műveket. A rajzpályázatra 285 képet küldtek az általános iskolás alkotók. Két szép pályaművet adunk közre ízelítőül a gazdag anyagból: Budai Mirabel: *Körforgás* és Krómer Jázmin: *A természetért vagyunk* című rajzát. Mindketten Bujiban, a II. Rákóczi Ferenc Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskolában tanulnak, felkészítő tanáruk: *Pető Margaréta*.

A KEHOP-3.15-21-2021-00003 sz. projektet
támogatta Magyarország Kormánya
és az Európai Unió.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben

SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
154. ÉVFOLYAMA

2023. 9. Szeptember
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



Nemzeti
Kulturális
Alap



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM

EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Kulturális és Innovációs Minisztérium,
az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő
támogatásával.

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 06-30-755-5691
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: 06-30-755-5702

Nyomás:
PAUKER Nyomda

Felelős vezető:
Vértes Dániel

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-30-755-5691
e-mail: info@termvil.hu

Előfizetés, reklamáció:
Magyar Posta Zrt.
Telefon: 06-1-767-8262
E-mail: hirlapelofigetes@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 8160 Ft, egy évre 16 200 Ft

ZACHAR ISTVÁN: Eukarióták eredete – A felemelkedés (1. rész) 386

BABINSZKI EDIT: Földismeit bányászegylet –

175 éves a Magyarhoni Földtani Társulat..... 393

KOVÁCS LÁSZLÓ: James Prescott Joule –

Sörfőző volt nagyapja, apja és ő maga is..... 399

P. B.: Újrahasznosítás százötven éve –

Hulladékgazdálkodás a Természettudományi Közönyben..... 406

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS..... 409

MACZÁK MÁRTON: New York City létrejötte – 125 éve történt (2.rész)..... 410

FARKAS CSABA: Kedvező bucó-hírek Mohácsról –

Gyakoribbak lehetnek, mint eddig hitték 416

MÁRKUS BÁLINT: Élőszövet az üvegvázon –

Kovamoszatok fényképeken 418

KÖRFORGÁSOS GAZDÁLKODÁS 426

FÖLDTUDOMÁNYI FIGYELŐ (Szoucssek Ádám)..... 427

DIÁKMELLÉKLET (Tratnyek Sára: A Dráva változó mozgású vízének életet,
életteret befolyásoló hatása lakóhelyem, Vízvár térségében)..... 431

FOLYÓIRATSZEMLE (Landy-Gyebnár Mónika)..... 438

Címlapképünk: Fosszilis és ma élő kovamoszatok vázai a világ minden tájáról
(Márkus Bálint kompozíciója)

Borítólapunk második oldalán: Illusztrációk a New York City létrejötte
című cikkünkhöz

Borítólapunk harmadik oldalán: Körforgásos gazdálkodás ihlette gyerekrajzok

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ, BOTH ELŐD, 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)

Szerkesztők:

TEGZES MÁRIA (tegzes.maria@termvil.hu)

LÓRINCZ HENRIK (lorincz.henrik@termvil.hu)

SZOUCSSEK ÁDÁM (szoucssek.adam@termvil.hu)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Gazdasági ügyintéző: FARKAS VIKTÓRIA

Partnerkapcsolati ügyintéző: SZALAI ZSUZSANNA (info@termvil.hu; 06-30-755-5691)



EUKARIÓTÁK EREDETE

A felemelkedés

1. RÉSZ

A körülöttünk lévő élet túlnyomó része eukarióta, vagyis sejtmagvas sejtekből áll, mint például a növények, állatok és az emberek is. A Föld biomasszájának nagyobb részét viszont a sejtmag nélküli baktériumok és ősbaktériumok alkotják, azaz a prokarióták. Az eukarióták körülbelül két milliárd évvel a baktériumok után jelentek csak meg, azonban olyan evolúciós újításokat hoztak, amelyek nélkül a magasabb rendű élet nem alakulhatott volna ki. Az átmenet ritka és nehéz lehetett, ráadásul nem sok nyom maradt fenn róla, éppen ezért ma is heves viták övezik. E cikksorozatban a legelső eukarióták nyomába eredünk, hogy megtudjuk, mi indította el kialakulásukat és miért töretlen azóta is a csoport sikere, illetve, hogy hol tart ma a tudomány. Ebben a részben megismerjük a prokarióta és eukarióta egysejtűek világát, hasonlóságaikat és különbségeiket, az eukarióta sejt eredetét magyarázó főbb elméleteket és a nyitva maradt legfontosabb kérdéseket.

2022-ben izgalmas tudományos hír jelent meg, miszerint egy nemzetközi kutatócsoport *Christa Schleper* német mikrobiológus vezetésével szaporodásra bírt a laborban egy meglehetősen jelentéktelennek tűnő ősbaktériumot [1]. Előttük ez mindössze egyetlen japán kutatócsoportnak sikerült, nagyjából tíz év küzdelmes munka megkoronázásaként [2]. Már önmagában ez is hatalmas eredmény, mivel az ősbaktériumok (vagyis *archeák*) notóriusan nehezen tarthatók laborban a lehetetlen mélytengeri vagy más módon szélsőséges életfeltételeik, valamint az ismeretlen, de nélkülözhetetlen bakteriális partnereik hiánya miatt. Schleperék munkájának azonban nem ez a legfontosabb eredménye.

Korábban ezt a mélytengeri fajt, amelyet egzotikus lelőhelyéről (a Loki kastélya nevű, 2 kilométer mélységben megtalálható mélytengeri kűrtőkről) *Lokiarcheának*

neveztek el, csak „összelegőzött” genomdarabkáiból (DNS-töredékekből) ismertük. Ezért csak közvetett módon, a töredékekből rekonstruált genom alapján sejtettük, hogy a Loki milyen fehérjékkel, struktúrákkal és anyagcserével rendelkezik. Az évek során aztán számos olyan gént találtak bennük és rokonaikban, amelyről eddig azt hittük, csak az eukariótákban (a sokkal bonyolultabb sejtmagvas élőlényekben) található meg. A szaporodó eredmények alapján hamar kiderült, hogy a gének nem lopással, hanem leszármazással kerültek oda, és a Lokit is tartalmazó, északi mitológia Áz isteneiről Asgardnak elnevezett archeacsoport a legközelebbi élő prokarióta rokona minden mai eukariótának — köztünk nekünk is. Ez nagy szó, különösen annak fényében, hogy ez a rokonság körülbelül két milliárd éves!

Mindeddig azonban senki nem tudta, mihez is kezd a Loki az eukarióta rokon génjeivel (amiket a közös ős-től örökölt), mint például a sejtvázfűrjét kódolókkal. Schleperék meggyőzően demonstrálták, hogy ezek a gének valóban megtalálhatók a Lokiban, ráadásul róluk fűrjék íródna át, melyek aktív szerepet játszanak a belső sejtvázf, például sejtnyúlványok alakításában, mozgásában. Ez borzasztó erős bizonyítéka annak, hogy az eukarióta és archea sejtvázfak egymás genetikai rokonai, és e rokonság a két csoport közös őse előtt eredezik. Vagyis akárki is lehetett az első eukarióta, az már rendelkezett ilyen sejtvázfal. Azon túl, hogy e munka vizuálisan is igazolta az Asgard archeák korábban csak feltételezett genetikáját és rokonságukat az eukariótákkal is, a következmények messzebb nyúlnak: megoldást nyújthatnak az egyik legizgalmasabb evolúciós problémára: az eukarióták sokat vitatott eredetére. De ne szaladjunk ennyire előre.

Egysejtűek világa

A minket körülvevő, látható élet szinte mind eukarióta, vagyis sejtmagvas sejtekből áll. Ide tartoznak az algák, gombák, növények, állatok és persze minden ember is. Az eukarióták formagazdagsága, összetettsége és sikere vitathatatlan, különösképpen, ha arra gondolunk, hogy a legsikeresebb fajok éppen mostanában ért el olyan szintre, ahol képes elpusztítani a saját anyabolygóját. A földi élet azonban nem volt mindig ilyen változatos, és évtizedek óta izgatja a tudósokat, hogy miképp jött létre az első sejtmagvas sejt és annak első energiatermelő sejtsejvecskéje (*mitokondrium*) a prokariótákból.

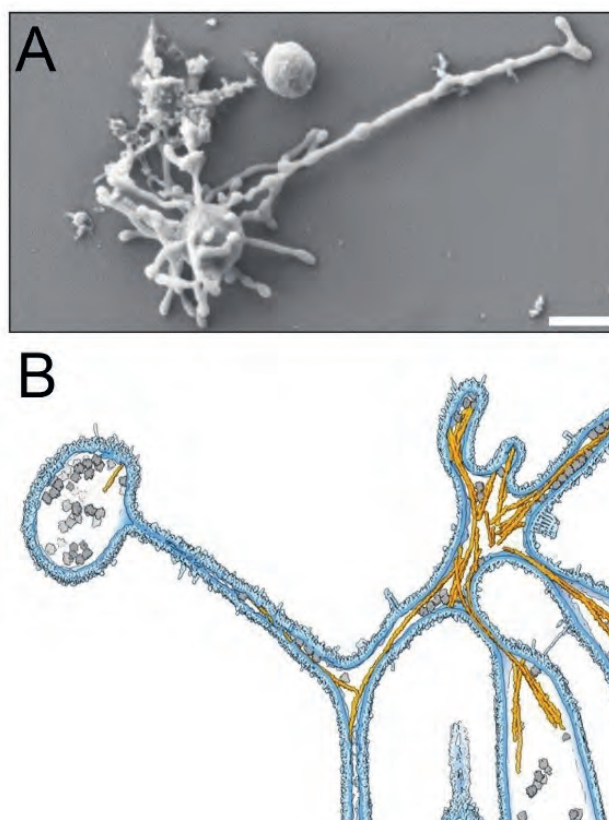
Az eukarióták eredete az egyik legfontosabb lépésnek bizonyult a földi élet evolúciója során. Abban mindenki egyetért, hogy ezeket többek között a sejtmagjuk és a mitokondriumaik különböztetik meg a prokariótáktól. Ez utóbbról is megbízhatóan tudjuk, hogy valaha szabadúszó baktériumként létezett, ami valamiképpen bekerült a gazdasejtbe (egy archeába). Sikeres együttműködésük a magasabb rendű (például többsejtű) szerveződési formák, köztük az ember kialakulásához is elvezetett. Ezért is nevezzük *nagy evolúciós átmenetnek*, mely fogalmat John Maynard Smith és Szathmáry Eörs vezette be 1995-ben, hogy megfelelő névvel illessék a nagy hatású és kritikus evolúciós lépéseket, mint amilyen az első sejtek, a többsejtűség vagy az *eusocialitás* (állati társadalmak) megjelenése [3]. Az eukarióták eredete klasszikus példája a nagy átmeneteknek, hiszen két *független* leszármazási vonal egyesült, és az önálló életet élő sejtek idővel teljesen feladták saját szaporodásukat (2. ábra). Az átmenet különlegessége abban rejlik, hogy az így létrejött

új evolúciós egységben (az eukarióta sejtben) az alacsonyabb szintű egységek teljesen átvették a gazda energia-háztartásának feladatát — belőlük lettek a mitokondriumok.

Más átmeneteket tekintve úgy tűnik, hogy az eukarióták megjelenése sokkal nehezebb lehetett, mint akár az élet megjelenése, akár a többsejtűség vagy az eusocialitás kialakulása. Előbbi nagyon hamar megjelent a lehűlő Földön, utóbbiak egymástól függetlenül többször is kialakultak, a többsejtűség például a növényekben, állatokban, gombákban, míg az eusocialitás számos ízeltlábú csoportban és néhány gerincesben. Az eukariótákra ezzel szemben körülbelül két milliárd évet kellett várni, és az azóta eltelt ugyanennyi évben nem tudunk második példáról. További minták híján és mivel a korabeli nyomok igen homályosak, korántsem egyértelmű, hogy milyen feltételek mellett és lépéseken keresztül történt a kialakulásuk.

A kérdés olyannyira nem triviális, hogy még több mint száz évvel azután, hogy Konstantin Merezhkovskij kalandos életű orosz biológus először felvetette a sejtsejvecskék *endoszimbiotikus* eredetének lehetőségét [4], és közel 60 évvel azután, hogy Lynn Margulis (akkor még Lynn Sagan, a kozmológus Carl Sagan felesége)

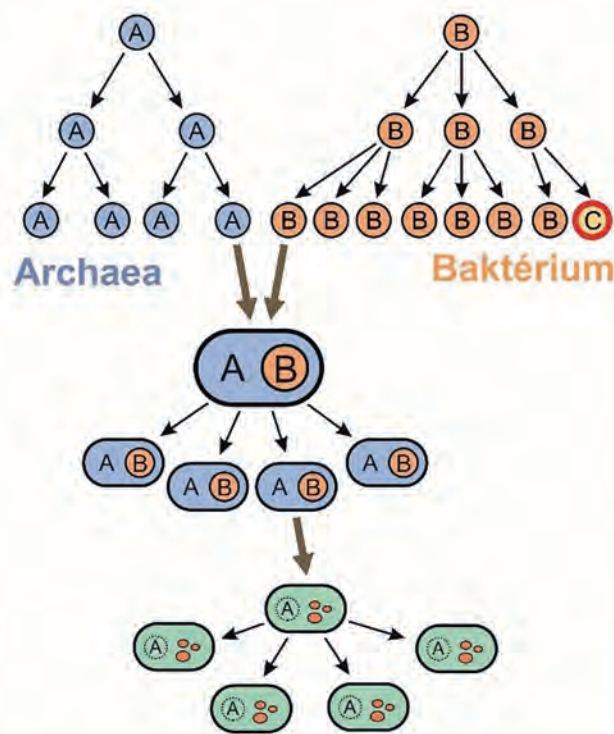
1. ábra. Lokiarchea sejtvázf. A: *Lokiarchaeum ossiferum* elektronmikroszkópos képe. Jól láthatók a nyúlványok, melyek elágazhatnak. B: Kriotomográf metszet a sejttről. A sárga csövek jelölik a sejtvázf filamentumait, melyek a nyúlványokba is beérnek, azokkal párhuzamosan rendeződnek. Talán ilyen nyúlványokkal vette körül, kapta el és belezte be az eukarióták őse a mitokondrium őst is? Ez is egy lehetséges forgatókönyv, de nem az egyetlen. (Forrás: Rodrigues-Oliveira et al., 2022)



bebetonozta az *evolúcióbiológiába* a mitokondrium bakteriális eredetét [5], még mindig születnek új (néha egészen vad) elméletek az eukarióták eredetének magyarázatára. Ráadásul a lassan csordogáló új *filogenetikai* adatok folyamánként rég eltemetett elméleteket is leporolgatunk, ha a szükség úgy hozza.

Az ember azt várná, hogy mostanra megegyezés alakul ki az átmenetről, de ez messze nincs így. Még a legalapvetőbb kérdésekben is heves viták zajlanak. A korai mitokondrium-megjelenést támogatók szerint az eukarióták egy gyors, robbanásszerű fejlődéssel alakultak ki, melyet az energiatermelést felturbózó mitokondrium váltott ki és hajtott (például *Bill Martin* hidrogén hipotézise [6]). Mások, például a néhai *Tom Cavalier-Smith* egy lassabb, graduális folyamatot javasoltak, miszerint a mitokondriumok nem fejlődhettek ki primitív prokarióta sejtekben, szükség lehetett valamilyen szintű összetettségre ahhoz, hogy a mitokondrium őse bejuthasson a gazdába (kései mitokondrium-elméletek [7]). A vita olyanira elmérgesedett, hogy a két tábor tagjai habozást nem tűrően sietnek megcáfolni egymás legújabb eredményeit a szaklapokban (esetleg nem is vesznek részt egymás konferenciáin). Ezért is tűnik alkalmasnak az idő, hogy alaposabban is bemutassuk az eukarióta eredetét és az azt övező misztériumot egy cikksorozatban, hogy kontextusba helyezzük a legújabb eredményeket.

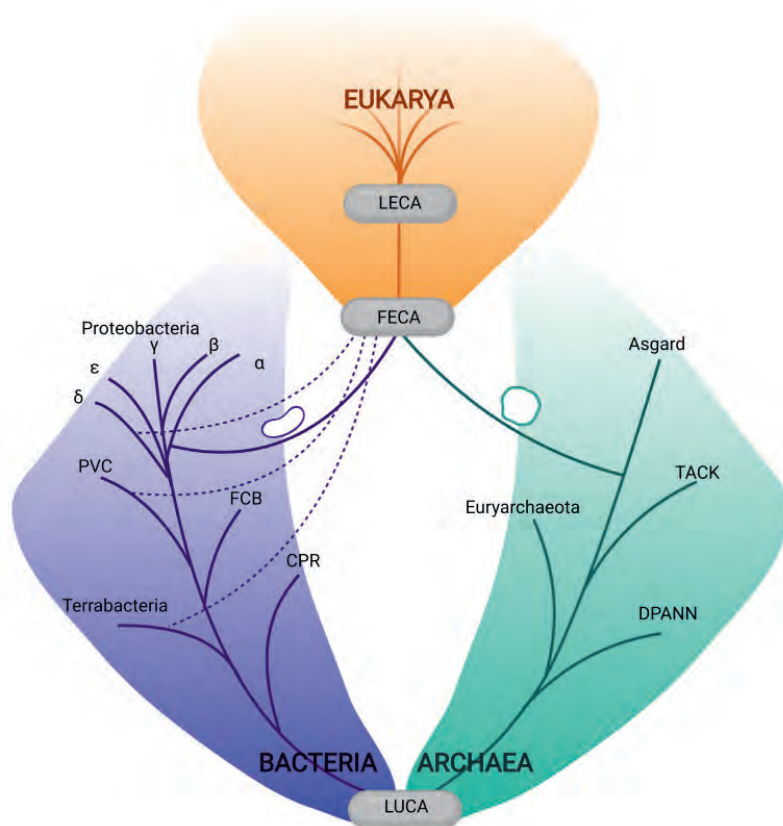
2. ábra. Az eukarióták és a mitokondrium eredete egy nagy evolúciós átmenethez köthető. Az ősi partnerek, az eukarióta gazda őse (kék archea) és a mitokondrium őse (narancs baktérium) eredetileg önállóan sokasodtak és fejlődtek, változtak (lásd piros mutáns, C). Egy ponton olyan szoros fizikai kapcsolatba léptek, hogy az önállóságukat feladva már csakis együtt tudtak szaporodni. Egy új, kiméra sejtvonallá jött létre: az eukarióták (zöld), s bennük a mitokondriumok (narancs).



Prokarióta Föld

Először is nézzük, mi lehetett az eukarióták előtt. Ha valaki az első körülbelül két milliárd évben körbenézett volna a korai Földön, nagy valószínűséggel nem talált volna bonyolultabb, s egyúttal érdekesebb életformát egy baktériumnál, még akkor sem, ha mikroszkóppal keresi. A földi biomassza nagyobbik részét ma is ezek a veterán, sejtmag nélküli organizmusok, a prokarióták alkotják. Ezek két nagy csoportra oszthatók: a valódi és ősbaktériumokra. A *πρό κάριον* (*prokariion*) görögül annyit tesz: „mag előtti”, utalva egyszerű szerveződési struktúrájukra és a fő különbségre a sejtmagvas eukariótákhoz képest. A prokarióták mind egysejtűek, de összehasonlíthatatlanul egyszerűbbek, mint a sejtmagvasok egysejtűi, például egy amőba vagy egy zöld szemesostoros, nem is beszélve a többsejtű eukariótákról, mint amilyen egy szivacs, tölgyfa vagy ember. Érdekes módon, 60 évvel ezelőttig még azt sem tisztázták, miben is rejlik a baktériumok és eukarióták közötti különbség [8]. Az ősbaktériumokról pedig, akik most látványosan fürödnek a mikroszkóp „rivaldafényében”, akkor még nem is tudtuk, hogy léteznek. Azt már egy ideje tudjuk a filogenetikai kutatásokból, hogy az ősbaktériumoknak elképesztően fontos szerep jutott az eukarióták eredettörténetében — ezek a kutatások azonban még mindig csak a felszínt kapargatják a tekintetben, hogy pontosan mi is lehetett ez a szerep, milyen is lehetett az eukarióta őse és miért lépett kapcsolatba a mitokondrium ősével.

Általános vélekedés szerint, ha találunk is életet a Naprendszer más bolygóján, az hasonlatos lesz a földi bakteriális élethez. E mögött az a sejtés áll, hogy egy prokarióta szintű szervezet nemcsak egyszerű, de meglehetősen könnyen alakul ki és él túl, akár sanyarú körülmények között is. Ezt igazolni látszik az a tény, hogy az első élő szervezetek rendkívül hamar megjelentek a Földön: amint a korai Naprendszerben még gyakori kisbolygó-bechapódások csillapodtak és a földkéreg kihűlt, lecsapódtak az első óceánok, s benne megjelentek az első élő szervezetek is. Ez nagyjából 3,7-4 milliárd éve történhetett: közvetett *biogeokémiai* nyomok sokasága utal az ilyen idős kőzetekben arra, hogy ekkor már valószínűleg megjelentek olyan biológiai szervezetek, amelyek megkötötték a szenet és a kén-t. Ezekben a korai földi kőzetekben a szén- és kénizotópok aránya eltér a Naprendszer (és a még fiatalabb Föld) átlagától — ez nehezen magyarázható mással, mint biológiai aktivitással, amely során a biológiai organizmusok jelentősen módosítják például a C, S, N, O természetes izotóparányait, amelyet a szerves törmelékükből keletkezett kőzetek megőriznek.



3. ábra. Az élet törzsfája. A két ősi domén, a baktériumok és archeák minden élő utolsó közös ősétől (*Last Universal Common Ancestor*) származnak. Velük szemben az eukarióták nem a LUCA-tól erednek, hanem a két nagy domén kereszteződéséből, amely során egy archea (Asgard) gazda bekebelezett egy alfaproteobaktérium őst, amiből a mitokondrium lett. Az utolsó eukarióta közös ős (LECA) már minden olyan tulajdonsággal rendelkezett, amivel a mai egysejtű eukarióták rendelkeznek. Bár az ábra ezt sugallja, azt nem tudjuk, hogy az első eukarióta közös ős (FECA) rendelkezett-e már mitokondriummal. A szaggatott vonalak további lehetséges, de elvetélt endoszimbiotikus integrációkat jelölnek. (Forrás: Nobs et al., 2022)

Hogy az első sejtek milyenek lehettek, nem tudjuk, de úgy véljük, nem sokban különbözhetek a mai baktériumoktól. Nemcsak, hogy hamar megjelentek a kihűlő *archaikumi* őslevesben, de ráadásul rendkívül sikeresnek is bizonyultak, és négy milliárd év alatt minden létező élőhelyet belaktak a Földön. Mivel gyorsan szaporodtak és az evolúciójuk is hamar lezajlott, nagyon hatékonyan alkalmazkodtak bármilyen hozzáférhető forrás hasznosításához, legyen az hidrogén, metán, kén, szén, oxigén, fény vagy lényegében bármi, amit megcsapolhattak az energiáért. Ma is így csinálják, ezt igazolják a laboratóriumi kísérletek is, például *Richard Lenski* hosszú távú evolúciós kísérletsorozata [9], illetve *Ron Kishony* térben is vizualizált adaptív evolúciója: <https://hms.harvard.edu/news/bugs-screen> [10].

De mi tette lehetővé számukra ezt a gyors térhódítást és a fennmaradást még a legmostohább körülmények között is? Mi az, ami miatt rendkívül gyorsan

tudnak alkalmazkodni a folyton változó körülményekhez, antibiotikumokhoz, mérgekhez, sugárzásokhoz, és gyakorlatilag bármilyen forrást tudnak fogyasztani (egyesek még nukleáris hulladékot is)? Mindezt egyszerű felépítésük és mutációktól kevésbé védett örökítőanyaguk okozza. Minden baktérium tulajdonképpen egy biológiai membránba csomagolt folyadékcsepp, egy plazmaszák, amelyben szinte minden anyagcsere-folyamat ugyanabban a térrészben, a sejtplazmában megy végbe. Itt történik az örökítőanyag (DNS) tárolása, másolása, átírása, a fehérjék termelése, a tápanyagok lebontása, szállítása stb. Nincsenek elkülönülő, membránnal határolt belső „rekeszek” az egyes munkafolyamatok számára és nincs központi szervezés. Az egész olyan, mintha egy gyár minden gépét, eszközét és dolgozóját egy hatalmas üzemcsarnokba terelnénk, és mindenfajta központosítás nélkül hagynánk, hogy egyszerre, egymás szavába vágva olvassák és értelmezzék a középre kiterített működési tervet. Aminek egyetlen példánya létezik, és igen

könnyű átírnia bárkinek. Ráadásul egyes genetikai elemek („ugráló” tervlapok) könnyedén át tudnak jutni egyik sejtől a másikba, sőt, beépülnek az örökítőanyagba is, ezzel is gyorsítva az alkalmazkodást egy adott környezethez. A bakteriális szerveződési forma nagyon gyorsan és hatékonyan szaporítja magát és alkalmazkodik új feladatokhoz (a gyárak erre nem képesek), s ez vezetett ahhoz, hogy – minden közkeletű hiedelemmel szemben – valójában négy milliárd éve töretlenül a baktériumok uralják bolygónkat.

Eukarióták hajnala

Úgy tűnik azonban, hogy a baktériumok réges-régen elérték a számukra rendelkezésre álló szerveződés lehetséges felső korlátját, és ennél tovább „önerőből” egyszer sem tudtak jutni. Vagyis anélkül, hogy összeállnának egy másik prokariótával. Mitokondrium, félig önálló energiatermelő sejtszervecske nélkül a prokarióták nem tudnak egy bizonyos méret fölé nőni. A dolog oka az energetikai membránok térfogattal történő skálázódásában rejlik, pontosabban abban, hogy mitokondriumokkal (sok kis „akkumulátorral”) sokkal könnyebb megfelelő mennyiségű energiát termelni nagy sejttérfogatban, mint sejtfelszíni membránokkal (ahogy a prokarióták teszik [11]). Ennek megfelelően még a nagyobb baktériumok is eltörpülnek egy hétköznapi eukariótához képest (kivéve egy-két szélsőséges példát, mint a centiméteres *Thiomargarita* [12]. És bár

léteznek többsejtű baktériumok, például a fonalas cianobaktériumok (régőbbi nevükön kékoszatok), azok össze sem hasonlíthatók összetettségükben mondjuk a növényekkel, ahol a sejtek különféle szövetekbe, szervekbe rendeződnek, és számos sejttípus létezik, amelyek különböző feladatokat látnak el.

De ami a legfontosabb, hogy még az egysejtű eukarióták belső szerkezete is lényegesen összetettebb, mint egy baktériumé, számos elkülönülő, belső membrán határolta rekesszel, amelyekben a specializált folyamatok nagy hatékonysággal zajlanak. A légzés és *fotoszintézis* például ilyen sejtszervecskékben, a mitokondriumban és a *plastiszban* (színtest) történik, a folyamatok pedig nem keverednek. És persze az eukarióták, ahogy a nevük is mutatja, valódi sejtmaggal rendelkeznek: örökítőanyaguk e sejtmagban elzárva, biztonságban csücsül a sejt közepén, amikor éppen nincs osztódás (nem pedig a sejtplazmában, mint a baktériumoknál). A DNS átírása a magban, de fehérjévé fordítása már egy másik membránrekeszben zajlik. Rendelkeznek aktív sejtvázzal, amely a molekulák, fehérjék, *vezikulumok* (membrán határolta gömbök a sejtplazmában) vagy akár sejtszervecskék célzott mozgatására alkalmas a sejten belül, és a sejthártya behajlításával más sejtek bekebelezésére is képesek (*fagocitózis*). Ezek (és még számos további) mind olyan vívmányok, amelyek szinte kizárólag csak az eukarióta sejtek tulajdonságai. Vagy legalábbis a közelmúltig így véltük.

Egyrészt a ma élő sejtmagvasok genomjainak tanulmányozásával megtudtuk, hogy minden ma élő eukarióta őse (az utolsó közös eukarióta ő: *Last Eukaryotic Common Ancestor, LECA*; lásd **3. ábra**) is rendelkezett szinte valamennyi újítással! Világos, hogy ezek az evolúciós vívmányok együtt tették lehetővé, hogy az eukarióta szerveződés átlépje a prokarióták méret- és összetettség-korlátját. Az újítások nyitották meg az utat a magasabb rendű szerveződés, például a valódi többsejtűség felé (onnan pedig tovább a szövetek, szervek, szervrendszerek kialakulásához).

Másrészről egyes, korábban kizárólagosan eukariótának vélt tulajdonságokról egyenesen az derült ki, hogy a prokarióták között megtalálhatók *homológiák*, vagyis olyan gének, fehérjék, funkciók, amelyek ugyanattól

a közös őstől származnak. Például ilyennek tűnik a Lokiban kimutatott *aktin* sejtváz is [1], és még számos további gén. Minél több ilyen eukariótával homológ tulajdonságot találunk az Asgardokban, annál biztosabbak lehetünk benne, hogy ezek a tulajdonságok az eukarióták és az Asgardok közös (archea) őseben is megjelentek, és leszármazással, nem pedig *horizontális transzferrel* (tulajdonképpen lopás a szomszédoktól) kerültek bele az első eukarióta közös ősbe (**3. ábra**).

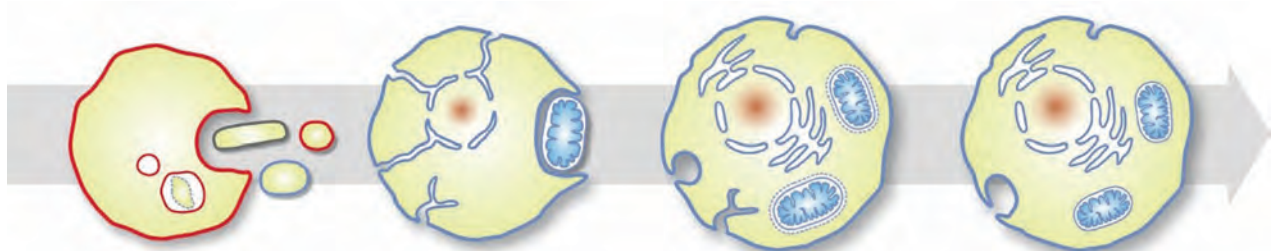
Sötét középkor

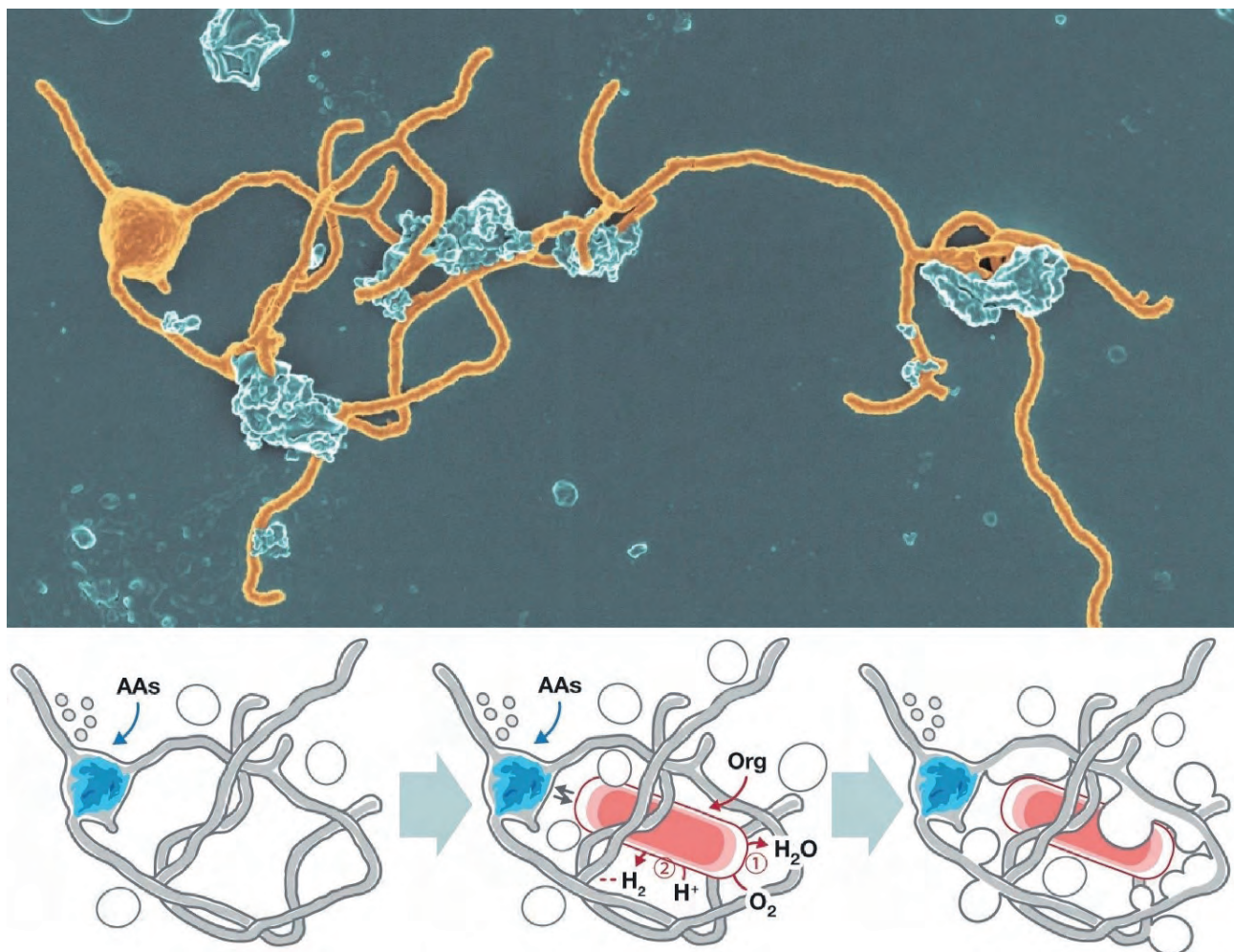
De akad itt egy kis gond. Hiába vetette meg a lábát az élet a Földön szinte azonnal, hogy a bolygó kihűlt, hiába terjedtek szét a prokarióták minden zugba – még mértéktartó becslés szerint is nagyjából további két milliárd évet kellett várni az eukarióták megjelenésére! Ráadásul még csak hasonló eseményről sem tudunk a mikrobiális világból. Adott tehát egy nagyon ritka és vélhetően nagyon nehéz evolúciós lépés, amelyből jelenleg csak egyvel vagyunk tisztában, de nem ismerjük sem a kiindulási állapotát, sem a köztes lépéseit. Valódi feladvány ez az evolúcióbíológusoknak, megtudni, mi történt az eukarióta „sötét középkorban”.

Az első eukarióták végső sikere elvitathatatlan tény: az egyik legsikeresebb többsejtű leszármazottjuk éppen azon dolgozik, hogy saját erejéből más bolygókat is megfertőzzön magával. De vajon melyik lehetett az őseukarióták újításai közül a kritikus tulajdonság, ami elindította őket ezen az úton? Vajon a sejtmag alakult-e ki előbb, és aztán jött a mitokondrium? Vagy fordítva? És a fagocitózis hol jött be a képbe? Lehetett valami különleges környezeti hatás (például emelkedő oxigénszint a légkörben), amely kiváltotta az átmenetet?

E kérdések (és még számos további) megválaszolására az elmúlt hatvan évben több mint 60 különböző elméletet dolgoztak már ki több-kevesebb részletességgel. Ezek közül számos már elbukott, de még így is bőven lehet miből válogatni [13]. Abban a legtöbb mai kutató egyetért, hogy az endoszimbiozis fontos, sőt talán esszenciális szerepet játszott az eukarióták létrejöttében. A gond az ilyen egysejtűeket érintő korai evolúciós eseményekkel az, hogy nem maradnak fenn róla fossziliák. Ráadásul ma nem ismerünk

4. ábra. Egy lehetséges út az eukarióták kialakulásához. Az archea ős (piros nagy sejt) ragadozó volt és többféle baktériumot is fogyasztott. Az, amelyik ellent tudott állni az emésztésnek (kék kicsi sejt) lassan megtelepedett a gazdában. Amint átvette a gazda energia-háztartását, már mitokondriumról beszélünk. A gazdában eközben (vagy már előtte) létrejött a sejtmag (belső membránnal határolt barna terület). (Forrás: Zachar & Szathmáry 2017)





5. ábra. Az eukariótává válás egy másik lehetséges útja. Felül a 2019-ben sikeresen kitenyésztett Prometeoarchaeum hamisszínes képe (narancs az archaea, kék jelöli a szerves törmeléket). Alul a spekulatív hipotézis: a kék színű ősi Prometeoarchaeum több baktériummal is anyagcsere-kapcsolatban élt, de az egyikkel (piros) szorosabbra fonta a viszonyát, és lassacskán a membránjáról lefűződő vezikulumokkal körbevette és magába olvasztotta azt, így hozva létre a mitokondrium őseit. (Forrás: Imachi et al., 2020)

olyan köztes egysejtű formákat, amelyek áthidalnák a modern eukarióták és például az Asgardok közötti szakadékot. Ha találnánk olyan formát, ami rendelkezik mitokondriummal, de nem rendelkezik sejtmaggal, akkor mindjárt okosabbak lennénk.

Nem ismerünk azonban olyan eukariótákat, amelyek eredendően nem rendelkeznek mitokondriummal, mint ahogy „sejtmagtalan” eukariótákat sem ismerünk (bár ez terminológiai paradoxon volna). Léteznek persze mitokondriumukat vesztett eukarióták, ahogy a csigák is elvesztették a házukat, de ezekről minden kétséget kizáróan bebizonyosodott, hogy eredetileg rendelkeztek mitokondriummal: a sejtservecske génjei még kimutathatók a gazdasejt genomjából. Ennek érdekes hozadéka, hogy bár történetileg a sejtmag az „eukariótaság” meghatározó feltétele, *conditio sine qua non*-ja [15], ez ugyanígy igaz a mitokondriumra is. Nyilvánvalóan éltek átmeneti formák,

ezt igazolják az Asgardokban talált homológ gének is, de amíg nincs perdöntő bizonyítékunk, nem tudhatjuk, hogy a sejtmag vagy a mitokondrium lehetett előbb.

Az eukarióta eredet esetében különösen fájó a nyomok hiánya, mivel látszólag nagyon rövid idő alatt történt nagyon sok minden, és egyelőre nem sikerült kibogozni az események sorrendjét. Anthony Poole és Simonetta Gribaldo hasonlatával élve, az utolsó eukarióta közös őshöz vezető lépések sora az átmeneti formák hiánya miatt gyakorlatilag rejtve marad egy LECA-eseményhorizont mögött, ahová nem látunk be [16].

Az eukariogenezis-kutatás aranykora

Az utóbbi években azonban a különböző vizsgálati módszerek és technikák fejlődése, illetve új prokarióta taxonok, mint az Asgard archaeák és rokonaik felfedezése nyomán egyre jobban be tudunk kukkantani

az eseményhorizont mögé. A múltba visszatekintő filogenetikai módszereink egyre pontosabb képet adnak a baktériumok, ősbaktériumok és eukarióták lezármazási viszonyairól, akár egyes gének szintjén is [17][18]. Új, egyre tökéletesebb, időben és térben nagyobb felbontású laboratóriumi módszerek segítik a kutatókat a fajok gén- és fehérjefunkcióinak akár valós időben történő analizálásában [1][2]. A tudományos eredmények egyre közelebb juttatnak minket ahhoz, hogy megértsük, milyen lépések történtek a sejtmag kialakulása előtt és után, kik lehettek az ősi partnerek, és milyen lehetett a kapcsolatuk.

Az eukarióta eredet egyúttal az összetett élet, a valódi többsejtséég, euszocialitás és az ember eredetét is jelenti. A prokarióták sosem érték el azt a bonyolultságot, amit a sejtmagvasok. Ahogy egyre elérhetőbbnek tűnik a Földön kívüli életet potenciálisan hordozó égitestek célzott biológiai vizsgálata (a Mars, a Jupiter Európa vagy a Szaturnusz Enceladus holdja), felmerül a kérdés, hogy ha találunk is életet ezeken a sziklákon, az mennyire fog különbözni a földi baktériumoktól? Mennyiben tekinthetjük a földitől függetlennek a kialakulását és mennyiben várhatjuk, hogy összetettségében összemérhető lesz az egyelőre teljesen egyedi, egyetlen példából ismert, magasabb rendű sejtmagvas sejtekkel?

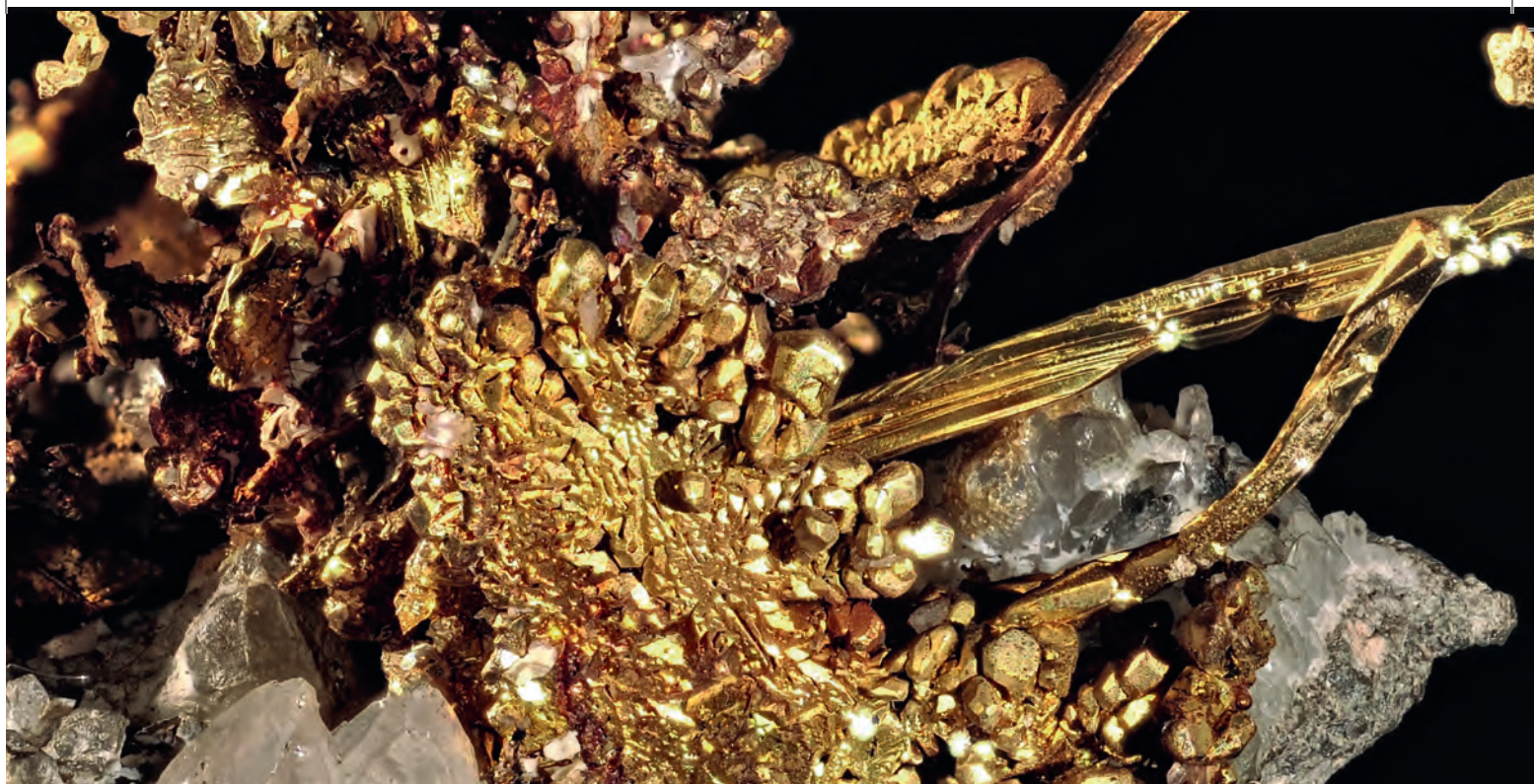
Bár még nincs konkluzív válaszunk akár a marsi életnyomokról, az eukarióta vívmányok sorrendiségéről és szerepéről, akár minden eukarióta első közös ősenek tulajdonságairól, bízhatunk abban, hogy a tudomány lassan, de biztosan közeledik oda, ahol választ tud adni. Talán olyat, amire nem is számítunk, talán pont azért, mert egyetlen példa áll a rendelkezésünkre arról is, hogyan jött létre az élet, és arról is, miként hozta létre a magasabb rendű szervezeteiket. Az egyedi földi példa tanulmányozásával megérthetjük, miért lehetett olyan különleges az eukarióták megjelenése és felemelkedése, hogy azóta sem készült belőle sem *sequel*, sem *remake* (csak rengeteg, még annál is sikeresebb *spinoff*).

Megjegyzem, nemcsak az ember könyvelheti el sikernek, ha eljut más bolygókra — minden rajta vagy benne élő parazitája és partnere is vele fog utazni. És végső soron a mitokondrium őse is elégedetten dörzsölhetné bakteriális szőreit, hogy lám, milyen jövedelmező kapcsolatra lépett annak idején a gazdájával, hiszen így lehetősége lesz egyszer majd benépesíteni a világegyetemet — emberrel vagy valamely más, utánunk következő eukariótával, ha mi nem járunk sikerrel a civilizációnk fenntartásában.

ZACHAR ISTVÁN

IRODALOM

- [1] T. Rodrigues-Oliveira, F. Wollweber, R. I. Ponce-Toledo, J. Xu, S. K.-M.R. Rittmann, A. Klingl, M. Pilhofer, and C. Schleper, Actin cytoskeleton and complex cell architecture in an Asgard archaeon, *Nature*, Dec. 2022.
- [2] H. Imachi, M.K. Nobu, N. Nakahara, Y. Morono, M. Ogawara, Y. Takaki, Y. Takano, K. Uematsu, T. Ikuta, M. Ito, Y. Matsui, M. Miyazaki, K. Murata, Y. Saito, S. Sakai, C. Song, E. Tasumi, Y. Yamanaka, T. Yamaguchi, Y. Kamagata, H. Tamaki, and K. Takai, Isolation of an archaeon at the prokaryote–eukaryote interface, *Nature*, vol. 577, Jan. 2020, pp. 519–525.
- [3] J. Maynard Smith and E. Szathmáry, *The major transitions in evolution*, Oxford: Oxford University Cambridge University Press, 1995.
- [4] K. Mereschowsky, Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenese, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen, *Biologisches Zentralblatt*, vol. 30, 1910, pp. 278–288.
- [5] L. Sagan, On the origin of mitosing cells, *Journal of Theoretical Biology*, vol. 14, 1967, pp. 225–274.
- [6] N. Lane and W. F. Martin, The energetics of genome complexity, *Nature*, vol. 467, 2010, pp. 929–934.
- [7] T. Cavalier-Smith, Origin of mitochondria by intracellular enslavement of a photosynthetic purple bacterium, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol. 273, 2006, pp. 1943–1952.
- [8] R. Y. Stanier and C.B. van Niel, The concept of a bacterium, *Archiv für Mikrobiologie*, vol. 42, 1962, pp. 17–35.
- [9] M. J. Wiser, N. Ribick, and R. E. Lenski, Long-term dynamics of adaptation in asexual populations, *Science*, vol. 342, Dec. 2013, pp. 1364–1367.
- [10] M. Baym, T. D. Lieberman, E. D. Kelsic, R. Chait, R. Gross, I. Yelin, and R. Kishony, Spatiotemporal microbial evolution on antibiotic landscapes, *Science*, vol. 353, Sep. 2016, pp. 1147–1151.
- [11] I. Zachar, A földi élet megismételhetetlen ugrása: az eukarióták megjelenése, *Qubit*, Apr. 2023.
- [12] J.-M. Volland, S. Gonzalez-Rizzo, O. Gros, T. Tüml, N. Ivanova, F. Schulz, D. Goudeau, N. H. Elisabeth, N. Nath, D. Udwardy, R. R. Malmstrom, C. Guidi-Rontani, S. Bolte-Kluge, K. M. Davies, M.R. Jean, J.-L. Mansot, N. J. Mouncey, E. R. Angert, T. Woyke, and S. V. Date, A centimeter-long bacterium with DNA contained in metabolically active, membrane-bound organelles, *Science*, vol. 376, Jun. 2022, pp. 1453–1458.
- [13] I. Zachar and E. Szathmáry, Breath-giving cooperation: critical review of origin of mitochondria hypotheses, *Biology Direct*, vol. 12, Summer. 2017, p. 19.
- [14] T. M. Embley and R. P. Hirt, Early branching eukaryotes?, *Current Opinion in Genetic Development*, vol. 8, 1998, pp. 624–629.
- [15] M. W. Gray, Mosaic nature of the mitochondrial proteome: Implications for the origin and evolution of mitochondria, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, 2015, pp. 10133–10138.
- [16] A. M. Poole and S. Gribaldo, Eukaryotic origins: How and when was the mitochondrion acquired?, *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, vol. 6, 2014.
- [17] T. A. Williams, C. J. Cox, P.G. Foster, G. J. Szöllősi, and T. M. Embley, Phylogenomics provides robust support for a two-domains tree of life, *Nature Ecology & Evolution*, vol. 4, Dec. 2020, pp. 138–147.
- [18] S. A. Muñoz-Gómez, E. Susko, K. Williamson, L. Eme, C. H. Slamovits, D. Moreira, P. López-García, and A. J. Roger, Site-and-branch-heterogeneous analyses of an expanded dataset favour mitochondria as sister to known Alphaproteobacteria, *Nature Ecology & Evolution*, vol. 6, Mar. 2022, pp. 253–262.



175 ÉVES A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Földismei bányászegylet

1848 hallatán minden magyarnak a forradalom és a szabadságharc jut eszébe. Egy maréknyi tudósak azonban ez az év még ennél is többet jelent: ekkor alakult meg a világon negyedikként a hazánk geológusait és a földtan iránt érdeklődőket összefogó egyesület, a Magyarhoni Földtani Társulat.

A mai értelemben vett földtan kezdetei a XVIII. század végére nyúlnak vissza. Bár a geológia és a bányászat még ma is kéz a kézben jár, akkortájt még sokkal szorosabb volt a kapcsolat: a földtani—ásványtani munkák nagyrészt bányászati megfigyeléseken alapultak, a bányászati iskolákban a bányaműveléshez és a földtanhoz kapcsolódó tantárgyakat ugyanaz a tanár tanította. Így volt ez Selmezbányán is, amelynek bányásziskoláját 1770-ben Mária Terézia akadémiai rangra emelte, vagyis főiskolává alakította át. Itt tartották az első „nemzetközi földtani kongresszust” is 1786-ban — legalábbis ma így neveznénk az egykori eseményt: Born Ignác bányászokat, kohászokat, vegyészeket és mineralógusokat hívott össze egy tudományos eszmecserére és közben kezdeményezésére megalakították a világ első nemzetközi tudományos társaságát, *Societät der Bergbaukunde* néven, amely az európai országokon kívül Amerika bányászatára és a rokon tudományokra is kiterjedt. Born a világ egyik első „szaklapját” is elindította: az egyesület tagjai ugyanis egy közös kiadványban (*Bergbau-Kunde*) publikálták tudományos eredményeiket.

A XIX. század elején világszerte megnőtt az érdeklődés a geológia iránt: 1807-ben megalakult a londoni Földtani Társulat (Geological Society of London), 1830-ban a francia Földtani Társaság (Société Géologique de France),

1848-ban pedig a német Földtani Társaság (Deutsche Geologische Gesellschaft). A század közepére az érdeklődés egyre inkább a természettudományok felé fordult hazánkban is: 1840-ben Bene Ferenc, királyi tanácsos, az egyetemi orvoskar elnöke kezdeményezte a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlésének megszervezését, amely első két nagygyűlését 1841 májusában és szeptemberében tartotta Pesten. E vándorgyűlések egyik eredménye a Természettudományi Társulat megalakulása volt, 1841-ben. Szintén a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűléséhez kapcsolódik a Földtani Társulat megalapítása, méghozzá a nyolcadikhoz, amely 1847-ben ült össze Sopronban.

A társulat megalakulása – 1. felvonás

Valószínűleg a ma működő tudományos egyesületek vezetőinek szíve megdobban, amikor Vendl Aladár sorait olvasva szembesülnek azzal, hogy 176 évvel ezelőtt mekkora társadalmi esemény volt egy tudományos ülés: „1847. augusztus 11-én a soproniak napsütéses, de nem forró napra virradtak. Már a kora délelőtti órákban ünnepien öltözött közönség tódult a kaszinó hatalmas termébe. Soproniak, más városból való magyarok, külföldiek igyekeztek helyet biztosítani a díszteremben, hogy



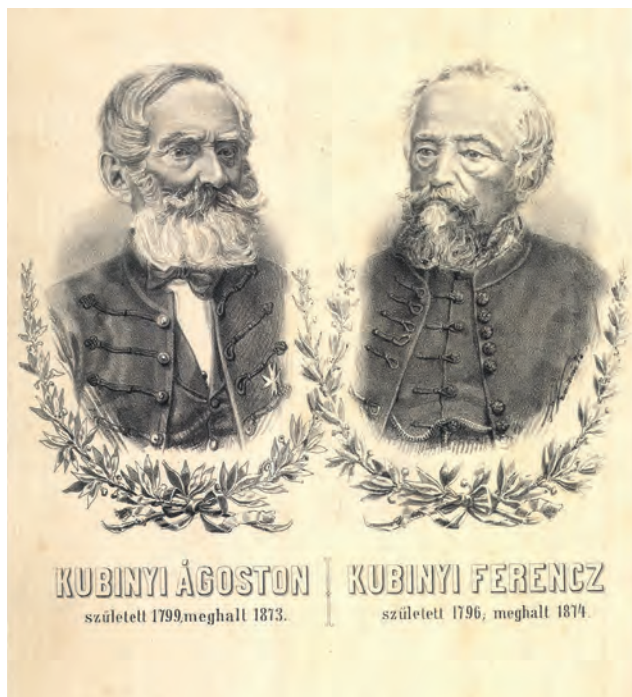
Zipser Keresztély András, a társulat megálmodója,
és Kubinyi Ágoston, a társulat első elnöke
(Forrás: Földtani Közlöny, wikipedia)

részt vegyenek a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók nyolcadik nagygyűlésén. Köztük volt a „Fauna italica” híres szerzője: Bonaparte Lucian Károly, dr. Hauer Ferenc és dr. Hörnes Móric, a két bécsi geológus, dr. Zepharovich Viktor bécsi mineralógus, Pettkó János selmeci professzor is.

Az emelvényen a nagygyűlés tisztikara foglalt helyet: herceg Eszterházy Pál elnök, Kubinyi Ágoston alelnök, Toepler Károly és Török János „titoknok”.

Az elnöki megnyitó után a pályakérdések, az ügyvitel és a tudományos kérdések tárgyalása következett. Majd dr. Zipser Keresztély András besztercebányai természetrajz szakos tanár lépett az előadóasztalhoz. „Javaslatok földismeai bányász egyesület alapítására Magyarországon” című előadását tartotta meg, melyben hangsúlyozta a hazai bányászat nagy fontosságát. Hiteles adatok alapján kiemelte, hogy 1740-től 1772-ig, tehát 32 év alatt a selmeci-körmöci bányákból százmillió értékű, Erdélyben és Nagybányán 50 millió pengő-forint értékű aranyat és

A Kubinyi testvérek (Forrás: edit.elte.hu)



ezüstöt termeltek. A bányászat azonban az utolsó négy évtizedben hanyatlott. Véleménye szerint a hanyatlást gátolni lehetne az ország területi földtani viszonyainak részletes ismeretével. „A gazdagságot a természetben keresni fel: igazság és kötelesség.” Javasolta földtani-bányászati egyesület alapítását, mely hazánk földtani tanulmányozását végezné.”

Zipser példákat is említett: Tirol, Voralberg és Felső-Ausztria tartományokban ugyanis akkor már évek óta működtek úgynevezett földismeai és bányászati magánegyesületek. Az indítványt nem csak a jelen lévő tudósok — a Magyar Tudományos Akadémia és a Természettudományi Társulat képviselői — fogadták lelkesen, hanem minden jelenlévő támogatta. Az elnök-lő Eszterházy Pál pártfogásába vette az alakuló társulatot és évi 400 pengőforintot ajánlott fel a működésére. A leendő társulat aláírási ívei csakhamar megteltek



Hantken Miksa, a társulat haladó szellemű első titkára,
és id. Lóczy Lajos, a Barlangkutató Szakosztály szellemi atyja
(Forrás: társulat irodájának fala)

azok nevével, akik 5 pengőforint évi hozzájárulással „a társulat útját előmozdítani óhajtják”. Így valamennyi tudomány között a földtani volt az első, amelynek fejlesztésére és támogatására hazánkban külön, önálló társulat alakítását határozták el.

A társulat további szervezését Kubinyi Ágoston, a Nemzeti Múzeum igazgatója vette kézbe: a Losonctól mintegy 3,5 kilométerre fekvő videfalvai otthonába hívott meg néhány jeles magyar természetvizsgálót. 1848. január 3-án Kubinyi Ferenc táblabíró és földbirtokos, Marschan József bányamérnök, Pettkó János selmeci akadémiai tanár, bányatanácsnok és Zipser Keresztély András jelent meg és vitatta meg a Társulat megalapítását.

Kubinyi Ágoston itt terjesztette elő a leendő magyar földismeai bányászati együletnek a programját, amely a következő pontokat tartalmazta: „1. Honunknak részletes

RÉSZLET A TÁRSULAT ELSŐ ALAPSZABÁLYÁBÓL

1. §. A magyarhoni földtani társulat magán egylet, mely szoros tudományos kapcsolatban van a cs. k. [császári és királyi] birodalmi földtani intézettel.
2. §. A földtani társulat célja Magyarország minden vidékeinek földtani kutatása és ennek következtében feltalálása mindenféle hasznos ásványoknak, érceknek, kőszemeknek, építésre és más műipari használatra alkalmas köveknek.
3. §. A magyarhoni földtani társulat szoros összeköttetésben van a magyar nemzeti museummal, minden a társulatnak beküldött földtani példányok, ásványok, kőületek stb. a magyar nemzeti museum tulajdonává válnak és az ásványtani osztályba tételnek, joguk lévén a társulat tagjainak azok tudományos használatára.
4. §. A magyar nemzeti museum ellenben a társulatot ellátja ingyen gyűlésekre alkalmas teremmel, őrzi a társulat iratait és minden más ingó-tulajdonát, a magyar nemzeti museum tisztviselői felajánlván készséggel szolgálatokat ügyei vezetésére és az irományok vitelére.
5. §. A társulat pénze a nélkülözhetetlen házi szükségleteken kívül csupán kizárólag utazásokra, kirándulásokra, ásatásokra, fúratásokra, szükséges eszközök, földabroszok szerzésére, nyomtatására, szóval tudományos célra fordítatik.
6. §. Ezen társulat tudományos egyesület lévén, bányanyitási, vagy más nyereszkeskedő vállalatokba nem bocsátkozik hanem azon remélhető esetben, ha utazói által akár hasznot ígérő ércek, akár kőszén-, kő-, tőzeg-, vagy más használható telepek tudomására és birtokába jutna, bányanyitásra a társulat tagjaiból más magán-egylet áll össze, mely egyletben való részvételre minden legalább hat hónappal azelőtt aláírt tagnak joga van; a választmány teendői körébe tartozván így a társulat kebléből keletkező egyletekkel a társulat jogai átengedése végett egyezkedni.
7. §. A társulat a maga ügyeiben a legnagyobb nyilvánosság, pénzei kezelésében a legszigorúbb pontosság és felelősség elvét követi.

és pontos földismei térképe. 2. Hazánkban tökéletes ásvány-földismei és kőületi képviseltetése a nemzeti museumban, mely csupán csak ily úton hozható részre. 3. Nem megvetendő adatok hazánk mind földének, mind lakosainak történetéhez stb.”

Egyben egy felhívást is közzétettek mind magyar, mind német nyelven: „Miért is mindenki tisztelettel szólíttatik fel, hogy e reménydús társulatba egy, vagy mivel a haszon is a részvények száma szerint lesz elosztandó, több részvénnel tagul lépni szíveskedjék. Végre még tisztelettel megkéretnek az aláírók, hogy a f. év aug. 18-án és 19-én Pesten tartandó nagygyűlésre, hol az egyletnek alapszabályai tárgyalás alá vétetni, a kellő tisztviselők megválasztatni fognak s általában az egylet életbeléptetendő lészen, minél számosabban szíveskedjenek megjelenni.” A szabadságharc kitörése miatt azonban a Pestre tervezett nagygyűlés elmaradt.

A társulat megalakulása – 2. felvonás

A két Kubinyi a szabadságharc alatt folyamatosan napirenden tartotta a társulat ügyét. A félbeszakadt alakulási folyamat folytatását végül nagyban elősegítette, hogy 1849. december 1-én megkezdte működését a bécsi Császári és Királyi Birodalmi Földtani Intézet, amely a Monarchia óriási területének földtani megismerését tűzte ki céljául. Ez megkívánta, hogy a már meglevő, kisebb területre kiterjedő földtani magánegyletek (Felső-Ausztria, Morvaország, Tirol, Voralberg) továbbra is fennmaradjanak és lehetőleg újak is létesüljenek, és működésükkel támogassák a bécsi Földtani Intézet munkáját. Az igazgató, Wilhelm Haidinger meggyőzte az illetékes hivatalnokokat, hogy Magyarországon is kívánatos volna egy ilyen egyesület. Ennek hatására a bécsi kormány kijelentette, hogy hajlandó a magyar földtani társulat felállítását támogatni.

1850. július 6-án végre sikerült megtartani az első közgyűlést, amelyen felolvasták az alapszabályt, elnöknek Kubinyi Ágostont választották meg, akinek szívós kitartásával és lelkesedésével végül sikerült Zipser álmát, a Magyarhoni Földtani Társulatot életre keltenie. 1851. május 31-én fejeződött be a jelentkezési ívek összesítése:

A TÁRSULAT KIADVÁNYAI

A társulat 1870. november 9-én tartott közgyűlése elhatározta, hogy elindítja tudományos folyóiratát, a Földtani Közlönyt (<https://epa.oszk.hu/01600/01635>). Ez a terv már a következő évben meg is valósult: az első kötet 262 lap terjedelemben jelent meg. A kiadvány azóta is megjelenik, az idei évben a 153. évfolyam füzeteivel, ráadásul az eredeti elképzelések szerint, három fontosabb részre tagozódva: „1. értekezések, vagyis önálló vizsgálatokon alapuló cikkek; 2. irodalom, vagyis a Magyarországot közelebbről érdeklő fontosabb megjelent munkák ismertetése; 3. vegyesek, és ezek után a társulati ügyek: közgyűlés, szakülés, választmányi ülések és egyéb társulati ügyek.”

1880-ban elindult a társulat ismeretterjesztő kiadványa, a Földtani Értesítő: „Az új folyóirat ismeretterjesztő cikkeket közöl a művelt magyar közönség számára. „Irodalom” című állandó rovatában a hazánkra vonatkozó bárhol és bármilyen nyelven megjelent szakirodalmi munkákat bibliográfiailag összeállítja. ... A Földtani Értesítő – a terv szerint – nagy nyolcadretű alakban, minden szakülést követő vasárnap, azaz évenként nyolcszor, mintegy 10 ív tartalommal fog megjelenni.” Bár az ötlet haladó szellemű volt, sajnos a kiadvány összesen három évig élt csak, mivel a folyóiratnak „közérdekű cikket” író munkatársa alig volt és ezen kívül még abban az időben „hat olyan tudományos társulat, illetve folyóirat volt, ahol földtani és rokontárgyú közlemények jelentek meg a nagyközönség számára”. A megszűnt kiadványt 1936 márciusában keltette újra életre a társulat, Vendl Aladár javaslatára, de a tudománynépszerűsítő cikkeket közlő kiadvány 1948 végén véglegesen megszűnt.



a választmány mind a 30 jelentkezőt felvette. Ezzel befejeződött a Magyarhoni Földtani Társulat három év hosszúságúra nyúlt megalakulása.

A hősor

Megalakulása után a társulat tagjai teljes erőbedobással vetették magukat az alapszabályban lefektetett munkába: először adatokat kellett gyűjteniük, melyhez az ország különböző pontjaira utaztak mintákat gyűjteni. 1850-ben például a társulat másodelnöke, Kubinyi Ferenc, valamint első titkára, Kovács Gyula Hegyaljára mentek, ahonnan csodálatos növénymaradványokkal és közel 3000 kőzetpéldánnyal tértek vissza, melyek közül sok kiállításra is alkalmas volt. Marschan József és Mikecz András pedig – szintén a társulat megbízásából – Budapest környékét tanulmányozta és a terület földtani térképének elkészítésén fáradozott.

A kutatók az eredményeiket szaküléseken mutatták be, melyekből a társulat havonta egyet vagy kettőt tartott. Már 1850-ben elhatározták, hogy a szakülések anyagát hosszabb-rövidebb értekezésekben, magyar és német nyelven is közreadják, *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* (<https://epa.oszk.hu/02000/02013>) címen. Ezek általában egy-egy terület közettani leírásait, illetve az őslénytani gyűjtések eredményeit taglalták. A tisztán tudományos munkák mellett azonban már akkor is nagy gondot fordítottak a gyakorlati jellegű, például a bányászat szempontjából érdekes eredmények közzétételére. Az ekkortájt gyűjtött, köztük igen érdekes és értékes ősmaradványok és kőzetek – az alapszabályban megfogalmazottak szerint – a Magyar Nemzeti Múzeumba kerültek, esetleg a bécsi Földtani Intézetbe, ahol további meghatározásokat végeztek rajtuk.

Egy jelentős mérföldkő

A Magyarhoni Földtani Társulat életének első két évtizedében a Magyar Nemzeti Múzeummal és a bécsi Földtani Intézetrel állt a legszorosabb kapcsolatban: az előző biztosított helyet a társulatnak, tisztségviselői közül sokan a

A társulat ünnepi logója, 2013-ban készült zászlaja és jelvénye

múzeumban teljesítettek szolgálatot és a gyűjtések anyaga is a múzeumba került, az utóbbival a szakmai kapcsolat volt a jellemzőbb.

Az 1868. február 12-én tartott szakülésen felolvasták Gorove István, földművelés-, ipar- és kereskedelemügyi miniszternek a társulathoz intézett levelét, amelyben közölte, hogy „az ország földtani megismerését a tudományos cél mellett közgazdászati szempontból is” fontosnak tartja, ezért kötelességének érzi a földtani felvételek előmozdítását, hogy az ország a tudományos eredmények felhasználásában minél előbb részesüljön. Egyúttal felkérte a társulatot, hogy tegyen javaslatot a földtani kutatások előmozdítására.

A társulat február 26-án tartott választmányi ülése a következőket határozta el: „1. az ország földtani felvételét a kormány által kinevezendő országos geológusok végezzék; 2. a bécsi földtani intézettel a tudományos összeköttetés fenntartandó ugyan, de a felvételek teljesen önállóan és függetlenül történjenek; 3. a földtani felvételek tudományos fővezetése a Társulatra bízassék; 4. a felvételek költségeinek fedezésére évenként 12 000 forint biztosítassék”. A feladat sürgősségét és fontosságát az egész kormányzat átérezte, s ezért már ugyanazon év júniusában a minisztériumban földtani osztály jött létre, a rákövetkező évben pedig, 1869. június 18-án megalakult az önálló Magyar Királyi Földtani Intézet.

Az intézet hatalmas teher alól szabadította fel a társulatot: átvette a földtani felvételek, gyűjtések munkáját, amelyet az alapítók és a tagok ugyan lelkesen végeztek, de a feladat a társulat erőit és legfőképp anyagi lehetőségeit bőven felülmúlta. Felülvizsgálták az alapszabályt és újat írtak, mely szerint a társulat tudományos egylet, célja kimondottan a földtan művelése és a földtani ismeretek terjesztése. Ezzel egy új korszak kezdődött a társulat életében.

A társulat a Földművelés-, Ipar- és Kereskedelmi Minisztériumhoz fordult, hogy szorosabbá tegye kapcsolatát az újonnan

A Földtani Közlöny napjainkban





(Balra) Kiránduló geológusok az 1900-as évek elején; (Középen) Geológusok a vihnyi riolitszikla alatt. Balról jobbra: Szontagh Tamás, Schafarzik Ferenc, László Gábor, Szádeczky Gyula, Böckh Hugó, Pálffy Mór, T. Roth Lajos, Uhlig Viktor, Böckh János, Cseh Lajos; (Jobbra) A Magyarhoni Földtani Társulat kirándulása, Révfölöp és Boglár között. Balról jobbra: Lóczy Lajos, Palkovits Albin, Zalányi Béla, Vigh Gyula, Rozlozsnik Pál, Glück Zoltán, Marzsó Lajos, Vajai János, altiszt (Forrás: 150 éves a Földtani Intézet)

alakult intézettel. Ennek érdekében felajánlotta az addig gyűjtött és ajándékol kapott tárgyait és gyűjteményeit az intézetnek, cserében az intézet kiadványaiból 200 példányt kért ingyen, a társulat tagjai számára. A minisztérium a kérést örömmel fogadta és teljesítette.

Vendl Aladár így írt a két intézmény kapcsolatáról: „Ettől kezdve a Magyarhoni Földtani Társulat és a M. Kir. Földtani Intézet egymást kiegészítve és támogatva fejlődött tovább. A minisztérium ajándéka évről évre nagyobb példányszámmal támogatja a Társulatot (pl. 1880-ban 400 példány). Így a társulati tagok csupán a M. Kir. Földtani Intézet kiadványaiban olyan becses munkákat kapnak, melynek bolti ára tetemesen nagyobb az évi tagsági díjnál.”

Az intézet és a társulat kapcsolata még szorosabbra fonódott, amikor 1875-ben a társulat választmányi ülése elhatározta, hogy a társulat könyvtárát a Földtani Intézetben helyezi el, a tulajdonjog fenntartásával. Később a társulat közgyűlése a könyvtárat teljesen a

Földtani Intézetnek ajándékozta, így ezek a könyvek vetették meg az intézet ma már több mint 300 000 tételt tartalmazó könyvtárának alapját.

Vidéki terjeszkedés

Az 1870. évi közgyűlésen Hantken Miksa indítványozta, hogy a földtani tudományok „szélesebb körben való terjesztése tekintetében a vidéki helyeken, jelesen a bányavárosokban tartassanak vándorgyűlések”. Az első helyszínnek Selmecbányát javasolta.

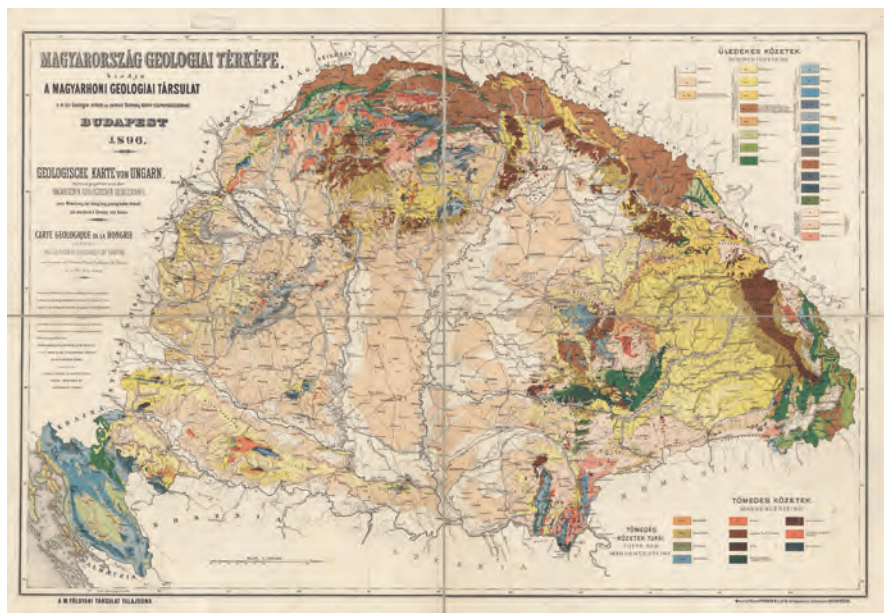
„A vidéken tartandó szakgyűlések célja kettős: „1. alkalom nyújtása a tagoknak, hogy a nevezetesebb hazai bányavárosokkal és érdekesebb geológiájú vidékekkel megismerkedjenek; 2. a vidéki tagokkal szorosabb barátságos összeköttetésbe lépni, több tagot szerezni, s a tagokban a földtan iránti nagyobb érdeklődést s egyesített tevékenységet fokozni, és ezzel az ország földtani viszonyait gyorsabban s kimerítőbben felderíteni. ... Kíváncsnak

◀ Hallenyomat Budapest környékéről.
A példány szélessége 40 cm.

◀ Barlangi medve koponyája az Iglic-barlangból.
A példány szélessége 40 cm.

▼ Ajkait, a borostyán egyik változata Ajkáról.
A példány szélessége 2 cm.
(Forrás: Babinszki Edit: 150 éves a Földtani Intézet, Lantos Zoltán felvétele)





Magyarország első hazai szerkesztésű áttekintő földtani térképe 1896-ban jelent meg a társulat kiadásában

tartja a társulat, ha a vidéken egy városban lakó tagok talán fiókegylet néven időnként összegyűlnének s az anyaegylettel is levelezési közlekedésben maradnak. A társulat reméli, hogy fiókegyletekkel hazánk földtani kutatása gyorsabban és kimerítőbben bevégezhető, mint ezt a jelen körülmények között a társulat, meg a M. Kir. Földtani Intézet közegeivel teljesíteni képes volna."

Hantken indítványát a közgyűlés lelkesedéssel fogadta és a következő évben, 1871. augusztus 6-12. között a társulat megtartotta első vidéki gyűlését Selmecbányán. Augusztus 10-én a jelenlévők megállapodtak abban, hogy „a Társulat „selmeci” tagjai fiókegyletté alakulnak és a bűvárlatokat a legjobb belátásuk szerint teljesítik, a nyert eredményt pedig az anyaegylettel közlik.” Ezek a „fiókegyletek” ma is működnek: az ország területét a társulat öt területi szervezete fedi le, melyek a körzetükhöz tartozó szakembereket és érdeklődőket fogják össze helyi programjaikkal, előadói üléseikkel. Ezeket – természetesen – bárki látogathatja.

„Szakgyűléseket” is szervez a mai napig a társulat, rendszerint háromévenként. Ráadásul ma már tíz szakosztály működik a társulat berkein belül – amelyek a különböző szakterületek képviselőit fogják egybe –, melyek közül több is szervez éves rendszerességgel vándorgyűléseket a legújabb földtani eredmények megismertetésére az országon belül, illetve alkalmanként a környező országokban. A legnagyobb múltra visszatekintő ilyen esemény az Őslénytani Vándorgyűlés, amelyből idén már a 26-at szervezte meg a szakosztály.

Szakosztályból egyesület

A Magyarhoni Földtani Társulat égisze alatt, története során számos bizottság, szakosztály működött, amelyek nemcsak a szűkebb értelemben vett geológiát, hanem a rokon tudományterületeket is lefedték. Ezek közül nem egy pár évtizednyi működés után önállóan folytatta útját. Ilyen volt például a Barlangkutató Szakosztály, amely az 1910. február 3-án tartott választmányi ülésen alakult meg először bizottságként, id. Lóczy Lajos indítványára: „A hazai barlangok rendszeres átkutatása és az ősember nyomozása már eddig is sikeres volt. A hámosi Szeleta-barlang kőeszközei, a Balla-barlang gyermekkoponyája, a polgárdi mészkőbarlang pleisztocén faunája, a tatabányai tűzhely; szép eredmények, de mindezek csak kezdetek. További lelkes munka szükséges.”

A Barlangkutató Bizottság 1914-től szakosztályként működött tovább egészen 1926 májusáig, amikor bejelentette feloszlását azzal, hogy külön társulatot fog alapítani. A szakosztály vagyonát átadta az új Barlangkutató Társulatnak, amely kisebb-nagyobb átalakulásokkal ma is működik, Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat néven.

Hasonló pályát futottak be a hidrológusok is: 1917 februárjában alakult meg a társulat Hidrológiai Szakosztálya: „A Hidrológiai Szakosztály egyik feladata lesz a hidrológiának, mint tudománynak az ápolása, a másik feladata, hogy tudományos vizsgálatok eredményeit a gyakorlati élet számára hozzáférhetővé tegye.” A szakosztály 1949-ben jelentette be, hogy a Magyar Mérnök és Építész Egylet Vízépítészeti tagozatával egyesülve önálló hidrológiai társasággá alakul, amely Magyar Hidrológiai Társaság néven ma is működik.

A fiókegyletek, területi szervezetek és szakosztályok folyamatosan változtak: az adott kor aktuális problémáira reflektálva megalakultak, átalakultak, esetleg megszűntek. Anyae egyesületük, a Magyarhoni Földtani Társulat azonban 175 éve, folyamatosan működik: világháborúk jöttek, politikai rendszerek mentek, a környezet és a feltételrendszer néha gyökeresen átalakult, a társulat mégis fennmaradt és a változásokhoz igazodva egyesíti a földtan iránt érdeklődőket és segíti a geológiai kutatásokat és azok eredményeinek népszerűsítését.

BABINSZKI EDIT

IRODALOM

Babinszki Edit: 150 éves a Földtani Intézet, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 2019

Kováts Gyula 1852: Első jelentés a Magyarhoni Földtani Társulatról, Pest
Vendl Aladár 1958: A százéves Magyarhoni Földtani Társulat története, Tankönyvkiadó, Budapest

SÖRFŐZŐ VOLT NAGYAPJA, APJA ÉS Ő MAGA IS

James Prescott Joule

James Prescott Joule az angliai Salfordban született, 1818 Karácsony estéjén. Az édesapja sörfőző volt, akárcsak a nagyapja, így tehát az üzlet természetesen rá és bátyjára szállt, akivel közösen sikeresen vezették az üzletet, amit végül 1854-ben eladtak. Joule nagyapja a Derbyshire-i Eltonból származott, majd Manchester közelében telepedett le. Ott alapította az üzletét, és ott is hunyt el 1799-ben, 54 évesen.

Édesapja, egy sok tagú család leszármazottja, a wigani *John Prescott* egyik lányát vette feleségül. Öt gyermekük született, akik közül James Prescott Joule a második legidősebb volt, és akik közül három fiú volt — *Benjamin*, a legidősebb, *James* és *John* — kettő pedig lány — *Alice* és *Mary*. Joule édesanyja 1836-ban hunyt el, 48 évesen, édesapja, aki már jó pár évvel a halála előtt rokkant lett, pedig 74 évesen hunyt el 1858-ban.

Joule-nak egy fiú és egy lány gyermeke született. 1847-ben vette feleségül *Ameliát*, *John Grimes* vámelőnő leányát, aki hamar, 1854-ben meghalt

Az ifjú Joule nagyon érzékeny gyermek volt, így nem küldték iskolába. Korai nevelését édesanyja féltestvére kezdte meg, majd édesapja házában, a pendlebury-i Broomhillben, oktatók folytatták úgy 15 éves koráig. Ekkor kezdett el a sörfőzdében dolgozni, ami édesapja egészségének romlása folytán végül teljesen a bátyja Benjamin és az ő kezére szállt.

Joule fizikatudományt először *John Dalton*tól (1766-1844) tanult, akihez apja a kémia megtanulása végett küldte őt és bátyját. Dalton, az egyik legkitűnőbb kémikus bármely korban vagy országban, ekkoriban a

Manchesteri Irodalmi és Filozófiai Társaság elnöke volt, aki a Társaság épületében lakott és fogadott diákokat. Legfontosabb emlékiratainak jelentős részét elküldte a Társaságnak, akinek a Közleményeit („*Transactions*”) gazdagítják legkitűntettebb diákjainak munkái is. A két fiatalnak Dalton először számtant, algebrát és geometriát tanított. Ezek után természetfilozófiát oktatott nekik *Cavallo* tankönyvéből, majd, egészségének romlása miatt csak rövid ideig, 1837-ben kémiát, az általa írt *Kémiai Filozófia Új Rendszere* című műből. „Mélyreható, türelmes, intuitív” tanításai bizonyosan nagy hatással voltak diákjaira. Joule már kora hajnalban munkához látott: a gázok molekuláris szerkezetét vizsgálta, jeles mesterének nyomdokaiba lépve, akinek a kevert gázok összetételére, valamint a gázok és gőzök hő hatására kiváltott viselkedésére vonatkozó kutatásai a kor legfontosabbjai között voltak, és akinek a briliáns atomelmélettel kapcsolatos felfedezése forradalmasította a kémia tudományát, és ezáltal őt az európai elméleti kémia csúcsára emelte.

A kutató munka kezdetei: mágnességtan

Dalton tanításai alatt Joule megismerkedett a fizika készülékeivel; és az általuk felkeltett érdeklődése hamarosan nagyon gyümölcsözőnek mutatkozott. Szinte azonnal belekezdett a saját szakállára kísérletezni. Erre a célra szerzett egy szobát édesapja házában, és nekilátott egy primitív módú cilindres elektromos

1. ábra. Joule villanymotorja



gép építésének. Egy üvegcsövet használt hengernek, egy selyemszálakkal felakasztott piszkavas, mint ahogy az elektromos gépek legősibb formájában, volt az elsődleges vezető, a leydeni edényhez pedig a történelmi Cunaus edényt vette alapul, és egy vízzel félig teli poharat használt, amit behelyezett egy másik vízzel teli folyadéktartóba. Készülék-készleteinek növelésével, melyet nagyrészt saját kezével készített, hamarosan kutatói rangot szerzett, és új tanulmányai gyors egymásutánban születtek. Az Angol Tudományos Akadémia, a Királyi Társaság (Royal Society) listája

jelenleg 97 művet tulajdonít Joule-nak, nem számítva több mint 20 rendkívül fontos tanulmányt, melyek *William Thomsonnal*, a későbbi *Lord Kelvin*nel (1824-1907), *Lyon Playfairrel* (1818-1898) és *William Scoresbyval* (1789-1857) közös kutatásait részletezik.

Joule első vizsgálódásai a mágnességgel foglalkoztak. 19 évesen, 1837-ben épített egy elektromágneses gépet, egy villanymotort, amelynek leírását 1838 januárjában közre is adta a *Sturgeon* által szerkesztett *Az Elektromosság Évkönyvei* („*Annals of Electricity*”) folyóiratban: Elektromágneses gép leírása („*Description of an Electro Magnetic Engine*”). Ugyanebben az évben, valamint az azt követő 3 évben, más elektromágneses gépeket is épített, és újfajta elektromágneseket, melyeknek kísérleti eredményei rendkívül fontosak voltak az elektromágnesesség elméletében.

Élete során épített olyan készüléket, amely a Földön, a vízszintes síkban fellépő mágneses erő abszolút mérésére volt alkalmas.

A villanymotorról szóló közlemény volt az ő első publikációja. A közölt ábrán látjuk, és a szövegben olvashatjuk is, hogy a motor álló része állandó mágnes volt. Jedlik tíz évvel korábban már olyan motort épített, amelynek az álló része is elektromágnes volt. Későbbi változatainál Joule is már teljes egészében elektromágnesekkel dolgozott, és az elrendezés is kezdett hasonlítani a mostani villanymotorok szerkezetéhez. Primitív motorjai természetesen nem voltak alkalmasak arra a célra, amire szánta azokat. A sörgyárban alkalmazott drága gőzgépeket szeretne volna felcserélni az olcsóbb elektromotorokra. Az 1842-ben Kelvinnek ajánlódott motorját ma is láthatjuk Glasgowban, a *Hunterian Museum*ban.

Bár motorjait nem lehetett iparilag alkalmazni, azonban az általa készített új formájú elektromágnesek és az azok vizsgálatakor kapott eredményei igen jelentősek. Ő, Jedlikkel ellentétben, nagyon sok mérést is végzett. 1840-ben felfedezte, hogy az áram nagyságának növelésekor növekszik a lágyvas mágnesezettsége. Azt is észrevette, hogy ennek van egy felső határa. Azt mérte, hogy maximálisan mekkora terhet tud egy elektromágnes megtartani. Mérései azt mutatták, hogy a vasmag vonzó felszínének egy négyzet inch közelítőleg 140 font súlyú terhet tud megtartani (1 négyzet inch 6,45 négyzetcentiméter, 1 angol font közelítőleg 454 g). Összehasonlította a motorban használt vasmag tömegét a tekercskötegek tömegével, és tanulmányozta a mágneses térben fellépő erő megváltoztatásának módszerét. Ennek segítségével, és a már említett felfedezése alapján, a korábbiaknál jóval nagyobb emelőerőt kifejtő mágneseket tudott alkotni.

1841-ben ő figyelte meg először a *magnetostriktió* jelenségét. 1842 februárjában, Manchesterben a Royal Victoria Galleryben egy előadáson mutatta be első kísérleteinek eredményeit, amelyek aztán nyomtatásban is megjelentek. A mágneses erők új osztályáról („On a new class of magnetic forces”) az *Annals of Electricity, Magnetism, and Chemistry*-ben (8, 219-224, 1842) jelent meg. Vas és acél minták alapján a mágnesesség hatásáról („On the Effects of Magnetism upon the Dimensions of Iron and Steel Bars”) pedig a *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science Series*” tette közzé (3, 30, 199, 76-87, 1847). A magnetostriktió a ferromágneses anyagok mágnesezés hatására létrejövő rugalmas alakváltozása. Magnetostriktiót mutató anyagot mágneses térbe helyezve, felmágnesesződés közben a mágneses tér irányába befordulnak az anyagban eleve meglévő, különböző irányítottságú kis mágneses tartományok, a domének, és ez makroszkopikusan is észlelhető: megváltozik az anyag mérete és alakja. Hanghatás is kíséri a jelenséget, ezt a különös zajt olykor „mágneses ketyegés”-nek is nevezik.

Megfelelően nagy frekvenciájú váltakozó árammal létrehozott mágnesestér-változással ultrahangot is kelthetünk.

Az elektromos áram vizsgálata

Michael Faradaynek (1791-1867) az elektrokémiai egyenértékre vonatkozó felfedezése alapján javasolt egy műszert az elektromos áram mérésére. Azonban egyetlen szakember sem használta az általa javasolt módszert, és az magának Faradaynek sem tetszett.

Az árammérő galvanométerek építését jelentős mértékben tökéletesítette. Ő használt először megfelelően kicsi tűket a tangens galvanométerekben. Saját galvanométerét a mérésekhez használt elektromos rendszereinek segítségével hitelesítette. A kísérleteiben az elektromos áramot az ő saját, új rendszere alapján mérte. Azok az értékek, amelyeket 1840-től kezdve írásaiban közöl, könnyen összevethetőek az elektromos áram mérésének modern abszolút rendszerével.

Az áram hőhatása, Joule-törvény

A mérőműszerek tökéletesítése után, 1840-ben figyelme azon hő felé fordult, amely az elektrolízis során a telep celláiban és a fémes vezetőben termelődik. Az 1840-42 között publikált írásaiban az elektromos és kémiai termodinamika új tartományának alapjait fektette le. Az addig teljesen ismeretlen volt, ma természetesen köztudott a tudósok és a gyakorlati emberek számára is: az elektromos áram által, fémes vezetőben, adott idő alatt termelt hő nagysága mindig arányos a vezető ellenállásával és az áram nagyságnak négyzetével.

2. ábra. Joule sírköve Sale-ben



1854-ben *Hőtermelés galvánelektromossággal* („*On the Production of Heat by Voltaic Electricity*”) c. dolgozatában írta le ezt, az azóta *Joule-effektusnak*, vagy *Joule-törvénynek* nevezett összefüggést. Ennek megfelelő törvények érvényesek az elektrolitikus cellákban és magának az elektromos telepnek a celláiban is.

Már 1840-ben kezdett gondolkodni a kémiai energia hővé alakulásáról. Arra gondolt, és ezt le is írta a Royal Society Közleményeinek egy rövid kivonatában 1840 decemberében, hogy az árammal átjárt vezetőben keletkező hő, egy része annak a hőnek, ami a kémiai folyamatok során, az elemek kémiai átalakulása során az elektromos cella fejleszt, és a maradék, tehát nem a teljes hőmennyiség, magában a cellában szabadul fel.

1841-ben és 1842-ben megjelent írásaiban tovább vizsgálódott, és kimutatta, hogy egy elektromos áramkör akármelyik részében keletkező hőmennyiség arányos az elektromos telepben végbemenő kémiai változásokkal. A fejlődő hő mennyisége arányos a folyamatban résztvevő ekvivalens mennyiségű testeknek az oxigénhez való affinitásuk erősségével.

3. ábra. Joule eredeti mérőeszköze



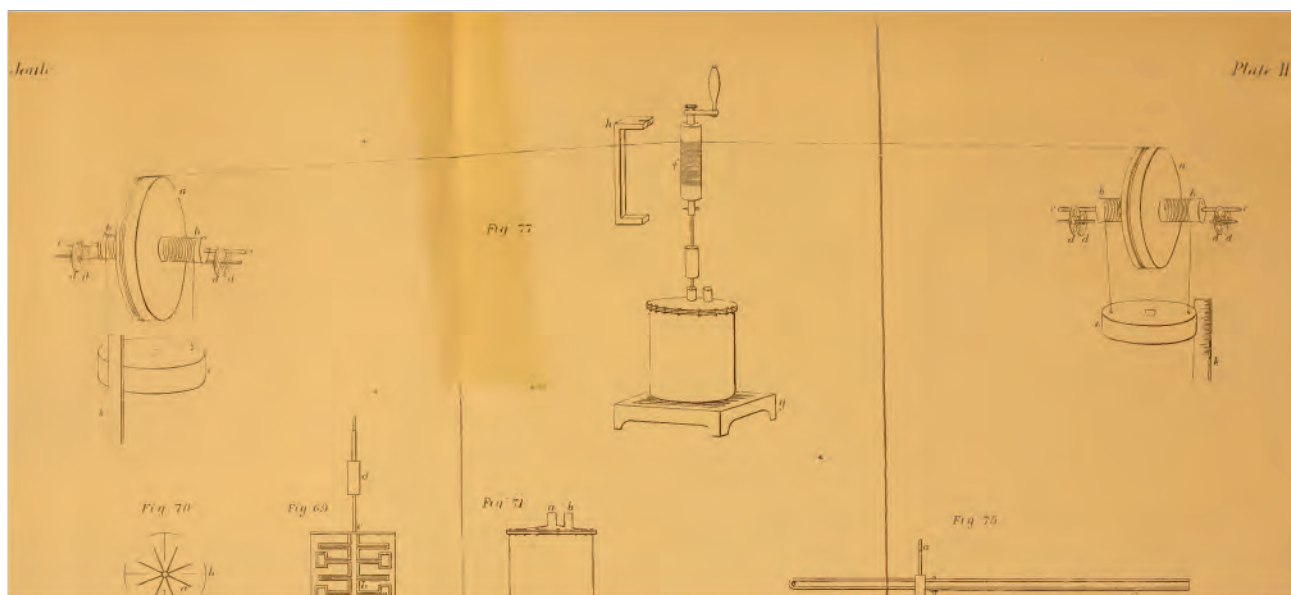
További gondolatai és kísérleteinek eredményei alapján 1843 januárjában kimondta, hogy az elektromágneses gép, a motor képessé tesz minket arra, hogy „mechanikai energiát hővé alakítsunk”. Az 1843-as év további részében idejét azoknak a kísérleteknek szentelte, amelyek az elektromágnesség által fejlesztett hőre vonatkozó törvény kimondásához kellettek. Azzal foglalkozott, hogy pontosan meghatározza a hő mechanikai egyenértékét.

A Niagara vize a zuhanástól felmelegszik

A Brit Szövetség, a British Association 1843. augusztus 21-én Cork-ban tartott ülésén felolvasta *Az elektromágnesség hőhatásáról és a hő mechanikai egyenértékéről* („*On the Calorific Effects of Magneto-Electricity, and on the Mechanical Value of Heat*”) című tanulmányát. A tanulmány ismerteti azt a csodálatos kísérletsozortatot, amely bizonyítja, hogy az elektromágneses gép „hőt termel” (az ő eredeti szavaival: „*heat is generated*”), a hő nem csupán „átmegy”, „átkerül” („*transferred*”) más forrásból.

Az addig „érvényben levő” hőelmélet szerint létezik „hőfolyadék”, amely átmegy a melegebb testről a hidegebbre. Mikola Sándor (1871-1945) a legendás fizikatanár, többek közt Wigner Jenő tanára, így írt: „Miután Rumford 1798-ban ágyúfúrással vizet forralt és Davy 1799-ben két jégdarabot a légszivattyú bűvárja alatt dörzsöléssel megolvasztott: határozottabban kezdett kialakulni az a képzet, hogy a hő lényegében a mozgástól nem különböztethető.” Joule így fogalmazott: „Igazat kell adunk Rumford grófnak, a hő az ágyú fúráskor sűrűlőds következtében fejlődött, nem pedig a fém állapotának valamilyen változása miatt.”

Joule egyik kísérleti berendezésében a villanymotorjából származó, rúd alakú elektromágneest forgatott mágnes sarkai közt, azaz tulajdonképpen működtette a villanymotor. A rúd alakú elektromágnes teljes egészében vízben forgott. Számolta a rúd fordulatait, mérte a víz felmelegedését és az áram értékét. Vizsgálódásainak az volt a célja, hogy megtalálja azt az állandó értéket, amely a termelt hő és a mechanikai energia közt fennáll („*constant ratio exists between the heat generated and the mechanical power*”). Megállapította, hogy 838 láb-fontnyi munkára van szükségünk ahhoz, hogy egy font vizet egy Fahrenheit fokkal felmelegítsünk (1 font közelítőleg 0,454 kg, 1 láb közelítőleg 0,3 méter, és tudjuk, hogy egy Fahrenheit foknyi változás 5/9 Celsius fok változásnak felel meg. A „lábfont”, *fonterőláb*, ugyanolyan mértékegysége a munkának, energiának, mint ahogyan régen nálunk a *méterkilopond* volt, az egy kilogramm tömegű, azaz, itt a Földön egy kilopond



4. ábra. A hő mechanikai egyenértékének mérésére szolgáló eszköz (Az eredeti Joule-tanulmányból másolva)

súlyú testnek az egy méterrel történő emelésekor végzett munka. Az 1 fonterőláb az 1,356 Joule. Két dolgot is észre kell vennünk. A ma használatos SI rendszerben a Nm a munka mértékegysége, ezt nevezzük Joule-nak, éppen James Joule tiszteletére. Másrészt ma már nem használjuk a hőmennyiség nagyságának megadásakor a *kalória* /cal, kcal/ egységet. Joule-ban mérjük a hőmennyiséget is, ezzel is kifejezve azt, hogy azonos fizikai tartalomról van szó.)

Joule fenti tanulmánya 1843 júliusában jelent meg. Augusztusban még kiegészítette beszámolóját újabb kísérleteinek leírásával, és az ezekből kapott újabb eredményeinek közreadásával: „Készülékemben 7 font vizet tartalmazó hengeres üvegedényben olyan dugattyú mozog, amelyen apró lyukak vannak. Megállapítottam, hogy »hő fejlődik akkor, ha víz halad át keskeny csövön.« Arra az eredményre jutottam, hogy egy font víznek egy fokkal való fölmelegítéséhez olyan erő kell, amely 770 font terhet egy lábnyi magasságra képes fölemelni.” (Azaz 350 kg-ot kell 0,3 méter magasba emelni. A helyzeti energia változása tehát 1050 Joule, ez elég nagy mennyiség. *Simonyi Károly* (1916-2001) a kiemelkedő tudós-tanár, kutató, műegyetemi professzor *A fizika kultúrtörténete* című könyvében így fogalmazott: „egy súly lesüllyedése kb. 365 m magasságból megfelel egy hasonló súlyú víz 0-ról 1 Celsius-fokra való melegedésének”. Maga Joule egy tanulmányában ezt írta: „Ha elképzelésem helyes, 817 lábnyi esés egy foknyi hőt termel, s a Niagara folyó hőmérséklete körülbelül egyötöd fokkal emelkedik 160 lábnyi zuhanása után.” Ez komoly megerősítése volt korábbi

következtetéseimnek. Nem vesztegettem az időt, hogy megismételjem és kiegészítsem kísérleteimet, ugyanis megelégedettséggel töltött el, hogy az Alkotó parancsa alapján a természet nagy hajtóerői 'elpusztíthatatlanok', és hogy ahol erőárfordítás történik, ott 'mindig' pontosan azzal ekvivalens hőt kapunk.”

A makacsul ismétlődő, közel azonos nagyságú átváltási értékek mélyén az energia megmaradás törvénye húzódik meg. Így Joule feliratkozott a megmaradási törvényeket kimondó tudósok listájára *Julius Robert Mayer* (1814-1878) /1842/ és *Hermann von Helmholtz* (1821-1894) /1847/ mellé.

Helmholtz mellett *Robert Wilhelm Bunsen* (1811-1899) és *Gustav Robert Kirchhoff* (1824-1887) voltak a legnagyobb magyar fizikus, *Eötvös Loránd* (1848-1919) világhírű tanárai a Heidelbergi Egyetemen 1867 és 1870 között.

Ez volt az első meghatározása a hő mechanikai egyenértékének. Közel azonos időben, más természettudósok és kísérletezők is próbálkoztak azzal, hogy összehasonlítsák a bizonyos körülmények közt termelődő hő mennyiségét azzal a munkával, ami azt létrehozta. Részben kísérleti, részben metafizikus okoskodással néhányan nagyon figyelemreméltó eredményt értek el: *Marc Séguin* (1786-1875), (1839), a már említett Robert Mayer (1842) és *Ludwig A. Colding* (1843). Azonban Joule volt az első, aki felvette a bármilyen mechanikai hatás és az általa termelt hőmennyiség közötti kapcsolat meghatározását, ezt a kérdést közvetlenül meg is oldotta.

Nem tételezhetjük fel, hogy Joule felfedezésére és vizsgálatainak eredményeire azonnal felfigyeltek, illetve azt készek voltak elfogadni. Ő magát is sok éven át, szinte folyamatosan lefoglalta ez a kérdés. 1878-ban

közölte a *Filozófiai Közleményekben* legfrissebb eredményét: 772,55 fonterőláb munka szükséges ahhoz, hogy egy font víz hőmérsékletét, vákuumban, 60-ról 61 Fahrenheit fokra emelje, a tenger szintjén, Greenwich szélességi körén. Ezt, az általa meghatározott legpontosabb értéket, Joule halálának színhelyén, Saleben, a Brooklands temetőben levő sírkövére is felvésték. (Ehhez hasonló módon *Ludolph van Ceulen* (1540-1610), a Leideni Műegyetem professzorának rekonstruált sírkövén a Pieterskerk-ben, a Péter-templomban, a π értékének az általa 35 tizedesjegyig kiszámított értéke látható.)

Új mérési értékei egyeztek saját korábbi eredményeivel, és jól megközelítették a nála pontosabban mérő Rowland professzor kísérleti eredményeit is. *Henry Augustus Rowland* (1848-1901), a kiváló optikai rácsairól ismert baltimori fizikus 1880-ban elvégzett kísérleteit az Egyesült Államok kormánya támogatta.

Térjünk azonban vissza az 1840-es évekre! A kísérleti fizika eredményes műveléséhez a tudós alkotó elméjén kívül nagyon fontosak a jó körülmények és eszközök. 1843-ban Joule édesapja Pendleburyből Oak Field, Whalley Range-re, Manchester déli részére költözött. 25 éves fiának, háza közelében egy megfelelő laboratóriumot épített. Joulénak szüksége volt precíz, pontos hőmérőkre. *John Benjamin Dancer* (1812-1887) manchesteri műszerész segítségével először épített Angliában olyan igen nagy pontosságú higanyos hőmérőket, amelyek nagy mértékben bővítették a tudományos eszközök tárházát. (Dancer nagyon sok eszközét őrzi a londoni Science Museum.) Adtak is ezekből a hőmérőkből Professzor *Thomas Graham*-nek (1805-1869) és az ő egykori laborasszisztensének, a későbbi Prof. Lyon Playfair-nek is. (Megemlítjük, hogy Rowland Amerikában a higanyos hőmérők mellett még gázhőmérőket is alkalmazott.)

A legismertebb Joule kísérlet

A folyadékok sűrűlódására vonatkozó közvetlen kísérletek nem elfogadhatatlan hipotézisek voltak már, hisz Joule különböző formákban, többször elvégezte azokat. Eső testek segítségével, lapáttal kevert higanyt, olajt, vizet. Higanyban vasat vason csúsztatott. Mindezek közül a víz keverése bizonyult a legjobbnak, minden későbbi kísérletében ezt használta.

A Brit Szövetség összejövetelén Oxfordban 1849. június 21-én felolvasta legfrissebb tanulmányát, amely azután a *Filozófiai Közleményekben* jelent meg 1850-ben: *A hő mechanikai egyenértékéről* („*On the Mechanical Equivalent of Heat*”). Faraday volt a „kijelölt hozzászóló”, meglepte őt a szenzációs előadás, de nem

Joule jelentősebb elismerései, kitüntetései

A Royal Society tagjává fogadta 1850-ben.

A Royal Society királyi aranyérmét 1852-ben, a Copley Arany Érmét 1870-ben kapta meg.

1878 júniusában Beaconfield grófja értesítette, hogy a Királynő Őfelsége évi 200 font támogatásban részesíti.

1880-ban Wales hercegétől a Művészeti Társulat (Society of Arts) Albert érmét vehette át.

tudta teljesen elfogadni az új szemléletet. Másokban is nagyon mélyen élt az a tudat, hogy a hő csak átmenni tud a melegebb testről a hidegebbre. A már említett William Thomson, a XIX. század meghatározó fizikusa is ott volt a tanácskozáson. Megemlékezéseiben írja, hogy akkor ismerkedett meg Joule-lal. Az előadás után azonnal odament hozzá, és egy életre szóló szakmai és emberi kapcsolatot, barátság szövődött közöttük. Maga Thomson is kételkedett először Joule eredményeiben, azonban később éppen ő lett az, aki lelkesen támogatta Joule-t, segített ismertté tenni és elfogadtatni a kísérleti eredményeket.

Joule mérőeszköze ma is látható Londonban a Science Museumban. Hengeres edényben, vízben, egy függőleges tengely körül több sorban foroghatnak, a tengelyből kinyúló rudacskákon kis, függőleges síkú lapátok, és álló lapátok gondoskodnak arról, hogy az edény ne jöjjön forgásba. A lapátok forgását, csigán átvett fonálra függesztett, leereszkedő súlyok biztosítják. Ezek kétoldalt, szimmetrikusan helyezkednek el, nem úgy, mint ahogyan a legtöbb magyarázó rajzon, csak az egyik oldalon látható súly.

Joule itt is gondoskodott arról, hogy ne terhelje a függőleges tengelyt eredő forgatónyomaték. A tengely felső végére szerelt forgatókar arra szolgál, hogy újra felcsévélje a tengely felső szárán levő vastagabb hengerre a fonalakat. Az – egy idő után – egyenletesen lefele ereszkedő súlyok helyzeti energia-változása biztosítja a víz felmelegedéséhez szükséges hőt. Joule megemlíti egy korábbi munkájában, az 1845-ben megjelent: *A hő és a mechanikai energia közönséges formái közötti egyenérték-összefüggés létezéséről és a mechanikai erő általános formáiról* („*On the Existence of an Equivalent Relation between Heat and the Ordinary Forms of Mechanical Power*”) című tanulmányban, hogy az ötletet egy Rennie nevű kollégától vette, aki eszközét, kísérletét 1831-ben ismertette a *Filozófiai Közleményekben*. Rennie csak egy sor mozgó lapátot, és egyoldalú fonalkivezetést alkalmazott.

A gázokra vonatkozó kutatások

Első, Thomsonnal közös kutatási eredményük a kis nyílásokon áthaladó gázok hőhatásaira vonatkozott. 1852-ben fogalmazták meg, azt az azóta *Joule-Thomson-jelenségnek*, vagy *Joule-Thomson hatásnak* nevezett törvényt: ha valamely gáz külső munkavégzés nélkül kitágul, akkor a hőmérséklete csökken. Ezt a hatást használják a hűtőgépeknél, illetve a levegő cseppfolyósításánál is.

Joule már korábban kísérletileg kimutatta, hogy a lehető legnagyobb mértékű vákuumba történő hirtelen levegő-beáramlás, egy „robbanás”, energiavesztéssel jár. (Itt említjük meg, hogy az elsők között épített higanyos vákuum szivattyút, amely nemcsak a tudományos laboratóriumokban, hanem az elektromos izzógyártásban is nagy jelentőségű volt. Tökéletesítette a barométert.)

Amikor a szén-dioxidos patronát becsavarjuk a vízzel telt szódásüveg tetején lévő kis hengeres nyílásba, akkor a gáz hirtelen kitágulása következtében fellépő hőmérséklet-csökkenés hatására a patron annyira lehűl, hogy külső felülete „deres” lesz: a levegőből kicsapódó víz oda is fagy a patronra.

Joule foglalkozott a levegőben terjedő hang sebességével. Rámutatott a korábbi kísérletek hibáira. Megmérte a levegő fajhőjét állandó térfogaton és állandó nyomáson is. Eredményei alapján tudta elméleti úton meghatározni Robert Mayer a hő mechanikai egyenértékét.

Thomson és Joule több általános vizsgálatot végzett mozgó folyadékokban fellépő hőhatásokkal kapcsolatban. Azt is megállapították, hogy a levegőben akkora hőt termel az egy mérföld per szekundum sebességgel mozgó test, amely azt felizzítja. A hulló csillagok jelenségét Joule 1847-ben a levegőbe beérkező, gyorsan rohanó testek által fejlesztett hővel magyarázta.

Most már csak egy fontos területen, a molekuláris fizikában elért eredményeiről írunk. Amint említettük, Dalton hatására már tanuló éve alatt vizsgálta a gázok molekuláris szerkezetét, majd később a folyadékok elektrolízisét. 1848 október 3-án a Manchesteri Irodalmi és Filozófiai Társaságban felolvasta, majd publikálta is *A hő és a rugalmas közegek szerkezete* („*Heat and the Constitution of Elastic Fluids*”) című értekezését. Ebben kifejtette, hogy a gáznak az azt tartalmazó edény falára kifejtett nyomása a gázmolekulák falhoz ütközésének a következménye. Lefektette tehát a kinetikus gázelmélet alapjait. (A kinetikus gázelmélet a gázok makroszkopikus, termodinamikai tulajdonságait az azt alkotó atomok és molekulák

mozgása alapján magyarázza, elemi statisztikus megfontolások segítségével.) Egyszerű megfontolások alapján kiszámította, hogy különböző hőmérsékleteken a részecskének mekkora átlagsebessége hozza létre az atmoszferikus nyomást. A hidrogén részecskéinek átlagsebességére 60 Fahrenheit fokon 6225 láb per sec értéket kapott. Azt is megállapította, hogy a különböző hőmérsékleten fellépő sebességek arányosak az abszolút hőmérsékleti skálán mért hőmérsékletnek a négyzetgyökével. Így 61 fokon már 6231 láb per sec a sebesség.

Jó pedagógiai érzékkel is rendelkezett, azonnal megadta, hogy az első esetben 602,3 láb, 61 fokon pedig 603,5 láb magasságból történő szabadesésnél kapunk ekkora sebességet.

KOVÁCS LÁSZLÓ

IRODALOM:

A fenti összeállítás alapjául a Scientific American Supplement. Vol. XIV, No. 363 szolgált:

http://all-biographies.com/scientists/james_prescott_joule.htm

A fordítás részben Kovács Lili egyetemi hallgató munkája.

Felhasználtuk még a Physical Society of London által 1883-ban nyomtatott, Joule eredeti munkáit tartalmazó kötetet:

<https://ia804502.us.archive.org/35/items/scientificpapers01joul/scientificpapers01joul.pdf>

Az ábrák forrása:

https://kids.kiddle.co/James_Prescott_Joule

E SZÁMUNK SZERZŐI

BABINSZKI EDIT: PhD, geológus, a Magyarhoni Földtani Társulat főtítkára; **KOVÁCS LÁSZLÓ:** programozó-matematikus; **FARKAS CSABA:** tudományos újságíró, Szeged; **MACZÁK MÁRTON:** jogász, történelem tanár; **MÁRKUS BÁLINT:** állatorvos, egzotikus állatok szakállatorvosa, a Magyar Vad- és Állatkerti Állatorvosok Társaságának tagja; **ZACHAR ISTVÁN:** PhD, biológus, Ökológiai Kutatóközpont, Evolúciótudományi Intézet;

KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL

BARTHA JÚLIA: Hagyományos árucserereformák

FARKAS CSABA: Örökutyákkal és villanypázztorral védekezni

FUTÓ PÉTER: 65 éves a NASA



HULLADÉKGAZDÁLKODÁS A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYBEN

Újrahasznosítás százötven éve

Amikor hulladékgazdálkodásról beszélünk, hajlamosak vagyunk úgy gondolkodni erről a témáról, mintha ez kizárólag legújabb korunk problémája lenne. Ennek megfelelően pedig az ezzel kapcsolatos vívmányok – például a körforgásos gazdálkodás – is mintha mostanában kerültek volna csak előtérbe. Pedig, ha belelapozunk a Természet Világa – pontosabban a Természettudományi Közlöny – első évfolyamaiba, azt látjuk, hogy a hulladékok témaköre, azok újrahasznosítása, az ezzel kapcsolatos társadalmi, sőt, tudományos problémák már másfél évszázaddal ezelőtt is előkerültek lapunkban.

A Természettudományi Közlöny több mint 150 (!) évvel ezelőtti, 1871/5 számát lapozgatva a következő sorok tűnnek elénk:

„Az ipar haladásának legbiztosabb jele az, ha valamely ágában nyert hulladék ismét feldolgoztatik és ha a műtetelek folytonosabbá válnak.”

Meglepő, nagyon mainak ható mondat! Hiszen ez nagy mértékben összecseng azokkal az uniós irányelvekkel, amelyekkel a XXI. század elején próbálunk újrahangolni, fenntarthatóbbá tenni világunk működését!

Egy egy évvel későbbi lapszámban (1871/6) pedig egy másik hulladék-újrahasznosítással kapcsolatos



Henry Enfield Roscoe

idézett emelhetünk ki: „A *temérdek hulladék, mit a bőség napjaiban elhanyagoltak vagy úgyszólván ingyen szolgáltatott ki a különféle iparúzőknek, most következetesen használtatott fel élelemszereink gyarapítására.*”

Ezek az idézetek mintha mai lapokból származnának, mintha mai tudományos eredményeket ismertető cikkek felvezetéseit olvasnánk. Természetesen vigyáznunk kell a kontextusukból kiemelt mondatokkal — bár tagadhatatlan, hogy ezeknek a frissnek ható gondolatoknak ma is megvan a maga tanulsága, azt azért figyelembe kell vennünk, hogy kicsit mást jelentettek akkoriban, mint manapság. Ha az 1870-es évekbeli tudományos cikkeket böngésszük, feltűnik, hogy kicsit mást jelentett akkor a „hulladék”, mint most. Akkoriban természetesen szó sem volt műanyag hulladékokról — és a társadalom maga is sokkal kevesebb hulladékot termelt, mint manapság. A vásárlások során nem nőtt óriásira a szemétté váló csomagolóanyagok halma, és az elérhető termékek skálája is sokkal szűkebb volt, aminek ráadásul legnagyobb részét helyben állították elő. Ebből kifolyólag pedig a hulladékok köre is egészen más volt. A „hulladék” szó szerint az ipari termelésben elhulló, elvesző, hulladékként keletkező anyagokat jelentette — illetve természetesen

a mezőgazdasági termelés hulladékai is ezen definíció alá tartoztak. A hulladékok újrahasznosítását célzó tudományos munkák tehát éppen ezért ezekkel foglalkoztak.

A fenti első idézet Henry Roscoetól származik. A lap az ő *A vegytan legújabb haladásairól* című elnöki beszédét közli, amely a British Association vegyészeti osztályának 1870 szeptemberi nagygyűlésén hangzott el, Liverpoolban.

Roscoe — akinek Bunsennel közös, magnéziummal kapcsolatos kutatásainak köszönhetjük az első vakuumal készített fényképeket — a következőképpen kezdi el beszédét:

„Ama borzasztó háború izgalmainak közepette, melyet a kontinens két legtudományosabb nemzete visel egymás ellen, s melyben a vegytan tanárai és azok tanítványai is részt vesznek, kísértünk meg gondolatainkat tudományos bűvárkodásoknak inkább megfelelő térre irányozni; engedjék meg, hogy — a mennyire hatalmamban áll,— azon békés győzelmeket soroljam el, melyek utolsó, exeteri gyűlésünk óta a vegyészeti terén elértettek.”

Ezek a gondolatok szintén nagyon érdekes módon rezonálnak a mai gondolkodásmódunkra, világunkra. Háborús időkben a tudomány békés felhasználásaira koncentrált, a „bűvárkodás” valódi céljait, a tudomány előrehaladását helyezi fókuszba — ezek az eszmék időtállóak, még akkor is, ha a beszéd néhány részlete kevésbé jól öregedett.

Igen érdekes végigolvasni, milyen tudományos eredményeket vesz végig beszédében Roscoe — némelyik ma már akár megmosolygatónak is nevezhető. Ugyanakkor kétségtelen, hogy a hulladékkal kapcsolatos

A hulladékok feldolgozásának egyik hajtóereje az ugrásszerűen fejlődő vegyipar volt



Az ipar haladásának legbiztosabb jele az: ha valamely ágában nyert hulladék ismét feldolgoztatik és ha a műtételek folytonosabbá válnak. Az eredeti felföldözés tökéletlenségei lassanként eltűnnek, és a termények, melyek kezdetben elvesztek, más, új ipari célra használatnak fel; sőt némely esetben egyedül ezek értékesítése teszi lehetővé, hogy az iparág magát fentartsa. Az osztálynak lesz alkalma legalább kettőt a legfontosabb eljárások közül, melyek utóbbi időben a szódagyártásban használatnak, alkalmazva látni. Az első a kénnek ismét meggyerésére vonatkozik. Dr. Mond-nak — azt hiszem — sikerült a kén gazdaságosan ismét meggyerni az által, hogy az oldatlan calcium-monosulphid-ot oldható hyposulphid-dá oxydálja és ezt sósav által bontja szét, mi által a kén mint fehér por válik le.

Részlet a Természettudományi Közlöny 1871/5 lapszámából

mondatával fejen találta a szöveget. Olyan eljárásokat részletez ez után, amelyek az akkor hatalmas lendülettel fejlődő vegyipar egy-egy gyártási folyamatában használt anyag visszanyerését, újrafelhasználását teszi lehetővé. Az egyik a kén, a másik a mangán-szuperoxid visszanyerésére vonatkozik.

A másik idézet a Természettudományi Közlöny 1872/6-os számának egy olyan cikkéből származik, amely a porosz-francia háborúban ostrom alá vont Párizs élelmezését elemzi. (Párizs élelmezése az ostrom

A Természettudományi Közlöny címlapja



alatt 1870-ben — Payen emlékirata). Az ostromlók arra számítottak, hogy a kétmillió francia fővárosban az akkori hulladékgazdálkodás rendjének felborulása rothadó hulladékhalmokat fog eredményezni, ez pedig járványokat fog okozni a lakosság körében. De épp ennek ellenkezője történt: a hulladékok, pontosabban azok okos újrahasználatára az ostromlott város hosszabb kitartását tette lehetővé.

„Meg fogjuk látni, miként töltötték ki a naponkénti óriási mérvű fogyasztás hézagait a világ egyik legelső kereskedő városának megmérhetlen élelem-készletei és a raktárakban felhalmozott nyers termények; miként ütötték helyre a hiányokat új iparágak, felhasználván azokat a szerves anyagokat, melyeket még nemrégiben megvetettünk, és tették egyszersmind az egészségre ártalmatlanná azokat a szeméthalmokat, amelyekről azt mondták, hogy rövid időn meg fogják mételyezni és halálossá változtatni körülöttünk a levegőt” — írja a cikk bevezetője. Ezen szavak pontosan leírják a mai hulladékgazdálkodás fő céljait is: kitölteni az óriási mérvű fogyasztás hézagait, helyreütni a hiányokat új iparágak segítségével, felhasználván azokat az anyagokat, melyeket nemrégiben megvetettünk, és egyben ártalmatlanná tenni a szeméthalmokat, amelyek megmételyezik bolygónkat...

A hulladékok itt persze a „házak és istállók szemetjét” jelentik elsősorban — és, mivel élelmezés a téma, a bemutatott újdonságok is elsősorban élelmiszeripari fejlesztések, amelyekben addig — ilyen célra — nem használt „hulladékanyagokat” építenek be az élelmezésbe. A néha egészen konyhai szintig eljutó magyarázatoknak ugyanakkor például kémiai vonatkozása is van: a zselatinnal való kísérletezés, annak felhasználása egy egész fejezetét teszi ki a többrészes közleménynek.

Látható tehát, hogy a szemét, a hulladék mást jelentett ezekben az írásokban, mint manapság — ugyanakkor az ilyen korai tudományos anyagok pontosan jelzik, hogy ezek kezelése, újrahasznosítása akkor is és most is elsődleges fontosságú téma volt. Az akkori felismerések, megállapítások jó része pedig olyan tanulsággal szolgál, amit manapság is jó lenne megfogadnunk. Bár az iparosodás, a fogyasztói társadalom egy másik szintjén állunk manapság, így a hulladékok is más típusúak — de a kezelésükre, csökkentésükre, újrahasználatukra való törekvések éppen olyan fontosak, mint másfél évszázaddal ezelőtt.

P. B.

Természet-Tudomány Diákpályázat Nyári Extra 2023

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és a Természet Világa folyóirat Természet-Tudomány Diákpályázat Nyári Extra címmel pályázatot hirdet középiskolások számára. A TIT által meghirdetett, a Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat által lebonyolított diák-cikkpályázaton indulhat bármely közép fokú iskolában a 2023/2024-es tanévben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

A pályázat témája: *körforgásos gazdálkodás, hulladékgazdálkodás, fenntartható fejlődés.*

A pályázók a körforgásos gazdálkodás, vagy a korszerű ökológiai szemléleten alapuló hulladékgazdálkodás, illetve a fenntartható fejlődés témakörét feldolgozó esszével nevezhetnek. A zsűri örömmel fogadja a saját jó gyakorlatokat bemutató esettanulmányokat is. A diákpályázat célja, hogy az ismeretterjesztő pályaművek tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék.

Az ismeretterjesztő, olvasmányos formában megírt cikket vagy esszét (minimum 10 ezer, maximum 20 ezer karakter terjedelemben, szóközök nélkül, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval) elektronikusan kell feltölteni a Természet Világa termvil.hu honlapjára.

A Természet Világa szerkesztősége 2023 szeptemberében, igény szerint, egy később meghirdetendő időpontban konzultációs alkalmat fog biztosítani a sikeres pályázatírási érdekében.

A pályázat benyújtásának határideje: 2023. október 1.

A díjakról a TIT által felkért szakmai zsűri dönt. A díjazottak nagy értékű, a pályázat témájához kapcsolódó vásárlási utalványokat nyerhetnek. A közlésre alkalmas pályaműveket a Természet Világa ellenszolgáltatás nélkül megjelenteti nyomtatott és elektronikus felületein.

A KEHOP-3.1.5-21-2021-00003 sz. projektet támogatta Magyarország Kormánya és az Európai Unió.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



125 ÉVE TÖRTÉNT

New York City létrejött

2. RÉSZ 1873-ban egyesült Buda, Pest és Óbuda, ezzel létrejött Budapest. Ehhez hasonló folyamat ment végbe 1898-ban New Yorkban. A város öt, addig különálló városrésze 1898-ban egyesült, ezzel létrejött a mai értelemben vett New York City közigazgatási egysége. A város öt része Manhattan mellett Brooklyn, Bronx, Queens és Staten Island lett. A híres városnegyed, Harlem, Manhattan félszigetének felső részén fekszik. Harlem sohasem volt önálló városrész, csupán Manhattan egyik kerülete. New Yorkban ezután egészen az 1929-es tőzsdeválságig példátlan, addig nem tapasztalt városfejlődés vette kezdetét.

Noha New York 1900 körül már az újságírás és az információcsere fővárosa volt Amerikában, az első világháború előtti két évtized komoly mértékben ráerősített erre a szerepére. Miután 1883-ban megvette a *World* című napilapot, Joseph Pulitzer bevezette a színes nyomtatást és a színes képregényt. Ezzel útjára indította a modern formátumú napilap formáját, és a *World* vasárnapi kiadása a legnagyobb példányszámú újság lett Amerikában. Közben San Franciscóból New Yorkba tette át székhelyét William Randolph Hearst is, amikor 1895-ben megvette a *New York Journal* című napilapot. A rotációs nyomdászati technológia gyorsaságának előnyét élvezve Hearst százazrekekkel tudta növelni napilapja példányszámát. A szenzációhajhász újságírás, vagyis az úgynevezett „sárga sajtó” két megteremtőjének nagy szerepe volt abban, hogy 1898-ban háborús hangvételű írásaival felszította a nemzeti öntudatot és az Egyesült Államokat szinte belehajszolta a

spanyolok elleni háborúba. A két lapnál a korszak legismertebb újságírói dolgoztak, mint Nelly Bly, Lincoln Steffens és Stephen Crane.

A XX. század első három évtizede egy még sikerebb korszakot nyitott a New York-i újságírás történetében. Szakosodott kiadványok tucatjait alapították ekkoriban, mint a *Jewish Daily Forward*ot (1897), az afroamerikai *Amsterdam Newst* (1909), és a kommunista beállítottságú *Daily Workert* (1927). Továbbá hírügynökségek is létrejöttek, mint az Associated Press (1848-ban alapították, de 1900-ban újjászervezték), a United Press (1900) és az International News Service (1909). Az 1920-as évek pedig a szenzációhajhász újságok erősödését hozták magukkal, amelyeket a sárga sajtó egykori hagyományait követve a nagy példányszám, az óriási fotók és a hangzatos főcímek jellemeztek. A legfigyelemreméltóbb az *Illustrated Daily News* volt (1919), amelyet hamarosan

*Daily News*ra kereszteltek át. A példányszáma 1930-ra elérte a napi 2 milliót, és ezzel a legolvasottabb napilap lett a világon.

A XX. század hajnalán azonban a legfontosabb hírlapkiadói fejlemény kétségtelenül a *New York Times* című napilap befutása volt. Az újság ekkoriban vált a világ egyik legbefolyásosabb lapjává. A *Times* 1851-ben alapították, ám az 1890-es évekig csupán jelentéktelen napilapként funkcionált. 1896-ban csak 9 ezres példányszáma volt, szemben a *World* 200 ezres, a *Journal* 300 ezres, a *Herald* 40 ezres és a *Sun* 70 ezres napi volumenével. 1896-ban viszont megvette a lapot és a Park Row-nál található épületét Adolph S. Ochs. A tulajdonosváltás szinte azonnali presztízs-emelkedéshez vezetett, mivel Ochs a hírekre koncentráló, megbízható újságot hozott létre, amely nem eltúlzott bűnügyi és szerelmi történetekre fókuszált. A *Times* a következő 20 évben az USA legnagyobb példányszámú lapjává vált, köszönhetően például annak, hogy „in-depth” tudósításokat közölt olyan tudományos eseményekről, mint Robert Peary északi sarki expedíciója, Albert Einstein felfedezései, illetve a város sikereiről írt, mint a pénzügyi hírek és a divatipar. A *Times* rövidesen a kritikusok elismerését is elnyerte, különösen a Titanic-ról és az első világháborúról készült tudósításait követően. Az első világháborúban Carr Van Anda szerkesztő zseniális újságírói ösztönének köszönhetően az újság riporterei gyakran már a harcok kezdete előtt az egyes csatahelyszínekre értek.

Amikor az újságokat az 1920-as években a telekommunikáció új formái fenyegették, akkor New York ebben a paradigma váltásban is az élen járt. A drót

A *Times* új épületének építése 1903-ban. Ochs meggyőzte a városvezetést, hogy a környező területet nevezzék át az újságról, így a Longacre Square-t 1904 áprilisában Times Square-re keresztelték át.



nélküli távírdát, a rádió elődjét 1899-ben az Egyesült Államokban mutatták be, amikor James Gordon Bennett, a New York Herald tulajdonosa, az Amerikai Yacht Kupáról közvetített a New York-i kikötőből a 34. utcánál lévő állomásra. A pittsburghi KDKA volt az első kereskedelmi rádió Amerikában, de Manhattan hamarosan a rádiózás központja lett. Az első hálózat, a National Broadcasting Company (NBC) 1926-ban kezdte meg működését, David Sarnoff vezetésével. A rivális Columbia Broadcasting System (CBS) szintén New Yorkban székel, és 1927-ben kezdte tevékenységét. Úgyszintén a Blue Network, a későbbi American Broadcasting Company (ABC) is. A nagy rádióállomások olyan New York-i előadókat tettek országosan ismertté, mint Fred Allen, Jack Benny, Al Jolson, George Burns és Gracie Allen.

A szabadidő forradalma

Az átlagpolgárok számára a munkahely és az otthon monotonitásából való menekülés formái voltak az új típusú szórakozási lehetőségek, amelyek tömeges elterjedésében az 1880-as évektől szintén úttörő volt New York városa. Alapvetően három, új típusú időeltöltési mód jelent meg ekkoriban: az éttermek és a night clubok, a vídám- és szórakoztató parkok, valamint a látványsport.

Valahova elmenni étkezni olyan gyakori volt 1900 körül Amerikában, hogy a legtöbb család ismerte ezt a formát, sőt egészen a második világháború végéig elterjedt volt a háztartásokban, hogy valamelyik főétkezést nem otthon fogyasztották el. A „dining out” formája New Yorkban 1831-től jelent meg, amikor két svájci fivér megnyitotta Manhattanben Delmonico nevű éttermét a William Streeten. A létesítmény a párizsi éttermek stílusát vette át, és a gyönyörűen berendezett étterem hamarosan követőkre talált. A polgárháború kitörésekor azonban még mindig a Delmonico volt a leghíresebb étterem Amerikában, és a hírességek gyakran látogatták. A helyiséget folyamatosan bővítették és költöztették, így a Broadway-nél lévő Bowling Greenből (ahol egyszer Napóleon Lajos is étkezett) az 5. sugárút és a 14. utca sarkára (innen küldte el Samuel M. Morse, a távíró feltalálója az első transzatlanti táviratát, miközben a szokásos asztalánál ült). Hosszú története során (1831-1923) a Delmonico olyan fogásokat talált ki vagy terjesztett el, mint a newburgi rák, a pie à la mode, a delmonico steak, és az à la king csirke.

A polgárháború után újabb ismert helyek nyíltak, mint Rector Maison D'Orée-je és Louis Sherry étterme. 1900 után pedig az új bevándorlók színes ízvilágát éttermek tucatjai adták vissza és Manhattan a nemzet gasztronómiai fővárosa lett. A Barbetta nevű étterem például 1906-ban nyitott ki a 34. utcán, aztán a színházi



Delmonico étterme a Beaver és a South Willimas Street-en, 1893

negyedbe, a 46. utca nyugati részbe költözött 1925-ben. Az étterem a piemonti konyhát népszerűsítette, ahogy tette azt a Mamma Leone is, amely szintén 1906-tól fogadta a vendégeket. Lüchow létesítménye a város legismertebb német éttermévé vált, a zsidók pedig az új stílusú delikátot, az élelmiszerbolt és az étterem együttes formáját terjesztették el. A delikátokban a lazactól a szódáig mindent lehetett kapni. 1899-től üzemelt a Café Martin, amely kifejezetten bankettek tartására szakosodott, közben tucatjával terjedtek a kínai éttermek is.

Vacsora Campion admirális tiszteletére
a Delmonico-ban 1906-ban



Az étkezés után a következő lépés az éjszakai klubok, szórakozóhelyek létrejötte volt. Ezek New Yorkot Madridhoz és Barcelonához hasonlóan „későn fekvő” várossá tették. Az új trend 1891-ben vette kezdetét, amikor a Bustanoby testvérek egy zenés-táncos étkezőhelyet nyitottak. A többiek, így Rector étterme vagy Reisenweber követték ezt, így az evés, ivás, táncolás nem különöltekké többé el, hanem együttesen váltak meghatározó részeivé egy olyan estének, amit a másik nem társaságában töltöttek az emberek. A szesztilalom részben visszavetette a késő éjszakai mulatságokat, de a város élelmes vállalkozói hamarosan illegális helyeken (úgynevezett speakeasy-ben) továbbra is megtartották célközönségüket a húszas években. Miután a szesztilalomról szóló Volstead törvényt 1933-ban eltörölték, az éjszakai klubok ismét tömegesen nyitottak ki, így például az El Morocco, a Stork Club és a Copacabana.

Amíg azonban az éttermek és főleg az éjszakai klubok a tehetősebbek kiváltságai maradtak, a vidámparkok látogatása a munkásosztály kedvelt és elérhető szórakozásává vált. Ebben a tekintetben semmi sem vehette fel a versenyt a legendás Coney Islanddel. 1865 után a Brooklyn déli részén, az Atlanti-óceán partján található Coney Island még csupán néhány hotelből álló nyugodt terület volt, azonban az 1870-es évek végére már 6 vasútvonal kötötte össze Manhattant és Coney Island tengerpartjának különböző pontjait. Az 1880-as évek második felében új hotelek sora nyílt meg, a lóversenypályák és az ökölvívó mérkőzések pedig ezeket vonzották.

Az igazi változások mégis csak a századfordulón következtek be Coney Islanden. 1897-ben George Tilyou megnyitotta a Steeplechase Parkot, amely a szélén lévő modern, mechanikus lóversenypálya után kapta a nevét. 1903-ban Frederick Thompson és Elmer Dundy létrehozták a Luna Parkot, amelyben velencei gondolák, japán kertek, mesterséges eszkimó falvak, holland szélmalom, kínai színház és megemelt sétány is voltak. A Luna Park 250 ezer villanykörtéje ráadásul non-stop, 24 órás szórakozást tett lehetővé. Végül 1904-ben William Reynolds, egy politikus-vállalkozó a Luna Parkkal szemközt megnyitotta a Dreamland Parkot. Az éjszakai égboltot és a park fehér épületeit itt már 1 millió villanygőz ragyogta be.

Coney Islandhez hasonló nagyságrendileg sehol se létezett, noha az angliai Blackpool és Brighton városok példaként szolgáltak a létesítmények kiépítésekor. Amikor a földalatti 1920-ban elérte Coney Islandet, akkor az 5 centes viteldíjnak köszönhetően milliók élvezhették a hullámvasutakat, a furcsa szórakoztató produkciókat (freak shows), a viasmúzeumokat és azt a rengeteg fényt és izgalmat, amit Coney Island kínált.

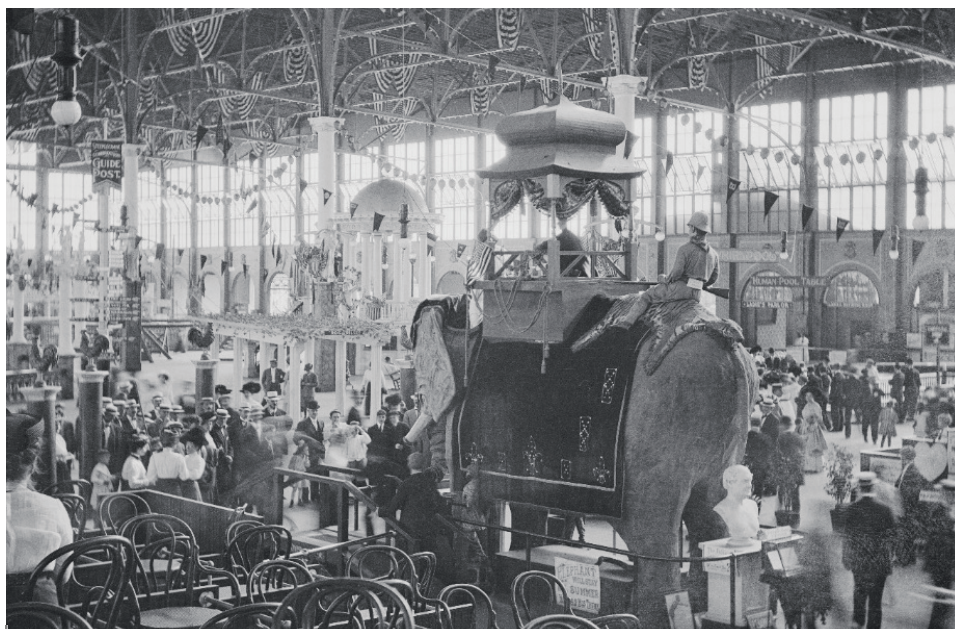


New York életében egyre jelentősebb lett az éjszakai élet.
A jazzkorszak hípszterei az 1920-as években
özönlöttek a Cotton Clubba.

A hot-dog és a hullámvasút is 5 centbe került, így a családok a vidámparkokban, a strandokon és a sétányokon valóban élvezetesen tölthették el a hétvégéjüket. Dél-Kaliforniában 1955-ben nyitott meg Disneyland, de addig Coney Island volt a legismertebb és legnépszerűbb vidámpark-negyed a világon.

Az ország legnagyobb és leggazdagabb városaként New York a különféle látványsportok elterjedésében is úttörő volt. Számos lóversenypálya biztosított kiváló fogadási lehetőséget, továbbá a legnagyobb bokszgálákra is itt került sor. Óriási tömeg tekintette meg például 1900. május 11-én James J. Corbett győzelmét egy 22 menetes csata után Jim Jeffrie felett a nehézsúlyú világbajnoki címért. 1923. szeptember 14-én pedig 82 ezer néző látta élőben a Polo Stadionban Jack Dempsey győzelmét Luis Firpo felett. New York állam törvényhozó testülete 1920-ban legalizálta a hivatásos ökölvívást és egy bizottságot is felállított a mérkőzések

Egy dekoratív beltéri elefánt a Steeplechase Park hatalmas pavilonjában, 1910



felügyeletére. A törvény elfogadása után két héttel Tex Rickard, a cirkuszi mecénás John Ringling segítségével megszerezte a kellő pénzügyi háttérrel ahhoz, hogy lízingelje a Madison Square Gardent. Noha a létesítmény a korábbi igazgatók alatt kevésbé volt sikeres, Rickard ügyes menedzselésének köszönhetően ekkoriban az Egyesült Államok leghíresebb zárt sportcsarnokává vált. Az új menedzser látványosságok egész sorát kínálta: ökölvívó és birkózó események, rodeók, jégkorong és kosárlabda mérkőzések, cirkuszok és lovas parádék helyszínéül egyaránt szolgált a Garden.

Valamennyi sportág közül a baseball volt az „amerikai időtöltés”. New York az egyetlen város, amelynek valaha három úgynevezett „major ligás” csapata volt egy időben — a New York Giants, a New York Yankees és a Brooklyn Dodgers — és mindegyik kiterjedt szurkolótáborral rendelkezett. A három közül a Yankees volt a legnépszerűbb, különösen egy legendás játékos képességeinek és személyiségének köszönhetően. Babe Ruth, becenevén „Sultan of Swat” vagy egyszerűen a „Bambino” 1920-ban kezdett a Yankees színeiben játszani, és hamarosan annyi hazautást (home runt) ütött, hogy azzal örökre megváltoztatta a játék képét. A „bronxi bombázókkal” négyszer nyerte meg a World Seriést. A Yankee Stadiont, amely a maga 67 ezer ülőhelyével akkoriban a világ legnagyobb sportlétesítménye volt, úgy emlegették, mint a „házat, amelyet Babe Ruth épített”. A stadiont ugyanis a Bambino népszerűsége miatt bővítették ki. Közben a mérkőzéseken történő részvétel, a „meccsre járás” sokkal többet jelentett a pusztán szurkolásnál. A bevándorlók ugyanis a meccseken együtt szurkoltak a született amerikaiakkal, a mérkőzéseken tapasztalható fogyasztási kultúra pedig máig meghatározó az amerikai sporteseményeken.

A közlekedés új formái

New York felhőkarcolói, apartman épületei, áruházai, vidámparkjai és sportlétesítményei, vagyis a város lakó, kereskedelmi, kommunikációs és szabadidős infrastruktúrája megfelelő közlekedési összeköttetés nélkül nem jöhetett volna létre. A közlekedésben nehézséget jelentett a város sziget jellege, mivel csak Bronx kötődött az Egyesült Államok szárazföldjéhez és New York városnak 500 mérföldnél is hosszabb tengerpartja

van. Továbbá folyói és öblei nagyok, szemben azokkal a vizekkel, amelyek keresztül szelik például London, Párizs, Berlin, Róma vagy Budapest városait. A kihívást az okozta New Yorkban, hogy a folyók és egyéb akadályok közepette hogyan rakják le azokat a síneket és utakat, amelyekkel összeköthetik a széttagolt metropoliszt és organikus egységet hozhatnak belőle létre.

A megoldást a hidak, alagutak, magas- és földalatti vasútvonalak, továbbá az autósstrádák építése jelentette. A Brooklyn-híd 1883-ban készült el, és csak egyike volt a sorban annak a 76 hídnak, amely végül napjainkra átszeli a vizeket. A hidak többségét a XX. század első három évtizedében építették. Hat esztendő alatt emelték például a Williamsburg (1903), a Manhattan (1905) és a Queensborough-hidakat (1909). Mindhárom az East River felett áll, így Manhattant köti össze Brooklynnal. 1889 és 1910 között a Harlem folyón 8 újabb hidat építettek, közben más hidak már kereszteltek Dutch Killst, Newtown Creeket és a Gowanus Canal-t.

New Yorkban az alagutak terve is korán felmerült. Az első víz alatti alagutat 1874-ben kezdték el építeni gőzmozdonyok számára. A cél az volt, hogy a Manhattanben található Cortland utcát összekössék a Jersey Cityben fekvő Exchange térrel. Az alagút végül 1908-ra készült el. A XX. század első felében a különböző földalattiak vonalán, amelyeket magántársaságok üzemeltettek, számos alagutat építettek az East és a Harlem folyón. A Pennsylvania Vasúttársaság pedig a saját vonalainak épített kettős csőrendszert. 1927-ben nyitott meg végül a Holland Tunnel, amely a világ első közlekedési alagútja lett személyautók számára. A Holland Tunnel ma is a Hudson alatt fut, és New Jerseyt köti össze Manhattan-nal.

A hidak és az alagutak szükségesek voltak, de nem jelentettek teljes megoldást a korabeli New Yorkban. A város különböző pontjainak összekötésében a gőzmozdonyok, a föld felett és alatt közlekedő gyorsvasút vonalak és a villamosok voltak a legfontosabbak. Ezek együtt a század első felében példa nélküli közlekedési hálózatot alkottak, a vonalak hossza, kiterjedése, a befektetett tőke nagysága, az utasok száma és a járatok sűrűsége vonatkozásában egyaránt.

Különösen a földalatti vált New York védjegyévé. Manhattan első földalatti vonalát 1904-ben nyitották meg, jóval a londoni (1863), és röviddel a glasgowi (1886), a budapesti (1896), a bostoni

(1897), a párizsi (1900) és a berlini (1902) után. Viszont a New York-i földalatti a második világháborúig kétszer olyan kiterjedt volt (308 mérföld hosszú pálya, és 722 mérföld hosszú sínhálózattal) és kétszer nagyobb volt az igénybevétele is (1945 körül napi 4 millió ember használta), mint bármelyik másik földalatti rendszert a világon. Másrészt a William Barclay Parsons főmérnök által tervezett földalatti technológiai szempontból is novum volt. Integrált vonalai helyi és expressz járatokból álltak, amelyek külön nyomvonalakon haladtak egymás mellett, továbbá nem fúrták a földet, hanem az úgynevezett „cut and cover method” alapján ásták és építették a vonalakat, ami olcsóbbá és hatékonyabbá tette az építkezést.

Mivel New Yorkban 1948-ig a földalattikon, a magasvasutakon, a villamosokon és az omnibuszokon egyaránt csupán 5 cent volt a viteldíj, így a város lakosai könnyedén eljuthattak tágabb szomszédságukba, nem voltak bezárva a saját közösségükbe. Az Interborough Rapid Transit Company (IRT) által üzemeltetett földalatti a megnyitását követő első évben naponta átlagban 600 ezer embert szállított (1905), és ez a szám 1914-re megduplázódott. 1925-ben, amikor New York a világ legnagyobb városa lett, a metropolisz lakosainak 86 százaléka azon a 97 négyzetmérföldes területen élt, amelyet a földalattik vagy a magasvasutak behálóztak a városban és vonzáskörzetében. Csupán a népesség maradék 14 százaléka élt a város 70 százalékát kitevő további területeken. Bronx például teljesen átalakult a közlekedési lehetőségek miatt. A 3. sugárúti magasvasút 1891-re elérte a 177. utcát,

1939-ben a Yankee Stadion adott otthont a hetedik All-Star mérkőzésnek az Amerikai és a Nemzeti Liga között





New York City első metróját 1904-ben

1901-re a Fordham utcát, és 1920-ra a Gun Hill nevű utcát is. A vasút mindegyik esetben építkezési lázhoz vezetett a 3. sugárút érintett szakaszán. Közben a trolibuszok felváltották az egykori lóvasút vonalakat. A trolis kelet-nyugati irányban jártak, és elsősorban a földalattihoz biztosítottak gyors hozzáférést. A földalatti 1905-ben érte el Bronxot és hamarosan egészen a 241. utcáig futott. Mielőtt a magasvasút és a földalatti elérte Bronxba, a terület mezők és farmok együttese volt, 1920-ra viszont az USA egyik legdinamikusabban fejlődő negyede lett.

A földalatti és a magasvasutak mellett hasonlóan fontosak voltak azok a vasutak, amelyek a metropoliszt az 1830-as évektől elővárosaival kötötték össze. Westchester és Nassau megyék középső részét már 1861 előtt elérték, és ez a New Rochellehez és Mount Vernonhoz hasonló településekre történő tömeges kiköltözéshez vezetett. Az ingázás a XX. század elején az egyre inkább villamosított vasútvonalak miatt még vonzóbb lehetőséggé vált. Az elővárosokból 1900 körül naponta 1000 vonat gurult be Manhattanbe. A New Jersey felől érkező utasok Hobokennél kompra szálltak, ami behozta őket Manhattanbe a Hudson folyón keresztül. Keletről a vasutak a brooklyni Atlantic Avenuera hozták be utasaikat, ahonnan már a Wall Street könnyen elérhető volt. Észak felől pedig három vonalon; a Hudson és a Harlem folyók, valamint a Long Island szoros mentén naponta 118 ezer embert érkezett be Manhattan leghíresebb pályaudvarára, a Grand Central Terminálra.

A vasúti ingázók hatalmas száma hamarosan két nagy pályaudvar megépítéséhez vezetett. Az első a Pennsylvania Station volt, amely 1904 és 1910 között

épült fel a 31. és 33. utca között, két háztömböt elfoglalva. Néhány évvel később követte a Grand Central Terminal, amelynek a föld alatt elhelyezkedő két emeletén 67 vágány volt.

New York, a földalatti és vasúton ingázók városa a bekötő sztrádák építésében is az élen járt. A William K. Vanderbilt nevéhez kötődő Long Island Parkway volt a világ első, kifejezetten autósoknak épített sztrádája. Az autópályát 1906 és 1911 között építették. A Bronx River Parkway 16 mérföld hosszú volt, és 1906 és 1923 között készült el. Völgyeken és hidakon futott az út, és a gyönyörű tájon igen gyorsan elterjedt az autós ingázás Scarsdale, Mount Vernon, Bronxville és New Rochelle felől New Yorkba. Az 1920-as években 10 esztendőn belül elkészült a Hutchinson River Parkway (1928), a Saw Mill River Parkway (1929) és a Cross Country Parkway (1931) is. Ekkoriban még nem Los Angelesnek, hanem New Yorknak volt a legtöbb autópályája városa vonzáskörzetében.

Új típusú nagyváros

New York nem az egyetlen város volt 1900 körül, ahol tágas apartmanokat, földalatti vasutat vagy felhőkarcolókat építettek. A legnagyobb változások mégis ebben a városban következtek be, ugyanis New York egy új típusú nagyvárossá vált. Sehol máshol nem volt olyan egyértelmű a modern korszak beköszönte, mint Manhattanben és New York többi kerületében. A lakóházak, a felhőkarcolók, az áruházak, a baseball stadionok és földalatti vonalak minden ott élő és minden oda látogató számára egyértelmű újdonságok voltak. Ami pedig ennél is fontosabb: mindez együtt megváltoztatta az emberek napi rutinját, és az egyes nőv-mok összekapcsolódtak, illetve erősítették egymást. A nagy példányszámú újságok a nagyáruházak hirdetései révén komoly reklámbevételre tettek szert, ami magas példányszámuk mellett döntő volt abban, hogy olcsók maradtak. Az áruházak forgalma pedig komolyan függött a közlekedési lehetőségek fejlődésétől. Ha egy háziasszony például Brooklynban, Bronxban vagy a Lower East Sideon egy napilapban olvasott valamilyen szezonvégi kiadásról, akkor 5 centért jegyet válthatott a földalattira, amellyel könnyedén a Herald Squarehez jutott. Ennél a térnél, a 34. utcánál voltak a legnagyobb áruházak, ahol minden elképzelhető dolgot meg lehetett vásárolni. Ezzel pedig nem csupán egy üvegből és kőből álló nagyváros született, hanem új városi élmények is az emberek mindennapi életében. Ezzel lett New York a modern világ első modern városa.

MACZÁK MÁRTON



GYAKORIBBAK LEHETNEK, MINT EDDIG HITTÉK

Kedvező bucó-hírek Mohácsról

A fokozottan védett magyar és német bucóból, úgy tűnik, hogy több lehet a nagy folyóinkban, mint eddig gondoltuk. Ugyanakkor a magyar bucó Mohács térségében bizonyíthatóan sikeresen ívott az idén tavasszal – derült ki egy nemrégien lezajlott kutatásból.

Az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH) Ökológiai Kutatóközpont (ÖK) halökológusai, Szalóky Zoltán, Maroda Ágnes, és Sály Péter harmadik éve végzik halállomány-felmérést a kutatóközpont Közcélú Monitorozási projektje keretében, Tóth Balázs (Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság), és Mórocz Attila (Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság) szakmai közreműködésével – olvasható az ELKH ÖK közleményében. Június végén Mohácsnál számos, idején szaporulatból származó, 32–42 milliméter közötti testhosszúságú magyar bucó-ivadékat fogtak a kutatók – mondta el lapunknak Sály Péter, a kutatás vezetője. Hozzátéve, hogy ugyancsak számos, szintén fokozottan védett, ivarérett német bucót, illetve védett selymes durbinsc-ivadékat is fogtak a Szalóky Zoltán és munkatársai által kifejlesztett elektromos kecével, azaz keretes húzóhálózattal. Ezzel a vízfenéken, vagy annak közelében tartózkodó halakat lehet megfogni.

A bucók többnyire a mederközépen élnek, így a korábbi, a partszegélyt érintő kutatások során ritkán kerültek elő, ezért e fajokat ritkaságszámba menőnek gondolták a halbiológusok. A mostani felmérésekből adódó feltételezések szerint azonban úgy tűnik, hogy ennél gyakoribbak lehetnek. Különösen a német bucó, melynek népes állománya valószínűsíthető a Duna főágában.

S mit kell tudni a bucókról? Mint Sály Péter ismerteti: e sügérfélék közé tartozó fajok kizárólag a Duna és a Dnyeszter vízgyűjtőjében honos, ott bennszülött halak, melyek ezeken a területeken alakultak ki törzsfejlődésük során, s másutt nem is fordulnak elő. A folyókban jellemzően a dévér- és a márnázóna közötti szakaszon élnek leginkább – tehát a gyorsan, de azért nem nagyon gyorsan áramló vizekben, a mederközépen, a mélységi területeken. A magyar bucó felnőtt példányai tipikusan harmincegynéhány centiméteresek, a német bucó ennél kisebbre nő, jellemzően húsz-huszonöt



▲ Német bucók

◀ Magyar bucó
(Maroda Ágnes felvételei)

egyébként onnan lehet elsősorban megkülönböztetni, hogy a német bucó faroknyele vékonyabb, és a testén levő harántsáv mintázat is kifejezettebb, mint a magyar bucóé.

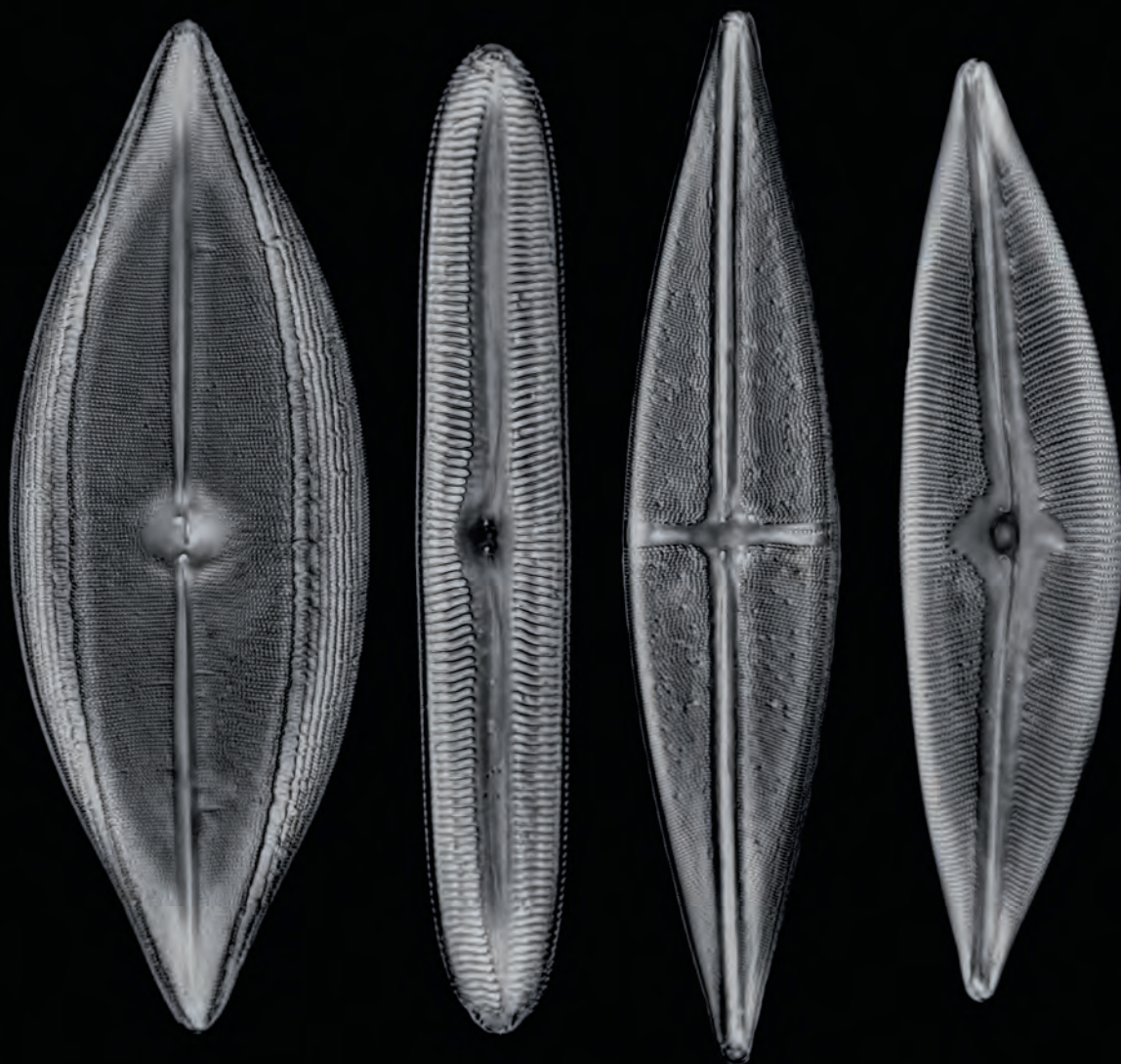
Íváskor ezek a halak a kavicsos-homokos vízfenéken megtisztítanak egy kis területet, a nőstények ide, a „fészekbe” rakják ragadós ikráikat, aztán kavicsot söpörnek rájuk. Egy nősténnyel több hím is ívhat. A kutatók feltételezik, hogy az ivadékokra sem jellemző a partközeli tartózkodás, a felnőtt egyedekhez hasonlóan főleg a mederközépen maradnak — ezért nemigen találtak belőlük a kutatók egyedeket addig, amíg el nem kezdték alkalmazni a mélységi területek vizsgálatára kifejlesztett elektromos kecét — mutat rá Sály Péter.

Hozzáteszi: a kutatások során a védett selymes durbinszból is fogtak ivadékokat; e faj egyedei éjjelente kihúzódhatnak a partközeli, egyébként pedig a kissé lassabb sodrású, homokborítású fenékviszonyok között élnek. Összességében a kutatások arra mutatnak rá, hogy — legalábbis Mohács térségében — az eddig gondoltaknál kedvezőbb lehet a helyzete ezeknek az egyébként erősen veszélyeztetett halaknak.

FARKAS CSABA

centiméteres nagyságú. Testalakjuk a fenéklakó mivoltukból eredően elnyújtott, a fej tájékán felülről lefelé kissé lapított, a hátvonaltól a faroknyél végéig hengeres, orsó alakú (ezért is hívja őket a népnyelv ekként: orsóhal). Pikkelyzetük, mint minden sügérfélélé, fésűs, ezért e halak tapintásra „érdesnek” tűnnek. Szájuk alsó állású, a hasoldalon található, ez is jellemző a táplálékot a fenékről szerző fajokra; táplálékuk fenéklakó szervezetekből, s olykor apró halakból áll. A két fajt

Nyitóképen: Német (balra) és magyar (jobbra) bucó



KOVAMOSZATOK FÉNYKÉPEKEN

Élőszövet az üvegvázon

James Cameron *Terminátor* című filmje 1984-ben mutatta be a világnak azt az utópisztikus humanoid robotot, mely egy fémvázon élőszövettel rendelkezik. A mozirajongók el voltak ragadtatva az ötlettől és a bemutatásának módjától, mivel ezek újszerűnek hatottak. Ámde az ötlet valójában már több millió éves (ami nem kisebbíti a film készítőinek érdemeit), a kovamoszatok már rég így élnek, csak épp nem fém-, hanem üvegvázat építenek maguknak. Ahogy a következőkben megismerkedhet a kedves Olvasó a kovamoszatokkal, láthatja majd, hogy egyebek tekintetében is sci-fibe illő az életük. Életmódjukon túl a hobbimikroszkóposokat az említett szilárd váz nyűgözi le jellemző módon – számtalan, iparművészeket megszágyenítő ornamentikájú változatot alkotott a természet gyönyörűségünkre.

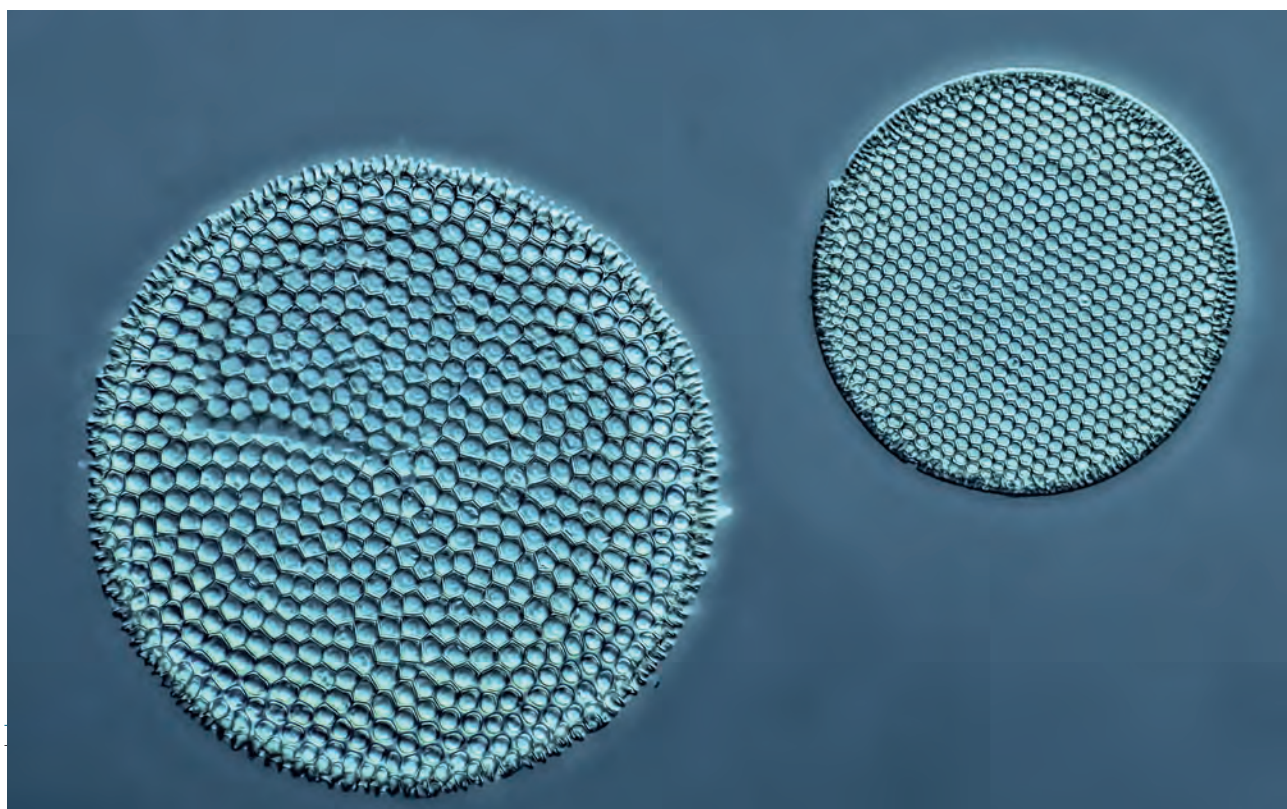
A kovamoszatok, vagy más néven kovaalgák, diatómák egysejtű élőlények. Leginkább vizekben élnek, de bárhol lehetnek, ahol van nedvesség, így a talajban is. Méretük átlagosan 2-200 mikrométer között változik, de hazánkban is él olyan faj, ami akár 0,5 milliméter hosszúságot is elérheti. Mint általában a növények, a kovamoszatok is leginkább fotoszintetizálással termelik meg a „napi betevőt” (pár fajuk heterotróf), színük

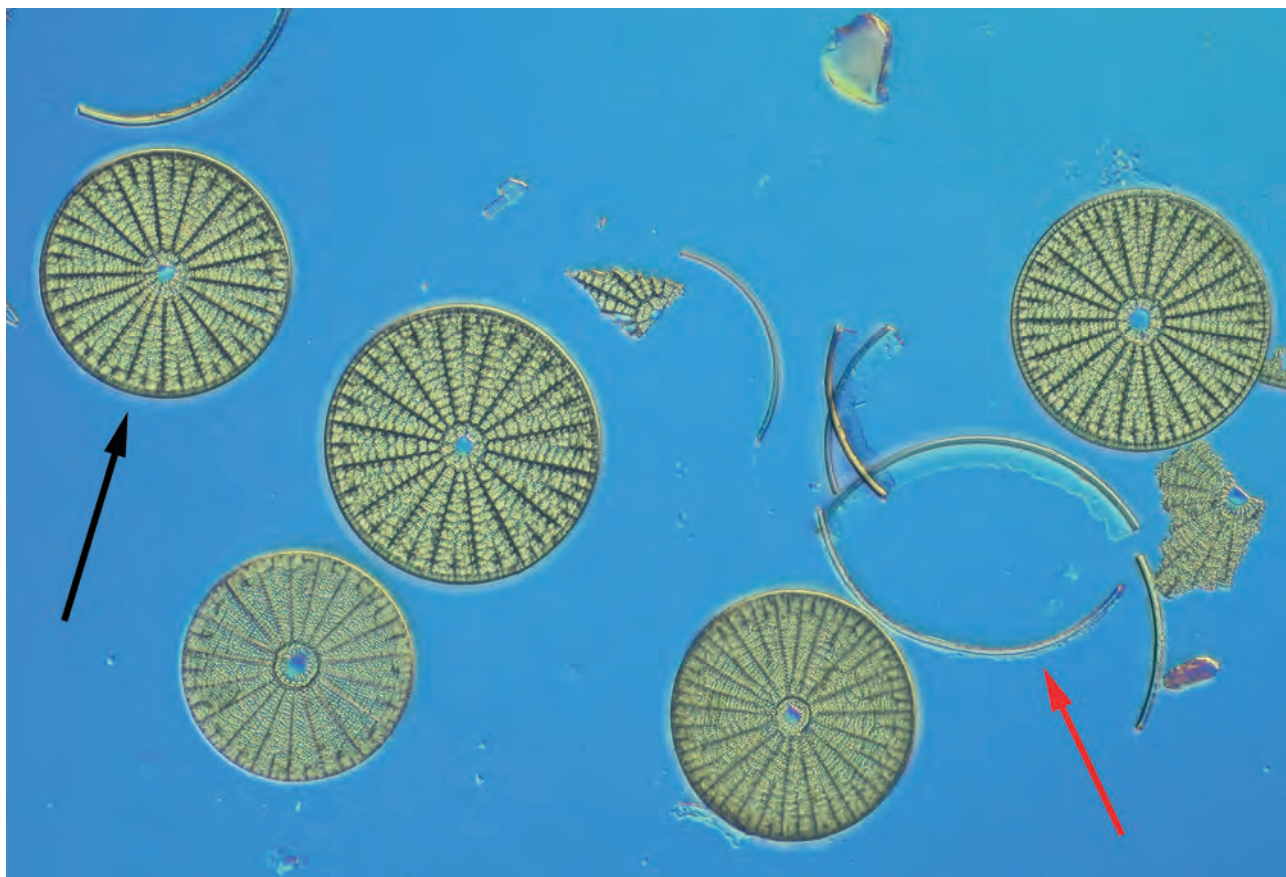
sárgásbarna, mivel a bennük található a- és c-klorofill színét más pigmentanyagok elfedik. Bár az Amazonas menti esőerdőket nevezik a világ tüdejének, tény, hogy valójában a világ kovamoszat-állománya termeli meg az oxigén 20-30 százalékát (óvatos becslések szerint is). Valamikor a jura időszakban jelentek meg, hogy hány fajuk volt és van azóta nincsenek pontos számok, de 20 ezer és 2 millió között ingadoznak a becslések.

Két nagy csoportba oszthatóak, a tengelyes szimmetriájú Pennalesekre és a sugaras szimmetriájú Centralesekre. Molekuláris genetikai vizsgálatoknak köszönhetően a hivatalos rendszertanuk az utóbbi években megváltozott és azóta több rendbe sorolják már a kovaalgákat, de a szakemberek még mindig használják ezt a hagyományos, egyszerű felosztást. A Pennalesek zömmel édesvízi fajok, a Centralesek főleg sósvíziek, ez a fosszilis fajokra is igaz. Vannak a vízben szabadon lebegő és vannak kötött életmódú kovamoszatok, főleg utóbbiak között vannak csoportosan élők is. A szabadon lebegők vagy ténylegesen csak úgy szabadon sodródhatnak a vízáramlatokkal, de olyanok is vannak, amelyek olajcseppecskéket szintetizálnak a testükbe és azok építésével vagy lebontásával „állítják be” azt a magasságot, ahol tartózkodnak a víztérben. A helyhez kötöttek egyfajta nyálkás anyagot szintetizálnak, amivel bármihez hozzá tudják rögzíteni magukat. Ez azonban nem egy fix ragasztó anyag, tudnak ennek a nyálkának a segítségével helyváltoztató mozgást is végezni, ilyenkor az egyfajta siklópályaként szolgál. A legérdekesebb helyváltoztató mozgást a tengerek homokos árapályzónáiban élő fajok produkálják. Ezek dagálykor a homok mélyére vonulnak, majd apálykor a víz levonulása után a felszínre jönnek fotoszintetizálni. Ha ilyenkor egy nedves papír törlőkendőt fektetünk a homok felszínére, azon is átmennek, így könnyen begyűjthetők. Ha utána a mintát egy edényben nedves homokra tesszük (akár kilométerekre a tengertől!), még ekkor is napokig képesek hat óránként a homok felszínéről a mélyére majd onnan vissza vándorolni.

A kovaalgák a vázukat vízben oldott szilikátvegyületekből szintetizált szilícium-dioxidból építik, ami teljesen áttetsző — ezt frusztulának hívják. A sejtfaluk ebből és a hozzá tapadó vékony, a váz alakját tökéletesen felvevő membránból áll. A frusztula két egymásba fekvő félből tevődik össze, ezt úgy kell elképzelni mint a sajtosdobozt — a két fél néhány fajt leszámítva identikus mintázatú, de az egyik kicsit kisebb mint a másik. A nagyobb felet epitékának, a kisebbet hipotékának hívják. A tékák is két egységre oszthatóak, a lyuggatott szerkezetű héjra (valva) és héjövre (cingulum). A bevezetőben említett ornamentikát a valva képleteinek köszönhetjük, a cingulum általában nem nyújt semmilyen vizuális élményt. Pár ritka kivételt leszámítva a valva részletei is csak a moszat szerves anyagainak elroncsolása után válnak láthatóvá teljes mértékben. Ezek a képletek természetesen nem a mi szórakoztatásunkra vannak, hanem különböző sejtfunkciók társulnak hozzájuk, jellemzően az anyagcserével és mozgással kapcsolatban. A Pennaleseknél általában találhatunk egy részszerű, a tengely irányában húzódó hosszanti mélyedést (raphe) mindkét valván, ezek a biraphid fajok. A monoraphid fajok csak az egyik valván bírnak ezzel a hasítékkal, az araphidok egyiken sem. Centraleseknél nincs raphe egyáltalán. A rajzolatot a raphén túl a valva felszínén található különböző méretű, alakú, funkciójú „lyukak” adják: areolák, puncták, stigmaták, stb. Ha ezek a pontszerű képletek vonalba rendeződnek, azt hívjuk striának.

Fosszilis, Centrales kovamoszatok vázai
(Suzu City, Japán)





Nagy stratégiák

A szaporodási stratégiájuk szintén nem mindennapi módon ötvözi a természetből máshonnan ismert elemeket. Leggyakrabban ivartalanul, osztódással szaporodnak. Miután a sejt belseje kettéosztódott, a két téka szétválik és mindkettő visz egy-egy leánysejtet és kiépít egy másik tékát. Arra számíthatnánk, hogy az a sejt, amelyik az epitékát vitte, az épít egy hipotékát, amelyik a hipotékát, az pedig egy epitékát, de a valóságban ez nem így történik — mindkét fél egy hipotékát tud csak építeni. Mivel a hipotéka kisebb mint az epitéka, az egyik utódsejt kisebb lesz mint a másik. A következő osztódásnál szintén lesz egy még kisebb utódsejt és így tovább. (Ez egyébként megnehezíti egyes esetekben a morfológia alapján történő fajmeghatározást, mivel az egyik faj kisebb egyedei nagyon hasonlíthatnak a másik faj nagyobb egyedeire. Néhány Centralesnél még a mintázat egyszerűsödése is megtörténhet!) Ez azonban a végtelenségig nem folytatható, előbb-utóbb elérkezik az osztódással kovaalgánk a legkisebb méretig, amikor már túl szűkös a váz a sejtfunkciókhoz. Ekkor kerül sor az ivaros szaporodásra — ha két törpesejt egymás mellé sodródik, mindkettőben meiózis útján létrejön két gaméta. Az egyik sejtben aktív, a másikban passzív gaméták. Az aktívak átvándorolnak a passzívokhoz,

Pókhálószerű rajzolatukról kapták a nevüket ezek a kovamoszatok - *Archnoidiscus* sp. A valók mellett (fekete nyíl) láthatóak a cingulumok (piros nyíl) darabkái is.

ezzel megtermékenyítik azokat. Az így kialakult zigóta úgynevezett auxospórává alakul, ami megnő a fajra jellemző méretre, majd szintetizál egy epitékát és egy hipotékát magának.

De a dolog itt még nem ér véget! Egyes kovamoszatok ivartalan úton is tudnak auxospórát képezni. Ilyenkor a két téka kettéválik, a csupasz, sejtfal nélküli sejt megnő, átalakul auxospórává és megépíti a tékákat. De ez olyankor is megtörténhet, amikor az életkörülmények nem kedvezőek — fényhiány, tápanyaghiány lép fel például. Ilyenkor az auxospóra egyfajta hibernációs szereppel bír és a körülmények javulása esetén alakul át kész sejté.

Mikroszkóposok öröme

Ha hobbimikroszkóposként diatómagyűjtésbe fogunk, akkor is örömeinket fogjuk lelteni a dologban, ha csak néhány fajt szeretnénk látni, élő mivoltukban. Ha azonban ténylegesen gyűjtésként kezeljük a helyzetet és minél több fajt szeretnénk tanulmányozni, akkor a több élményért cserébe több ismeretre és munkára lesz szükségünk. S bár a bevezetőben említésre került,



Az egyik legtöbbet említett, legendás fovaföld lelőhely egy Oamaru nevű kisváros Új-Zélandon. Onnan származik ez a Biddulphia váz.

hogy kovamoszatok mindenhol élnek, ez nem azt jelenti, hogy bárhol, vagy hogy bármely évszakban begyűjthetők. Próbálkozni mindig érdemes, de ne csüggedjünk, ha egy kis tóból nyáron a zöldalgák túltengésekor, vagy például egy gyors folyású hegyi patakából vett mintánkban nem találunk sokat. Még izgalmasabb a fosszilis fajokkal való ismerkedés, de itt hatványozottabban több energiabefektetésre és elhivatottságra van szükség részünkről.

Legegyszerűbben állóvizekből tudjuk begyűjteni a helyhez kötött életmódot folytató fajokat. Ehhez keressünk valamilyen nagyobb növényt vagy mesterséges

Tengeri kovamoszatok egy fonalas moszathoz rögzülve

tárgyat, ami tartósan legalább jó pár hete a vízfelszín alatt, de annak közelében van és azt ki tudjuk rövid időre emelni a vízből. Sima felszínű kő, vízbe lógó nádlevél, hajókötél, ilyesmi dolgokat keressünk. Ha megvan és találunk rajta sárgásbarna, nyálkás bevonatot, akkor nyert ügyünk van. Ezt kell óvatosan valamilyen gyűjtőedénybe kapargatnunk egy plasztikkártyával, vagy fogkefével és máris vizsgálhatjuk a mikroszkóppal. Ha nem találunk ilyen bevonatot vagy nem tudjuk a hozzá tartozó tereptárgyat kiemelni, akkor bármelyik moszat- vagy hínárcsomóban is találhatunk megtelepedett diatómákat, csak épp szerényebb mennyiségben. Jó, ha mintagyűjtés előtt megszabadulunk az esetleges iszaptól, azt óvatosan söpörjük a vízbe előbb. Minél jobb a vízminőség, annál több fajra bukkanhatunk már egy csepp mintában is, viszont szennyezett vagy eutrofizált vizekben jellemzően pár fajra korlátozódik a kovaalga-flóra. Adott helyen sem feltétlenül homogén az egyes diatómák előfordulása, vízmélységtől, vegetációtól, megvilágítástól függően például. Szabadon lebegő fajokra planktonháló segítségével tehetünk szert, ez esetben már kevésbé elvárható a siker, bár nem egy lottó ötös esélyéről beszélünk. A háló lyukbőrsége legfeljebb 80 mikron legyen, de inkább 20-50 mikron között valahol.

A mintánkat legkönnyebben natívan vizsgálhatjuk, ami azt jelenti, hogy a begyűjtött mintát cseppentjük közvetlenül a tárgylemezre. Ámde a frusztulák teljes díszítettsége így nem látszik, csak akkor, ha elroncsoljuk a kovaalgák szerves állományát és mellőlük minden egyéb szerves anyagot. Ekkor még mindig csak



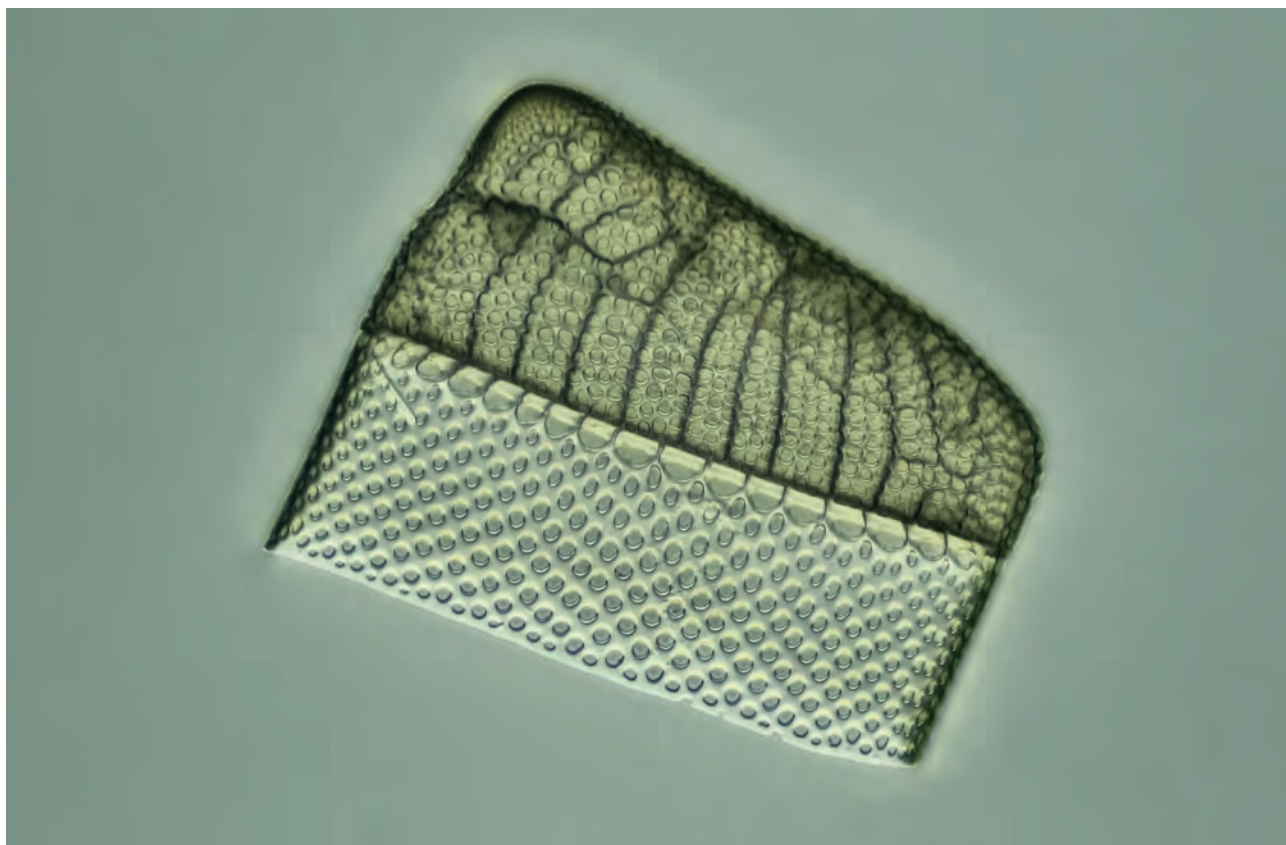
az ideiglenes preparátumnál tartunk, a következő lépcsőfok a tartós preparátum, a kovavázakhoz való beágyazóanyag használatával. Az ezekhez a lépcsőkhöz szükséges „vegyszekedés” részletes bemutatása bőven túlmutat egy ismeretterjesztő cikk keretein, így csak a fontosabb támpontokról lesz szó most. Tovább árnyalja a képet, hogy a különböző vegyszerek, amik az igényes tartós preparátum készítéséhez hagyományosan használatosak, vagy csak külföldről beszerezhetők, vagy a különböző antiterrorista jogszabályok miatt már csak szakemberek számára hozzáférhetők legálisan. Mivel agresszív kemikáliákról van szó, amúgy is fokozott óvatosságot és szakirányú ismereteket követel meg ezeknek a használata, de nem hagyhatjuk szó nélkül, hogy az amatőr természetbúvárok lehetőségei hogyan szűkülnek évről-évre a jogi körülmények változásai miatt.

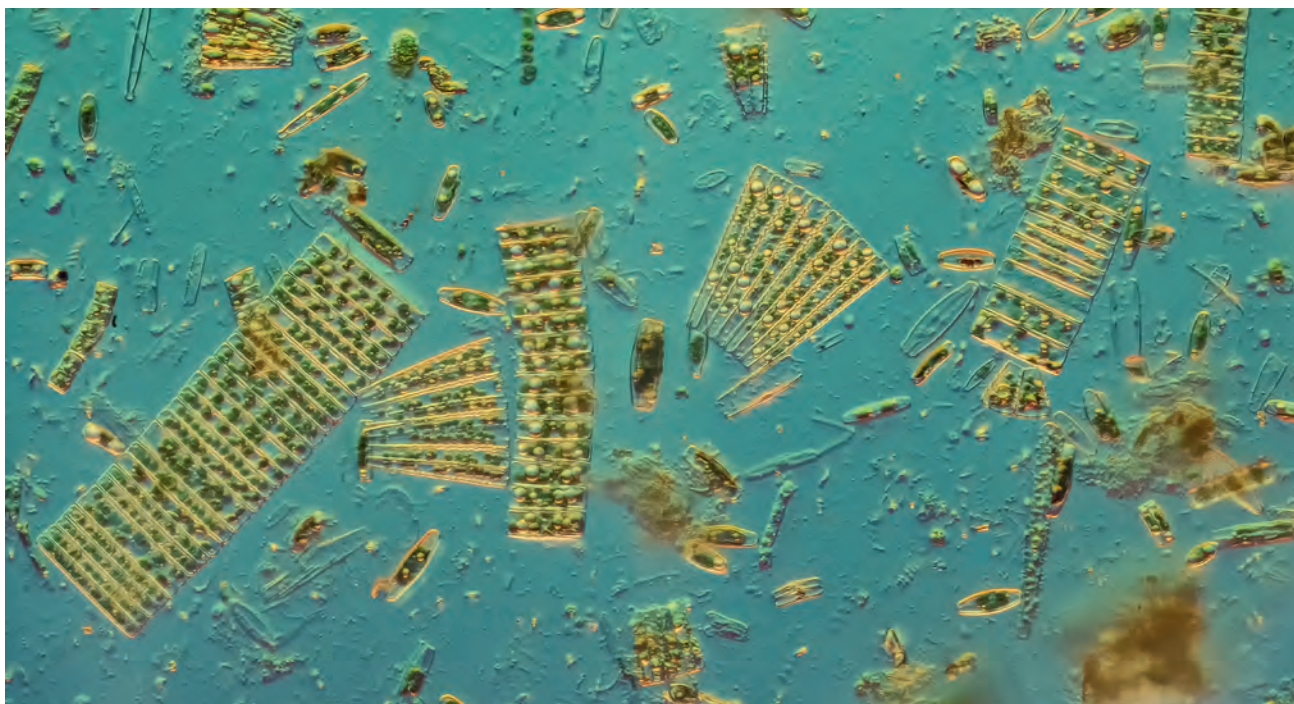
Térjünk vissza azonban a mintánkhöz — begyűjtöttük a tóból egy nyálkás nádlevélről és most van egy sárgásbarna szuszpenziónk tele diatómáival. Ülepítsük ezt le egy üvegedényben — körülményektől függően pár óra vagy fél nap alatt a nagyja az edény aljára süllyed. A felülúszót vagy óvatosan szívjuk le egy fecskendővel

vagy egy határozott mozdulattal öntsük le, a leülepedett részhez pedig öntsünk bőségesen 10-20 százalékos sósavat. Nem kell patikai tisztaságú, a háztartási bőven megteszi. Szuszpendáljuk újra benne az üledéket, majd főzzük az elegyet fél — egy óráig. Ha van elszívóval rendelkező vegyszerfülkénk, akkor természetesen használjuk ki, de ilyen kevés embernek van otthon, ezért inkább kültéren dolgozzunk, jól szellőző helyen. Ennek a lépésnek az a célja, hogy feloldjuk vele a kovalgák nyálkás ragasztóanyagát, illetve a vízben oldott mészvegyületeket, azok ugyanis a későbbi lépések során oldhatatlan csapadékokat képezhetnek. Nem kell aggódnunk, hogy esetleg tönkretesszük a mintát, a diatómák váza savas kémhatásra nem érzékeny, csak lúgosra.

Miután kihűlt és leülepedett a sósavas szuszpenziónk, kimossuk abból a sósavat. Az előzőekhez hasonlóan eltávolítjuk a felülúszót és ioncserélt vízzel helyettesítjük azt, majd teljes leülepedés után újra és újra. A cél az, hogy legyen egy semleges kémhatású szuszpenziónk, ha tudunk pH-t mérni, az megkönnyíti annak eldöntését, hogy meddig kell mosnunk. Bár egyes protokollok és interneten elérhető videók javasolják, ne használjuk laborcentrifugát vagy kézi centrifugát az ülepítéshez, legyünk inkább türelmesek. A centrifugálás egyrészt összetöri az

Néha extrém megjelenésű, teljesen egyedi vázak alakultak ki a kovamoszatok evolúciója során — *Isthmia nervosa*, Csendes-óceán





Élő kovamoszatok egy lassú folyású magyarországi patakából gyűjtve. Láthatóak csoportosan és magányosan élő fajok is.

érzékenyebb vázakat, másrészt nem hagy időt, hogy a még nem kettévált valók közé került vegyszerek kioldódjanak.

A tisztítás ezen a ponton jut el oda, ahol a szakember és a laikus lehetőségei egymástól eltávolodnak. A szerves anyag elroncsolásához ugyanis általában forró tömény kénsavat, hidrogén-peroxidot, esetleg tömény salétromsavat használunk, vagy makacs esetekben ezek keverékeit (ami adott esetben már robbanásveszélyes is!). Ha nem is tökéletes, de szerencsés eset-

Édesvízből történő kovamoszatgyűjtéshez ideális egy ilyen hónapok óta a vízfelszín alatt korhadó ágdarab. A rajta kialakuló nyálkás bevonat igazi aranybánya lehet.



ben használható eredményt érhetünk el a háztartásban könnyebben elérhető vegyszerekkel is, leginkább a közönséges hipót érdemes megemlíteni. Bár ez lúgos kémhatású, ha nem melegítjük és mihamarabb kimoszuk, csak az érzékenyebb vázakat fogja kicsit megmarni. Ugyanúgy leüleptített szuszpenzióhoz öntjük hozzá és ugyanúgy váltott ioncserélt vizes mosással szabadulunk meg tőle.

Ha idáig eljutottunk, ha nem is teljesen szennyeződésmentesen, de sokkal kevesebb zavaró tényező mellett tekinthetjük meg a diatómavázakat — jobban láthatóak már a különböző felszíni képletek is. Ekkor szembesülünk a következő problémakörrel: egy üvegből készült valamit vizsgálunk vizes szuszpenzióban üveglemezek között. Hacsak nem használunk valamilyen kontrasztfokozó eljárást a mikroszkópunkon (ferde megvilágítás, fáziskontraszt például), akkor igazán diszkréten tárulnak fel azok a bizonyos részletek. A megoldás a már említett kontrasztfokozás, de jobb, ha ezt magas törésmutatójú beágyazóanyaggal egészítjük ki, pontosabban olyanal, ami magasabb mint a kovamoszaté. Ez az érték 1,43, a magasnak nevezett törésmutató pedig nagyjából 1,65-1,75 között változik, készítménytől függően. Ezeket a beágyazóanyagokat még külföldön, ahol többen használják, még ott is kisipari léptékekben készítik, az egyes termékek hol kaphatóak, hol hosszú évekig nem, a szintézisük gyakran ipari titok, vagy bonyodalmas. A könnyebben hozzáférhető beágyazók (kanadabalzsam, UV ragasztók) törésmutatója 1,5 körül mozog, ami nem

tökéletes, de a semminél sokkal jobb, elődeink is ilyeneket használtak a magas törésmutatójú beágyazóanyagok megjelenéséig.

Az elődök hagyatéka

Elődeink márpedig igencsak aktívak voltak a témakörben, kiváltképp az 1800-as évek második felétől az 1900-as évek elejéig. Kedvtelésből is annyian foglalkoztak mikroszkópizálással, hogy több vállalkozás is megélt kész preparátumok egyedi gyártásából. Ezek közül a legértékesebbek azok, amelyekben a frusztulák egyesével, kézzel vannak elrendezve vagy valamilyen geometriai formába vagy stilizált ábrába. Ez egy rendkívül időrabló és komoly tapasztalatot igénylő művelet, egy vékonyra húzott üvegkapilláris, vagy valamilyen szőrszál segítségével az ömlesztett mintából lehet az ép, érdekes vázakat kiválogatni és helyükre rendezni. A fennmaradt preparátumok közül sok kerül az ismert internetes piacterekre és komoly pénzért cserélnek gazdát. Ma már csak néhány tucatnyi ember foglalkozik ezzel a művészetnek is nevezhető preparátumkészítési technikával. A modern kori művelői közül kiemelkedett Klaus Kemp, aki nemrég hunyt el. Az „aranykor” rekordere Johann Diedrich Möller volt, aki több ezer másik alkotása mellett 1890-ben 4026 különböző fajhoz tartozó diatómavázat rendezett egymás mellé. Muszáj megemlítenünk hazánk képviselői közül Pantocsek Józsefet, aki 1846 és 1916 között élt. Orvosi hivatása mellett olyan komoly szinten foglalkozott a kovamoszatok kutatásával, hogy még ma is világszerte ismertek a művei a témával foglalkozók körében.

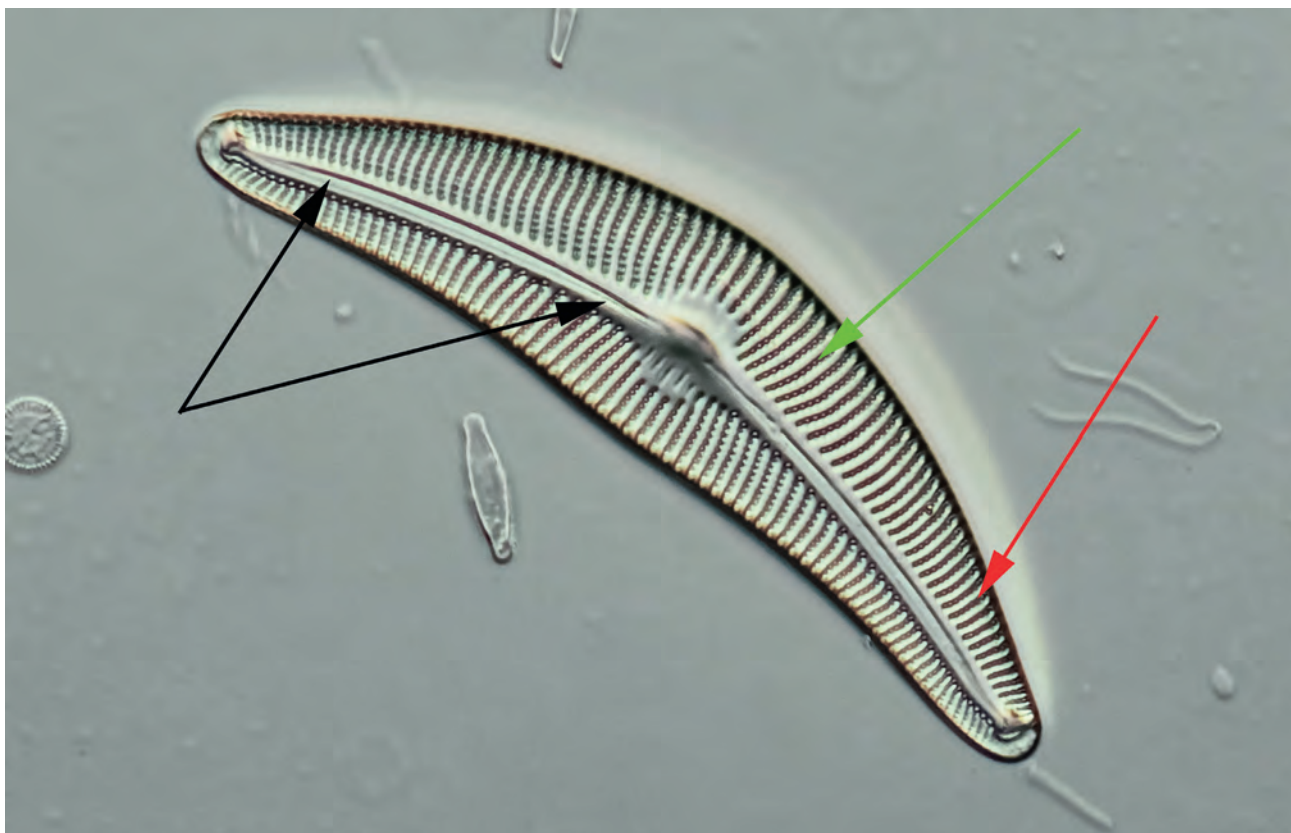
Eleddig a ma élő diatómákról volt szó, most azonban térjünk rá a fosszilizésekre. Ezek létezése nagyban hozzájárult, hogy a kovamoszatok elfoglalják előkelő helyüket a hobbimikroszkóposok és a kutatók érdeklődési

körének palettáján. Ha lehet, még a recens fajoknál is változatosabb társaságról van szó és paleobotanikai szempontból kiváló minőségű minták állnak a rendelkezésre.

Elviekben bármely tengeri vagy édesvízi eredetű üledékes kőzetben megtalálhatóak, ami a jurakor vagy az után keletkezett, de csak ott érdemes keresgélni őket, ahol kőzetalkotó mennyiségben vannak jelen, ezt hívják úgy, hogy kovaföld. Ezek akkor képződtek, amikor egy-egy vízterületen vulkanikus tevékenység következtében jelentősen megnőtt az oldott szilikátvegyületek mennyisége, ami lehetővé tette az ott élő kovamoszatok gyors elszaporodását, elvéve az életteret ezáltal más élőlényektől. Az elpusztult példányok vázai leülepedtek a fenékre és idővel foszszilizálódtak az élőhely mészvegyületeivel, szerves anyagainak maradványaival. Ugyanúgy mint egy ma begyűjtött, friss mintánál itt sem mindegyik szolgál extra látvánnyal, bőven van olyan eset, hogy pár faj található csak meg benne. Ráadásul az évmilliók alatt bőven volt lehetősége összetörni az üvegváznak, így még a szép fajokban gazdag minta sem feltétlenül ideális mikroszkópos célokra. A kovaföld változó színű és állagú, de jellemzően könnyű, világos fehér – sárgás, kézzel könnyen törhető kőzet. Az 1800-as években fedezték fel, akkor indult be az ipari felhasználása is, ami napjainkban is tart. Használják szűrők alapanyagának, adszorbensként, csiszolóanyagként, macskaalomként, és ami gondolkodó emberből ambivalens érzéseket válthat ki: robbanószer gyártáshoz. Az 1800-as években ugyanis kiterjedten használták a nitroglicerint a bányászatban és az építőiparban robbanóanyagként, de nagyon balesetveszélyes volt, mert gyakoriak voltak a véletlen detonációk, akár szállítás közben. Egy svéd vegyész azonban rájött, ha kovafölddel itatja fel a nitroglicerint, akkor teljesen stabil

Kovaföldminták a Föld különböző pontjáról
(balról jobbra: Barbados, Oregon, Kalifornia)





Pennales kovamoszat valvája. Jól látható a testen végighaladó osztott raphe (fekete nyíl), az arra merőleges striák (piros nyíl). Megfelelő nagyítás és élességi sík esetén látható, hogy a striák apró nyílásokból, areoálkból állnak össze (zöld nyíl).

és biztonságos robbanóanyaghoz jutunk, az erejének csökkenése nélkül. A módszert szabadalmaztatta és mesés vagyona tette szert. Alfred Nobeltől van szó, aki végrendeletében a pénzének a kamatait a tudomány rendszeres díjazására szánta, ez a Nobel-díj. Egyfelől pozitív a történet, mivel a tudomány képviselői közül évről-évre méltó módon megjutalmazhatják azokat, akik arra a legérdemesebbek, illetve a robbanási balesetek áldozatainak csökkenése is öröndetes. Szomorú azonban, hogy a dinamitot nem csak békés célra használják és az is, hogy az előállítás során rengeteg pótolhatatlan fosszilis anyag veszett kárba. Van olyan lelőhely, ami a történelmi Magyarország területén volt, a fajösszetétele egyedi volt, de a múlt század nagy háborúi idején teljesen kibányászták, hogy dinamitot gyárthassanak belőle.

A fent említettek több eleme rímél a kovaföld és a fosszilis kovamoszatok jelenlegi felhasználására és az ahhoz való hozzájutáshoz mikroszkópos vizsgálatok céljából. Manapság is napi több tonnát bányásznak a világ minden pontján az ipar számára, ugyanakkor a hobbi-mikroszkóposok nagyon nehézkesen

jutnak csak hozzá értékelhető alapanyaghoz. Ennek köszönhető, hogy a témával foglalkozók között kontinenseken átívelő barátságok, csereügyletek alakulnak ki. Hazánkban is van néhány lelőhely az Északi-középhegységben, Erdőbényén bánya is üzemel. Itt édesvízi eredetű kovaföld található. Szurdokpuszti mellett is volt egy kovaföldbánya, ebben volt édesvízi és sósvízi réteg is. Mikroszkópos szempontból a faluban található Kastélydomb volt a legizgalmasabb ezek közül, azonban az ottani lelőhely csak réges-rég volt hozzáférhető egy építkezés miatt. Több értékes lelőhely a történelmi Magyarország területén van, de ezek többsége sem hozzáférhető már földmozgások, építkezések miatt.

A cikk végére kívánczik a kovaföld egy manapság népszerű felhasználása: perui kovaföld néven árulják őrölt formában és a leírások szerint szinte „mindenre jó”, ha megesszük. De ezzel kapcsolatban emlékeztetnék arra, hogy a kovaföld nagy része elpusztult kovamoszatok vázából áll, ami pedig szilícium-dioxidból – azaz kémiaiilag ugyanabból, mint a kvartchomok...

MÁRKUS BÁLINT

Nyitóképünk: Biraphid Pennales kovamoszatok vázai (balról jobbra: *Neidium* sp, *Pinnularia* sp, *Stauroneis* sp, *Cymbella* sp.)

CSODÁNAK KÉSZÜLT...

Kompozitok a kukában

Becslések szerint 2030-ra a szén- és üvegszálak kompozitok (CFRP) – az autógyártásban, az építőiparban, a hajók, a hidrogéntartályok és a repülőgépek előállításához általánosan használt anyagok – világszerte az egyik legfontosabb hulladékforrássá válnak.

Csak a repülőgép- és szélturbinaiparból származó CFRP-hulladék éves felhalmozódása 2050-re várhatóan eléri a 840 300 tonnát, ami 34 teljes stadionnak felel meg, ha nem alkalmaznak megfelelő újrahasznosítási módszereket. Bár léteznek újrahasznosítási technológiák, a hulladék nagy része jelenleg lerakókba kerül vagy elégetik. A „szűz” kompozitok gyártása további környezeti hatásokkal jár, beleértve az erőforrások kimerülését és az előállítás során felhasznált nagy mennyiségű energiát.

Ez annak ellenére van így, hogy számos módszer létezik a szénszálak kompozitok újrahasznosítására, melyek a Sydney-i Egyetem kutatócsoportja szerint, ha teljes mértékben megvalósulnak, jelentősen, akár 70 százalékkal csökkenthetik az energiafelhasználást, és megakadályozhatják, hogy a legfontosabb anyagok hulladékká váljanak.

A szénszálak kompozitokat egy ideje már „csodaanyag-nak” tartják – időjárásálló, rendkívül sokoldalúak, és nem utolsósorban tartósak – olyannyira, hogy az előrejelzések szerint csak a következő évtizedben legalább 60 százalékkal bővül a felhasználásuk. Ez a hatalmas növekedés azonban a hulladék mennyiségének óriási mértékű gyarapodásával is jár. Becslések szerint például 2030-ra mintegy 500 000 tonna szén- és üvegszálak kompozit hulladék fog keletkezni csak a megújuló energiaszektorból.

E probléma megoldására forradalmi újrahasznosítási módszert dolgoztak ki a szén- és üvegszálak kompozitok számára, hogy megakadályozzák hulladéklerakókba kerülésüket. A *Composites Part B: Engineering* szakfolyóiratban közzétett megközelítés a korábbi módszerekhez képest nagyobb anyagvisszanyerést és jobb energiahatékonyságot biztosít.

A kutatók elemzése rámutatott, hogy az előkezelt CFRP egy további reakciószakaszon megy keresztül, ami a kezeletlen változatához képest alacsonyabb hőmérsékleten fokozott lebomlást tesz lehetővé. A szolvólízis-előkezelés nemcsak a hatékonyságot növeli, hanem a szálak mechanikai tulajdonságait is megőrzi azáltal, hogy csökkenti a hőfelhasználást az újrahasznosítás során.

Az előkezelt CFRP-ből nyert újrahasznosított szálak eredeti szilárdságuk akár 90 százalékat is megtartották, 10 százalékkal meghaladva a pusztán termikus lebomlással visszanyert szálakét. Megközelítésük valószínűleg alkalmazhatóságának szemléltetésére a kutatók sikeresen hasznosítottak már újra kerékpárvázat és CFRP-kompozitokból készült repülőgép-hulladékokat. Eredményeik nemcsak a kémiai előkezelés hatékonyságát igazolják, hanem az újrahasznosított szénszálak előnyösebb mechanikai jellemzőit is bizonyítják.

Egy korábbi tanulmányban a kutatócsoport tíz különböző szén- és üvegszálak kompozit hulladékkezelő rendszer részletes értékelését is bemutatta a gazdasági hatékonyság és a környezeti hatások alapján, figyelembe véve a hulladékanyag típusát és földrajzi elhelyezkedését.

A szolvólízissel – egy olyan módszer, amely során az anyagok oldószer alkalmazásával, meghatározott nyomáson és hőmérsékleten lebonthatók – a szénszálak magas nettó nyereséggel visszakaphatók. Az olyan termikus újrahasznosítási módszerek, mint a katalitikus, vagy az oxidációval kombinált pirolízis szintén jelentős gazdasági megtérülést biztosítanak.

Az elektrokémiai módszerekről is kiderült, hogy lényegesen alacsonyabb CO₂-kibocsátást eredményeznek a légkörbe, mint a hulladéklerakás vagy az égetés. A kutatók szerint a gyártóknak túl kellene lépniük a szűz anyagok folyamatos előállításán, és ezzel párhuzamosan újrahasznosított termékeket kifejleszteniük az életciklusuk végén keletkező anyagokból.

A növekvő ellátáslánc-zavarok korában a helyi újrahasznosított termékek a behozatallal összehasonlítva azonnali hozzáférést biztosíthatnának, és korszerű feldolgozóipart hozhatnának létre. Ahogyan a mindennapi fogyasztói újrahasznosítás tudatossága növekszik, és a műanyag hulladék a figyelem középpontjába kerül, sürgősen fontolóra kell venni az új generációs építőanyagok széles körű újrahasznosítását is, mielőtt azok újabb hulladékproblémaként jelentkeznenek.

(The University of Sydney)



BŐVÜL A KOMPOSZTBA DOBHATÓK LISTÁJA

Plasztik, ami bio

Műanyagokat életünk szinte minden területén használunk. Ezek olcsón előállíthatók és hihetetlenül megbízhatók. A probléma akkor jelentkezik, amikor valamilyen műanyagot már nem használunk – az ugyanis évekig megmaradhat a környezetben. Idővel pedig kisebb darabokra, úgynevezett mikroműanyagokra bomlik, amelyek jelentős környezeti és egészségügyi problémákat vethetnek fel.

A legjobb megoldás az lenne, ha inkább biológiailag lebomló, bioalapú műanyagokat használnánk, de sok ilyen nem úgy terveztek, hogy házi komposztálási körülmények között lebomoljon. Ezeket komposztáló létesítményekben kell feldolgozni, amelyek nem mindenhol állnak rendelkezésre.

A Washingtoni Egyetem kutatóinak vezetésével olyan új bioműanyagokat fejlesztettek ki, amelyek ugyanannyi idő alatt bomlanak le a házi komposztálóban, mint egy banánhéj. E bioműanyagok teljes egészében kék-zöld cianobaktérium-sejtekből, más néven spirulinából készülnek.

Az ebből létrehozott port hővel és nyomással különböző formákba alakították, ugyanazzal a feldolgozási technikával, melyet a hagyományos műanyagok előállításához használnak. A keletkezett bioműanyag mechanikai tulajdonságaiban hasonló az egyszer használatos, kőolajból származó műanyaghoz. Az erről szóló tanulmány az *Advanced Functional Materials* szaklapban jelent meg.

A kutatók motivációját az jelentette, hogy olyan bioműanyagokat hozzanak létre, amelyek egyszerre bioszármazékok és lebomlanak a kertünkben, ugyanakkor feldolgozhatók, méretezhetők és újrahasznosíthatók. Az általuk kifejlesztett, kizárólag spirulinát felhasználó bioműanyagok nemcsak a szerves hulladékok lebomlási jellegével rendelkeznek, hanem átlagosan tízszer

erősebbek és merevebbek, mint a korábbi spirulinás bioműanyagok. E tulajdonságok új lehetőségeket nyitnak meg a spirulina-alapú műanyagok gyakorlati alkalmazása előtt a különböző iparágakban, beleértve az eldobható élelmiszer-csomagolásokat vagy a háztartási műanyagokat, például üdítő palackokat vagy a tálcákat.

A kutatók több okból is úgy döntöttek, hogy spirulinát használnak bioplasztikjuk előállításához. Először is nagy mennyiségben termeszthető, mivel az emberek már használják különböző élelmiszerekhez és kozmetikumokhoz. Emellett sejtei növekedésük során szén-dioxidot kötnek meg, így ez a biomassa szén-dioxid-semleges, vagy kedvező esetben akár szén-dioxid-negatív alapanyagot is jelent a műanyagok számára.

Az átállás nem azt jelenti, hogy a nulláról újra kell tervezni a gyártósorokat, ha ipari méretekben szeretnék felhasználni, ugyanis megszüntették az egyik közös akadályt a laboratórium és a gazdasági igényeket kielégítő méretnövelés között. Például sok bioműanyagot olyan molekulákból állítanak elő, amelyeket biomasszából, például tengeri moszatból vonnak ki, és teljesítménymódosítókkal keverik össze, mielőtt filmekké öntenék ki ezeket. Az anyagoknak oldat formájában kell lenniük a művelet előtt, és ez nem skálázható.

Más kutatók is használták már spirulinát bioműanyagok előállítására, de a most gyártottak sokkal erősebbek és merevebbek, mint a korábbi próbálkozásoké. A mikroszerkezetet és a kötéseket a feldolgozási körülmények – például a hőmérséklet, a nyomás, vagy az idő – megváltoztatásával optimalizálták, és tanulmányozták az így kapott anyagok szerkezeti tulajdonságait. Ezek azonban több okból is még nem állnak készen arra, hogy ipari felhasználásra méretezzék őket. Például, bár erősek, jelentős kihívás, hogy érzékenyek a vízre.

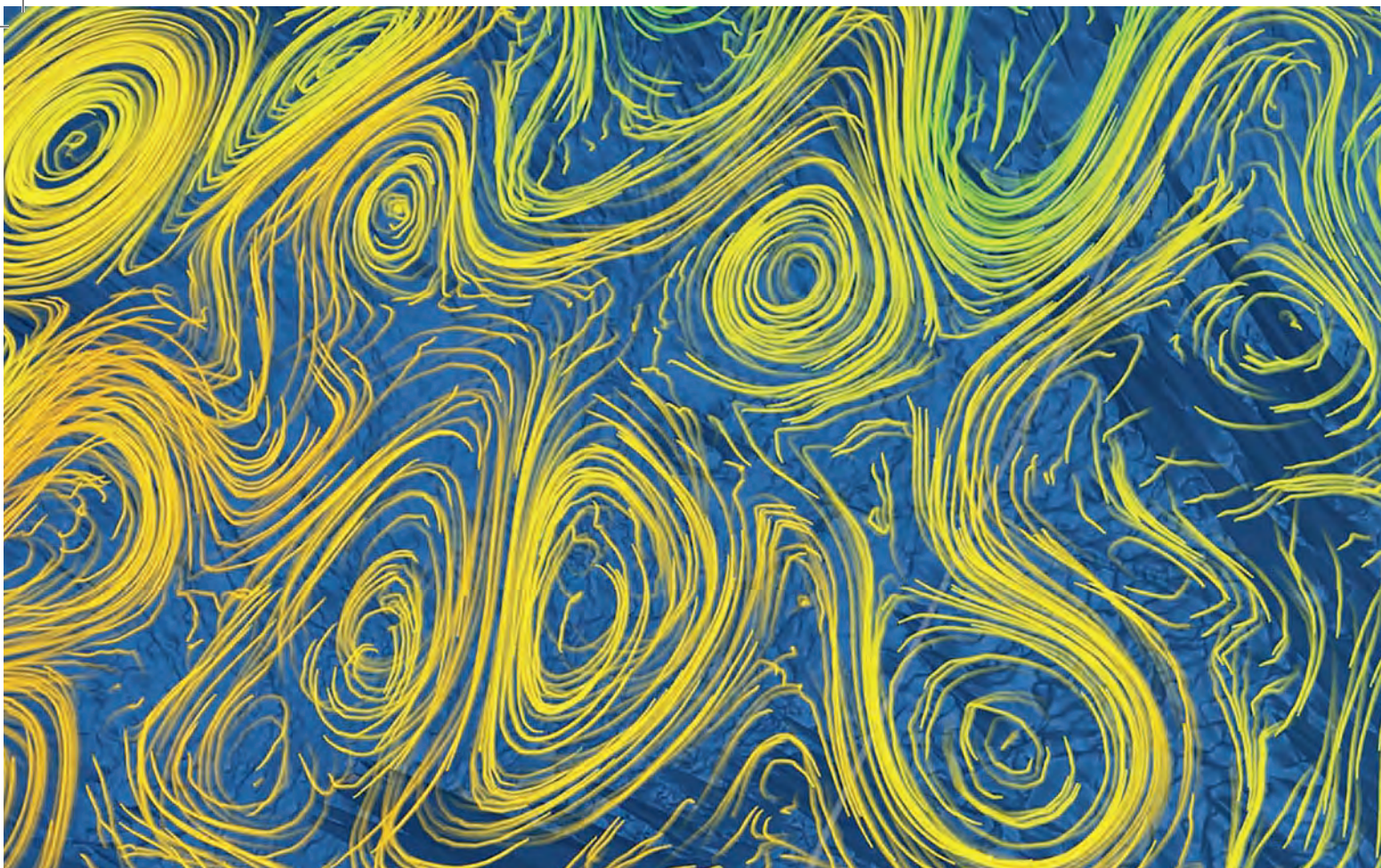
A kutatócsoport foglalkozik e kérdésekkel, és folytatja az anyagok viselkedését meghatározó tényezők vizsgálatát. Remélik, hogy a bioműanyagok széles választékának létrehozásával különböző helyzetekre tervezhetnek, ami hasonló lenne a meglévő kőolajalapú műanyagok sokféleségéhez. (University of Washington)

A KEHOP-3.1.5-21-2021-00003 sz. projektet támogatta Magyarország Kormánya és az Európai Unió.

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYAEurópai Unió
Kohéziós Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



CSAK LASSUL, VAGY MEG IS ÁLL?

Átforduló fordulópont

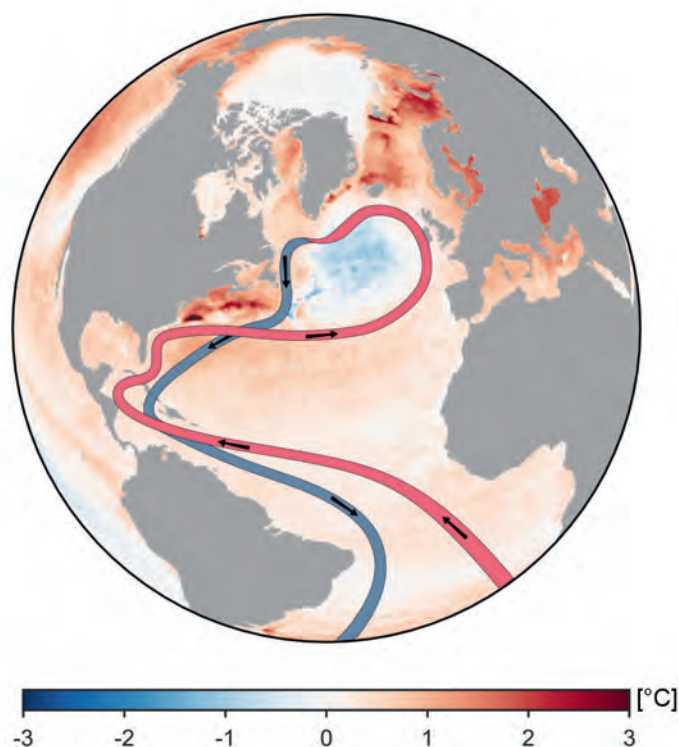
Egy új elemzés szerint az óceáni áramlatok rendszere, mely a bolygó jelentős részének éghajlatát szabályozza, a vártnál hamarabb összeomolhat.

Legutóbb, mikor az Atlanti-óceán északi részén az éghajlatot alakító áramlatok óriási hálózatában jelentős lassulás következett be, több mint egy évezredre dermesztő hidegbe taszította Európát. Ez nagyjából 12 800 évvel ezelőtt történt, amikor még nem sokan éltek, akik ezt megtapasztalhatták. Az elmúlt évtizedekben viszont az ember okozta felmelegedés miatt az áramlatok ismét lelassulhatnak, és a kutatók azon dolgoznak, hogy meghatározzák, hogyan és mikor gyengülhetnek meg ismét, ami a Föld egész területén kihatással lenne az időjárási mintázatokra.

Egy dán kutatópáros ezzel kapcsolatban merész kijelentést tett: Az áramlatok erőteljes gyengülése, vagy akár leállása is bekövetkezhet az évszázad végére. „Még a kutatókat is meglepte, hogy elemzésünk ilyen hamar kimutatta a lehetséges összeomlás bekövetkeztét” – mondta egyikük, *Susanne Ditlevsen*, a *Koppenhágai Egyetem* statisztika professzora egy interjúban. Az éghajlatkutatók általában úgy gondolják, hogy az atlanti cirkuláció ebben az évszázadban mérséklődni fog, de abban nincs egyetértés, hogy 2100 előtt leállhat-e.

Ezért is számított meglepetésnek, hogy ő és szerzőtársa egyáltalán meg tudták határozni az összeomlás lehetséges időpontját. A kutatók minden bizonnyal folytatják a kérdés tanulmányozását és megvitatását, de a professzor szerint az új eredmények elég okot adnak rá, hogy a leállást ne tekintsük elvont, távoli aggodalomnak. A *Nature Communications* tudományos folyóiratban közzétett új kutatás hozzájárul ahhoz az egyre növekvő számú munkához, amely leírja, hogy az emberiség folyamatos, hőcsapdázó gáz kibocsátása miként hozhat létre éghajlati „fordulópontokat”.

A permafroszt hirtelen olvadása, az amazóniai esőerdő veszteségei, a grönlandi és a nyugat-antarktiszi jég-takaró feldarabolódása. Amint a világ felmelegszik egy bizonyos határon túlra, ezek és más események gyors mozgásba lendülhetnek, figyelmeztetnek a kutatók, bár a pontos küszöbértékek, amelyeknél ez bekövetkezik, továbbra is nagyon bizonytalanok. A szakemberek a kusza nevet viselő *atlanti meridionális fordulóáramlás*,



Az AMOC sematikus vázlata: melegebb, észak felé tartó áramlás (piros) a felszín közelében, majd hidegebb, dél felé tartó visszaáramlás (kék) 2000-3000 méteres mélységben. Az ábrán továbbá a Kopernikusz műholdas program által 1993 óta megfigyelt tengerfelszíni hőmérséklet (*Sea Surface Temperature, SST*) képe látható, amelyen kirajzolódik az Atlanti-óceán északi részén, a Brit-szigetektől nyugatra található „hideg folt”. (Grafika: Ruijian Gou)

Grönland olvadó jégtakarója – köztük a felvételen látható Russel-gleccser – nagy mennyiségű édesvizet juttat az Atlanti-óceán északi részére, ami befolyásolhatja a fordulóáramlás működését (Forrás: Wikipedia)

vagy AMOC (*Atlantic Meridional Overturning Circulation*) óceáni áramlásban a gyökeres változások előhírnökei után kutatnak.

Bizonyos áramlatok a trópusok felől – beleértve a Golf-áramlatot – meleg vizet szállítanak az Egyesült Államok délkeleti részén át, Észak-Európa felé kanyarodva. Amikor ez a víz megérkezve északabbra leadja hőjét a légkörbe, hidegebbé és sűrűbbé válik, emiatt lesüllyed az óceán mélyére, és visszaáramlik az Egyenlítő felé. Ez a folyamat, vagyis az „átfordulás” lehetővé teszi, hogy az áramlatok jelentős mennyiségű hőt szállítsanak keresztül a bolygón, így alapvető hatást gyakorolnak az Atlanti-óceán körüli és azon túli éghajlatra.

Ahogy viszont az ember felmelegíti a légkört, a grönlandi jégtakaró olvadása nagy mennyiségű édesvizet juttat az Atlanti-óceán északi részére, ami felboríthatja a hő és a sótartalom egyensúlyát, mely az átfordulást mozgásban tartja. Az Atlanti-óceánnak Grönlandtól délre eső része az elmúlt években feltűnően lehűlt, és egy „hideg folt” jött létre, amelyet egyes kutatók a rendszer lassulásának jeleként értékelnek.

Ha az áramlás sokkal gyengébb állapotba kerülne, az éghajlatra gyakorolt hatások messzemenőbbek lennének, bár még vizsgálják a lehetséges mértéket. Az északi félteke nagy része lehűlhet, Észak-Amerika és Európa partvidékén gyorsabb tengerszint-emelkedés következhet be. Utóbbi északi részén viharosabbak lehetnek a telek, míg az afrikai Száhel-övezetben és Ázsia monszunvidékein valószínűleg kevesebb csapadék hullana.



A jég- és üledékmintákból származó bizonyítékok arra utalnak, hogy az atlanti cirkuláció a régmúltban hirtelen megállhatott, majd újraindult. A kutatók legfejlettebb számítógépes modelljei a globális éghajlatról azonban sokféle előrejelzést készítettek arra vonatkozóan, hogyan viselkedhetnek az áramlatok az elkövetkezendő évtizedekben, részben azért, mert az áramlatokat alakító számtalan tényező keveréke nagyon összetett.

A mostani elemzés egy egyszerű, a tengerfelszín hőmérsékletén alapuló mérőszámra összpontosított. Susanne a munkát testvérével, *Peter Ditlevsennel* végezte, aki a Koppenhágai Egyetem éghajlatkutatója. Az 1870 és 2020 közötti időszakra vonatkozó mérőszámuk adatait használták fel, hogy statisztikai mutatókat számítsanak ki, amelyek előre jelzik a fordulóáramlásban bekövetkező változásokat. Ezek alapján az atlanti cirkuláció az évszázad közepe táján összeomolhat, bár szélsőséges esetekben akár már 2025-ben, de 2095-ben is megtörténhet.

Elemzésük nem tartalmazott külön feltételezéseket arra vonatkozóan, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátása mennyivel fog emelkedni a mostani évszázadban. Csak annyit, hogy az AMOC összeomlását előidéző tényezők változatlan ütemben folytatódnak – vagyis lényegében azt, hogy a légköri szén-dioxid-koncentráció az ipari forradalom óta tapasztalható mértékben emelkedik tovább.

Több, a fordulóáramlást tanulmányozó kutató üdvözölte az elemzést, amiért újszerű megközelítéssel jelezték előre, hogy mikor léphetjük át a fordulópontot, különösen annak fényében, hogy a globális éghajlat számítógépes modelljeinek segítségével ezt idáig milyen nehezen tudták megtenni. Ugyanakkor fenntartásaiknak adtak hangot néhány módszerrel kapcsolatban, és azt mondták, hogy még több munkára lesz szükség ahhoz, hogy mindezt nagyobb biztonsággal meg lehessen határozni.

Susan Lozier, a *Georgiai Műszaki Egyetem* fizikai oceanográfusa szerint az Atlanti-óceán északi részén, Grönland közelében a tenger felszínének hőmérsékletét nem feltétlenül csak a fordulóáramlás változásai befolyásolták, ami megkérdőjelezhetővé teszi a levont következtetéseket. Rá is mutatott egy tavaly közzétett tanulmányra, amely szerint a hideg folt kialakulásának nagy része a légköri minták változásaival magyarázható.

A kutatók most az Atlanti-óceánon elhelyezett érzékelőkkel közvetlenül mérik a fordulóáramlást. A cél az, hogy jobban megértsék, mi okozza a hullámok alatti változásokat, és hatékonyabbá tegyék a jövőbeli folyamatok előrejelzéseit. A kutatók azonban legkorábban 2004-ben kezdtek el adatokat gyűjteni, ami nem elég idő ahhoz, hogy biztos hosszú távú következtetésekre lehessen jutni.

Levke Caesar, a németországi *Brémai Egyetem* posztdoktori kutatója, aki szintén az áramlást tanulmányozza, aggodalmát fejezte ki a történelmi hőmérsékleti feljegyzésekkel kapcsolatban, melyeket a dán kutatópáros számításaihoz használt. Ezek a XIX. század végéről és a XX. század elejéről származó dokumentumok nem biztos, hogy elég megbízhatóak ahhoz, hogy gondos kiigazítások nélkül finom statisztikai elemzésekhez használhatók legyenek. A kutató szerint az új tanulmány mégis sürgős üzenetet küldött arról, hogy folytatni kell az adatgyűjtést a változó óceáni áramlatokról.

Hali Kilbourne, a *Marylandi Egyetem* Környezettudományi Központjának docense szerint a kutatók bizonytalanságát az AMOC összeomlásának időzítésével kapcsolatban nem szabad kifogásnak tekinteni arra, hogy ne csökkentsük világszerte az üvegházhatású gázok kibocsátását annak elkerülése érdekében. A kutató szerint nagyon valószínű, hogy már lezuhantunk egy szikláról, csak még nem tudunk róla. Attól tart, hogy mire a felismerések tudományos alapokra helyeződnek, már túl késő lesz cselekedni.

SZOUCEK ÁDÁM





A Dráva változó mozgású vizének életet, életteret befolyásoló hatása lakóhelyem, Vízvár térségében

A Dráva, a „vad folyó”, Magyarország legtisztább vizű folyója. Teljes magyarországi szakasza a Duna Dráva Nemzeti Park része, ezért hazánkban teljes védelmet élvez. Partjai mentén megcsodálható a még háborítatlan ártéri élővilág. Holtágai sok különleges növény- és állatfajnak adnak otthont. Kedvelt kirándulóhely. A Nemzeti Park több túraútvonalat és egyéb szolgáltatásokat, táborhelyet, különböző programokat nyújt az érdeklődőknek. Lakóhelyem, Vízvár is büszkélkedhet tanösvénnyel és kenukikötővel. Ezeket a helyeket nagy számban keresik fel a külföldiek is.

A táj alakulására nagy befolyással voltak az 1700-as években kezdődő szabályozási munkálatok. A folyó fontos szerepet tölt be az emberek életében, a környék ivóvizének jelentős részét biztosítja, valamint az öntözést is megkönnyíti.

Témaválasztásomat meghatározta, hogy egy Dráva menti kis faluban, Vízváron élek születésem óta. A Dráva nagy szerepet játszott és játszik jelenleg is az életemben. Itt tanultam meg az úszás alapjait, itt horgásztam először és a Dráva vize hűsít minket minden nyáron.

A folyó partját és vizét eddig is láttam és ismerem, de elkezdett érdekelni a téma bővebben, szakmaibb szempontból is: a víz hordaléka, amit közel

800 kilométeren át magával hordoz, a víz építő és romboló ereje a partszakaszokon és az élővilágra való hatása.

A Dráva földrajzi és vízrajzi adottságai

A Dráva folyó a Dél-Tiroli Alpokban (Dobbiaco és S. Candido között), Olaszországban ered 1228 méter tengerszint feletti magasságban. Magyarország harmadik legnagyobb folyója. Útját Drau néven sebes, hegyi patakként kezdi, az osztrák határnál már nagy sebességgel száguldó folyó az oldalról befolyó patakok vizének köszönhetően. 749 kilométeres útja során négy országon folyik keresztül: Ausztria, Szlovénia, Horvátország és Magyarország.



1. ábra. Magyarország legtisztább vizű folyója

A Dráva Zákány–Órtilos térségében lép hazánk területére, majd Drávaszabolcsnál hagyja el az országot. A Duna egyik legnagyobb mellékfolyója. Horvátországban, Almás (horvátul Aljmaš) közelében ömlik a Dunába. Magyarországi szakasza 137 kilométer hosszú. Ezen a szakaszán Órtilosnál ömlik bele legnagyobb mellékfolyója, a Mura. Ezen kívül még jelentősebb mellékfolyói, vízfolyásai a Babócsai-Barcsi Rinya, Gordisa, Lanka, Tapolca a bal parton, és Rijeka, Vir, Karasica, Brondin a jobb parton. A folyó szélessége a sok mellékágnak köszönhetően változó. Ahol a folyó a főmederben folyik, ott közepes vízállásnál szélessége 200–250 méter. Ahol mellékága van, szélessége elérheti a 350–400 métert. Vízmélysége erősen változó. Felső folyásánál 1,5–3 méter, Légrád és Barcs között 4–6 méter, egyes szakaszokon elérheti a 10 métert is közepes vízállás esetén. Vízének sebessége Barcsig 1,8–1,6 m/s, Barcstól a torkolatig 1,2–0,9 m/s. Áradáskor sebessége lényegesen megnő.

2. ábra. Az egykori ősmeder



A vízgyűjtő terület a földfelszínnek az a része, amelyről a fő vízfolyás az összes lefolyó vizet összegyűjti. A Dráva vízgyűjtő területe 41 238 km². Ebből Magyarországon 7 954 km² fekszik, ez a teljes vízgyűjtő terület 19%-át teszi ki. A teljes vízgyűjtő a folyó által érintett öt ország között oszlik meg. A legnagyobb része, 52%-a Ausztria területén található.

A vízhozam a meder adott keresztmetszetén egységnyi idő alatt átfolyó vízmennyiséget jelenti. Értékét általában m³/s-ban adják meg. A vízhozam a vízgyűjtő terület nagyságától, a vízgyűjtő területről lefolyó víz mennyiségétől és a vízfolyás sebességétől függ. A Dráva kiegyenlített vízjárású, Magyarország harmadik legbővizűbb folyója. Legkisebb vízhozama 200 m³/s, közepes vízhozama 600 m³/s, a legnagyobb 2500 m³/s. Vízhozamának maximumát a Kárpát-medencében nyár elején, júniusban éri el. A lefolyó víz mennyisége már május hónapban is közelíti a maximumot. Ennek oka, hogy vízgyűjtő területe (Karni-Alpok, Karavankák lejtővidéke) magasan a tengerszint felett fekszik és a jellemző nyár eleji hóolvadáskor létrejött nagyvíz ebből a magasságból indul meg.

A vízhozam folytonos változásával változik a mederben lévő vízszint magassága, vagyis a vízállás. A vízállás alapján megkülönböztetünk kisvizet, középvizet, nagyvizet, és ha a folyó kilép a medréről, akkor árvizet. Mérésére a vízmérce szolgál. A Dráva vízállása a csapadék mennyiségétől és a hóolvadástól függ. A hóolvadás kezdetétől május elejéig, valamint a kora őszi esőzések idején – szeptember és október hónapokban – magas a vízállás. A szigetek már 1 méter vízszintemelkedésnél is víz alá kerülnek. Alacsony vize júniustól augusztus végéig tart.

A folyón évente három árhullám vonulhat le: a kora tavaszi, melyet a hóolvadás okoz, a nyári, melyet a nyári esőzések okoznak, és a kora őszi a mediterrán esők hatására. Árvizei közül a legveszélyesebb a kora tavaszi, mert ekkor árvize egybeeshet a Dunáéval, és azt erősítheti.

A vízjárás a vízhozam és a vízállás szabályszerű ingadozása. Függ az évszakok szerint ismétlődő csapadékos időszakoktól, illetve a hó- és gleccserolvadások időszakaitól. Megkülönböztetünk egyenletes, ingadozó és időszakos vízjárású folyókat. A Dráva vízjárása ingadozó, hasonló más, az Alpok területén eredő folyókéhoz. Vízmennyisége nagymértékben függ a csapadékmaximumoktól, illetve a tavaszi hóolvadástól.



3. ábra. Hóvirágszőnyeg az árterben

Hazánkban a Drávát a leghidegebb folyók közé sorolják. Átlagos hőfoka 10,6 °C. A folyó vize – vízmélységtől függetlenül – januárban éri el a minimális, júniusban, illetve augusztusban pedig a maximális hőmérsékletét. A Mura vize is nagymértékben csökkenti a Dráva vízének hőmérsékletét. Vízfolyásaink közül azok a hidegebbek, amelyek az Alpokból és az Északi-Kárpátokból vezetnek le a vizüket.

A Dráván több okból is nehéz a jégképződés. A nagyon sebes folyása miatt összefüggő jégképződés szinte soha nem volt a folyó főágán, esetleg a lassabb folyású mellékágakon vagy holtágakon alakulhatott ki. Télen csak tartós, nagy hidegben fagyhat be, de a jég vastagsága nem éri el az átkeléshez szükséges vastagságot. A Dráva jégjárása a többi magyarországi folyóval összehasonlítva viszonylag kedvező. A folyó Kárpát-medencei szakaszán korábban kezdődik a tavasz, mint az Alpokban, amely segíti a jégolvadást.

Az egykori ősmeder már csak holtága a folyónak (2. ábra). Nagyobb áradás esetén még eljut idáig a víz, de ez egyre ritkább. Az ősmederben régen 12 méteres víz volt, jelenleg az átlagos vízállás csupán 1-2 méter. A folyó mentén számos holtág is található. Ezeknek vize jóval kisebb, de áradás esetén fontos szerepet töltenek be. A Dráva völgyének átlagos szélessége 10-15 kilométer. A mederben különböző lerakódások találhatók: agyag, márga, homokkő, mészkő, konglomerátum, homok, homokos kavics, iszap, néhol durvább kavics (Őrtilos). A lassuló folyás miatt a meder egyre jobban kezd feltöltődni hordalékkal és iszappal. Az egykor tiszta folyószakaszok mentén most bűzölgő iszapot találunk. Közvetlenül a víz mellett akár térdig is lehet süllyedni az iszapban. Nekem egyszer combközépig is sikerült. Sok helyen kavicssal tölti fel medrét. A folyó a kanyarulatokban, főleg a belső részen lerakja a nagyon jó minőségű kavicsot, a másik partot pedig rombolja a víz. Ez az oka annak, hogy 50 évvel ezelőtt a Dráva méterekkel a jelenlegi meder mellett folyt.

A Drávát érintő környezetvédelmi problémák

A jelenlegi törvény tilt bármilyen bányászati folyamatot a folyón (kavics, homok), valamint a folyószabályozást, életterének megváltoztatását is természetvédelmi célból. Sajnos ez a szomszédos országban nem így van, a folyó horvát partszakasza semmilyen védelmet nem élvez. Mi hiába védjük a magyar partszakaszt, a bányászat ugyanolyan szintű művelése és a csúcsra járatott vízerőművekkel szemben ez így nem sokat ér. A legfontosabb dolog a horvátokkal való meg egyezés lenne, hogy a folyó teljes szakasza védett legyen, de erre sajnos sok megbeszélés után sem került még sor. Szükséges lenne a közös, összehangolt munka a vízminőség védelmi, hulladékgazdálkodási, szennyvízkezelési problémára is, de sajnos a horvát-magyar érdekek egyeztetése gyakran akadályba ütközik. A Drávát érintő környezetvédelmi problémák az erőművek létesítése a horvát oldalon, a folyószabályozás, a vízszennyezés és a vízi turizmus okozta gondok.

A folyón az 1930-as évektől építenek erőműveket. Azóta már 16 erőmű épült: 11 Ausztriában, 8 Szlovéniában és 3 Horvátországban (Varasdon, Csáktornyán és Alsódomborún). Ezeket a folyó sebes folyását kihasználva elsősorban villamos energia termelésre hasznosítják. Évi termelésük összesen 1261 gigawattóra. Ezek a horvátországi erőművek nagyban befolyásolják a folyó hazánkon haladó szakaszát. Korlátozzák az áradásveszélyt, ezáltal viszont a folyó nem tudja hordalékát a parton lerakni. Emiatt a meder egyre szűkül és mélyül, a víz sebessége pedig nő. Ahogy megy le a Nap, fokozatosan, egyesével indítják be az erőműveket. Ha valaki ebben az időszakban tartózkodik a Dráva parton, megfigyelheti a vízszint fokozatos emelkedését. Magyarországon, mivel a folyó a Duna-Dráva Nemzeti Park területén halad át, a terület teljes védeltséget élvez, erőmű nem épült rajta.



4. ábra. Téli zsurló

A folyószabályozás egy jelentős szakasza a Dráván a XVIII. század második felében kezdődött. 60 folyókanyarulatot vágtak át, ezzel a folyó hossza 100-150 kilométerrel rövidült. Ennek eredményeként felgyorsult a víz folyása, emiatt a folyómeder folyamatosan mélyül (100 év alatt 1 métert). A folyókanyarulatok ma vagy mellékágak, amelyek csak magas vízálláskor kapnak vizet, vagy holtágak, melyeknek a Dráva felől már nincs vízutánpótlása. A legnagyobb holtág a Barcs közelében található Ó-Dráva. Az utolsó folyókanyarulatot Magyarországon az 1970-es években vágták át Vízháznál.

Az árvízvédelmi töltések megépítésével az ártéri ligeterdők – melyek természetes esetben víz alá kerülnek – a szabályozás után nem kapnak elég vizet, a kiszáradás veszélye fenyegeti őket. Vízszennyező minden olyan anyag, amely a felszíni vizek minőségét rontja, emberi tevékenység során kerül a vizekbe, káros lehet az egészségre és az élővilágra. Szennyezi a vizet az energiatermelés, a bányászat, a szennyvíz, az eldobált szemét, a nem szelektíven gyűjtött hulladék. A leggyakoribb vízszennyező anyagok a nitrit, a nitrát, a foszfát és az ammónia.

A Dráva vízitúrázók, természetjárók kedvelt kirándulóhelye is. A kirándulók szívesen érkeznek gépkocsikkal, amelyek zaj- és légszennyezést okozhatnak. A vízitúrák egyik legnagyobb problémája a táborhelyeken keletkezett hulladék kezelése és elhelyezése. A hulladék legnagyobb részét az üvegek és műanyag palackok képezik. A nem lebomló anyagok gyűjtését

célszerű lenne szelektív módon kezelni. Levegőszennyezést okozhat a tűzgyújtás és a szemét elégetése, különösen a műanyag hulladéké.

Említést kell tenni a vandalizmusról is. Sajnos egyre gyakoribb a nemzeti parkok területén a szándékos rongálás is (összetört információs táblák, kidöntött útjelzők). Az említett káros hatások következtében sérülhetnek az élőhelyek és az ott élő fajok egyedei.

Természeti értékek a Dráva környékén

A Dráva folyó és környéke hazánkban egyedülálló védett növény- és állatfajoknak ad otthont. A folyó nagyon sebes folyása miatt magában a vízben nagyon kevés növény él meg. A főágon csak különböző algákkal találkozhatunk. A part közelében helyenként hínár is megfigyelhető, egészen a part mellett pedig a nád, a gyékény valamint a sás. A folyó holtágaiban, valamint a bányatavakban tavirózsával is találkozhatunk.

A part menti ligeterdőket főleg fűzfák és nyárfák alkotják. Az ember, ha a februári időszakban megy sétálni, könnyen azt hiheti, hogy a fák között megmaradt a hó, mivel a földet hatalmas hóvirágszőnyeg borítja (3. ábra). Sok kosborféle, azaz orchidea is megtalálható itt, például a nedves réteken a hússzínű ujjaskosbor. A tavaszi időszakban nagy számban találkozhatunk ibolyával, majd később nyári tőzikevel. Ezen a területen nagyon elterjedt növény a téli zsurló (4. ábra).

A Dráva nagyon magas halállománnyal büszkélkedik. Közel 52 féle halfajnak ad otthont. A folyó ezen szakaszán a leggyakoribb őshonos fajok a márna, csuka, paduc, harcsa, balin, kecsege, réti csík, sügér, bodorka, szivárványos ökle, compó, ponty, valamint keszeg-, süllő- és kárászfélék. Ezeken kívül találkozhatunk még

5. ábra. Hód rágta fa



betelepült halfajokat is, ilyen például a törpeharcsa, naphal és az amur. A folyóban hatalmas tavi kagylók is élnek. A legnagyobb, amit én találtam, közel 20 centiméter hosszú volt.

Emlősökkel is találkozhatunk, ilyen a vidra, melyből több családot is számon tartanak, valamint a hód. A hód jelenlétéről a folyón a megrágott és kidöntött fák tanúskodnak (5. ábra). A parton sétálva több kidőlt fát is láttunk. Érdekes volt megfigyelni egy kidöntött fán a hód daraboló munkáját. Nagyjából szabályosan, méteres darabokra rágtá szét a hosszabb fatörzset, hogy könnyebben el tudja szállítani várának megépítéséhez.

Az itt élő európai hódok nem megszokott módon építik váraikat. Az embernek, ha azt mondják hódvár, akkor egy folyót elzáró gallyakból mesterien összerakott gát jut először az eszébe. Az itteni hódok más módon építkeznek: a parton, a víz mellett közvetlenül építik „gátjukat”, és ha ezzel elkészültek, a földben aláásnak, hogy a víz utat nyerjen lakásukba.

A partközeli erdőkben találkozhatunk jellegzetes somogyi kis- és nagyvadakkal. Az őz és a szarvas szívesen legel a fiatal rügyekből és a lédús fűből. Vaddisznótúrásból sincs hiány, sőt, egy-két helyen még a fák törzsén a vadmacska kaparásnyomai is megfigyelhetők. A kisebb madarakban táplálékára lel itt a róka is. Ha szemfülesek vagyunk, észre vehetünk helyenként akár nyestet és menyétet is. A legtöbb állat azért marad közel a folyóhoz, mert ez jelenti számukra a környéken a legbiztosabb ivóvízellátást.

Vízi madarakkal is találkozhatunk. A legtöbbjük védettséget élvez, ilyenek például a szürke gém vagy a pettyes vízicsibe, valamint vannak olyanok is, melyeket csak a vonuló és telelő időszakban láthatunk, mint például a barátréce, a csörgőréce és a fütyülő réce. Vannak köztük olyanok, amelyek fokozottan védettek: kúsvágó csér, kis csér, nagy kócsag és a bakcsó. Egyre gyakrabban előforduló faj a bütykös hattyú is, mely az európai közösség által élvez védettséget. Persze vannak olyan madarak is, melyeket nem fenyegetnek még az emberek, ezáltal semmilyen védettségben nem részesülnek, például a tőkésréce, a szárcsa és a nagy kárókatona. A folyó által lerombolt magas partok falaiban fészkel a gyurgyalag és a parti fecske és találkozhatunk fekete gólyával is.

A Dráva vízpartot romboló és építő hatása

A folyó sebes folyása miatt több helyen vájt szakadékokat, szakadó partokat a partvonala mentén (6. ábra). Itt a szomszédos település, Heresznye és Vízvár között is kettő ilyennel találkozhatunk közvetlenül a kövesút



6. ábra. Szakadó part a Dráva mentén

mellett. A szakadó partok egyik legfontosabb élőhelyeik a partifecskéknak és a gyurgyalagoknak. Költöző madarokról beszélünk, melyek a nyári időszakot töltik hazánkban. Fészkeiket ezeknek a szakadó partoknak a falába vájt üregbe készítik. Mivel a föld nagy része homok, ezért a madaraknak nem jelent nehézséget az ásás. Ha a folyó nem rombolná ilyen formában a partot, a madarak száma a fészkelő hely hiánya miatt nagyban lecsökkenne.

A Csikosi rét és a láperdő titka

A Csikosi rét földrajzi elhelyezkedését tekintve viszonylag messze helyezkedik el a jelenlegi medertől, életére viszont nagy befolyással van a folyó. A föld összetételét nagyrészt tözeg teszi ki. A talajvíz szintje egyre csökken. Ennek oka az itt véghezvitt alapcsővezés, valamint a folyó medrének mélyülése.

A föld felszíne alatt egy méterrel lyukas csöveket helyeztek el, melyekben összegyűlik a talajvíz. Ez a folyamat azért volt lényeges, mert az itt összegyűlt vizet levezetik a rétről a folyóba, ezáltal a mezőgazdasági gépek is rá tudnak menni. Ha nem alapcsővezték volna le a területet, akkor a feltörő talajvíz miatt egész évben

víz borítaná és járhatatlan lenne. Ennek ellenére egy-két helyen még a mai napig is találkozhatunk felszívárgott talajvízzel.

A rét mellett találkozhatunk egy, mára már szinte teljesen kiszáradt láperdővel. A láperdőben élő fák (mézgás éger) érdekesen alkalmazkodtak az egykor magas vízszinthez. Törzsük körülbelül egy méterrel a föld felett kiszélesedik, ezáltal a fák úgynevezett talpas fák. Erre azért van szükség, hogy az iszapos talajban is meg tudjanak kapaszkodni és ne dőljenek ki nagyobb vízszint esetén sem. Megfigyelhető a fák törzsén az estleges árvizekkor megemelkedett víz magassága is. Ameddig víz borította a törzsüket, addig a magasságig most moha található rajtuk (7. ábra).

A réten élő sok növényfajból kiemelkedik az őszi kikerics. Ebből a virágból itt nagyon sokat lehet találni. A réten nagyon tiszta a talajvíz. Ennek oka, hogy mire átér a folyó medréből a földalatti kavicsrétegen, addigra a rétre érő vizet a kavicsok megtisztítják. Régebben itt akár akkora is lehetett a vízszint, mint a mederben. Persze ehhez idő kellett, körülbelül 2-3 hét.

Beszélgetés Jandrók Gyula úrral

Gyuszi bácsi a Vízvár melletti Bélavár szülöttje. Kiskorától fogva horgászik a folyón, és a nyári meleg elől a Dráva hús vizébe menekültek barátaival. Mezőgazdasági gépész üzemmérnöki diplomával. 1976. óta dolgozott a helyi mezőgazdasági termelő szövetkezetnél. 1979. szeptember 1-től a kavicsbánya műszaki vezetője lett, egészen 1982. január 1-ig. Munkájából kifolyóan elsősorban a bányai munkálatokról kérdeztem. Elmondása szerint a Dráva menti szakaszokon mind az

7. ábra. Mohával borított fatörzs



ország határain belül, mind az ország határain kívül emberemlékezet óta folyik a bányászat. Helyenként homokot, de legtöbb helyen kavicsot bányásztak. Viszsaemlékezése szerint körülbelül 60 évvel ezelőtt még kézzel bányászták a kavicsot és lovas kocsival hordták el a bánya területéről. Ahogy múltak az évek folyamatosan gépesítették be ezt a munkaterületet is. Üzembe léptek a kotró gépek és a kavicsot már vonatok szállították.

A kitermelt kavicsot építkezéseknél használták fel házalapozáshoz, főleg a Dunántúlon. Külföldre nem szállították, mert nagyon sok bánya működött abban az időben. Osztályozásra hivatalos módon nem volt szükség, de az itt bányászott kavics első osztályú minőségben részesült. Betonozásra kitűnő volt. Évente körülbelül 150-160 ezer köbméter kavicsot bányásztak ki. A bányászat során a víz sem volt akadály: ha árvíz jött, felvitték a kotrókat a Csikosi réti bányához és az árvíz ideje alatt ott folytatták a bányászatot. Mire az árvíz átszivárgott a kavicsrétegen és előntötte a rétet, addigra a folyónál visszahúzódott a víz és minden mehetett az eredeti kerékvágásban.

A Bélavári bányában 2010-ben szűnt meg a kitermelés és 2017-ben a bányatelek is megszüntetésre került gazdasági okokból, miszerint csökkent a kereslet a kavicsra. Az egykor nagy kiviteli kavicsbánya ma már csak kitűnő horgászhely, valamint a kiépített partszakasz a kirándulni vágyóknak nyújt tökéletes lehetőséget. Még ma is működő kavicsbánya Somogy megyében már csak Berzencén és Gyékényesen, valamint a közelben még Muraszemenyén van. A többi, ahogy csökkent a kereslet a kavicsra, folyamatosan bezárt.

Beszélgetésünk során felmerült a kérdés, hogy vajon találtak-e csontokat vagy aranyat a folyóban. Mamut, valamint gyapjas orrszarvú csontokat is találtak: fogakat, koponyatetőt, bordát és lábszárcsontokat. Ezeket a vízvári általános iskolában és Barcson, a Dráva Múzeumban őrzik. Csontokat akár a mai napig is lehet találni. Gyuszi bácsi is jelen volt már olyan bányászatban, ahol ilyen ősseletek fordultak ki a kavicsból. Aranymosással többen is próbálkoztak és kisebb mennyiségben sikerrel is jártak. A kavicsbányászat során ez nem sikerült, mivel a folyóban megtalálható aranyak nagyon kicsi a szemcsemérete.

Érdekelt még az is, hogy a folyót kellene-e szabályozni, valamint épülhetne-e a magyarországi szakaszán is erőmű? Gyuszi bácsi véleménye szerint a folyón jelenleg nincs szükség szabályozásra. Ha szabályozva lenne, egyenesedne és mélyülne a meder, ezáltal gyorsabb lenne a folyása és a holtágak kiszáradnának és elhalnának. Esetleg vízkormányzásra lenne szükség, de erre a magyarok 20 éve azt mondták, hogy



8. ábra. „A víz az úr” (A Szerző felvételei)

ez önkormányzati feladat. Persze az önkormányzatok se törődtek az üggyel túl sokat, ami azért nem túl jó, mert mi vagyunk a folyó rombolt oldalán. Ezért akinek a folyó mellett van a földje annak a területe évről évre kisebb lesz. Amikor egy-egy földdarab a vízbe kerül az nem csak a gazdának rossz, de a partoldalba fészkelő madaraknak is, mivel ha a víz elmosza a földfal alját, akkor a teteje lecsúszik, tönkre téve ezzel az ott fészkelő madarak élőhelyét. Végül, amiről még beszélgettünk, azok az erőművek voltak. Elmondása alapján, a somogyi szakaszon esetleg csak Barcsnál lehetne erőmű, de ott is csak közösen a horvátokkal. Önállóan ez nem lenne lehetséges. Barcsnál tervbe is volt egy erőmű, csak a helyi természetvédők erősebbek voltak, így nem lett az ötletből semmi. Annak pedig, hogy Horvátországban miért épülhetett erőmű, egyszerű magyarázata van: nagyobbak a gazdasági érdekek és jobban elhallgattatják a természetvédőket.

Gyuszi bácsi már semmilyen munkát nem végez a folyó körül, hiszen már nyugdíjas éveit élvezzi. Mai napig viszont jó szívvel gondol vissza az itt töltött évekre és még most is kedvenc elfoglaltságai közé tartozik a horgászat a folyón és a bányatavak területén.

A tervezett vízpalackozó üzem

Még az 1990-es években nagy ötlete támadt egy cégnek: a vízvári víz palackozása. A mai vasúti átjáró melletti területet meg is vásárolta ez a cég és elkezdődtek a megbeszélések a gyár építési folyamatai kapcsán. A projektre támogatást nyertek. Mindenki nagy lelkesedéssel fogadta az ötletet, gondolván, sok lesz a munkahely és talán újra élettel teli lesz a település.

Megtörtént az alapkőletétel, de sajnos a munkálatok már az elején akadályba ütköztek, mikor is a fűrőgép fűrője beletört a keményebb földrétegbe. Ez az esemény és

a cégek között létrejött konfliktusok megpecsételték a Karpati Natural Water sorsát: nem lett belőle semmi. Az üzleti tervek szerint nagy kivitelű cégről napjainkban már említést sem tesznek. Teljesen elfeledett téma lett.

Összegzés

Sok új ismeretet szereztem a dolgozat által. Világossá vált számomra, hogy igaz Petőfi Sándor Föltámadott a tenger című művében elhangzott sor: „A víz az úr” (8. ábra). A víz tényleg nagy úr. Ha az ember nem szól közbe a természet dolgaiba, akár hegyeket dönt és épít.

Kutatásaim során tudásra tettem szert a folyóról és élővilágáról. Eddig sohasem gondoltam volna, hogy az emberek által létrehozott természettel kapcsolatos dolgok mennyire veszélyesek a folyóra nézve valamint, hogy mekkora hatással lehet a víz az emberek életére. Egyetlen áradása, akár egy teljes évi termés minőségét is tönkre teheti, ezáltal az emberek életére komoly hatással van.

A Dráva folyó és környéke kiemelkedő természeti érték, melyet óvnunk és vigyáznunk kell. Fontos, hogy ezt majd gyermekeinkkel is tudassuk és ők is tovább őrizzék ezt a kincset a későbbi generációknak.

*„A Dráva-parton fényesebb a hajnal,
sejtelmesebb a fű, s lágyabb a rét,
vén tölgyek lombja integet ma még,
és ágaik közt zeng ezer, pazar dal.”*

(Hegedűs László: A Dráva partján)

TRATNYEK SÁRA

Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium
és Általános iskola és Kollégium, Csurgó

IRODALOM

Iványi Ildikó, Lehmann Antal szerk.: Nemzeti Parkjaink – Duna-Dráva Nemzeti Park. Mezőgazda Kiadó, 2002, Budapest

Toldi Miklós szerk.: Élő folyónk a Dráva

Bodorik Janka, Toldi Miklós: Dráva szövetség – Bemutatkozunk

Fenyősi László: Örtilostól-Szentborbásig — természeti értékek a Duna-Dráva Nemzeti Park területén. Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, Pécs

Lázár Ildikó: Vízrajzi fogalomtár

<https://fokke.hu/fenntarthat%C3%B3s%C3%A1g/term%C3%A9szet/dr%C3%A1va-mente>

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Dr%C3%A1va>

<https://varadrava.hu/gyalogturak/>

<http://www.drava-makett.hu/duna-drava-nemzeti-park/a-drava-magyarorszag-szakasza/>

VONULÓ ROVAROKON HÍZNAK A PIRENEUSOK DENEVÉREI

ROYAL SOCIETY OPEN SCIENCE

A hegyeken átvezető állatok a vándorutak során kihasználják a hágókat, ahol nem kell olyan nagy magasságba emelkedniük. Az ilyen helyszínek a természet megfigyelői számára is fontosak, itt ugyanis tömegesen láthatják azokat az állatokat, amelyek vándorlásuk során átjutnak a hegyeken, legyen szó akár madarokról, akár rovarokról, akár denevérekről. A vándorló denevérfajok (például *Nyctalus*-fajok) ugyanazokat az útvonalakat veszik igénybe, amelyeket a lepkék, és, amint azt az új kutatás feltárta, nem véletlenül.

Számos állatfaj használja a vándorlása indítása során ugyanazokat a jeleket, például a napok hosszát, vagy a nap járását, esetleg évszakos időjárási változásokat. Emiatt nem csoda, ha egy-egy vándorúton az állatok különféle csoportjai együttesen utaznak. Lehetnek azonban egyéb okai is annak, ha ugyanakkor vándorol egy ragadozó, mint a zsákmányállatai is. A denevérekről ismert, hogy vándorlásuk során zsákmányejtéssel töltik fel energiakészleteiket. De például a duplavitorlájú törpedenevér (*Pipistrellus nathusii*) nem vándorló rovarokat fog a saját vándorútja során. Egy amerikai denevérfaj (*Tadarida brasiliensis*) a nagy energiaigényű utódnevelését időzíti az éjjeli lepkék vándorlásához. E denevérfaj tagjai a becslések szerint éjszakánként négymilliárd éjjeli lepkét esznek meg, amelyek nagy része a bagolylepkék közé tartozó kártevő, és ezzel mintegy 53 milliárd dolláros megtakarítást tesznek lehetővé az Egyesült Államok mezőgazdaságában. Fontos tehát megérteni, milyen kapcsolatban vannak a denevérek és a lepkék a vándorlásuk idején.

2019-2021 között vizsgálták meg a vándorló rovarok és a denevérek helyzetét a Bujaruelo-hágónál, ami régóta ismert vándorlási útvonal szám-talan állatcsoport számára. A rovarok esetében felmérték, mely fajok vesznek részt a vándorlásban. A vándorlásra az ősszel, szeptember vagy október hónap során kerül sor, ekkor azonban az időjárástól függően pár nap alatt lezajlik az egész vonulás. 2019-ben a denevéreket mérték fel, a rovarokat mindhárom évben. A felmérésekben 66 rovarfajt tudtak a csapdázásokkal azonosítani, speciális LED világítással működő Robinson-féle éjjelilepke-csapdák, amelyeket reggelente ellenőriztek. Akkor nem vizsgáltak csak a csapdákat, amikor hóvihár vagy veszélyes zivatar ezt lehetetlenné tette a hegyek közt.

A denevérek vizsgálatára mikrofonos eszközzel került sor, amelynek érzékenysége a denevérek hangjához idomított, ezt a lepkecsapdától 30 méterre helyezték el az egyidejű felmérések idejére. A felvett denevérhangok alapján nemcsak a fajokat lehetett beazonosítani, hanem az is kiderült belőlük, hogy az adott állat épp aktívan vadászott-e. Az összes megfigyelt éjszaka idejére meteorológiai adatokat is gyűjtöttek a kutatók, hogy ezek segítségével kiderítsék, mitől függhet a vándorló állatok száma.



A csapdákból a rovarok 92 százaléka éjjeli lepke volt, a maradék tegzes és kétszárnyú, minimális hártájszárnyúval. Az egyes éjszakák között óriási különbség volt, 0-400 közt alakult a csapdában lévő rovarszám! A leggyakoribb faj (31%) a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*), a második a sárga rétibagoly (*Mythimna vitellina*) 21%-kal, a harmadik a nagy sárgafűbagoly (*Noctua pronuba*) 12%-kal. A szeles, hideg, csapadékos időben alacsony rovarszámot tapasztaltak. Akkor volt a legtöbb a rovar, ha szembeszél fújt a hágó területén. A *Nyctalus*-fajokba tartozó denevérek aktivitása akkor csúcspontot ért el, amikor a legtöbb rovar repült a hágón át, a többi denevér közt csak a *Tadarida* mutatott még szoros összefüggést a rovarok vándorlásával, de ezek a denevérek akkor is vadásztak, amikor a csapdák nem fogtak rovarot (vagyis olyanokat is ettek, amiket nem vonzott a fénycsapda). Úgy tűnik, a helyben élő nagy szelindekdenevér (*Tadarida teniotis*) az amerikai rokonához hasonlóan kihasználja a lepkék őszi vonulását a szaporodásához.

A kutatók szerint érdemes lenne hosszabb időn át figyelni e közös vándorlást, hogy annak szélesebb körű ökológiai hatásait is feltárják.

(Royal Society Open Science, 2023. augusztus)

ÉLÉNKEBB SÁRGÁ AZ ERDŐBEN ÉLŐ SZÉNCINEGE



A tollazat színének fontos szerep jut a kiváló színlátású madarak egészségében, akár például a ragadozókkal szembeni védekezésben, akár a párválasztásban, így életük és annak sikere múlhat rajta. A széncinegék tollainak sárga árnyalata a zsákmányul szolgáló rovarokból ered, a rovarok pedig a saját táplálékukból, vagyis a növényekből veszik fel a pigmentül szolgáló karotinoidokat. Egy újonnan közzé tett kutatási eredmény szerint a városi széncinegék fakóbb sárgák vidéki (erdei) rokonaiknál.

A vizsgálatokhoz 11 európai nagyvárosban és ezekről átlag 33 kilométerre lévő erdőkben tavaszi és nyári időszakban fogtak be cinegéket, és a mell tollazatuk azonos helyéről egy-egy mintát vettek, majd elengedték őket. A távolság azért volt lényeges, mert ez meg kellett haladja azt a távot, amit a cinegék egyénileg megtesznek akár kirepüléskor, akár felnőtt egyedként, a születési helyüktől számítva. Egyes helyeken különös cserét is végrehajtottak: a városi és az erdei cinegék közt, amelyek épp fiókát neveltek, azok két napos korában kicseréltek néhány egyedre az egyes fészkek között, vagyis városi fészkekbe vidéki került, vidéki fészkekbe városi, s ezek kisujja karmának a hegyét lecsípve megjelölték őket. Ezt pár héttel követően a szüleiktől eltérő környezetben nevelkedett „cserefiókák” tollszíneit hasonló módon vizsgálták meg. Minden fióka kapott gyűrűt is, és sokukat később, egy, majd két éves korukban ismét

megvizsgálták. Ezen madarak esetében különösen biztos volt, hogy hol is nőttek fel. E vizsgálatok lehetőséget adtak arra, hogy elkülönítsék a környezeti hatásokat az esetleges örökletesektől.

Minden egyes, a kutatás éveit során gyűjtött tollat ugyanaz a személy vizsgált azonos módszerrel. Egyforma megvilágításban mérte meg egy spektrofotométerrel a tollról visszavert színt, annak fényességét és a szín tisztaságát, minden egyes toll esetében hat különböző alkalommal, majd ezek átlagait osztályozta a kapott mérési adatok alapján. Már ebből kiderült, hogy a városi madarak tollának színe fakóbb a vidékieknél, de a fényességükben nem volt különbség. (A szín tisztasága a pigmentek lerakódását jelzi, a fényesség a toll szerkezetére utal.)

Az hamar kiderült, hogy a tollak színét nem befolyásolta az, hogy az év során mikor gyűjtötték, így a későbbi elemzésekhez ezt már nem figyelték külön. Az életkor már számított — ezt a cserefiókák esetében tudták vizsgálni. Míg a fészkekben lévő fiókáknál nem látszott különbség, azok egy és két éves korában már a felnövekedésük (és nem az eredeti születésük) helyszíne határozta meg a szín tisztaságát, vagy fakóságát. Európa-szerte eltértek a városi és az erdei cinegék, bár ennek mértéke más és más volt helyszínenként, még a legkisebb eltérés is olyan volt, amit a kutatók szerint a fajtársak észlelhetnek.

A városok növekedése, terjeszkedése miatt egyre több madár válik vidékiből városivá. Míg a városok enyhébb teleiből vagy a kevesebb ragadozó jelenlétéből előnyt kovácsolhatnak egyes madarak, a városi lét eltérő étrendet és több szennyeződést is jelent számukra. Korábbi kutatások már megállapították, hogy a vörös-narancs-sárga árnyalatok fakóbban mutatkoznak meg a városi állatokon, vidéki megfelelőikkel összevetve. Ezek a kutatások azonban kis földrajzi területen vizsgálták csak az eltéréseket. Most azonban egész Európa erdőinek és városainak cinegéit hasonlították egymáshoz, az összegyűjtött tollaik segítségével.

Az összehasonlításokból kiderült, hogy míg például Lisszabon cinegéi jóval fakóbbak az ottani vidéki társaiknál, Malmö cinegéi és az ottani vidéki rokonaik közt szinte alig észrevehető volt a különbség.

Bár egyes mérgező anyagok (például kadmium) a karotinoidok felvételét gátolja, a kutatók szerint itt nem erről van szó, hanem egyszerű étrendi eltérésről. Ez egészen egyszerűen a városban rendelkezésre álló rovarok, főként hernyók eltéréseiből eredhet. A kutatók a mögöttes okokat további vizsgálatssorozatokkal szeretnék megérteni.

(*Journal of Animal Ecology*, 2023. augusztus)



ANATÓLIAI EREDETŰ VOLT ÖTZI



Az Ötzi becenéven világhírűvé vált 5300 éves tiroli gleccsermúmia első teljes genom vizsgálatára 2012-ben került sor, az azóta eltelt évtized azonban számtalan új összehasonlítási adattal és jobb technológiával szolgált. Ennek köszönhetően nemrégiben új elemzés készült, és az első, modern kori DNS-sel szennyezett mintánál sokkal részletesebb és pontosabb adatok is születhettek, nem kevés meglepetéssel.

A 2012-es vizsgálat ABI SOLiD technológiával, drágán és viszonylag kis lefedettséggel (7,6x) készült el, a jelenlegi Illumina-technológiás nemcsak nagyobb lefedettséggel (15,3x), de olcsóbban is készült. Ez a technológiai fejlődés tette lehetővé, hogy mára meglehetősen sok, Ötzi korának környékén élt ember genomjáról vannak pontos adataink, amelyeket a friss elemzésben felhasználhattak a szakemberek. A vizsgálatához a mintát a 2012-eshez hasonlóan most is a bal medencecsontból vették, és csupán tizedannyi modern kori szennyeződéssel, mint a 2012-es vizsgálat. A kapott adatokat Európa számos pontjáról származó emberi maradvány genomjával hasonlították össze, három fő csoporttal: a nyugat-európai vadászó-gyűjtögetők, a sztyeppei bevándorló állattartók, és az anatóliai bevándorló földművesek.

A jégember ábrázolása során eddig egy átlagos, némiképp ápolatlan külsejű európaiat láthattunk, az új adatok azonban egész más képet mutatnak róla. Ötzi küllemét illetően a leginkább meglepő, újonnan

kiderített tulajdonságai a sötét bőre és szeme, valamint a feltehetően kopasz feje voltak. Ez talán kevésbé meglepő, ha a származására vonatkozó adatokat is megnézzük: Ötzi igen sok anatóliai földműves őssel rendelkezett, génjeinek 85 százalékát tőlük örökölte. A mai Törökország területén élt korai földművesek sokasága jött Európába a neolitikumban, amikor maga a földművelés is elterjedőben volt. Ötzi korábbi elemzése során a sztyeppei népesség nyomait is kimutatták, de az új, precízebb elemzésből kiderült, ez tévedés volt, és a minták modern DNS-sel való szennyeződésének köszönhetően találták így. Az összehasonlításokhoz számos európai helyszínről származó embert, így a vonaldíszes kultúra tagjait használtak, illetve Anatólia északi részének népességéből valót (e régióból eredhettek azok, akik a földműveléssel együtt hódították meg a ritkásan lakott Európát), valamint a nyugat-európai vadászó-gyűjtögető népesség képviselőit, pontosabban a genomjukat is felhasználták. Végezetül összevetéseket végeztek a sztyeppei eredetű állattartók genomjával is.

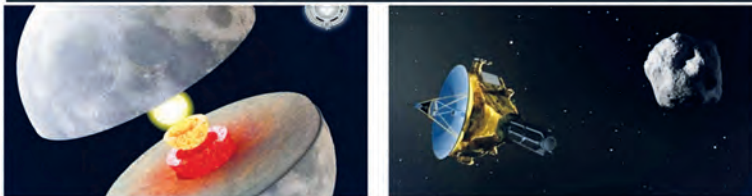
Ötzi ősei elsősorban többségben anatóliaiak voltak, sokkal nagyobb arányban találtak anatóliai géneket benne, mint bármely európai kortársában. Egy egészen kevéske helyi vadászó-gyűjtögető vér is csörgedezett az ereiben. A csoport, amelynek tagja volt, elszigetelten élt, és minimális kapcsolatban állt csak a korabeli Európa más lakóival, így őrizhették meg a genetikai tisztaságukat.

A 2012-es elemzés mediterráneumiként írta le Ötzt, ez már eleve az átlag modern európainál kissé sötétebb bőrt jelentett, ám az új adatok szerint ennél jóval sötétebb volt. Az eddigi elképzelések szerint a láthatóan sötét bőrt a jégben eltöltött évezredek során lezajlott átalakulásoknak köszönhette Ötzi, ám a friss eredmények szerint a „valódi” bőrszíne látható a múmián. Ennek pedig a maradványok megóvása terén is jelentősége van. A sötét bőrszínhez barna szem és sötét (fekete) haj is társult, de ez utóbbinak nem sok gyakorlati haszna volt. Ötzi ugyanis olyan génekkel rendelkezett, amelyeknek köszönhetően érett férfiként már nem viselhetett lobogó, dús haját, amint azt a róla készült ábrák, rekonstrukciók mutatják. Magyarul: Ötzi jó eséllyel már kopasz volt, mire az Alpokban életét vesztette. Ez a genetikai eredmény arra is magyarázattal szolgál, miért nem találtak hajszálakat a múmián. A jégember genomja az elhízásra és a 2-es típusú cukorbetegségekre való hajlamról is árulkodott, ám életmódja miatt e gének nem tudtak érvényesülni.

(Cell Genomics, 2023. augusztus)



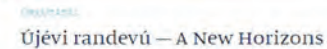
Megújult honlapunk:
termvil.hu



2019. január



A földtörténet úttörői



A házityúk-ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, össejtek



nka
Nemzeti Kulturális Alap



9 770040 371316 23009

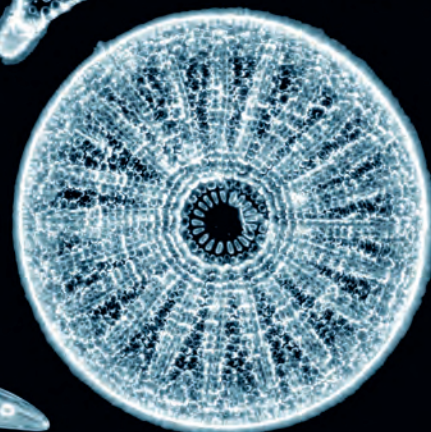
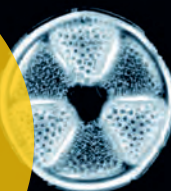
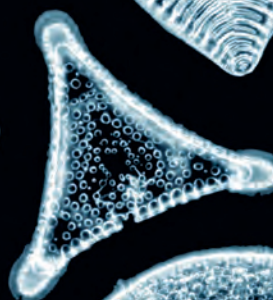
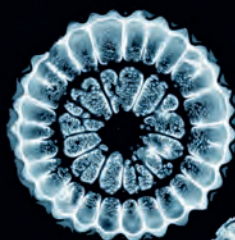
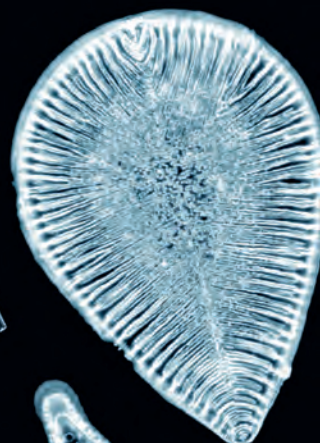
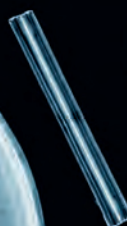
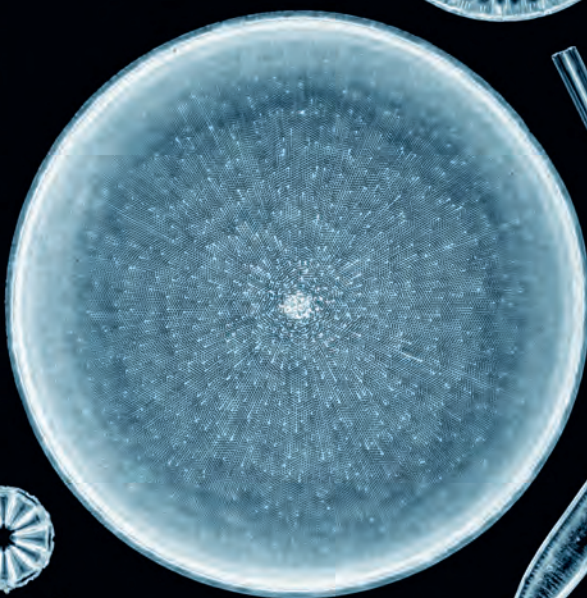
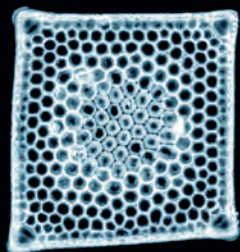
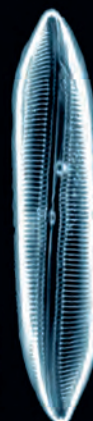
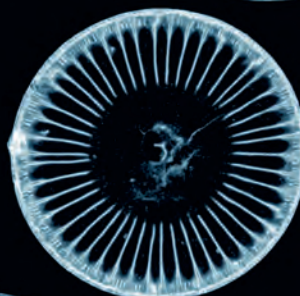
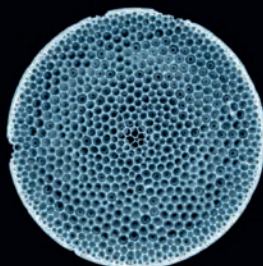
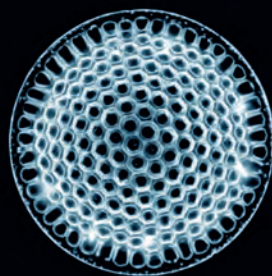
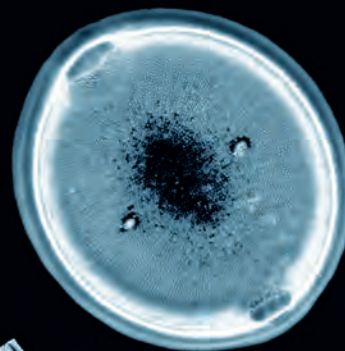
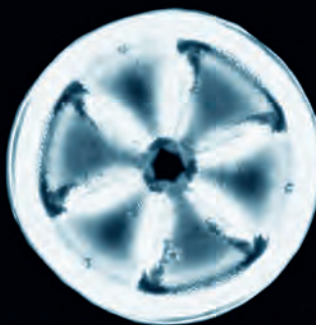
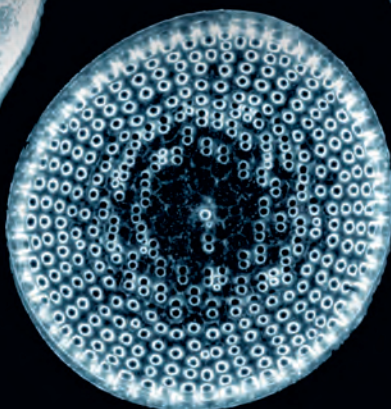
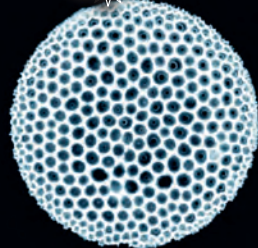
Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

154. évf. 9. sz.

2023. SZEPTEMBER ÁRA: 1450 Ft

Előfizetőknek: 1350 Ft



FÖLDISMEI BÁNYÁSZEGYLET
ÉLŐSZÖVET AZ ÜVEGVÁZON
ÁTFORDULÓ FORDULÓPONT
GYARAPODÓ MOHÁCSI BUCÓK
SÖRFŐZŐ FIZIKUS FAMÍLIA



1

2

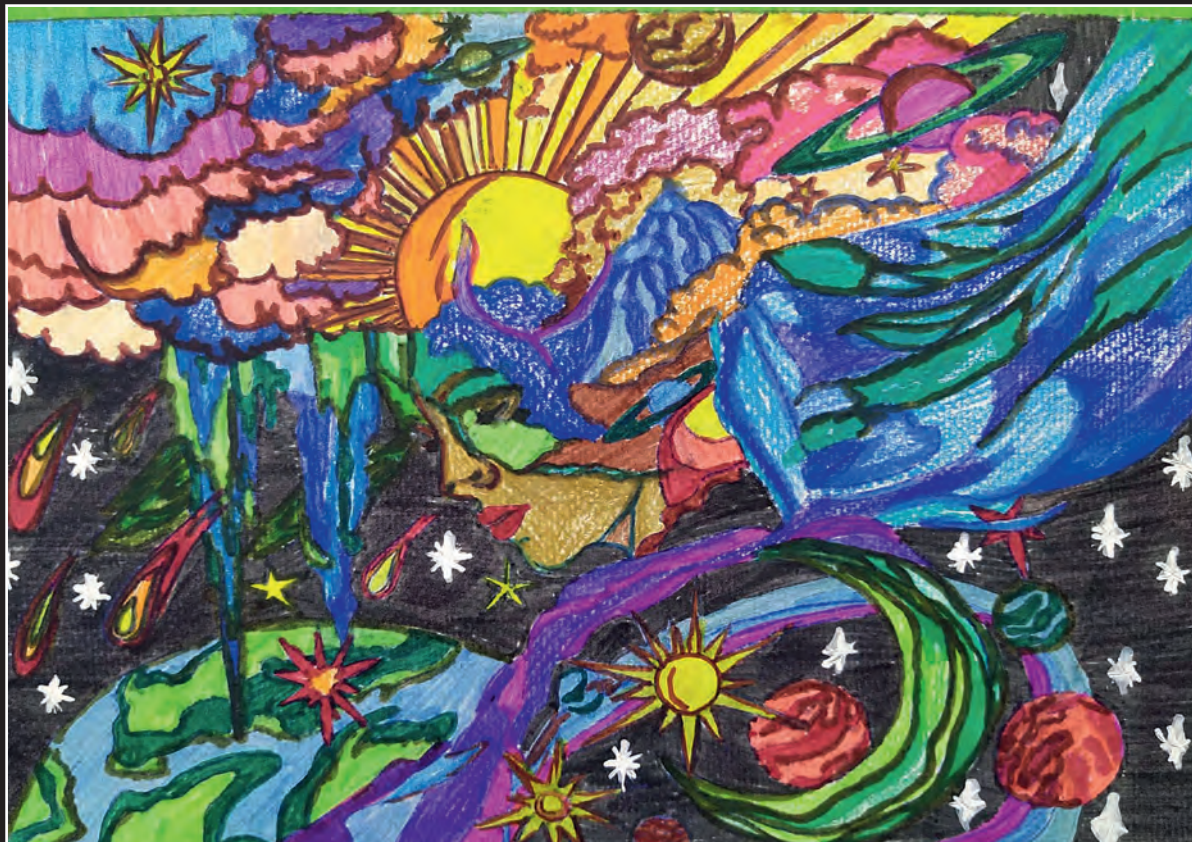


3

NEW YORK CITY LÉTREJÖTTE

- 1, Az Empire State Building építése 1930-ban
- 2, A 86. utca az 1930-as évek New York-jából
- 3, Egy 1902-es fotó a Broadwayről délre, a 71. utcán át a túloldalára tekintve a Second Avenue-i metróépítés látható





KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG IHLETTE RAJZOK

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat és testvérlapunk, az Élet és Tudomány szerkesztősége a nyár elején rajzpályázatot hirdetett fiatal olvasók számára: alkossanak a körforgásos gazdaság és a hulladékok újrahasznosítása által ihletett műveket. A rajzpályázatra 285 képet küldtek az általános iskolás alkotók. Két szép pályaművet adunk közre ízelítőül a gazdag anyagból: Budai Mirabel: *Körforgás* és Krómer Jázmin: *A természetért vagyunk* című rajzát. Mindketten Bujiban, a II. Rákóczi Ferenc Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskolában tanulnak, felkészítő tanáruk: *Pető Margaréta*.

A KEHOP-3.15-21-2021-00003 sz. projektet
támogatta Magyarország Kormánya
és az Európai Unió.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE