

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

154. évf. 7. sz.

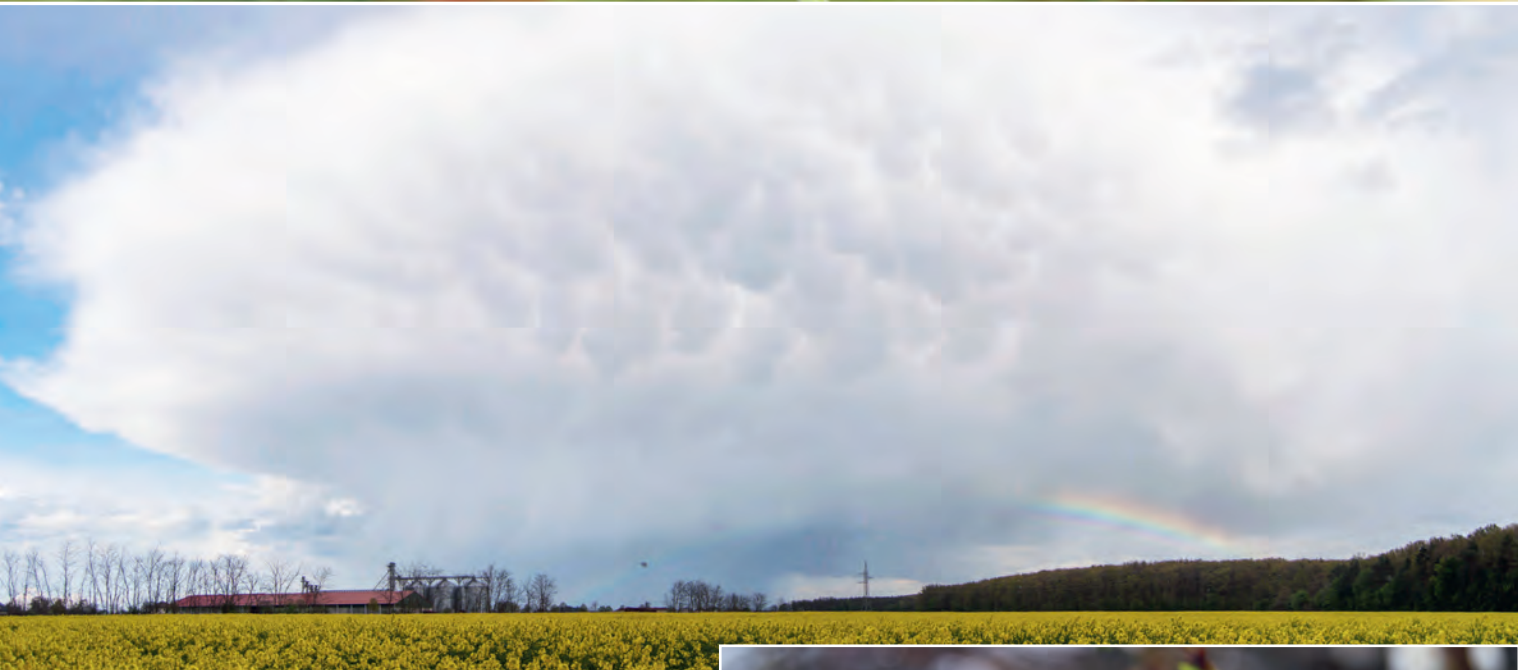
2023. JÚLIUS

ÁRA: 1450 Ft

Előfizetőknek: 1350 Ft

MIKROBÁK ÉS VÁLSÁGOK
KÉT KÖZETLEMEZ KÖZÖTT
VAJKÉNT OLVADÓ GLECCSEREK
75 ÉV VÁLTOZÓ CSILLAGÁSZATA
DÉL-BUDAI KESERŰVIZEK HISTÓRIÁJA





Illusztrációk
a 2023 tavaszának időjárása
című cikkünkhöz
(Hérincs Dávid felvételei)





A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
154. ÉVFOLYAMA

2023. 7. sz. Július
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



Nemzeti
Kulturális
Alap



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM

EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKELZŐ

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: hirlapelofizetes@posta.hu
Internet: eshop.posta.hu
Postacím: MP Zrt., Budapest 1900.

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

Előfizetési díj:
fél évre 8160 Ft, egy évre 16 200 Ft

KOCSIS ERZSŐ: Két közetlemez között álltam – Izlandi bazaltmezőkön	290
FARKAS CSABA: Két elválaszthatatlan faj – A kék vércse és a vetési varjú fennmaradásáért	296
TRUPKA ZOLTÁN: 75 év változó csillagászata – Interjú Szabados Lászlóval....	300
EREDMÉNYHIRDETÉS	305
KALAUZ-SIMON VERONIKA: Új lehetőségek az energiatárolásban – Mikroorganizmusokkal a vírusok ellen	306
ZSÁK ZSÓFIA: Csak egy palack víz... – Létezik megoldás az egyszer használatos műanyagra?	311
HÉRINCS DÁVID: Átlag körüli hőmérséklet és gyakori csapadék – 2023 tavaszának időjárása	316
PÁLYÁZATI FELHÍVÁS	319
VIDA KRISZTIÁN: Chatrobotoktól valósághű galaxisokig – A mesterséges intelligencia kutatása	320
HÁMORI PÉTER: Örmeztől a Feneketlen-tóig – Dél-budai keserűvizek története	323
DOVICSIN-PÉNTEK CSILLA: Lesz-e kvantumforradalom Magyarországon? – Négy tudományág határvidékén	329
FÖLDTUDOMÁNYI FIGYELŐ (Szoucsék Ádám).....	331
DIÁKMELLÉKLET (Horváth Vilmos: „Édes a léleknek, és gyógyulás a testnek”) ...	334
FOLYÓIRATSZEMLE (Landy-Gyebnár Mónika).....	341
MÁRKUS BÁLINT: Kristályportrék – Házilag lencsevégre kaphatók.....	344

Címlapképünk: Citromsavkristályok (Márkus Bálint felvétele)

Borítólapunk második oldalán: Illusztrációk a 2023 tavaszának időjárása című
cikkünkhöz (Hérincs Dávid felvételei)

Borítólapunk harmadik oldalán: Kristályportrék (Márkus Bálint felvételei)

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)

LŐRINCZ HENRIK (lorincz.henrik@termvil.hu)

SZOUCSÉK ÁDÁM (szoucsék.adam@termvil.hu)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Gazdasági ügyintéző: FARKAS VIKTÓRIA

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



IZLANDI BAZALTMEZŐKÖN

Két kőzetlemez között álltam

Izlandra látogatván Angrboða, az óriásasszony a mohasapkákkal és csillagfürtökkel tarkított, tűzhányókkal körülölelt birodalmát tudta bemutatni. Hatalmas bazaltmezői már az égi madárról ámulatba ejtenek, és még inkább arra biztatnak, hogy eredetük nyomát keressem. Itt az eurázsiai és az észak-amerikai tektonikus lemezek folyamatosan távolodnak egymástól. „Ísland” létezését a Közép-Atlanti-hátságon lévő nagy vulkáni hasadéknak köszönheti.

Amikor közelített repülőgépem Izland felé, már látam, hogy nem túlzás, hogy geológiai szempontból a szigetország egyedülálló. Bárhová is indulnék, legyen az nyugat vagy kelet, esetleg észak, a bazaltmezők végételénjt tudnám megvizsgálni. De mielőtt ez megtörténne, nézzük meg ennek a vulkanikus világnak az eredettörténetét!

A litoszféralemezek határait napjainkban is pontosan jelzi az aktív és a már kihunyott tűzhányók területi elhelyezkedése. Ezek lehetnek például:

- divergens lemezszegélyek: az óceáni és kontinentális hasadékvölgyek (triftek),
- konvergens lemezszegélyek menti szubdukciós övek (aktív kontinensperemek és szigetívek)
- litoszféralemezek belső területei (forró folt vulkanizmus)

A litoszféra Földünk külső szilárd burka, több, egymáshoz képest elmozduló kontinentális vagy óceáni kőzetlemezről áll. A lemezeket óceánközépi hátságok és mélytengeri árkok határolják, azonban lehetnek

gyűrthegegyégek és törésvonalak is a határaik. A kőzetlemezek távolodhatnak, közeledhetnek, és elcsúszhatnak egymás mellett. A kőzetlemezek messzebb kerülnek egymástól az óceánközépi hátságok mentén. Itt a földköpenyből olvadt magma tör a felszínre.

A vulkánok 20%-a az óceánközépi hátságok hasadékvölgyeihez, 80%-a az aktív kontinensperemekhez és szigetívekhez köthető. Ha a felszínre került vulkanikus anyag tömegét és megoszlását nézzük, akkor ezen arányok megfordulnak. A felszíni olvadékaramlás átlagos éves mértéke $4 \text{ km}^3/\text{év}$ a Föld egészét tekintve. Ennek mintegy 15%-a szubdukciós zónákon, 70%-a óceánközépi hátságokon, 10%-a forró pontok, a maradék a kontinentális táblák vulkánjain keresztül érkezik a felszínre. Az 50-150 km mélységtől elhelyezkedő asztenoszféra szilíciumban szegény, vasban és magnéziumban gazdag peridotitos anyaga erőhatásokra képlékenyen, ám az uralkodó nyomás, hőmérséklet és összetételi viszonyok mellett szilárd halmazállapotú, és felszínig hatoló aktív törérendszer esetén vulkánkitöréseket okozhat.

Már a hveragerői plázában található kontinentális kőzetlemezek is bámulatba ejtőek voltak, de tudtam, hogy amit ezután fogok látni, az mindezeket felülírja. Ehhez el kellett utazni a Þingvallavatn-tó északi partján található Þingvellir Nemzeti Parkig. A park északkelet-délnyugati irányú, hosszúkás hasadékvölgy nyugati ágán belül található. Ez a zóna a Közép-Atlanti-hátság folytatását jelenti. A holocén korból megmaradt lávamezők a középső területen a legkiterjedtebbek. A felső pleisztocén hialoklasztitok és szubglaciális eredetű párnalávák, valamint inter- vagy szupraglaciális lávák építik fel a peremet. Valamennyi kőzet vagy bazalttufa, vagy hólyagos bazalt, illetve bazalt alapú párnaláva. Mindenütt csak bazalt, annak mindenféle megjelenési formájában.

A terület az északkeleti Langjökull-gleccsertől indulva enyhén lejt az északkeleti Reykjanes-félsziget felé. A Hengillnél található vulkán délnyugat felé zárja a tómedencét. Erőteljes törések jellemzik. A jégkorszakban a gleccserek és a vulkanizmus kölcsönösen hatottak egymásra. A gleccseren belül az olvadékvíz és a magma párnaláva kialakulásához, a magma fragmentálódásához és robbanásos kitörésekhez vezet. A látott hegygerinceket és halmokat párnaláva, hialoklasztit tufa és breccsa alkotja.

11 000 évvel ezelőtt a jégpáncél visszahúzódott a területről. Ezután vulkánkitörések formálták a terepet. A Þingvellir környékére a korai holocén idején bazaltos láva ömlött. A legjelentősebbek az északkeleti Skjaldbreiður és a keleti Eldborgir lávapäjszai. A Þingvellir és a Gjábakki valószínűleg az Eldborgirnél valamivel korábbi kitörésekből származhatnak. A Nesjahraun körülbelül 2000 évvel ezelőtt tört ki a Þingvallavatn délnyugati partján lévő krátorsorból. Ugyanekkor alakult ki a tó közepén a Sandey freatikus tufakúpja. A tó délnyugati partján szintén korábbi lávák találhatók.

Ez a hasadékvölgy két tektonikus lemez eltávolodásakor keletkezett. Ez egyike Földünk azon kevés helyeinek, ahol valóban két tektonikus lemez között sétálhattam. Maga egész Izland az eurázsiai és az észak-amerikai kőzetlemezek mozgása során alakult ki. Ahogy a két lemez távolodik egymástól, új szárazföldrak keletkeztek. Ez a Közép-Atlanti-hátság. „Ísland” egyike azon kevés helyeknek, ahol a szárazföld felett látható mindez, a maga drámai szépségében. A lemezek mozgásával e repedés, így a völgy, és Izland is, évente 2,5 centiméterrel lesz szélesebb. 1789 tavaszán söpört végig ezen a területen egy nagy földrengéshullám. 2000 nyarán két súlyos földrengés következett be Þingvellirtől 40-50 kilométerre délkeletre: a szurdokfalakról kövek hullottak le és a hasadékokból víz fröccsent fel.

Þingvellir nemcsak geológiai szempontból érdekes. Itt ülésezett a világ legrégebbi parlamentje is. Neve szó szerinti jelentése „a parlament síksága”. A X. században a sziget gyarmatosítása idején megállapodtak abban, hogy az új nemzetnek törvényekre és irányelvekre van szüksége. A terület kényelmesen, mindenki számára könnyen megközelíthető volt. Évente emberek százai hoztak döntéseket, alkottak új törvényeket. Itt dőlt el, hogy Izland keresztény lesz. Az izlandi országgyűlés ezek után a XVIII. század végéig ülésezett ott, csak azután került „falak közé”.

Utazásomkor bárhová is indultam volna, számos természetes és mesterséges geotermikus medencét találhattam volna. A „mudpot” vagy „mud pool” extrém, igazán vikinges, savas sárforrás. Színpompás, hiszen a körülötte található iszap fehér vagy szürkés, néha vöröses vagy rózsaszínű foltokkal tarkított a vasvegyületek miatt. Magas hőmérsékletű geotermikus területeken alakulnak ki ezek a gőzszivárgások, a fumarolák. A kevés rendelkezésre álló víz olyan helyen tör a felszínre, ahol a talaj vulkáni hamuban, agyagban és egyéb finom részecskékben gazdag. Az iszap vastagsága általában a talajvízszint vastagságával együtt változik. A bugyborékoló medencékben a sav és a mikroorganizmusok a környező kőzetet agyaggá és iszappá bontják. Némelyek segítenek a gázt kénsavvá alakítani, ez alakítja a kőzetet agyaggá. Az eredmény egy ragadós képződmény, sárbugyogó, amin keresztül a szagos gázok

„Ísland” egyike azon kevés helyeknek, ahol a szárazföld felett látható a maga drámai szépségében a Közép-Atlanti-hátság
(A Szerző felvételei)





A Þingvellir Nemzeti Parkban két tektonikus lemez eltávolodásakor keletkezett hasadékvölgyénél valamennyi kőzet vagy bazalt tufa, vagy hólyagos bazalt, vagy bazalt alapú párnaláva

pöfékelnék. A felszíni víz sekély, ami az agyagbélése miatti vízzáró mélyedésben gyűlik össze. Ennek nincs közvetlen kapcsolata a föld alatti vízfolyással. Az alatta található termásvíz gőzt bocsát ki. Ekkor kezd pöfékelnit a talaj, felmelegítve az összegyűjtött felszíni vizet. Hidrogén-szulfid gáz jelenléte adja az iszapfoltok jellegzetes, záptojásra emlékeztető szagát.

Oldalirányú esőben, erős óceáni szélben döbbenetesen kellemes megtapasztalni a türkizkék Blesi meleg kigőzölgését, ami pillanatok alatt átmelegítette az esőáztatta turistát, azaz engem! Cseppet sem volt zavaró az a jellegzetes kénes illat! De milyen nagyszerű lehetett, mikor ez is bugyborékoló és forró volt!

A figyelmeztető tábla ott van sok helyen: 80-100 Celsius-fokos a víz, óvatosan kell közlekedni, és semmiképpen sem szabad belenyúlni, bármennyire is csábítóak és érdekesek a színei víztestnek. Egyedül az út mellett lefelé csordogáló, világos köveket simára csiszoló apró erecskéket mertem empirikusan is megtapasztalni: muszáj volt belenyúlni! Érezni kellett, mennyivel másabb a tapintása a sós kioldással borított, fehérén vakító kőzetnek, mint a masszív sötét bazaltnak a Hakiðnál, vagy a vörös tufás kőzeteknek a Kerið-kráternél.

A forrásban lévő iszap gyakran a „mudpot” peremére spriccel, mintha egy minivulkán keletkezne. Mini? Meggondolandó a kisebbítendő jelző, hiszen akár egy-másfél méter magasságot is elérheti ez a kispriccelés! Mégsem hívjuk őket „sárvulkánoknak”, azok természetükben nagyon eltérőek. A Geysír területén nem is láthatóak efféle természeti jelenségek, ahhoz majd másik geotermikus mezőt kell meglátogatnom.

Viszont nem messze a kis Bíldudalurtól, a nagy Arnarfjörður-fjord egy kisebb részében Reykjarfjarðarlag „fazeka” is vár minket. Itt egy betonozott, és egy forró természetes, körülbelül 45 °C-os geotermikus eredetű vizet tartalmazó medence is található. Az ország legrégebb régiójában található Krossneslaug. A látvány végtelen: szinte összeér a geotermikus víztükör az óceán kékjével.

Forró pontoknak (hotspot) hívjuk a litoszféra alatt szétterülő magasabb hőmérsékletű köpenytartományokat. Jelentős szerepet játszik a felette lévő kéreg

elvékonyításban és széthasadásában a 150-200 °C-kal megemelkedő hőmérséklet. Az olvadékok nagyobb része bazaltos jellegű. Izlandon is található ilyen hotspot.

A Hveragerði feletti dombokat 2008 májusában három másodperc különbséggel két, körülbelül 6,3-as magnitúdójú földrengés rázta meg. Ezek epicentruma az Ingólfsfjall-vulkán alatt, illetve Krossi település közelében volt. Egy új forrásvidék alakult ki, több, azóta is igen aktív forrással. Már a buszból is látható a színes iszap és a forró geotermikus, levegőbe törő gőzszlop. A rengések következtében több út felülete is megroggaldott, a házak ablakai kitörttek, az italboltban pedig az üvegek leestek a polcokról.

Reykjadalurben, a Seltjarnarnes partján egy pinduri – inkább egy lábfürdő, mint medence – található lenyűgöző kilátással az Esjara- és a Snæfellsjökull-gleccserre. Az Esja utolsó jégkorszak eleji kitöréséből felemelkedő magma egy gleccser alatt lávaréteget hozott létre. Amikor a jég visszahúzódott, ennek részét leaprította, létrehozva a hegy jelenlegi formáját. A vulkán már rég nem aktív, így a kinézete megmaradt. Az Esja bazalt- és tufakőzetekből áll. Izland két tektonikus lemez határán fekszik, a folyamatos feszültség állandóan nyugat felé „tolja” a szigetet. Ezért a hegység nyugati része a legidősebb (kb. 3,2 millió éves), a keleti pedig a legfiatalabb (kb. 1,8 millió éves). Svínafellsjökull pedig az Öraefajökull-vulkán közelében található. Gunnhver iszapmedencéjénél a gőz olyan hatalmas, hogy akár el is lehet tévedni benne. Igazán zabolázatlan vidék: a gyakori földrengések miatt hatalmas agyagkilövellések is megszakítják a fehér ködöt. Földöntúli élmény: körbeburkolva hőszerű felhőben, meg-megremeg a lábunk alatt a talaj, közben Gunnhver pöfékkel és köpköd.

A Köldulaugar (Hideg hévízforrások) fumarolák, szolfatárak és iszapforrások társaságában látogatható. Itt inkább barnás és sárgás színű kavasav- és kénlerakódásokat láthatunk. Ezeket kis patakokban vörös erek tartítanak, amit a jelen lévő vasvegyület piros színe okoz. A legismertebb északi geotermikus terület a Hverir/Hverarönd, a Námafjall-hegy mellett. Ez Izland egyik legnagyobb kénes forrásvidéke. A bugyborékoló és sziszegő

terület mintegy 4 km²-es. Óriási fumarolák, gőzölgő nyílások miatt az „Eldhús djöfulsins”, azaz Pokol Konyhája nevet kapta. Krafla területén találjuk Leirhnjúkurt (Agyaghegyet), a vulkánt, ami piros, rózsaszín és narancssárga kőzetekbe „öltözve pompázik”. A geotermikus víz színe átlátszatlan, kék és fehér. Számtalan fumarola, színes, bugyborékoló forrás teszi még inkább földöntúlivá az élményt. A Leirhnjúkur 592 méterrel emelkedik a tengerszint fölé, de ennek csak 50 métere van a felszín felett. Ölfusvatnslaugarra geotermikus területét átszelő hasadékszónára is a fumarolák és a szolfatárak jellemzőek. A Hengilltől keletre feltörő forró források meglehetősen sok szén-dioxidot tartalmaznak: a vizet felszálló gázbuborékok kavarják, de a csordogáló víz hőmérséklete is csak kb. 70°C. A szén-dioxid magmás eredetű. Az intrúziók megszilárdulásakor szabadul ki, majd keveredik a talajvízzel. Ilyen a magas hőmérsékletű geotermikus rendszerekben fordul elő. A Hengill lábánál, Ölfusvatnslaugarnál egy nagy tufalerakódást is tanulmányozhatunk.

Dél-Izlandon, Haukadalurban nézhettem meg a geotermikus Geysir területét. A Geysir a világ leghíresebb „gejzírje”. Már 1294 óta ismert. Környékén számos forró forrás található, közülük sok a gejzír. A Geysir lúgos kémhatású, pH-értéke 8. Vízből szilícium-dioxid csapódik ki. A kitörések időzítése és magassága változó. A 187 méter magasra emelkedő Laugarfjall a riolitkupola keleti lejtőjének alján található. A geotermikus mező maga egy sekély völgyben fekszik, a tengerszinttől 200 méter magasságban. A mára már kihunyt központi tűzhányó belsejében lévő vulkáni intrúzióknak köszönheti létrejöttét. Riolitos kőzetekből épülnek fel a Laugarfjallban és a Bjarnarfell-hegy északi és keleti lejtőin. A keletre és délre fekvő sík területek barnás kőmezővé dermedt interglaciális bazaltos lávafolyások.

Haukadalur, a geotermikus Geysir területe Blesi azúrkék vizével, háttérben az épp kitört Strokkur



A geotermikus vizek nátrium-klorid és bikarbonát mellett magas fluorid- és bórkoncentrációval rendelkeznek. Ez a savas vulkáni kőzetekkel történő reakciók miatt van. A radonkoncentráció kiemelkedően magas, 10-100-szorosa Izland más geotermikus területein mért értékeknek.

A Geysir nevet először 1647-ben Sveinson püspök használta. 1630-ban a haukadaluri gejzír négy évtizednyi szunnyadás után hevesen kitört. Az 1896-os földrendés után 60 méter magasságig akár óránként is kitört. Az aktivitása ezután fokozatosan csökkent. 1907-ben nagy mennyiségű szappant adtak hozzá, hogy a dán királynak kitöréssel kedveskedjenek. 1935-ben a szellőzőnyílás körüli árok kiásása, a talajvízszint csökkentése után újra aktív lett. 1981-ben megtisztították a szökőkút körüli árkot, leengedték a talajvízszintet és ismételt szappant adtak hozzá. 2000-ben egy újabb földrendés ismét beindította, de 2003-ra alábbhagyott a jelenség. 2016-tól, sajnos úgy néz ki, véglegesen alábbhagyott a működése.

Napjainkban a Strokkur 5-8 percenként tör a magasba, párájával beborítva az ámulatba esett turistát. Azaz engem, aki már felülről az eső miatt volt vizes, de most oldalról egy kis geotermikus nedvességgel is meglett „fűszerezve” a kabátom, a nadrágom, a hajam, a cipőm, de ki bánta!

*„Reszket a láng, a tűz kitör
Fenn és lenn egyaránt –
lecsap az ásó, mint az ököl,
s repül a kőszilánk!
Mely isten és ily vadul?
Én vagyok az, Pele!
Bűvös botom a mélybe fúr,
a Föld szívébe le!” (Hawaii hula-hula dal)*

A Strokkur 5-8 percenként tör a magasba, párájával beborítva az ámulatba esett turistát





A körülbelül háromezer éves Kerið akvamarin színű vulkáni kráter-tavával



A geológiai értelemben friss vasas lerakódások által megszínezett kőzetet tartom a kezemben Kerið szemképrásztató színű és bámulatba ejtő hátterével

A magma cseppfolyós, gáznemű, kisebb részben szilárd állapotban a nehézségi erő hatásával ellentétes irányban, fölfelé törekedve mozog a vulkanizmus következtében, a belső hőtermelő folyamatoknak felszíni megnyilvánulásakor. A működés hevedésén alapuló Lacroix-féle osztályozást, a típusok nevét a legjellegzetesebb vulkánokról kapták (Hawaii, Stromboli, Pelé, Vulcano típus).

Ha a láva a kürtőn át távozik, akkor elhelyezkedését tekintve lehet központi és/vagy oldalkürtő. A láva fizikai paraméterei (hőmérséklet, viszkozitás, illótartalom), az anyagkiáramlás intenzitása és a topográfia határozza meg a lávafolyások tulajdonságait. Egységnyi idő alatt nagy mennyiségű olvadékot tartalmaz a nagy hőmérsékletű, kis viszkozitású bazaltláva. A lávaár vékony (3-20 méter) és nagy területet fed be gyors áramlási sebességgel. A bazalt lávafelszín két alapvető típusa az ívesen redőződő pahoehoe (fonatos) és a durva salakos láva. A völgyekben áramló bazaltlávának külső felszíne gyorsan megszilárdul, ám szigetelő hatása miatt a belső részek tovább áramolhatnak. Lávabarlang jön létre, amikor az effúzió megszűnik, és a láva kiáramlik a csatornából.

Az olvadék hűlése közben bekövetkező térfogatváltozás eredményeként kőzetrések tagolják a lavakőzeteket. A bazaltos lávaárak jellemzője a láva mozgásával párhuzamos pados-lemezes elválás. A lávaárak és a kiszórt anyag felhalmozódásával vulkáni kúp épül, amely a létrehozó kitérés fázisok száma alapján mono- vagy poligenetikus lehet. A forma mérete és alakja alapján szintén elkülöníthetőek az egyes tűzhányók. Kúpjaik alakját befolyásolják az olvadék fizikai-kémiai tulajdonságai, a kitérés időtartama, intenzitása, a felszínre került magma mennyisége.

A salakkúpok relatíve kisméretű, kiszórt piroklasztitból álló, közepes lejtőszögű formák és a monogenetikus vulkánok közé tartoznak. Legtöbbször kör alakúak. Izlandon a bazaltos hasadékvulkáni tevékenység esetén hosszú gerincek formájában követik egymást.

A Kerið egy szemképrásztató színű és bámulatba ejtő környezeti szépséggel rendelkező vulkáni krátertő Dél-Izlandon. Nagyjából fele olyan idős, mint a legtöbb a szigeten található vulkáni kaldera, azaz körülbelül háromezer éves. Lejtői vörös színűek, nem pedig vulkáni fekete kőzetekkel borított. Vaslerakódásai geológiai értelemben igen frissek.

A Kerið körülbelül 55 méter mély és 170 méter széles. Egy ösvényen a kráter peremét körbe lehet járni. Leeszkedve pedig a krátertő érintetlen vizébe bele lehetett nyúlni. Itt bátran mertem is, nem úgy majd, mint a Blesi kénes illatú kristálytisza medencéjébe.

A kutatók úgy vélik, hogy a Kerið egykor kúp alakú vulkán volt. A kitéréskor azonban kimerítette magmatartalékát, aminek következtében az összeomlott. Ezt a formáját láthattam saját szemmel is. Az összeomlást követő évszázadok során a kaldera megtelt vízzel. Az így keletkezett tó mélysége az évszaktól és a csapadék mennyiségétől függően 7-11 méter között van. Vize azért ilyen élénk színű, mert a sziklákból származó ásványi anyagok beszivárognak a vízbe, és azt akvamarin színűre színezik.

Mivel a Snaefellsnes-félsziget a fő útvonaltól távol esik, nem sokan tudnak Landbrotalaug titkos melegvízforrásáról. A körülbelül 25 perces út után meglátni az Eldborgot. A tűzhányó egy rövid vulkáni hasadékon fekszik. Átmérője mindössze 200 méter, mélysége pedig 50 méter. Egy 5000-6000 évvel ezelőtti kitérés során keletkezett. Formája kecses, klasszikus vulkáni: sima lejtős oldalakkal és egy karakteres kráterrel. Az Eldborg egy fröccsenőkúp, azaz robbanásszerűen tört ki, nagy viszkózus lavát lövellve a levegőbe. Ez félig szilárdan landolt vissza a kráterbe. Majd annak oldalain lecsöppött, mintegy összehegesztve a vastag kőzetdarabokat. Így alakult ki az egyedi megjelenése. A területen található öt kráter közül ez a legnagyobb. Gyakran fészkelnek hollók a falában lévő lávaüregekben – ki tudja, talán

Huginn („Gondolat”) és Muninn („Memória”), Odin két kísérője is meg-megpihen itt, miután kilenc világon keresztülrepültek.

Már a buszból lehetett látni, ahogy a Gullfoss alatti kanyon mintegy 2,5 km hosszan húzódik. Nem a megszokott vulkáni lejtők és bazaltmezők látványa volt ez már, hanem egy 70 méter mély hasadékba lehetett bepillantani. A geológusok azt feltételezik, hogy az utolsó jégkorszak végén jökulhlaup (jégkitörések) által okozott áradásokban keletkeztek.

A hatalmas gleccserfolyónak, a Hvítanak (Fehér folyó) köszönhető a hatalmas fehér gleccservízesés a hosszú szűk kanyonban. A Hvítá folyórendszer alkotja a Sogiðdal és az Ölfusával, ami a hegyektől, gleccserek mellett haladva a tengerpartokig terjed.

A Gullfoss két különálló vízesés; a felső vízesés 11 méteres, az alsó pedig 21 méter. A folyómeder sziklaja két jégkorszak közötti időszakban alakult ki. A 32 méteres hasadékba lezúduló víztömeg oldalról terített be, míg felülről hullott a már megszokott izlandi apró szemű eső. A világ top tíz vízesése közt találjuk a nevét. Azt a nevet, ami izlandiul „arany vízesést” jelent, mivel napsütéses napon a víz aranybarna színt vesz fel. Mivel gleccservíztől van szó, sok üledéket hordoz, amelyet a gleccserjég az évek során lefaragott a kőzetekből.

A vízesés környéke körülbelül 200 méterrel fekszik a tengerszint felett. A sziklákön különböző színű, szabálytalan foltokat alkotó zuzmótelepeket találtam. Izland folyamatosan mozgásban van: valahol a szigeten mindig előfordulhat kisebb-nagyobb földrengés. Utazásom alatt például június 10-én hat 2-es erősségű is előfordult. Nem véletlen, hogy a busz rázkódása, az erős szélben és esőben fel sem tűnt, hiszen ezt az emberek általában nem is érzik meg. Sőt, a statisztika szerint ottlétem alatt 68 darab 2 magnitúdó alatti rengés zajlott a szigetországban.

Eszttétikai szépsége mellett más aspektusa is van a hőforrásoknak. A fenntarthatóságról is érdemes szót ejtenünk röviden. Izland Európa egyik legszegényebb,

A Gullfoss izlandiul „arany vízesést” jelent, mivel napsütéses napon a víz aranybarna színt vesz fel



tőzegtől és importált széntől függő szigetből magas életszínvonalú országgá vált. A geotermikus energia fűtésre történő felhasználásában úttörő szerepet játszik. A hveragerði feletti domboknál 1923-tól vannak ilyen környezetbarát energiával fűtött melegházak. A geotermikus erőművek jelenleg az ország teljes villamosenergia-termelésének 25%-át állítják elő. Izland köztudottan világszerte a geotermikus távfűtés alkalmazásában, a háztartások mintegy 9/10-ét ilyen módon fűtik. Ez a hőenergia-felhasználás egyfajta reményre adhat okot. Ha egy ország ennyire komolyan veszi a megújuló erőforrások alkalmazását, akkor Angrboða, az óriásasszony, a fumarolák, szolfatárak, bazaltmezők békés háziasszonya lesz.

KOCSIS ERZSŐ

Nyitóképük: Hakidnál, azaz a két kőzetlemez határán lévő lávaüregekben — itt talán Huginn és Muninn, Odin két kísérője is meg-megpihen

IRODALOM

- [1] http://astro.u-szeged.hu/oktatas/csillagaszat/6_Naprendszer/0100Naprendszer/naprendszer.html
- [2] <http://cograf.hu/tudastar/izland-gejzirek-es-vulkanok>
- [3] <https://guidetoiceland.is/travel-iceland/drive/kerid>
- [4] <https://hiticeland.com/iceland/notes/reykjarfj%C3%B6r%C3%B0ur-and-reykjarfjar%C3%B0arlauf>
- [5] <https://izlandmagyarul.com/izelito-programjainkbol/strokkur-gejzir/>
- [6] <https://nea.is/geothermal/>
- [7] <https://notendur.hi.is/oi/Pdf%20reprint%20library/Geology%20and%20geodynamics%20of%20Iceland.pdf>
- [8] <https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/ISOR-2010/ISOR-2010-033.pdf>
- [9] <https://tamop412a.ttk.pte.hu/files/kornyezettan9>
- [10] <https://tamop412a.ttk.pte.hu/files/kornyezettan9/www/out/html-chunks/ch04s06.html>
- [11] <https://tamop412a.ttk.pte.hu/files/kornyezettan9/www/out/html-chunks/ch04s07.html>
- [12] <https://wakeupreykjavik.com/must-visit-natural-hot-springs-in-iceland>
- [13] <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5588/>
- [14] <https://www.csillagaszat.hu/tudastar/a-naprendszer-felepitese-kialakulasa/01-a-naprendszer-felepitese/>
- [15] <https://www.geologypage.com/2016/05/mudpot.html>
- [16] <https://www.iceland.is/the-big-picture/nature-environment/geography>
- [17] <https://www.icelandtravel.is/attractions/hveragerdi/>
- [18] https://www.nkp.hu/tankonyv/foldrajz_9_nat2020/lecke_02_002
- [19] <https://www.re.is/blog/thingvellir-national-park/>
- [20] <https://www.re.is/hot-springs-and-pools/>
- [21] https://www.researchgate.net/publication/251136570_Introduction_to_the_Nature_and_Geology_of_Iceland
- [22] <https://www.south.is/en/place/gullfoss-waterfall>
- [23] <https://www.volcanodiscovery.com/place/344/earthquakes/hveragerdi/archive/2023-jun-10.html>
- [24] <https://www.vulkaner.no/n/gullfoss/egullfoss.html>
- [25] <http://volcanolive.com/geysir.html>



A KÉK VÉRCSE ÉS A VETÉSI VARJÚ FENNMARADÁSÁÉRT

Két elválaszthatatlan faj

Aki A-t mond, mondjon B-t is: aki a kék vércse védelmével foglalkozik, annak foglalkoznia kell a vetési varjú védelmével is. Az ok: a kék vércse nem épít saját fészket, elsősorban a vetési varjú elhagyott fészkeiben költ.

A hazai sólyomfélék közül egyedül a kék vércse fészkel telepesen, és ahhoz, hogy ezt megtehesse, szüksége van a szintén telepesen fészkelő vetési varjakra is. S mivel a vetési varjút évtizedekig irtották, állománya az ezredfordulóra nagyon lecsökkent – és ez automatikusan a kék vércse állományának összeomlásával járt. A kék vércse a pusztai élőhelyek úgynevezett „esernyőfaja”, jelenléte azt bizonyítja, hogy táplálékállatai is jól érzik magukat az adott élőhelyen. Ezért agrár-környezetvédelmi, s élőhelyfejlesztési kezdeményezések szívesen foglalkoznak e madárfaj védelmével.

A XX. század nyolcvanas éveiben és a kilencvenes évek elején szelektív mérgezéses eljárással végzett vetésivarjú-állománycsökkentés következtében több mint 90 százalékkal csökkent a vetési varjak száma, hatalmas területekről tűntek el, s ezzel a vércsék számára alkalmas telepes fészekkínálat is nagyon összezsugorodott – mondja Orbán Zoltán, a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME) szóvivője, hozzátéve, hogy az MME a honlapján is részletesen tájékoztatja a témáról az érdeklődőket. A varjúgyérítés oka az volt, hogy a XX. század második felében

az egyre intenzívebbé váló mezőgazdaságban a kemizálás, illetve a monokultúra elterjedése a rovarfauna elszegényedéséhez vezetett. A varjak számára ez a tavasztól ősziig tartó időszakban az állati eredetű táplálék hiányát idézte elő.

Gazdálkodás és a vetési varjú

A varjak kénytelenek voltak áttérni nagyobb arányban növényi táplálékot is fogyasztásra, s így a gazdálkodás egyre kiélezettebb konfliktusba került a vetési varjakkal. A vetési varjú védelmét az illetékes minisztérium

Vetési varjú (Orbán Zoltán felvétele)



1971-től előbb enyhítette, majd teljesen fel is oldotta, és a fajt a vadászható fajok közé sorolta. Lőfegyverrel, fiókák kiszedésével, mérgezéssel egyaránt gyérítették. Ez elsősorban a dunántúli területeket érintette érzékenyen, ott alig maradt természetes élőhelyen varjútelep, csak azok a madarak maradtak meg, melyek beköltöztek a városokba — s oda a vércsék már nem követték őket. Az ezredfordulóra a vetési varjú hazai állományának 93 százalékát kiirtották, a 250 ezer páros állomány 23 ezer párra csökkent, és ma is csak 30 ezer pár körül van. A vetésivarjú-telepek eltűnése mellett a gyepterületek feltörését és az extenzív mezőgazdaság, ezen belül a legeltetés háttérbe szorulását is meg kell említeni a kék vércse állományának csökkenése okaként.

Amióta védett a varjúállomány

A helyzet megoldásának első szándékát az jelezte, hogy 1996-ban a hatóság kímélendőnek, 2001-ben pedig már védetté nyilvánította a vetési varjút — de ekkor már alig 25 ezer pár, a hajdan becsült állomány 10 százaléka költött Magyarországon. A kék vércse költőállományát 2002-ben csupán 600-700 párra becsülték hazánkban. Az egy évvel később végzett felmérés szerint a kékvércseköltőpárok száma 800-900 volt, ennek 60 százaléka a Tiszántúlon, és mintegy 40 százaléka a Duna–Tisza között fészkel. A Dunántúlról szinte teljesen eltűnt a kék vércse.

Vetési varjak szedegetnek az udvar gypén (Orbán Zoltán felvétele)





Kék vércse hím (balra) és tojó (jobbra). Itt is látszik az ivari kétalakúság: az acélkék hím színezete jelentősen különbözik a vöröses tojóétól. (Molnár Gyula felvétele)

A vetési varjú költőállománya nagyon megfogyatkozott nálunk (Molnár Gyula felvétele)

A kék vércse 1906 óta védett és 1954 óta fokozottan védett faj Magyarországon, természetvédelmi értéke félmillió forint. Veszélyeztető tényezői között a fészkelőhelyhiányt mindenképpen fel kell sorolni – a vetési varjú állománya a védelem ellenére sem nőtt számottevően. Ezen kívül a pusztai erdőfoltok eltűnése, az illegális fakivágás is veszélyezteti a fajt. Élőhelyvesztés is fenyegeti, azaz az intenzív mezőgazdaság térhódítása, a legeltetés visszaszorulása. Ugyancsak meg kell említeni az áramütést, a közúti elütéseket, s a ragadozók – például nyest, héja – kártételét a fészkelőtelepeken. És szólni kell a vonulás alatt, illetve a telelőterületeken bekövetkező pusztulásokról is.

MME-munkák a kék vércséért

Az MME nagyon jelentős védelmi munkákkal segíti a kék vércse helyzetét. Ilyen például a költőhelyek létrehozása, kezelése. Eddig mintegy 5000 költőládát helyeztek ki a varjúfészkelepek pótlására. A költőtelepeket rendszeresen ellenőrzik is a szakemberek. Számos esetben indítottak eljárást illegális fakivágások ügyében, s 36 új facsoportot telepítettek (ez 923 fát jelent). Romániában az út menti fasorok madárbarát hasznosításáért kezelési tervet készítettek, és közreműködtek részletes kezelési tervek kidolgozásában öt szlovákiai Natura 2000-es terület legfontosabb részein. Csaknem 30 fórumon vitatták meg a gazdálkodókkal a vetési varjú helyzetét, fészkelésük elősegítésére három önkormányzattal kötöttek megállapodást, így segítve a vércsék természetes fészkelési lehetőségeit is. Elérték a vetési varjú költési időszakban való védelmét Romániában és az érintett felvidéki Natura 2000-es területeken. Összesen 37 helyszínen állítottak



fel tájékoztató táblákat, melyek bemutatják a két fajt, s nagy sikerrel indítottak útjára egy ötrészes, iskolásoknak szóló vándorkiállítását.

A táplálkozóterületek védelme

Ez is fontos, ugyanis vannak olyan megoldások, hogy amikor a kaszálókat lekaszálják a takarmány érdekében, akkor a táblákban 5-10 méter szélesen úgynevezett rovarbúvó sávot hagynak meg, s ott meg tudnak maradni a táplálékbázist képviselő rovarok, rágcsálók, gyíkok is. A komplex tájhasználat és a legeltető állattartás visszahozása is fontos, ennek létrehozásában Európai Unió LIFE-pályázatok is segítenek nemzeti parkjainknak. Kékvércse-barát agrártámogatási célprogramot dolgoztak ki, melyet a három ország illetékes minisztériumai beépítettek az agrártámogatási rendszerbe. Az MME-rendezvényeken külön platformot biztosítanak a gazdálkodóknak tapasztalataik megosztására.

Az akadálymentes égboltért is sokat tett az MME. Együttműködési megállapodásokat kötött az áramszolgáltatókkal, és beszerezték a kritikus elektromos vezetékszakaszok szigeteléséhez szükséges anyagokat. A kék vércse főbb költő- és vonulóhelyeinek 4 kilométeres körzetében mintegy 400 kilométer középfeszültségű oszlopszakaszt sikerült madárbaráttá alakítani. Romániában javaslatot tettek az előnyben részesítendő madárbarát oszlopfajtákra, Felvidéken pedig 400 darab veszélyes közepfeszültségű oszlop szigetelésére kötöttek megállapodást két Natura 2000-es területen az illetékes áramszolgáltatóval.

Publikálással a két fajért

A sikeres költésért folyamatosan nyomon követik a faj költőállományát, s szinkronszámlálást tartanak a vércsék őszi gyülekezőhelyein. A veszélyeztetett költőtelepeken folyamatosan csapdázták és riasztották a nyestet. A hosszú távú védelem megalapozásáért számtalan kutatást végeztek, s publikáltak a kék vércsék életéről, főként azzal a céllal, hogy eredményeik a

gyakorlati védelmet is segítsék. Az el- és bevándorlás, illetve a túlélés vizsgálatához több mint ezer kék vércsét láttak el egyedi azonosítást biztosító, színes gyűrűkkel. Kidolgozták a kék vércse hazai, s európai fajmegőrzési tervét. Fejlesztik a vetésivarjú-konfliktus kezelési és fenntartható megőrzési módjait.

Az Európai Unióhoz való csatlakozás (2004) eredményeként – mint az eddigiekből is kiderül – a Kárpát-medence természetvédelmi szakemberei összefoghattak a kék vércse megmentése érdekében. Átfogó, egymásra épülő természetvédelmi projektek kezelik a kék vércse, s a vetési varjú problémáját 2006 óta, melyekben hazai és határon túli szakmai egyesületek, s nemzeti parkok vesznek részt.

FARKAS CSABA

Nyitóképünk: Kék vércse tojó (balra) és hím (jobbra). A tojó vöröses, a hím acélkék színű (Orbán Zoltán felvétele)



INTERJÚ SZABADOS LÁSZLÓVAL

75 év változó csillagászata

Hét és fél évtized csillagászati értelemben nem nagy idő, de egy csillagász számára már jelentős élet- és szakmai tapasztalatot jelent. Szabados László az MTA doktora, emeritus professzor, címzetes egyetemi tanár július végén tölti be ezt a kort. Több mint 50 éve változócsillagokkal, főleg cefeidákkal foglalkozik, a téma világszerte elismert szakértője. Neve az űrasztrometria területén is jól cseng az Európai Űrügynökség Gaia űrszondájának programjában végzett munkássága alapján. Pályafutásának főbb állomásairól, eredményeiről mesélve megrajzolta azt is, mekkora fejlődésen ment keresztül a kozmosz megismerésének tudománya. A csillagászok feladata ugyanis rendkívül nehéz, ám ebben rejlik munkájuk szépsége és izgalmas volta is: innen a Földről – beleértve a bolygónk környezetében működő csillagászati űrszondákat is – kell megállapítani az Univerzum szerkezetét és a benne lévő csillagok, csillagrendszerek sok milliárd éves fejlődéstörténetét.

— *Miért éppen a cefeidákat választotta fő kutatási területként?*

— Ezt a témát kaptam kutatói pályám legelején. 1971-ben az augusztus 20-ai ünnep miatt a hétvégét átszervezték, így augusztus 22-e, vasárnap munkanap lett. Én aznap kezdtem el dolgozni és 2015. november 30-ig voltam állományban egyetlen munkahelyemen. Amikor beléptem, a neve még az MTA Csillagvizsgáló Intézete volt. A csillagásszá váláshoz vezető utam elég simának tekinthető. A csillagos ég szépsége, meg az olvasmányélmények nagyon korán megragadták a fantáziámat. Már általános iskolásként jártam a Kulin György igazgatása alatt működő budapesti Uránia Csillagvizsgáló szakkörébe, amelyet Ponor Thewrewk Aurél vezetett. Az ELTE geofizikus szakára jelentkeztem, mert úgy gondoltam, hogy a földtudományi ismereteknek a Naprendszer kutatásában nagyon nagy jelentősége van, viszont nehezebb elsajátítani tankönyvekből és egyéb forrásokból, mint az egyetemi képzés során.

A fizikus szakon ilyen témájú kurzusokat nem oktattak. Harmadévtől vettem fel a csillagászatot, és geofizikus-csillagász diplomával távoztam 1971-ben. A Csillagvizsgáló Intézetben Detre László volt az igazgató, aki az egyetemen is oktató volt, ezért ismert engem. Ekkor már lehetett tudni, hogy lesz egy 1 méter tükörátmérőjű távcső az Intézet Pizskéztetői Observatóriumában, emiatt bővíthették a kutatói létszámot, így kerülhettem oda.

A cefeidák rendkívül fontosak az asztrofizikában, mert az Univerzum távolságskáláját részben ezekre a változócsillagokra alapozzák. Pulzálnak, sajátrezgést végeznek, és a rezgési frekvenciájuk összefügg a méretükkel, tömegükkel és fénykibocsátásuk mértékével. Korábban sokan unalmasnak tartották ezeket a csillagokat, mert a pulzációjukat szigorúan periodikusnak tartották. Aztán kiderült, hogy a tökéletes periodicitás nem teljesül rájuk, és sok más izgalmas tény is megismertünk róluk az elmúlt évtizedekben.

— *Annak idején hogyan és milyen céllal vizsgálta ezeket a csillagokat?*

— Először a Svábhegyen, az Intézet 60 centiméter átmérőjű távcsövével kezdtem az észlelésüket, aztán a Piszkestetői Observatórium 50 centiméteres teleszkópjával is végeztem fotometriai megfigyeléseket. Az egyik fő cél az volt, hogy olyan cefeidákat keressek, amelyeknél nemcsak egyetlen pulzációs módus van gerjesztve. A szabad szemmel látható legfényesebbektől 11 magnitúdós határfényességig szerepeltek cefeidák az észlelési programomban. Az északi égbolt fényes cefeidái közül egyetlenegyét hagytam ki, a Polarist, vagyis a Sarkcsillagot, mert annak közelében nincsenek elég fényes összehasonlító csillagok a pontos méréshez.

Külföldi kollégák biztatására a déli égbolt cefeidáira is kiterjesztettem a vizsgálatokat. Bár azokat Magyarországról nem lehet látni, de a szakirodalomból össze lehetett gyűjteni és feldolgozni a régebbi észlelések anyagát. A periódusváltozás követése bizonyos csillagoknál száz évnél hosszabb időtávon is lehetséges volt, sőt az első cefeidát 1784-ben fedezték fel. Tehát van olyan csillag, amelyikről már több mint 200 éves adatsor áll rendelkezésre! Az ilyen régi adatok feldolgozása azonban hihetetlenül babra munka. Az volt a legnehezebb, hogy eleinte még a magnitúdóskálát sem használták a fényesség jellemzésére a publikációkban. Azt az 1850-es években helyezte megbízható alapokra Norman Pogson angol csillagász. Addig úgy szóltak a leírások, hogy „kicsit fényesebb, mint ez és ez a csillag, de sokkal fényesebb annál a másikonál”. A két évtizedet átfogó fényességmérési sorozat és az irodalomból összegyűjtött összes korábbi megfigyelés eredményei öt — egyenként 80-130 oldal terjedelmű — füzetben jelentek meg a Csillagda kiadványában. Ezekben elsősorban a pulzáció periódusának változásait elemeztem közel másfél száz cefeidára.

A 200 év kapcsán említtem meg, hogy 4-5 évenként voltak olyan ötleteim, amik aztán nagyot lendítettek a pályámon. Az egyik ilyen, ami meglepő módon addig senkinek nem tűnt fel, hogy 1984-ben volt az első cefeida felfedezésének 200. évfordulója. Ezért kezdeményeztem, hogy legyen egy nemzetközi konferencia ebből az alkalomból. Felkarolták a javaslatot, és a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) Torontóban tartott egy konferenciát, amelynek a szervezőbizottságába is beválasztottak. Kanadába kijutva sok nyugati kollégával megismerkedhettem, és sikerült komoly szakmai kapcsolatokat is kialakítanom.

— *Nem okozott gondot, hogy Ön keletről jött?*

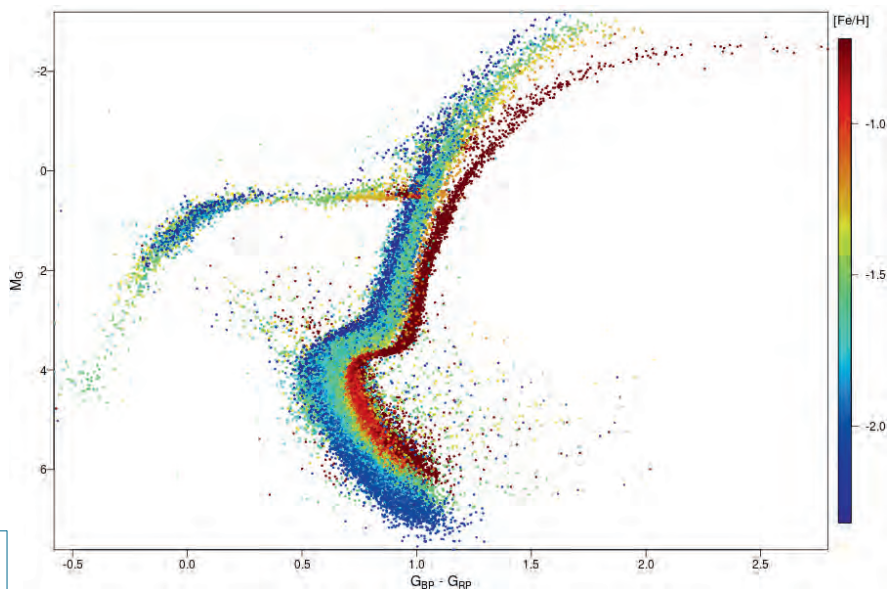
— Nem, ez abban a körben nem számított. A hidegháborús időszakból egy másik eset volt inkább emlékeztetes. Genfben 1983-ban tartottak egy jelentős nemzetközi konferenciát a csillagok fejlődéséről, meghozzá egy-két héttel azután, hogy a szovjetek lelőtték a dél-koreai utasszállító repülőgépet. Az incidens után a nyugati országok azonnal bojkottot vezettek be a szocialista országok légitársaságaira. Én viszont nem repülővel, hanem vonattal utaztam, mert akkor az még sokkal olcsóbb volt. Így aztán a szimpóziumon én voltam az egyetlen résztvevő, aki szocialista országból érkezett.

Az ötletekhez visszatérve, egy másik jó kezdeményezésem szintén egy konferencia volt, meghozzá az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozáshoz időzítve. Akkor már időszerű volt egy újabb nemzetközi konferencia Magyarországon a változócsillagok témakörében. A szervezésben érdekelt intézeti kollégáim szerették volna egy-két évvel korábban megtartani, de én ragaszkodtam ahhoz, hogy várjunk 1999-ig. A napfogyatkozás hetére sikerült ütemezni az IAU-konferenciát, amiért a külföldi asztrofizikusok nagyon hálásak voltak. A 140 körüli résztvevő közül a többség akkor látott először teljes napfogyatkozást.

— *Térjünk vissza még egy kicsit a cefeidákra. Mik voltak az ezekkel kapcsolatos legfontosabb eredményei?*

— A pulzációs periódus változásának vizsgálata a maga idejében a legalaposabbelemzés volt ebben a témakörben. Az is kiderült, hogy a korábbi nézettel szemben a cefeidáknak is gyakran van kísérőcsillaga. Az olyan

Gömbhalmazok egyesített szín-fényesség diagramja a Gaia első két évi mérései alapján. A szín szerinti kódolás a halmazok csillagainak átlagos nehézelem-tartalmára utal (a vöröstől a kék felé haladva csökken a héliumnál nehezebb elemek gyakorisága a csillaghalmazban). Az ábrán jól kirajzolódnak a különböző csillagfejlődési állapotokhoz tartozó ágak, és feltűnően látszik a csillagok abszolút fényességének és színének függése a kémiai összetételtől. (Forrás: ESA/Gaia/DPAC, Carine Babusiaux et al.)



szuperóriások mellett, mint a cefeidák, nagyon nehéz kimutatni egy jóval halványabb társat, viszont segíthet, ha spektroszkópiai úton keressük a társcsillagra utaló jelet. A kettősségről az árulkodik, hogy az egymás körüli keringés során változik a cefeida látóirányú sebessége, ami a színképben lévő vonalak hullámhosszának változásaként észlelhető. Persze a társcsillag esetében is fellép ugyanez a Doppler-hatás, csak azt a csillag halványsága miatt nem lehet kimérni. A déli égbolton található cefeidáknál már ezeket a radiális sebességre vonatkozó adatokat is összegyűjtöttem, és próbáltam következtetni, melyiknek van olyan kísérője, amiről addig nem tudtunk. Aztán eltelt bő egy évtized az északi égbolt cefeidáira vonatkozó első vizsgálataimhoz képest, így érdemes volt kibővíteni a kutatást ezek látóirányú sebességének vizsgálatával is. Rengeteg cefeidáról kiderítettem, hogy kísérője van, ezekről online adatbázist állítottam össze, és azt igyekszem naprakészen tartani. A Tejútrendszerben ismert kettős cefeidák körülbelül negyedéről én állapítottam meg, hogy spektroszkópiai kettősök.

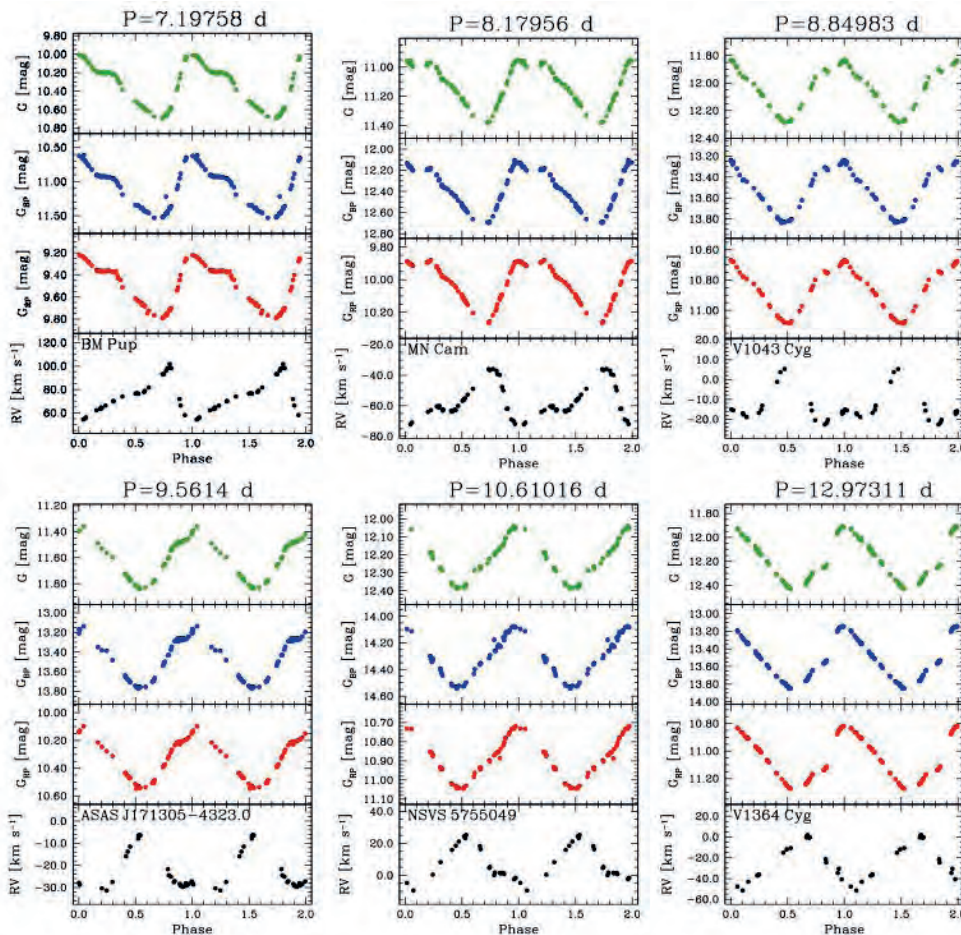
Ezek több szempontból is fontosak, érdekesek. Egyrészt a pulzációs periódus és a csillag fénytéljesítménye közötti szoros kapcsolat miatt, ha találunk egy

cefeidát egy távoli extragalaxisban, akkor egyszerűen meghatározható a csillagrendszer távolsága. Csak meg kell mérni a cefeida látszó fényességét, és ha jól van kalibrálva a periódus és a luminozitás közötti összefüggés, akkor a látszó fényesség és a pulzációs periódus ismeretében máris következtetni lehet a szóban forgó galaxis távolságára. Ma már roppant nagy távolságokig alkalmazzák a cefeidákat távolságmeghatározásra, még az 56 milliárd fényévre lévő Virgo-halmazban is ismernek ilyen típusú csillagokat. Viszont nem egyszerű kalibrálni ezt az alapvető relációt. De ha egy csillagnak van kísérője, akkor a keringési pályát meghatározva vagy spektroszkópiai mérésekből következtetni lehet az egyes komponensek abszolút fényességére. Kísérő nélküli csillagra a fénytéljesítmény meghatározása sokkal bonyolultabb.

– *A következő lépés a Hipparcos volt?*

– Igen, a kettősség és a periódus-fényesség reláció kalibrálásának fontossága indítottak afelé, hogy az Európai Űrügynökség (ESA) Hipparcos asztrometriai projektjébe is jelentkeztek a cefeidákkal. A program neve Hipparkhosz görög csillagászra is utal, ugyanakkor a *High Precision Parallax Collecting Satellite* névből alkotott betűszó. A küldetés a csillagok parallaxisának

Cefeidák fényességének és látóirányú sebességének változása két pulzációs ciklus során a Gaia mérései alapján. A kis ábrák feletti szám az adott csillag napokban mért pulzációs periódusát közli. Az egyes paneleken fentről lefelé a széles sávú szűrővel, a kék, illetve vörös tartományban kapott fénygörbe, legalul pedig a látóirányú sebesség változása látszik az oszcilláció során. (Forrás: ESA/Gaia/DPAC)



(aminek értékéből egyszerűen számítható a távolság), helyzetének és sajátmozgásának mérésére jött létre. Összeállítottam egy listát a legfényesebb kb. 30 cefeidáról, és elküldtem azt a program vezetőinek, hogy érdemes lenne ezeket észlelni egyebek között addig ismeretlen kísérőcsillagok kimutatására. A '80-as években jártunk, amikor még szóba se került Magyarország ESA-tagsága, de az Űrügynökség illetékesei csak szakmai szempontokat vettek figyelembe, úgyhogy az általam javasolt csillagokat és kutatási programot is elfogadták. Így kerültem az úrasztrometria bűvkörébe, aztán ott is maradtam.

– *Milyen eredményeket hozott Ön számára ez a program?*

– A magam részéről sikeresnek tartom, annak ellenére, hogy az 1989 és 1993 között végzett asztrometriai mérések alapján egyetlen kísérőcsillagot sem sikerült kimutatni, mert olyan parányi effektusról van szó. A Hipparcos-tól azonban egyenes volt az út a

Gaia program szakmai társasága felé. Amikor a Hipparcos-katalógust 1997-ben közreadták, már lehetett tudni, hogy érdemes sokkal pontosabban és sokkal nagyobb mintára ugyanezt folytatni, mert hihetetlenül érdekes dolgok fognak kiderülni. Asztrofizikai jellegűek, és nemcsak pozíciós csillagászati témában. A Gaia űrszondát 2013 decemberében indították a Földtől másfél millió kilométerre lévő „állomáshegyére”, ahonnan folyamatosan szkenneli az eget. Egy nagyméretű, de apró pixeleket tartalmazó CCD-kamera előtt végigvonulnak a csillagok, és az átvonulás idejét és a csillag irányát egyaránt nagy pontossággal határozzák meg. A Hipparcos katalógusába 118 ezer csillag került, elég egyenletesen lefedve az égboltot, a Gaia programjában viszont minden csillag (sőt galaxis és naprendszerbeli kisbolygó is) szerepel, ami az égbolton látszik, majdnem 21 magnitúdóig. A Hipparcos néhány ezred ívmásodperces pontossággal mért, a Gaia ennél több mint százszor pontosabb, vagyis közelít a milliomod ívmásodperces álmhatárhoz. Összehasonlításképpen a telihold látszó átmérője 1800 ívmásodperc!

A Gaia ötéves névleges mérési időszaka alatt az összes eredetileg kitűzött célt sikerült megvalósítani, és a szonda még jelenleg is működik. Az eredetileg megcélzott egymilliárd csillag helyett már 1,8 milliárdról vannak mérések, s ezek 99 százalékanak távolságát még soha nem mérték meg pontosan. Várhatóan 2025 tavaszáig folytatja a méréseket a Gaia, majd amikor elfogy a segédtrakéták üzemanyaga, akkor kikapcsolják a berendezést.

– *Tehát nem kellett pályáznia, hanem alanyi jogon került a programba.*

– Előbb csak én kerültem a Gaia Adatfeldolgozó és -Elemző Konzorciumába, 2009-től pedig az ESA és a Magyar Űrkutatási Iroda PECS támogatását is igénybe tudtam venni. Akkor egy kutatócsoportot hoztam létre fiatalok bevonásával, és 2014-ig kaptam támogatást. Jelenleg az Intézet – mai nevén Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet – különböző kutatócsoportjaiból többen is részt vesznek a Gaiával kapcsolatos kutatásokban.

A Tejútrendszerben található kettős cefeidák online adatbázisának részlete

← → ↻ 🏠 🔍 <https://konkoly.hu/CEP/nagyvab3.html>

Cepheid	log P	<V>	Comp.	Dupl.	Remark	
				status		
U_Aql	0.847	6.5	B9.8V	Q	triple, ADS 12503	[Ab59][BP85][Ev92d][Ev95] [ECF][WELHBSM87]
FF_Aql	0.650	5.4	A9-F3V	Q	triple, ADS 11884	[BMFBHPMBF07][EWST90][GK][RGS97][UE93]
FN_Aql	0.977	8.4	-	B	-	[De77][Sz88][Us90][SzCsKCsDSz]
KL_Aql	0.786	10.2	-	B	-	[Pe78][Sz91]
V496_Aql	0.833	7.8	A1-A2	Q	-	[Ev92a][G08][Sz89]
V916_Aql	1.128	10.8	-	B	-	[GSR96]
V1344_Aql	0.874	7.8	-	B	-	[SzCsKCsDSzSBK][M14]
Eta_Aql	0.856	3.9	B9.8V	B	-	[BP85][Ev91]

NÉGY KECSKERÍM (első megjelenés 1984, Extra Ludas)

MODERN PARTNERKERESÉS

Kimutatta azt a számítógép, hogy Ön okos, gazdag, ámitó, szép.

SZÓNOKOK FIGYELMÉBE

Másodpercekkel ki méri érvelését, hallgatójának kíméli érverését.

MEGHÍVÓ

Ki egy kicsit ad a kémiára, elmegy ma az Akadémiára. Hallani fog okos, áradó szavakat, hogy kell hígítani száradó savakat.

PALACKBAN MARADT A DZSINN

Nem sikerült szereplése, eldugult a szelep rése.

A Gaia jelentőségét nehéz lenne túlbecsülni: alapjaiban fogja megváltoztatni az újonnan készülő csillagászati tankönyvek tartalmát. A Tejútrendszerrel pontos dinamikai térkép készül, ami azt jelenti, hogy a benne lévő objektumok háromdimenziós eloszlása mellett az időbeli változások is feltérképezhetők, akár milliárd éves időskálán. A Naprendszer alkotóelemeiről is sokkal teljesebb képet kapunk a sok százezernyi kisbolygó pályájának pontos meghatározásával. Saját szakterületemről is említek egy példát: a Gaia végső katalógusában nagyjából százmillió változócsillagra lehet számítani.

– *Szükség van még tudományos kutatóra az adatfeldolgozásnál vagy elegendő a számítógép?*

– Persze, hogy szükség van. A számítógép felgyorsítja az adatok feldolgozását, de az értelmezés a csillagászra marad. Ő olvassa ki a fénygörbéből, mit csinál a csillag, miért viselkedik úgy, ahogy látjuk. Az ma már egészen elavultnak számít, hogy az ember csak egyetlen változócsillagot észlel órákon vagy akár egy egész éjszakán át. Adatcunami van, az űrtávcsöves adatokat közvetlenül le lehet hívni, olyan matematikai módszerek és számítógépes szoftverek vannak, amelyeket alkalmazva nagyságrendekkel gyorsabban lehet haladni a kutatásban, mint 4-5 évtizeddel ezelőtt. Én kezdetben még mechanikus számológépet használtam, naponta órákon át tekertem a Triumphantort. A '80-as évek vége felé érkeztek az első HP-zsebkalkulátorok.

– *Beszéljünk egy kicsit Önről. Közismert hobbija a képeslapgyűjtés. Még kiállítás is rendeztek belőlük az MTA Székházában.*

– Igen, a Magyar Tudomány Ünnepe keretében tartották 2019-ben *Üdvözet az Univerzumból* címmel. A képeslapokat általános iskolásként kezdtem gyűjteni. Ez az az életkor, amikor

minden gyerek gyűjt valamit: akkoriban gyufacím-két, papírszalvétát, gombfocicsapatokat, bármit. Én a képes levelezőlapoknál kötöttem ki. Minden téma érdekel, de vannak különösen kedvelt motívumok. A csillagászaton és űrkutatáson túl — ilyen témájú képeslapokból válogattam össze az Akadémián rendezett kiállítás anyagát — lelkesedem egyebek között a légi felvételek, a színházakat, vízeséseket ábrázoló képeslapok és a térképeket tartalmazók iránt is. Közel harmincezer képeslap van a gyűjteményemben, most dobozokban, de ha egyszer időm lesz rá, megszámlolom és rendezem az egészet. — *Az Ön alaposága, precizitása, különösen ma, a közösségi média felületein szocializálódott tartalomgyártók és fogyasztók számára lehet példa értékű. De van olyan ismerősöm, aki a könyvesboltban egy új csillagászati kiadványnál először azt nézi meg, ki lektorálta, és csak utána dönti el, hogy érdemes-e belelapozni.*

— Nagyon fontosnak tartom a nyelvhelyességet, igényességet az ismeretterjesztés minden szintjén, különösen, ami az írásos formáját illeti. Ennek a kezdetét is az általános iskola felső tagozatától eredeztetem. Márványi Judit néni volt az irodalomtanárom, aki később a Magvető Kiadó szerkesztője lett. Neki sokat köszönhetek. Ráadásul, mivel a feleségem és egyik lányom is magyar szakos tanár, természetes, hogy nem is lehetne más hozzáállásom. A nyelv iránti érdeklődésem „melléktermékeként” haikukat és kecskerímeket gyártot-

ELISMERÉSEK

Magyar Érdemrend Tisztikeresztje, 2017

Kulin György-díj, Magyar Csillagászati Egyesület, 2021

Hevesi Endre-díj, Magyar Újságírók Országos Szövetsége, 1998

Detre László-díj, Eötvös Loránd Fizikai Társulat, 1981

TISZTSÉGEK

Az MTA Csillagászati és Űrfizikai Tudományos Bizottságának elnöke 2014-2020 között

A Magyar Csillagászati Egyesület elnöke 2000-2004 között

Az IAU 30. (Radiális Sebesség) Kommissziójának szervezőbizottsági tagja (2000-2006)

Az IAU G1 (Kettős és Többes Csillagrendszerek) Kommissziójának szervezőbizottsági tagja (2021-)

OKTATÁS

Az ELTE-n 15 évig oktatott különféle tárgyakat, például Általános csillagászat, Asztrofizikai megfigyelési módszerek, Csillagászati földrajz.

A Szegedi Tudományegyetemen az ezredforduló után kezdett űrcsillagászatot tanítani. 2005 óta az SZTE címzetes egyetemi tanára.

A középiskolai Négyjegyű függvénytáblázatok részére összeállított csillagászati adatok és táblázatok gyűjteménye az ő munkáját dicséri.

Róla nevezték el a (265490) Szabados kisbolygót.

tam, ez utóbbiak közül néhány az *Extra Ludasban* meg is jelent 1984-ben. Ezek mindig akkor jöttek elő belőlem, amikor nagyon fáradt voltam, pihentetőül, kikapcsolódásként.

A magyar mellett az angol nyelvű szövegek esetében is ugyanilyen fontosnak tartom a választékos fogalmazást és a nyelvhelyességet. Ezt nemcsak a szakcikkek írásában, hanem szerkesztői tevékenységem során is érvényre juttatom. Szerkesztői vénámat az Intézetben kiadott *Information Bulletin on Variable Stars* című nemzetközi gyorskiadvány gondozásával kezdtem kipróbálni. A számítógépek és az internet elterjedése előtt a közlésre szánt kéziratok megjelenésének átfutási ideje több hónap volt, és ez a kiadvány a változócsillagokkal kapcsolatos információk — akkori viszonyok között — nagyon gyors közzétételéhez volt elengedhetetlen eszköz. Ha valamit azonnal kellett tudatni, azt a kézirat beérkezésétől számítva két-három napon belül meg lehetett jelentetni és azonnal postázni. A szakirodalomban csak IBVS-ként ismert kiadvány nagyon népszerű volt a megfigyelésekkel foglalkozó asztrofizikusok között. Valószínűleg alkati sajátosság, hogy a hibák megtalálására fogékony vagyok. Később aztán sokfelé elágazott a dolog. 1992 óta részt veszek a *Magyar Tudomány* — az MTA folyóirata — szerkesztésében, és sok más szerkesztői és lektori munkát végeztem és végzek ma is. Nyolcvannál több magyar nyelvű ismeretterjesztő könyvet lektoráltam szakmai szempontból, néhányat nyelvileg is. És úgy látszik, ez a tulajdonság öröklődik. A Poket Zsebkönyvek sorozatban már nem jelenik meg olyan kötet, amit Gabriella lányom ne lektorált volna. A családban egyébként senki más nem érdeklődik a csillagászat iránt, aminek az is lehet az oka, hogy a csillagász kutatói életmódot a család nemegyszer megsínylette.

Pályámra visszatekintve összességében megállapíthatom, hogy az a kozmosz megismerésének nagyon izgalmas és mozgalmas időszakára esett. Még középiskolás voltam, amikor felfedezték a kvazárokat, egyetemista koromra esett az első pulzárak felfedezése és azonosításuk a neutroncsillagokkal, aztán már kutatóként lehettem tanúja az első fekete lyukak, gammakitörések, barna törpék, exobolygók felfedezésének, az űrcsillagászat kiteljesedésének, a neutrínócsillagászat megszületésének, és a sort még folytatni lehetne. Ám ebben nincs semmi kivételes. Meggyőződésem, hogy napjaink fiatal csillagásznak életpályája is hasonlóan bővelkedik majd a kozmoszsal kapcsolatos új ismeretekben, felfedezésekben.

TRUPKA ZOLTÁN

Nyitóképünk: Szabados László a Kulin György-díjjal (Fotó: Svábhegyi Csillagvizsgáló/Tuba Zoltán)

TIT-DOSZ cikkpályázat 2022-2023

A fiatal kutatók jelentik a jövő ígérését a tudományban és a tudománykommunikációt frissítő munkában. A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és a Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) ezért hirdette meg idén is ismeretterjesztő cikkpályázatot a doktori tanulmányaikat határainkon belül, valamint külföldön jelenleg folytató, tudományos fokozattal még nem rendelkező fiatal kutatóknak. A pályázat tematikus volt: a kiírók olyan pályamunkákat vártak, amelyek teljes terjedelmükben vagy jelentős részükben a körforgásos gazdálkodás, a hulladékhasznosítás, tágabb értelemben pedig a fenntarthatóság témakörével foglalkoznak.

A pályaműveket a kategóriaként megjelölt három TIT-lap szerkesztősége, valamint a DOSZ által felkért tagokból álló zsűri bírálta el.

Díjazottak

Élet és Tudomány kategória

Megosztott második díj:

Molnár Péter István

(Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola): *Békalencse a mezőgazdaságban*

Szabó Orsolya

(Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Történelemtudományi Doktori Iskola): *Egy üvegtárgy két élete – avagy üvegtárgyak újrahazsnosítása a Barbaricumban az ókorban és a kora népvándorlás korában*

Harmadik díj:

Jäger Bettina Szimonetta

(Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola): *Halmazelmélet felsőfokon, avagy a fuzzy logika fortélyai – Elmosódott fenntarthatóság*

Természet Világa kategória

Megosztott második díj:

Kalauz-Simon Veronika

(Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki- és Anyagtudományok Doktori Iskola): *Mikroorganizmusokkal a klímaváltozás és az energiaválság ellen*

Zsák Zsófia

(Pécsi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Kar Doktori Iskola): *Létezik-e hatékony megoldás az egyszerű használatos műanyag tárgyakkal járó problémákra?*

Valóság kategória

Második díj:

Vágner Vivien

(Pannon Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola): *Szervezeti tudásfenntarthatóság, avagy a tudásmenedzsment hatása a fenntarthatóságra*

A szerkesztőségek a díjazott és a díjazásban nem részesült, de közlésre alkalmas cikkeket – a szerzőikkel egyeztetett szerkesztés után – ellenszolgáltatás nélkül megjelentetik. A pályázat beküldői a pályázaton való részvétellel egyben hozzájárultak cikkük online közzétételéhez is a lapok internetes változatában.

A kiírók köszönetet mondanak valamennyi pályázónak, a díjazottaknak gratulálunk!

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



ÚJ LEHETŐSÉGEK AZ ENERGIATÁROLÁSBAN

Mikroorganizmusokkal a válságok ellen

A Föld legkisebb életformái figyelemre méltó képességekkel rendelkeznek az energiatermelés környezeti hatásainak csökkentéséhez, a hatékonyság javításához, sőt a szén-dioxid megkötéséhez és hasznos termékekké történő átalakításához is. A mikrobák alkalmazása feltörekvő kutatási terület az energetikához és az éghajlatváltozáshoz kötődő ágazatokban. Az egyik ígéretes megoldás a P2G-technológiában rejlik.

Civilizációnk napjainkban többféle krízissel néz szembe, amely komoly veszélyt jelent bolygónkra. Az energiafelhasználás mértéke megdöbbentő sebességgel nő, mivel a népesség (2022. november 15-én a Föld népessége elérte a 8 milliárdot) és a gazdaság bővülése folyamatosan növeli a fogyasztást, amely megterheli a globális energiaforrásokat. A világ primerenergia-termelése 2019-ben elérte a 613 EJ-t, ami 69,6 százalékkal több az 1990-ben megtermelt energiához képest (ez átlagosan 1,8 százalékos éves növekedést jelent). A kőolaj, a szén és a földgáz ebben a sorrendben a legnagyobb energiaforrások, amelyek együttesen a teljes primerenergia-termelés 82 százalékát adják. Ez sajnos alig változott 1990 óta [1]. Hazánkban a 2021-es primerenergia-felhasználás

1 151 377 TJ, amely 4,8 százalékkal több az előző évihez képest. A primer belföldi energiafelhasználás nagyjából 68 százalékát elsődleges fosszilis energiaforrások, 15 százalékát nukleáris energia biztosította, és mindössze 12 százalékát nyújtották elsődleges megújuló energiaforrások (1. ábra) [2].

Többek között a fosszilis energiaforrások felelősek az éghajlatváltozás fő okozójaként nyilvántartott szén-dioxid kibocsátásáért. Az éghajlatváltozás hatásai – beleértve az olvadó jégsapkák miatt bekövetkező tengerszint-emelkedést, valamint a gyakoribb és súlyosabb szélsőséges időjárási eseményeket – egyre nyilvánvalóbbá válnak. A hagyományos energiaforrások, például a fosszilis tüzelőanyagok végesek,

és felhasználásuk hozzájárul a globális felmelegedéshez. Az energiaválság és az éghajlatváltozás következményei messze hatók, valamint az élelmezés- és vízbiztonságtól kezdve a társadalmi-gazdasági fejlődésen át az emberi egészségig mindent érintenek. Nyilvánvaló, hogy új módszerek szükségesek a megújuló energiaforrások fenntartható használatára, hogy csökkentsük a környezeti hatásokat. A megújuló energiaforrások, mint például a nap- és szélenergia az időjárástól függenek, ami kiszámíthatatlan, így ezek kizárólagos használata az áramellátás időszakos leállásához vezethet. Ez azt jelenti, hogy az e források által megtermelt energiát valamilyen módon tárolni kell. Az elektromos energia tárolására használható akkumulátorok azonban csak rövid távú energiátárolást tesznek lehetővé, valamint előállításuk jelentős környezetterheléssel jár. Az akkumulátorokkal szemben az energia hosszabb távú eltárolását teszi lehetővé a *Power-to-Gas (P2G)* technológia, amelynek lényege, hogy elektromos áram segítségével gázt – például hidrogént (H_2) vagy metánt (CH_4) – állítunk elő, ami ebben a formában már tárolható és később felhasználható.

Hogyan működik?

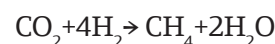
A Power-to-Gas folyamatláncot először Japánban említették az 1980-as és 1990-es években. Hashimoto és szerzőtársai globális CO_2 -újrahasznosítást javasoltak tengervíz felhasználásával, és 2003-ban kísérleti üzemet is építettek. A P2G iránti szélesebb körű érdeklődés az utóbbi években növekedni kezdett (különösen Európában) a szél- és napenergia növekvő részarányának köszönhetően, amely jelentős mennyiségű kutatással is jár [3]. Hazánkban is egyre többen foglalkoznak a témával, jelentőségét mutatja, hogy 2022-ben rendezték a III. Magyar Power-to-Gas Konferenciát, melynek az *Energiagazdálkodás* című szakfolyóirat egy teljes különszámot szentelt [4].

A P2G-technológia fontossága abban rejlik, hogy összekapcsolja az elektromos hálózatot a gázhálózattal azáltal, hogy a többletteljesítményt hálózatkompatibilis gázzá alakítja át. Első lépésben H_2 előállítása

történik vízbontással. Az így keletkező hidrogén elviekben betáplálható a gázhálózatba (bár erre országunként eltérő korlátozások léteznek), illetve tárolható gáztartályokban. A másik lehetőség a H_2 felhasználása metán termelésére szén-dioxid (CO_2) segítségével, amely származhat különböző ipari folyamatokból vagy akár biogázból is (2. ábra). A keletkező CH_4 betáplálható a meglévő gázhálózatba vagy -tárolókba, felhasználható motorüzemanyagként, vagy könnyen hasznosítható minden más jól bevált földgázleltésítményben [3].

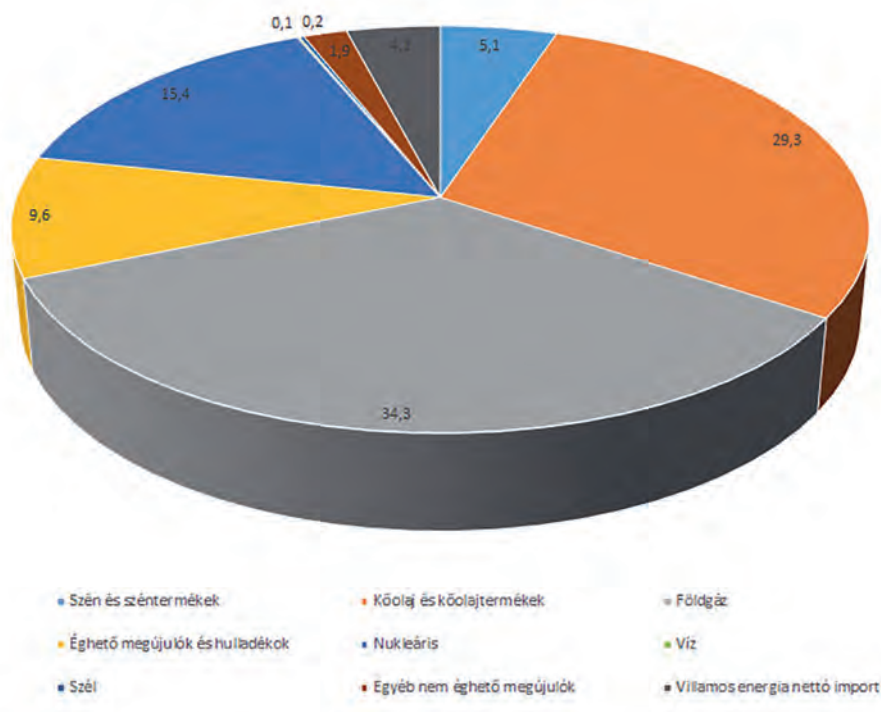
Metanizáció

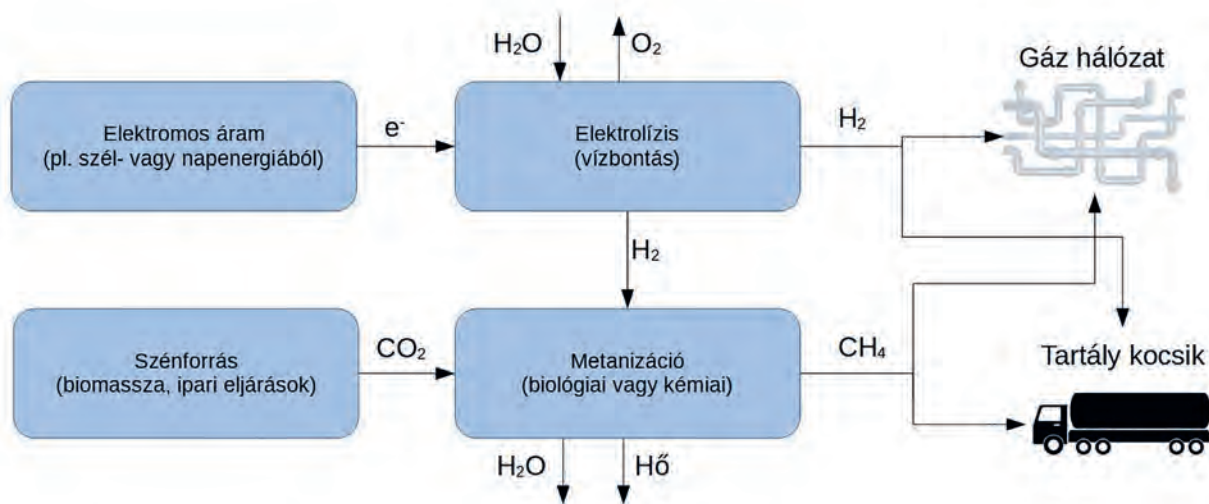
A CO_2 metánná történő átalakítása H_2 segítségével történhet kémiai vagy biológiai úton. Bár a kétféle folyamat katalizátorai különböznek egymástól, a reakció ugyanaz:



A legkiforrottabb technológia a metán előállítására a Sabatier-eljárás, amely magas hőmérsékletet (~300°C) és nagy nyomást (5–20 MPa) igényel. A kémiai metanizáció alternatívája a mikroorganizmusok által katalizált biometanizációs eljárás. Az elmúlt évtizedben jelentős

1. ábra. A primer energiafelhasználás szerkezete 2021-ben
(Forrás: KSH)



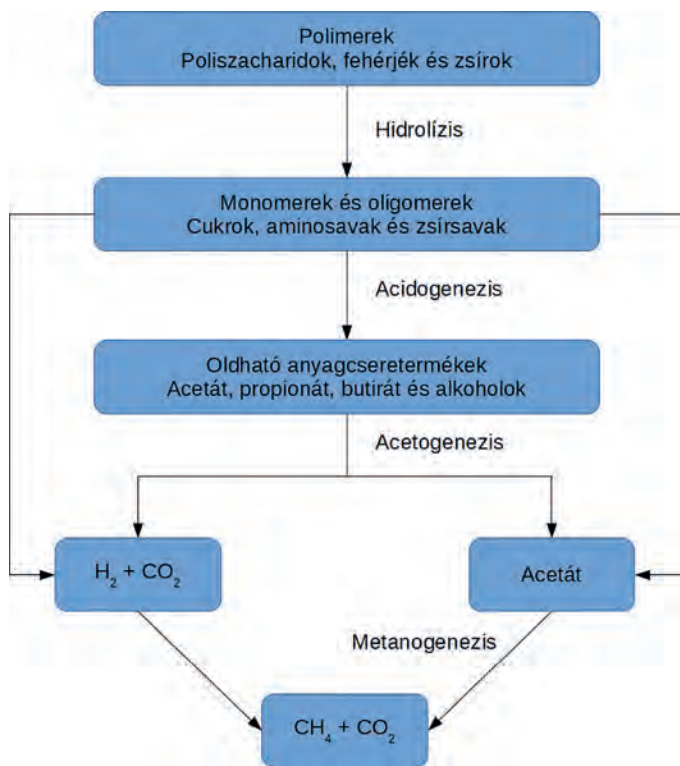


2. ábra. A Power-to-Gas eljárás lépései

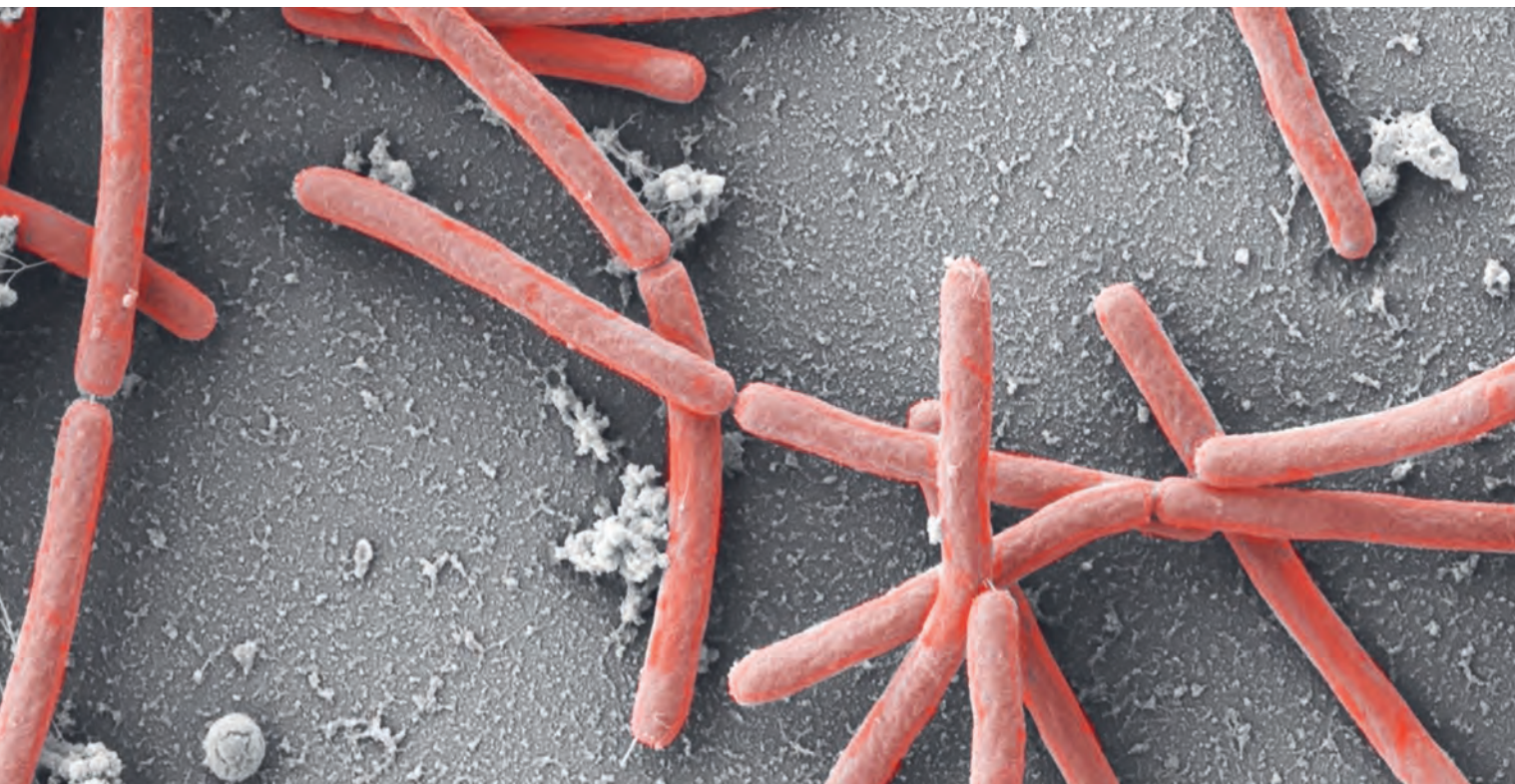
kutatások folytak ezzel kapcsolatban, mert légköri nyomáson és mérsékelt hőmérsékleten is üzemeltethető, biológiai katalizátora pedig önmegújuló, a szennyeződésekkel szemben a kémiai katalizátorokhoz képest jóval toleránsabb. A biológiai metanizáció katalizátorai a metántermelő mikroorganizmusok (metanogének), amelyek a CO₂ redukcióját szabályozzák, hidrogént alkalmazva elektrondonorként, hogy energiát nyerjenek a sejtek fenntartásához és a biomassza növekedéséhez. A kémiai metán előállításához képest alacsonyabb üzemi hőmérséklet és nyomás miatt a biometanizáció alacsonyabb CH₄-termelési sebességgel rendelkezik, mint a Sabatier-eljárás, azonban az enyhébb reakciókörülmények lényegesen alacsonyabb követelményeket támasztanak az alkalmazott berendezésekkel szemben. A fentiek alapján becslések szerint a biológiai metanizáció költséghatékony technológiának bizonyulhat a tőkeráfordítások, és kisebb mértékben a működési költségek tekintetében. Ez azonban még nem kiforrott, ezért napjainkban is jelentős kutatások zajlanak e téren [5].

A biometanizáció a biogáz előállítására is használt anaerob rothasztókban végezhető el. A biogáz szerves anyagok anaerob lebontása során képződő gázelegy, mely körülbelül 45-70 százalék metánt és 30-55 százalék szén-dioxidot, nitrogént, hidrogént, kénhidrogént, illetve nyomokban egyéb anyagokat is tartalmazhat. A folyamat során hidrogént juttatunk be például egy biogázüzem anaerob rothasztójába (*in situ* eljárás), vagy egy külön reaktorba történik a H₂ bevezetése (*ex situ* eljárás). Előbbi a biogáz dúsítására használható, míg utóbbi bármilyen forrásból származó CO₂ megkötésére alkalmas [6]. Mindkettő

3. ábra. Az anaerob lebontás folyamata



esetében kihívást jelent a technológia szempontjából előnyös folyamatok lejátszódásához megfelelő H₂/CO₂ arány fenntartása. Túlzott mennyiségű H₂ hozzáadása a CO₂ kimerüléséhez, a pH növekedéséhez vezethet, aminek következtében a reaktorban



4. ábra. A *Methanothermobacter thermoautotrophicus* elektronmikroszkópos képe (Forrás: VAAM)

lejátszódó mikrobiális folyamatok kedvezőtlen irányba tolódhatnak el. Ez akár a reaktor leállásához is vezethet [7]. Mind az *in situ*, mind az *ex situ* módszer esetén a H_2 oldhatósága a fő korlátozó tényező a metanogének hidrogén-felhasználása, következésképpen a biometanizáció során, hiszen a H_2 vizes közegben nagyon rosszul oldódik. Emiatt a megfelelő teljesítmény érdekében meg kell találni az optimális reaktor-kialakítást, amely elősegíti a hidrogén hozzáférhetőségét a metanogének számára. A gyakorlatban a H_2 oldódásának, illetve mikroorganizmusokkal történő érintkezésének elősegítése érdekében különféle gázdifúzorokat használnak [5-7].

Metanogének

A biometanizációs eljárás főszereplői a metanogének, amelyek a mikroorganizmusok egyedülálló csoportját alkotják, és kulcsszerepet játszanak a globális szén ciklusban. Az archeák csoportjába tartozó, anaerob élőlényekről van szó, ez azt jelenti, hogy nincs szükségük oxigénre a túléléshez. Az egysejtű, sejtmag nélküli, azaz prokarióta szervezeteket korábban a baktériumokhoz sorolták, azonban a sejtek egyedi tulajdonságai elkülönítik azoktól, akár csak az eukariótáktól. A metanogének számos anaerob környezetben megtalálhatók, akár szélsősé-

ges körülmények között is, például az óceánok mélyén; vizes élőhelyeken; szennyvíztisztító-telepeken; növényevő emlősök és az ember emésztőrendszerében is [8]. Anyagcseréjük kulcsfontosságú a szerves anyagok oxigénmentes közegben történő lebontásában, melynek eredményeként metán képződik, ezáltal központi szerepet töltenek be a globális szén ciklusban.

A folyamat három szakaszra osztható: hidrolízis; acido- és acetogenezis; metanogenezis (3. ábra). Első lépésben a szubsztrátban lévő összetett szerves molekulák hidrolizálódnak, és egyszerű végtermékek (oldható cukrokká, aminosavakká, glicerinné és hosszú szénláncú karbonsavakká) alakulnak. A lebomlási reakciókat a hidrolitikus és fermentatív baktériumok által kiválasztott exoenzimek katalizálják, és főként cellulázok, amilázok, proteázok és lipázok keverékét alkotják. A közttes szakaszban jellemző, hogy a hosszú szénláncú szénvegyületeknek az acidogének hatására illékony zsírsavakká (VFA) bomlanak. Az acidogén baktériumok az oldható monomereket ecetsavvá, propionsavvá, etanollá, szén-dioxidá és hidrogénné alakítják át. Először az oldható anyag VFA-vá, ketonokká és alkoholokká alakul. Az acetogenezis a savképző szakasz egy részlépése, és szénhidrát-fermentációval végződik, mely acetátot, szén-dioxidot és hidrogént eredményez, amiket a metanogének felhasználhatnak metán képzésére.

A biomassza lebontásának utolsó lépése a metanogenezis. A metanogén fajok, melyek az acetogenezis végtermékeit biogázzá alakítják, az anaerob lebontás végső szakaszát segítik elő [9]. A metanogének által hasznosítható három fő szubsztrát a CO_2 , az acetát és a metilcsoportot tartalmazó vegyületek. A hidrogenotróf metanogének azok, amelyek a szén-dioxidot hidrogén segítségével metánná alakítják. A **4. ábrán** a hidrogenotróf metanogének egy képviselője, a *Methanothermobacter thermautotrophicus* elektronmikroszkopos képe látható.

A metanogének fontos szerepet játszanak tehát a P2G-technológia fejlesztésében és az éghajlatváltozás elleni küzdelemben. Az a képességük, hogy szerves hulladékból értékes kémiai anyagot, metánt állítsanak elő, miközben a szén-dioxidot fogyasztják, nagy lehetőséget rejt a megújuló energiatermelésben. A metanogének ezáltal az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésében is segíthetnek, például az ipari folyamatokból származó szén-dioxid felhasználásával és a légkörbe kibocsátott metán mennyiségének csökkentésével. További kutatásokkal és fejlesztésekkel a metanogének felbecsülhetetlen értékű erőforrást jelenthetnek az energiaválság megoldásában. Többek között ilyen irányú, a biometanizációs eljárás optimalizálását célzó kutatások is zajlanak Veszprémben, a Pannon Egyetem Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató-Fejlesztő Központjában, azon belül is a Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatócsoportban.

KALAUZ-SIMON VERONIKA

Az írás a TIT és a DOSZ ismeretterjesztő cikkpályázatán megosztott II. helyezést ért el.

IRODALOM

- [1] United Nations: Energy Statistics Pocketbook 2022, United Nations, New York, ISSN 2617-2836, <https://unstats.un.org/unsd/energy/pubs/pocketbook>
- [2] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH): Energiastatisztika 2021. éves riport, <http://www.mekh.hu/energiastatisztika-2021-eves-riport>
- [3] Götz, M., Lefebvre, J., Mörs, F., and Ottosen, L. D. M. (2021): Biological upgrading of biogas through CO_2 conversion to CH_4 . In: *Emerging Technologies and Biological Systems for Biogas Upgrading*, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2019-0-01200-9>
- [4] Aryal, N., Kvist, T., Ammam, F., Pant, D. and Ottosen, L.D.M. (2018): An overview of microbial biogas enrichment. *Bioresour. Technol.*, vol. 264, pp. 359–369, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.06.013>

- [5] Antukh, T., Lee, I., Joo, S. and Kim, H. (2022): Hydrogenotrophs-Based Biological Biogas Upgrading Technologies. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, vol. 10, <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.833482>
- [6] Enzmann, F., Mayer, F., Rother, M., and Holtmann, D. (2018): Methanogens: biochemical background and biotechnological applications. *AMB Express* Vol. 8, Issue 1, <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0531-x>
- [7] Achinas, S., Achinas, V., and Euverink, G. J. W. (2020). Microbiology and biochemistry of anaerobic digesters: an overview. In: *Bioreactors: Sustainable Design and Industrial Applications in Mitigation of GHG Emissions*, pp. 17–26, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821264-6.00002-4>

E SZÁMUNK SZERZŐI

DÖMÖLKI BÁLINT: a Neumann János Számítógéptudományi Társaság tis **FARKAS CSABA:** tudományos újságíró, Szeged; **HÁMORI PÉTER:** történész, Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Szatmárnémeti; **HÉRINCZ DÁVID:** meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; **KALAUZ-SIMON VERONIKA:** doktorjelölt, Pannon Egyetem Mérnöki Kar, Vegyészmérnöki- és Anyagtudományok Doktori Iskola; **KOCSIS ERZSÓ:** tudományos újságíró, Németvölgyi Általános Iskola, Természettudományos Munkaközösség; **MÁRKUS BÁLINT:** állatorvos, egzotikus állatok szakállatorvosa, a Magyar Vad- és Állatkerti Állatorvosok Társaságának tagja; **TRUPKA ZOLTÁN:** tudományos újságíró, Székesfehérvár; **VIDA KRISZTIÁN:** tudományos főmunkatárs, CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, Budapest; **ZSÁK ZSÓFIA:** doktorjelölt, Pécsi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Doktori Iskola.

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



LÉTEZIK MEGOLDÁS AZ EGYSZER HASZNÁLATOS MŰANYAGRA?

Csak egy palack víz...

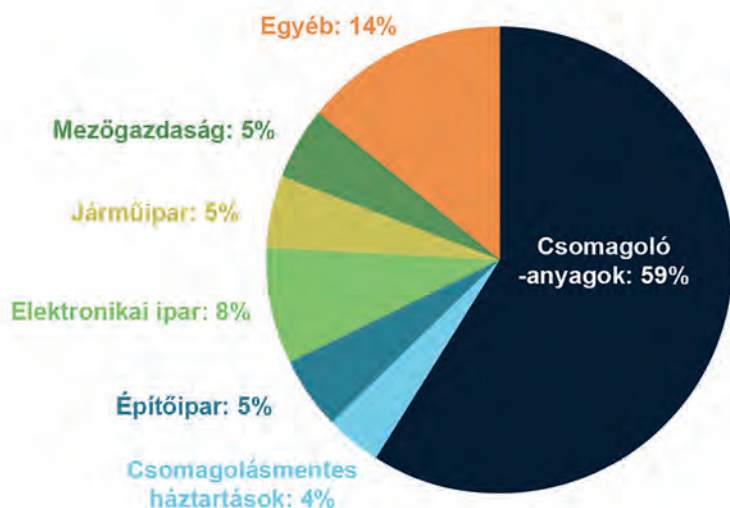
Egy flakon úgysem számít, nem? – Fordul meg ez a gondolat naponta 1,3 milliárd alkalommal az emberek fejében. Ugyanis ennyi PET-palackot vásárolnak meg naponta a világon. De miért történik mindez? Hogyan lehetne javítani ezen? Minden változás számít, a legkisebb szinteken is, hiszen mindannyian ismerjük a mondást: sok kicsi sokra megy. Így ezzel az ismeretterjesztő írással abban szeretnék segíteni, hogy jobban megismerjük az egyszer használatos műanyagok valódi problémáját és azt, hogy miként tudunk otthon, a saját háztartásukban hozzájárulni a körforgásos gazdálkodás megvalósításához.

A műanyag tömeggyártása megváltoztatta az életünket, többek között forradalmasította az orvostudományt, megkönnyítette minden autót és repülőgépet, meghosszabbította a friss élelmiszerek eltarthatóságát. Tehát nem tagadhatjuk, a műanyag egyszerűsítette az életünket. Azonban számos gyakorlati előnye mellett rengeteg veszélyt jelent a környezet számára. Az egyszer használatos műanyag olyan termék, amely teljes egészében vagy részben műanyagból készült, és általában egyszeri, vagy rövid idejű használatra készült, mielőtt eldobjuk [1]. Ilyen például a műanyag zacskó, evőeszköz, elviteles doboz vagy szívószál. 1950 óta 8,3 milliárd tonna műanyagot gyártottak. Ebből 6,3 milliárd tonna nyers hulladék keletkezett, amelynek 9 százalékát újrahasznosították, 12 százalékát elégették, 79 százaléka pedig hulladéklerakókba és a természetbe került. Évente ez közel 350-400 millió tonnát jelent [2]. Az előrejelzések szerint 2050-re a súlyukat összevetve több műanyag lesz az óceánokban, mint hal. A nagy mennyiségű műanyag hulladék és a hosszú lebomlási idő számos környezeti problémához vezet. A palackozott víz 90 százaléka és a csapvíz 70 százaléka műanyagszálakat tartalmaz. A tengeri állatok és madarak rengeteg

műanyagot nyelnek le, amittől elpusztulhatnak. A világ tengeri madarai 90 százalékának található műanyagdarabok a gyomrában. Ez a szám az 1960-as évek végén csupán 5 százalék lehetett. [2] E riasztó adatok után mindenki fejében megfogalmazódhatott az a kérdés, hogy a műsanyagszennyezés vajon milyen hatással lehet az emberi életre vagy szervezetre?

Az vagy, amit megeszel?

Egyértelmű, hogyha a műanyag szennyezi a levegőt, a csap- és palackozott vizet, illetve az ételeket, akkor az emberi szervezetbe is bekerül. Maga a műanyag önmagában nem veszélyes, azonban mágnesként hat más mérgek és szennyező anyagok számára. Így a műanyag apró részecskéin koncentrálnak a különböző gyógyszerek és más emberi szervezetre veszélyes anyagok. A WWF az ausztráliai Newcastle Egyetemmel közösen készített egy elemzést, amely kifejezetten azt vizsgálta, hogy a levegőbe, az élelmiszerekbe és az ivóvízbe kerülő műanyag mekkora mértékben fordul elő. Az eredményeikből az derült ki, hogy az ember hetente átlagosan 5 gramm műanyagot fogyaszt el mikroműanyag formájában. Ez a méret a valóságban egy bankkártya



1. ábra. Az egyszer használatos műanyagok felhasználásának megoszlása (Forrás: ec.europa.eu)



2. ábra. Az egyszer használatos műanyag hulladékok sorsa (Forrás: OECD)

méretének felel meg. [2] Érdekes, hogy sokan azért iszunk inkább palackozott ásványvizet, mert azt hisszük, hogy az egészségesebb. Az ásványi anyagok bevitelének szempontjából ez igaz, azonban az ásványvíz több mikroműanyagot tartalmaz, mint a csapvíz. Nemcsak az ivóvíz által, hanem az ételeken keresztül is rengeteg apró műanyag kerül a szervezetünkbe, amelyből jelentős mennyiséget halak formájában fogyasztunk el. Ezek először saját maguk fogyasztják el a tengerbe került műanyagot, mert könnyen összetévesztik a valódi táplálékkal. A szervezetük pedig képtelen azt lebontani, így végül a mi szervezetünkbe kerül. A legtöbb ember cseppet sem gondol bele abba, hogy az általa az utcán eldobott műanyag palack egy apró része végül a saját szervezetében is végezheti. A korábbi tanulmányok azt sugallták, hogy a legtöbb mikroműanyag nem szívódik fel az emberi szervezetben. Ez az elmélet megdőlni látszik, mert egy nemrégiben végzett kutatás kimutatta ezek jelenlétét a vérben, amely által az egész szervezetbe képes eljutni [3]. Még nagyobb veszélynek kitettek a kisebb gyermekek, hiszen ők gyakran szándékosan veszik a szájukba a homokot, földet. Egy tanulmány számszerűsítette, hogy a Hawaii partjain található homok jóformán 15 százalékban apró műanyag.

Az ivóvíz és ételek szennyezése mellett a levegő sem marad ki. Ebben az esetben már maga a műanyag-előállítás is veszélyes, hiszen hagyományos alapanyaga a kőolaj. Azonban ennél jóval nagyobb mértékben szennyezi a levegőt a műanyag égetése. A folyamat közben rengeteg üvegházhatású gáz szabadul fel, 2019-ben megközelítőleg 850 tonna CO₂ keletkezett. Ez a szám

megfelel 189 szénerómű működésének [5]. Tehát hiába zárják be a széneróműveket és váltják fel megújuló energiával dolgozó erőművekkel, ha közben a másik oldalról a műanyag égetése többszörösen ront a helyzeten. Az Egyesült Államokban etánból is készítenek műanyagot, amelyet egy úgynevezett hidraulikus resztesztési eljárással nyernek ki. Tanulmányok bizonyítják a módszer rendkívül súlyos egészségkárosító hatását: például a közelben élő várandós anyák körében magasabb a koraszülés kockázata [5].

Fürödhetünk a szemétben

A WWF 2019-es jelentése szerint a Földközi-tenger térségében rekordmértékű lett a tenger műnagyszennyezettsége. Számokban ez azt jelenti, hogy a térség partszakaszain naponta minden egyes kilométeren nagyjából 5 kilogramm tengeri hulladék halmozódik fel. A legszennyezettebb területek Törökország, Barcelona és Valencia partjai. [4] Ezek mind kedvelt utazási célpontoknak számítanak. A partszakaszokon lerakódott szemétszigetek nagy mértékben csökkentik a turisztikai vonzerejét ezeknek a területeknek. A partmenti országoknak ez óriási bevételkiesést jelenthet, mivel gazdaságuk jelentős részét teszi ki a turizusból származó jövedelem. Nemcsak az elveszített turisták eredményeznek csökkenést, hanem az a plusz költség is, amelyet arra kénytelenek költeni, hogy a nyári szezon előtt megtisztítsák strandjaikat és újra vonzóvá tegyék az utazók számára. Ez azonban csak a nagyobb hulladékokra jelent megoldást, a kisebbekre, mint például a mikroműanyagokra nem. A tenger

felszínén úszkáló szemét csupán a jéghegy csúcsa. Az ENSZ környezetvédelmi programja szerint ez mindössze 15 százalékát teszi ki a teljes szemét mennyiségének. A további 85 százalék a víztestben, de leginkább a tengerfenéken fekszik. A mikroműanyag koncentrációja a Földközi-tengerben majdnem négyszer magasabb, mint a világ más részein. A lebegő és a strandokat ellepő hulladék 95 százaléka műanyag, de nemcsak itt okoz komoly gondokat a szennyezés. A világ egyik legcsodálatosabb turistaparadicsoma, Bali is komoly veszélybe került az utóbbi években. Tavaly a monszun idején a szeméthelyzet annyira tarthatatlanná vált, hogy a hatóságok egész partszakaszra kiterjedő összefogást szerveztek. Két nap alatt összesen 90 tonna szemetet gyűjtöttek össze. Az adatok alapján egyértelmű, hogy a fokozódó hulladékmennyiség összhangban áll a műanyagtermelés globális növekedésével.

Tehetnénk ellene

Az egyszer használatos műanyagok nagy mértékű csökkentésével. A megoldás egyszerűnek tűnik, azonban a probléma ennél összetettebb, David Attenborough szavaival élve: *„A földi élet jövője attól függ, hogy képesek vagyunk-e cselekedni. Sokan egyénileg is megtesznek minden tőlük telhetőt, ám valódi sikereket csak akkor érhetünk el, ha gyökeres változások mennek végbe a társadalomban, a gazdaságban és a politikában.”* Tehát egy globális mértékű összefogásra lenne szükség, amely a gazdaság számos szektorát érinti. Ennek érdekében az Európai Unió kibocsátott egy irányelvet az egyszer használatos műanyagokkal kapcsolatban, amelynek célja, hogy egyes műanyag termékek környezetre gyakorolt hatását megelőzzék vagy csökkentsék. Ezáltal bizonyos egyszer használatos csomagolásokat többé nem lehet forgalomba hozni. Ezt az irányelvet 2021. július 3-ig kellett átültetni az európai országoknak a saját törvényhozásukba. Magyarországon is megtörtént az irányelv

3. ábra. Bali egy partszakasza a monszun után
(Forrás: The Guardian)



átültetése, mely szerint nemcsak a tisztán műanyag csomagolások kerültek tiltólistára, hanem a műanyag-tartalmú, egyszer használatos poharak is.

Sokan feltehetik a kérdést, hogy mit tehetnék én egyedül az ipari méretű műanyagszennyezés ellen? Otthon, a saját háztartásunkon belül nem tudunk változtatni a mezőgazdaságban vagy az autóiiparban felhasznált műanyag mennyiségén, azonban a csomagolóanyagokat mi is könnyen tudjuk más alternatívával helyettesíteni. A diagramon egyértelműen látszik, hogy az egyszer használatos műanyag közel 60 százalékát csomagolóanyagként használják fel. Tehát jelentős változást érhetünk el, ha mindenki „csak” az egyszer használatos műanyag zacskót vagy ételdobozt hagyja el.

A XXI. század gyermekei óvodás koruk óta tanulják az újrahasznosítás fontosságát. Azonban ez ténylegesen megoldást jelentene minden problémára? Roland Geyer, a műanyagok ökológiai hatásának szakértője szerint egyre nagyobb a valószínűsége annak, hogy a műanyag-újrahasznosítás soha nem lesz képes csökkenteni annak mennyiségét a világban. Ennek az oka kettős. Jelenleg a világban a műanyag hulladék csupán 9 százalékát hasznosítják újra. Ez a szám rendkívül alacsony. Azonban még ha az újrahasznosítás arányát jelentős mértékben tudnánk is növelni, fennállna az a probléma, hogy a műanyag nem hasznosítható végtelemszer újra. Ezáltal folyamatosan szükség lesz az újragyártására. De ha az újrahasznosítás nem elég hatékony, akkor hogyan tovább? A megoldásnak egyszerre kell olcsónak, egyszerűnek és környezetbarátnak lennie. Véleményem szerint a tartós, többször használható alternatívák minden szempontból megfelelőek lehetnek. Bár az ára magasabb, mint egyszer használható társaiknak, de hamar megtérül, hiszen csak egyszer kell érte fizetni. Környezettudatossági szempontból a lehető legjobb mód. Nincs szükség ipari méretű újrahasznosításra és felesleges hulladékot sem termelünk.

4. ábra. Egy madár által lenyelt műanyag mennyisége
(Fotó: Chris Jordan)



Alternatív megoldások

Számos országban törekszenek újabb és újabb környezettudatos alternatívák kifejlesztésére az egyszer használatos műanyag csomagolás helyett. A legegyszerűbb technikáktól kezdve a forradalmian új módszerekig találunk már lehetőségeket. Balin például a bambusz hasznosították úgy, hogy annak leveleiből bevásárló táskákat készítenek. Ezek gyorsan és könnyen lebomlanak, semmilyen módon sem szennyezik a környezetet, emellett a zöldségek és gyümölcsök csomagolására is egyszerűen bambuszleveleket használnak. Balin a bambusz mindenhol megtalálható, így ez a módszer kézenfekvő és költséghatékony, azonban károsíthatja a környezetet és a természetes növényzet kiirtásához vezethet. Több más projekt is ugyanezen az elven kezdett el gondolkodni, hogy olyan csomagolóanyag alapot találjanak, amely természet adta, így könnyebben elérhető és nem lesz kérdés a lebomlása sem. Például isztambuli kutatók az olívamagokban található cellulózt használják fel és abból állítanak elő bioműanyag granulátumot. A módszer különösen azért hasznos, mert az olívaolaj gyártása közben megmaradt, hulladékként kezelt magot használják fel, tehát hozzájárulnak a világ ökoszisztémájának fenntartásához.

Hasonlóan gondolkodnak Lengyelországban is, kifejlesztettek egy újfajta cellulózt, amely szintén növényi alapú csomagolóanyagként szolgál. Alapja a mezőgazdasági feldolgozások során megmaradt növényi részek, mint például a levelek, szárak, fürtök és kacsok. Nemcsak az előállítás teljesen környezetkímélő, de a lebomlása is, ugyanis akár a zöldségekkel és gyümölcsökkel együtt 100 százalékban komposztálható. E megoldások mellett léteznek egészen meghökkentő, szinte futurisztikus opciók is. Ilyen a londoni székhelyű *Skipping Rocks Lab* találmánya, az úgynevezett *Ooho!*, ami tulajdonképpen egy ehető vízburok. Ez a találmány forradalmasíthatja a palackozott víz világát. Csupán két összetevőből áll: barna algából és kalcium-kloridból. Ezek együtt egy gélszerű szerkezetet alkotnak, mely egy rugalmas membránként működik, ami képes a belsejében megtartani a vizet. Ez a külső borítás nemcsak, hogy teljesen és gyorsan lebomlik, de ehető is. Így akár a vízzel egyszerre el is fogyaszthatjuk [7]. Előállítása rendkívül olcsó. Egy hagyományos palack víz megvásárlása során a termék árának 90 százaléka magára a palackra megy el. Tehát ezzel a módszerrel a palackozott vizek ára jelentős mértékben csökken.

Nemcsak külföldön, hanem itthon is rengeteg innovatív megoldást találhatunk már az egyszer használatos műanyag problémájára. Ilyen például a *Poliloop* elnevezésű baktériumoktól. Ez a módszer a már meglévő



5. ábra. Az ehető vízburok (Forrás: Ooho!)

műanyagok lebontására nyújt hatékony megoldást. A Poliloopban lévő baktériumok a polimerlánc szénatomjait energiaforrásként, azaz saját anyagcsere-folyamataik fenntartására használják fel. Ebből a külső szemlélő annyit lát, hogy nagyjából 7 hét alatt teljesen eltűnik a műanyag, közben pedig semmilyen káros anyag nem szabadul fel [8]. A tervek szerint a lebontott műanyagot termőföldeken lehet használni, mint szerves talajjavító, hiszen a műanyagban is megtalálhatók ugyanazok a természetes anyagok, mint a földben. A következő két alternatíva ugyanazon az elven alapszik, miszerint a már meglévő dolgokat használjuk újra. Az egyik az úgynevezett *Boomerang*, ami egy betétdíjas kávéspohár-visszaváltó rendszer. A poharak alapanyaga polipropilén granulátum, ami biztosítja, hogy egyszerre legyen erős, de könnyű. Élelmiszerbiztonsági szempontból is megfelel, illetve rendkívül magas a hőállósága. A poharat csupán egyszer kell megvásárolnunk, ha esetleg megsérül, akkor bármelyik elfogadóhelyen kicserélik nekünk további plusz költségek nélkül. Hasonló elven működik a *Rakun Dobozközösség* is. Itt az elviteles ételeket csomagolják tartós dobozokba. A csatlakozás nagyon egyszerű, egy alkalmazáson keresztül regisztrálunk, majd kiválasztjuk a megfelelő dobozcsomagot, akár már havi 500 forintért. Ezután Rakun dobozban kéred az ételed az étteremben, a következő alkalommal pedig becsereled a dobozokat bármelyik Rakun partnerétteremnél egy szabályszerűen elmosott, új dobozra. Sokan csak vállat vonva azt gondolják, hogy ez túl bonyolult és fizetni sem akarnak érte. Miközben elkerüli a figyelmüket az, hogy minden egyes alkalommal, mikor elviteles ételt rendelnek, akár 200-250 forintot is fizetnek a kötelező környezetkímélőbb csomagolásokért. Gyakran abban a tévhitben élünk, hogy ha papírcsomagolásban veszünk valamit, már azzal is eleget teszünk. Azonban ez nem igaz,

a legtöbb papírdobozt belülről egy vékony műanyag réteggel vonják be, hiszen anélkül hamar átázna és alkalmatlan lenne az ételek tárolására. Ezen kívül ismerjük még a hagyományos komposztálható csomagolóanyagokat is. Ezekkel azonban az a probléma, hogy csak ipari komposztálóban bonthatóak le, ahova pedig általában nem jutnak el. A saját dobozok használata egy jó megoldás lehetne, azonban az éttermek a keresztszennyeződés miatt kerülnek ennek az alkalmazását [9]. Álláspontom szerint ez a típusú betétdíjas újrafelhasználás a lehető legjobb alternatíva, azonban szükséges az, hogy többen alkalmazzák ezt a módszert.



6. ábra. A Rakun dobozok előnyei
(Forrás: Rakun)

Úgy vélem, hatékonyabb lehetne a módszer, ha nem az éttermek kezdeményezése által terjedne, hanem az országos ételfutár-szolgálatok lennének a kiindulási pont. A dobozok tisztítását továbbra is az éttermek oldanák meg, a szállításukat azonban az étterem és a fogyasztó között az ételfutár-szolgálat teljesítené. Ez több szempontból is növelhetné a népszerűségét a dobozközösségnek. Nem lenne szükség arra, hogy az embereknek magukkal kelljen vinni az üres dobozokat, így nem lehetne többé kifogás, hogy „túl bonyolult”. Másrészt az elviteles ételforgalom döntő százaléka otthonról zajlik, amit az ételfutárok fognak kiszállítani. Így futárszolgálat által biztosítva lenne, hogy az elviteles ételek nagyobb része a dobozközösség által legyenek csomagolva.

Az utolsó hívás

Gyakran vélekednek úgy, hogy Földünk megóvása csupán az unokáink érdeke. A közmondás is úgy szól: „A Földet nem apáinktól örököltük, hanem unokáinktól kaptuk kölcsön”. Azonban ez a kijelentés nem érzékelteti

eléggé a helyzet súlyosságát. Bolygónk védelme már nemcsak a jövő, hanem napjaink kérdése. Már nemcsak unokáink érdeke, hanem a mi érdekünk is. Már nem tekinthetünk úgy a környezeti gondokra, mint egy jövőbeli problémára. Nap mint nap szembesülünk a globális hulladékprobléma következményeivel és nemcsak az utcákon lévő felhalmozódott szemét formájában. A hulladékkatasztrófa egyszerre oka a levegő szennyezettségének, a vizek minőségi romlásának, egyes fajok kipusztulásának és a globális felmelegedésnek. E gondok aktuálisak és mindannyiunk életére hatással bírnak. Amikor a Balaton vizének szennyezettsége vagy a nyári napok elviselhetetlen hősege miatt panaszkodunk, legyünk tisztában azzal, hogy ez ellen mi is tehetünk, hiszen része vagyunk annak a rendszernek, akik még változtathatnak ezen és élhetőbb jövőt teremthetnek. Hiszen „az ember nemcsak azért felelős, amit tesz, hanem azért is, amit nem tesz meg” [10].

ZSÁK ZSÓFIA

Az írás a TIT és a DOSZ ismeretterjesztő cikkpályázatán megosztott II. helyezést ért el.

IRODALOM

- [1] EU 2019/904 irányelv egyes műanyagtermékek környezetre gyakorolt hatásának csökkentéséről
- [2] <https://impacthub.net/plastic-the-problem-and-its-impact/>
- [3] <https://tudomanyplaza.hu/mikromuanyagok-hatasa-az-emberi-szervezetre/>
- [4] https://www.contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/WWF_MMI_Report_2019_Stop_the_Flood_of_Plastic.pdf
- [5] <https://www.greenpeace.org/hungary/blog/5828/a-muanyag-karos-hatasai-melyekbe-sokszor-bele-sem-gondolunk/>
- [6] <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/02/06/hogyan-lesz-az-olivamagbol-csomagoloanyag?fbclid=IwAR0WM4ZzbG76kJE6nTbScFPw9whUrpEcqpuYUlp7Vp7oWLOadbByGGFS53U>
- [7] <http://www.oohowater.com>
- [8] <https://greendex.hu/poliloop-muanyag-mentesites/>
- [9] <https://www.rakun.hu>
- [10] Prótagorasz

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





2023 TAVASZÁNAK IDŐJÁRÁSA

Átlag körüli hőmérséklet és gyakori csapadék

Az idei év tavasza enyhe idővel indult, áprilisban és májusban azonban több hűvös időszak is előfordult, így az évszak végül átlag körüli hőmérséklettel zárt. A tére jellemző csapadékos jelleg – hosszabb-rövidebb szünetekkel – mindhárom hónapban folytatódott, így ezúttal kedvező talajnedvességgel futhattunk neki a nyárnak. A cikkben szereplő mért és számított adatok forrása az Országos Meteorológiai Szolgálat.

Március

A hónap első napjaiban az északkeletre vonuló ciklonok és egy nyugat felé elhelyezkedő anticiklon közös áramlási rendszere alakította az időjárást, melyben észak felől hűvös, többnyire száraz légtömeg áramlott fölénk. 6-ig éjszakánként sokfelé fagyott, míg a csúcserőterek 10 °C körül szóródtak. 4-én Zabaron -9,2 °C-os minimumot mértek, mely a hónap egyik legalacsonyabb értéke lett. 1-jén és 2-án délnyugaton több helyen előfordult kisebb eső (az előbbi napon néhol még hó is), de általában csak néhány mm-es mennyiségben. 6-án és 7-én viszont egy hullámzó frontrendszerből az ország déli felén már többfelé hullott jelentősebb, 10 mm körüli csapadék. A front átvonulásával átmeneti enyhülés zajlott le, 8-án nyugaton, délnyugaton már 15-16 °C körüli maximumokat mérhettünk, a következő két napon pedig országszerte 15 és 20 °C között tetőzött a hőmérséklet, és az éjszakai fagyok is sokfelé megszűntek. 10-én néhol már előfordult zápor, zivatar, 11-én pedig egy markáns hidegfront jóvoltából többfelé volt csapadék, főként a Dunántúlon intenzívebb zivatarok is. A front hátoldalán 11-én sokfelé viharossá fokozódott az északnyugati szél, a Dunántúl északi felén 90-100 km/h körül alakultak a legerősebb lökések, melyek porviharokat is okoztak. A legnagyobb,

117,0 km/h-s lökést a János-hegyen mérték, ami új fővárosi rekord lett. Mindemellett jelentősen visszaesett a hőmérséklet, a csúcserőterek 11-én és 12-én sokfelé a 10 °C-ot sem érték el, 12-én és 13-án reggel pedig kiterjedt fagyok voltak. 13-án és 14-én napközben viszont visszatért a meleg, olyannyira, hogy utóbbi napon Sellyén az országos napi melegrekord is megdőlt 24,1 °C-kal. Nemzeti ünnepünkön, 15-én egy újabb erős hidegfront vonult át, mely elsősorban keleten okozott jelentősebb csapadékot, míg az északi szél újfent sokfelé megerősödött, és 10 °C alá esett vissza a hőmérséklet. A front mögött egy anticiklon helyeződött fölénk, így a következő napok hűvös időt hoztak, fagyos éjszakákkal és kevéssel 10 °C feletti maximumokkal. 17-én többfelé mérhettünk -5 °C alatti minimumokat, Zabaron pedig 4-éhez hasonlóan ismét -9,2 °C-ig hűlt a levegő. 18-ától melegedés kezdődött, egyre több helyen emelkedtek 15 °C, majd 23-án és 24-én már 20 °C fölé a csúcserőterek, az éjszakai fagyok pedig az ország nagy részén megszűntek. A legmelegebb 24-én volt, ekkor néhol már nyári napot is regisztrálhattunk, az országos és egyben a márciusi csúcserő pedig Drávaszabolcson volt 25,4 °C-kal. A megelőző napok száraz idővel teltek, ekkor és 25-én viszont egy hullámzó hidegfront áthaladását többfelé kísérte eső, zápor, néhol zivatar, és néhány fokkal



1. ábra. Húsvétvasárnapi hónyúl a Kőszegi-hegységben
(A szerző fotója)

visszaesett a hőmérséklet. 26-án és 27-én egy ciklon vonult át felettünk, mely sokfelé okozott jelentős csapadékot, az ország középső, DNY-ÉK irányú sávjában 20-40 mm körüli összegeket is mértek. A 26-ai mennyiség Murakeresztúron elérte a 35,4 mm-t, mellyel ez lett a legcsapadékosabb nap a hónapban. A ciklon hátoldalán hideg légtömeg zúdult fölénk, így ismét sokfelé viharossá fokozódott a szél, és markáns lehülés érkezett. Emiatt az esőt helyenként havazás, hózápor váltotta fel, és 28-án reggelre északkeleten néhol síkvidéken is kialakult 1-3 cm-es hótakaró. 27-én szélrekordok is dőltek, az új országos maximum 118,8 km/h lett a Kab-hegyen, míg a budapesti 115,2 km/h a János-hegyen. A ciklon elvonultával két napig még hűvös maradt az idő, de 30-án és 31-én gyors melegedés zajlott le, szórványos csapadékkal. Március végül 1,7 °C-kal lett melegebb az átlagosnál, míg a havi csapadékösszeg az ország nagy részén meghaladta az ilyenkor szokásost. Északnyugaton ugyanakkor jelentősen elmaradt attól, emellett az északi, a déli és a keleti határvidéken szintén előfordultak még átlag alatti területek. A két szélsőérték 5,8 mm (Rajka) és 85,5 mm (Záhony) volt.

Április

A hónap viszonylag kellemes idővel indult, 1-jén és 2-án többfelé meghaladta a maximum-hőmérséklet a 15 °C-ot, ám egy közeli ciklonális rendszer hatására elszórta záporok, zivatarok is kialakultak. Ennek hátoldalán 3-ától sarkvidéki eredetű légtömeg zúdult hazánk fölé, így a csúcsértékek 10 °C alá estek vissza, éjszakánként pedig egyre kiterjedtebb és erősebb fagyok lettek, sok helyen az élénkebb szél ellenére is. Az időszak első napjaiban a hegyekben volt a leghidegebb, és az 5-én Kékestetőn mért -7,8 °C lett a legalacsonyabb minimum hazánkban ebben a periódusban és az egész hónapban, de nem sokkal maradt el ettől a 6-ai zabari

-7,6 °C-os érték. Ez utóbbi napon Kékestetőn -2,0 °C-os csúcsértéket regisztráltak, mellyel megdőlt a napi legalacsonyabb maximum országos rekordja. A fagyok jelentősebb károkat okoztak a gyümölcsösökben, és ha ez még nem lett volna elég, 6-án egy keletről visszapörögő ciklon északkeleten sokfelé okozott havazást, mindössze 1-2 °C körüli maximumok mellett. 7-én reggelre helyenként síkvidéken is 10 cm körüli hótakaró alakult ki, mely néhol az egész téli szezon maximumát jelentette.

A légörvény a következő napokban az ország más részein is okozott csapadékot, az alacsonyabban fekvő helyeken már inkább eső, zápor formájában, de a hegyekben még havazás is volt, fehér húsvétot eredményezve. 10-étől enyhülés kezdődött, egyre több helyen emelkedett 15 °C fölé a hőmérséklet, és ez keleten már tartósan bizonyult. A Dunántúlon azonban két mediterrán ciklon hatására 13-ától 16-áig visszaesett a hőmérséklet, 14-én több helyen 10 °C alatt alakultak a maximumok. Az első ciklon át is vonult az ország felett, 13-án és 14-én nyugaton, északnyugaton sokfelé okozva jelentős, 40-70 mm körüli esőt. Sopron-Brennbergbányán 14-én a napi összeg is elérte az 57,6 mm-t, ami az áprilisi maximum lett az országban.

A második ciklon központja már tőlünk délre maradt, így az jóval kevesebb csapadékot okozott. 17-étől 20-áig mértékeltlen meleg, helyenként záporokkal, zivatarokkal tarkított idő következett, majd egy anticiklon hatása alá kerültünk, így néhány napig szárazra fordult az idő, és erősödött a nappali felmelegedés. 23-án Ikrényben és Koroncón már a 24,3 °C-ot is elérte a hőmérséklet, mely egyben a havi maximum lett – tehát a márciussal ellentétben áprilisban nem fordult elő nyári nap az országban. Ezen a napon egy hidegfront előterében északnyugaton már kialakult zápor, zivatar,

2. ábra. Látványos sarki fény feljebb bordó-lilás, lejjebb (jobbra) zöldes színekkel április 23-án a Szentendrei-szigetről
(Kiss Kevin fotója, MetNet/www.metnet.hu)



a még derültebb középső és keleti tájakon viszont este Magyarországról igen ritkán látható erőségű és színvilágú – részben zöldes – sarki fény volt megfigyelhető. 24-én már többfelé volt csapadék, melynek mennyisége délen-délnyugaton és északon helyenként a 20-25 mm-t is elérte, északkeleten pedig még másnap is előfordultak hasonló összegek. A frontot több fokos lehülés követte, 27-én és 28-án reggel a szélvédettebb északi és középső tájakon több helyen fagyott is, -1 , -4 °C közötti értékekkel.

A hónap utolsó napjaiban visszatért a melegebb idő, 29-én viszont egy gyenge hidegfront hatására nyugaton előfordultak intenzív zivatarok, helyenként jégesővel. Április végül $1,9$ °C-kal lett hidegebb az átlagosnál. A havi csapadékösszeg az ország nagyobb részén átlag körül vagy az alatt alakult, különösen délkeleten. Ezzel szemben az év korábbi részében rendre szárazabb északnyugati területeken jelentős, 2-3-szoros többlet alakult ki, és az Északi-középhegység térsége is csapadékosabbnak bizonyult. A két szélsőérték $11,0$ mm (Csárdaszállás Felsőföld) és $156,8$ mm (Sopron Muck-kilátó) volt.

Május

A tavasz harmadik hónapja mérsékelt meleg, változékony idővel indult. 2-án és 3-án egy gyenge hidegfront vonult át felettünk, mely főként a Dunántúlon és a középső területeken okozott csapadékot, helyenként jelentősebb, 20-30 mm közötti mennyiségben. A front előtt keleten már a 25 - 26 °C-ot is elérte a csúcshőmérséklet, de mögötte néhány fokos lehülés érkezett. 6-án újfent többfelé emelkedett nyári magasságba a hőmérséklet, és délen még 7-én is meleg volt. Ezen a két napon egy észak felől érkező hidegfront jóvoltából szórványosan kialakultak záporok, zivatarok.

A front hátoldalán 8-án és 9-én az ország nagy részén kevéssel 20 °C alá esett vissza a maximum-hőmérséklet, 9-én, 10-én és 11-én reggel pedig az északi fagyzugokban néhol gyenge fagy is előfordult. A leghidegebb 9-én, Zabaron volt $-1,9$ °C-kal, mely egyben a májusi minimum lett az országban. 11-étől 18-áig több mediterrán ciklon is elérte vagy érintette hazánkat, így a folytatódó hűvös idő mellett kiadós csapadék érkezett. Az első ciklonból 11-én és 12-én az északkeleti területeket kivéve sokfelé esett 10-40 mm eső, és a tartósan csapadékos helyeken az utóbbi napon mindössze 11 - 12 °C-ig emelkedett a hőmérséklet. A második ciklon 14-én az ország középső sávjában okozta a legtöbb csapadékot, helyenként 40-50 mm körül alakult a napi összeg. A legnagyobb, 60,5 mm-es mennyiséget Kékestetőn mérték.

A harmadik ciklon 16-án a Bakonyban és északnyugaton (60,3 mm, Hárskút), 17-én a délkeleti csücsökben (59,1 mm, Elek) produkált kiemelkedő csapadékösszeget,



3. ábra. A május végi zivatarok egy példája a Balaton-felvidéken
(A szerző fotója)

és a korábbi napokhoz képest már több helyen alakultak ki zivatarok is. Az utóbbi napon jelentős hőmérséklet-különbség jött létre: míg a Dunántúl nyugati felén csupán 10 - 12 °C között, addig délkeleten 22 - 24 °C között alakultak a maximumok. 18-án még kitartott a hűvösebb idő, 19-étől azonban egy északra kiépülő anticiklon peremén kelet felől meleg, szárazabb légtömeg áramlott fölénk. Ezért gyorsan nyárisra fordult az idő, 20-ától 23-áig már országsszerte 25 °C felett tetőzött a hőmérséklet. Utóbbi napon mérhettük a havi csücsértéket is, mely $29,8$ °C lett Fülöpházán. 22-éig csak helyenként alakultak ki záporok, zivatarok, lokálisan jelentősebb csapadékkal, 23-án viszont egy hidegfrontnak köszönhetően több helyen fordult elő csapadék. A legintenzívebb zivatarok a Mátra-Szeged vonal környezetében fordultak elő, helyenként jégesővel, felhőszakadással. Verpeléten a napi csapadékösszeg elérte a $67,7$ mm-t, mely az országos maximum lett májusban. A front számottevő lehülést nem okozott, az ország jó részén a hónap végéig folytatódott a nyári napok sorozata. Időnként azonban nedvesebb, labilisabb légtömeg érkezett fölénk, így több napon is voltak további záporok, zivatarok, lokálisan kiadós csapadékot eredményezve, és a felhősebb tájakon kissé hűvösebb volt.

A május országosan végül $0,3$ °C-kal lett hűvösebb az átlagosnál, ezen belül főként a Dunántúlon jelentkezett határozottabb ($0,5$ - 1 °C közötti) negatív anomália, míg keleten a szokásosnál kissé melegebb területek is előfordultak. A havi csapadékösszeg az északkeleti harmadban elmaradt az átlagostól, másutt azonban a körül vagy felette alakult. A két szélsőérték $16,8$ mm (Csaroda) és $164,0$ mm (Kékestető) volt.

HÉRINCS DÁVID

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 középfokú 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 pályázatírás 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

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KUTATÁSA

Chatrobotoktól valóság-hű galaxisokig

Különös, de hogy megtudjuk, mi is az a mesterséges intelligencia, megkérdezhetjük magától az érintettől is! És „ő” készségesen válaszol:

„A mesterséges intelligencia (MI) egy gyorsan fejlődő terület, amely olyan számítógépes rendszerek fejlesztésével foglalkozik, amelyek képesek olyan, jellemzően emberi intelligenciát igénylő feladatok elvégzésére, mint például a vizuális érzékelés, a beszédfelismerés, a döntéshozatal és a beszéd megértése. Az elmúlt években a mesterséges intelligenciát számos iparágban és alkalmazásban használták, többek között az egészségügyben, a pénzügyekben, a közlekedésben és a gyártásban. A gépi tanulás, a számítógépes látás és a természetes nyelvi feldolgozás terén elért fejlődéssel a mesterséges intelligencia egyre nagyobb teljesítményűvé válik, és egyre összetettebb problémák megoldására használják. A betegségek előrejelzésétől kezdve a robotok és drónok irányításáig a mesterséges intelligencia felhasználási lehetőségei végtelenek, és a társadalomra gyakorolt hatása várhatóan exponenciálisan fog növekedni.

A csillagászat olyan terület, amely hagyományosan az emberi megfigyelésre és értelmezésre támaszkodik. A mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a számítógépes látás terén a közelmúltban bekövetkezett fejlődéssel azonban a mesterséges intelligencia egyre fontosabb eszközzé válik a csillagászok számára. A mesterséges intelligencia felhasználható a távcsövek, műholdak és más obszervatóriumok nagy mennyiségű adatának automatikus feldolgozására és elemzésére, ami segít új

csillagászati objektumok és jelenségek felfedezésében. Emellett a mesterséges intelligencia felhasználható csillagászati rendszerek, például galaxisok és csillagok szimulálására és modellezésére, hogy segítsen megérteni tulajdonságaikat és fejlődésüket. A mesterséges intelligencia segítségével a csillagászati kutatások sebessége és pontossága jelentősen javul, és olyan módon tanulmányozhatjuk az Univerzumot, ami korábban lehetetlen volt.”

A mesterséges intelligencia jelenlegi fejlettségi szintjére kiváló példa a fenti két bekezdés, amelyet az OpenAI laboratórium által készített *ChatGPT* chatrobot írt, majd a *DeepL* fordított le magyarra.

A MI kutatása az ötvenes évek környékén indult el. A kezdeti sikereken felbuzdulva a kutatók arra számítottak, hogy tíz–húsz éven belül a mesterséges intelligencia problémáját megoldják, és képesek lesznek egy emberihez hasonló összetettségű általános AI-t létrehozni. Bár csak lazán kapcsolódik, a hazai vonatkozások közül érdemes megemlíteni az első hazai kibernetikai állatmodellt is, a Muszka Dániel által reflexek modellezésére az 1950-es években készített szegedi Katicabogarat, amely a mai napig nagy figyelmet vált ki: képes fényt vagy hangot követni, reagálni különböző érintésekre is.

A korai fejlesztések egyik példája volt az 1960-as években fejlesztett *Eliza* chatrobot, amely képes volt interaktív párbeszédet folytatni: a begépett szövegben

megadott kulcsszavakat keresett, és azokra az előre megírt kérdések/válaszok egyikét adta vissza, és kérdéseket tett fel. A korabeli felhasználók – annak ellenére, hogy mai szemmel nézve a beszélgetések felszínesek, és gyakran értelmetlenek voltak – meg voltak győződve arról, hogy egy intelligens lényvel beszélgetnek, hiába állította a fejlesztő, Joseph Weizenbaum az ellenkezőjét. A program népszerűségére jellemző, hogy egy változata elérhető az *emacs* szövegszerkesztő legtöbb változatában. Hasonló alapokra épült az 1990-es évek végén fejlesztett A.L.I.C.E. (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*) nevű chatrobot, amely egy AIML (Artificial Intelligence Markup Language) nevű leíró nyelvet használva nyert számos díjat.

Bár eleinte úgy tűnt, hogy a mesterséges intelligencia problémáját hamar megoldják, az 1970-es évekre nyilvánvalóvá vált, hogy az MI-kutatások komoly problémákba ütköznek: a létező megoldások nem voltak skálázhatók, azaz a néhány egyszerű példára működő módszereket nem lehetett gyakorlati használatra átültetni, a látszólag egyszerű gépi látás problémája megoldhatatlannak tűnt, és az elérhető számítási kapacitás igen szegényes volt bármilyen értelmes felhasználásra, így az 1990-es évekig a terület lassan fejlődött. Ekkor több látványos megoldás is született jól körülírható problémákra – a *Deep Blue* 1997-ben legyőzte az akkori sakkbajnokot, Kaszparovot, és egyre több helyen használták fel a „klasszikus” gépi tanulás korábbi eredményeit: keresőmotorokban, orvosi diagnosztikában (a pigmentált bőrelváltozások adatai az egyik klasszikus tanítóminta a gépi tanulásban).

A valódi áttörést a XXI. század eleje hozta: az egyre növekvő adatmennyiség (Big Data korszak), és a könnyen és viszonylag olcsón elérhető számítási kapacitás lehetővé tette, hogy a gépi tanulási technikákat egyre több problémára alkalmazzák, és a mélytanulási (*deep learning*) algoritmusok – amelynek egyes elemei ekkor akár már évtizedek óta léteztek – a gyakorlatban

Kaszparov a Deep Blue ellen 1997-ben.

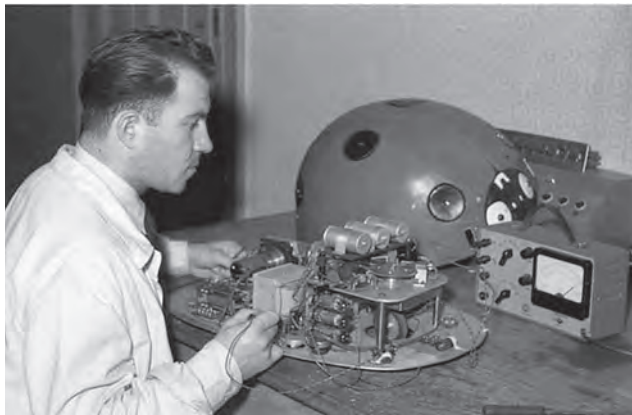


Az ELIZA chatrobot beszélgetés közben

is használhatók legyenek. A 2010-es évek elején az *ImageNet* projektben sikerült elérni a képfelismerésben több mint 90%-os pontosságot.

A különböző *deep learning* algoritmusoknak azóta számos felhasználási területe van, a legtöbben nem is gyanítják, milyen gyakran találkozunk vele: a parkolók rendszámfelismerő automata sorompói, a banki vizszaélések felderítése, automatizált fordítás, fényképek automatikus válogatása/javítása, orvosi diagnosztika, önvezető autók, virtuális asszisztensek csak néhány a lehetséges felhasználások közül.

A *deep learning* módszerekben használt neurális hálóak alapjai viszonylag egyszerűek: általában bemeneti rétegből, egy vagy több rejtett rétegből, és kimeneti réteg(ek)ből áll. A bemeneti réteg tartalmazza a megfelelően előkészített bemeneti adatokat, a rejtett rétegek feladata az információk feldolgozása, kódolása a következő rétegek számára. A rejtett rétegekben lévő neuronok a legegyszerűbb esetben (sűrű háló, *dense network*) a kimenetet két lépésben állítják elő: a bemenet lineáris kombinációjával, $Z = w_i X_i + b$ formában, ahol X_i az adott neuron bemenete, w_i a súlyozás, b pedig egy konstanssal történő eltolás (ha valaki úgy érzi, hogy ez kísértetiesen emlékeztet egy egyenesillesztésre, nem téved sokat). A második lépésben valamilyen (általában nemlineáris) függvényvel létrehozzuk a neuron kimenetét ($o = g(Z)$), amely a kimeneti rétegek esetében lehet például a klasszifikáció eredménye, azaz: van-e cica a képen, vagy nincs. A tanítás célja az egyes neuronoknál meghatározni a súlyok és az eltolás megfelelő értékét oly módon, hogy a tanítómintára a háló a lehető legjobb eredményt adja. Ez természetesen csak a legegyszerűbb megoldás, az utóbbi években a különböző célokra rengeteg speciális architektúrát hoztak létre, amivel az adott feladat – például szövegek értelmezése/fordítása, képek klasszifikációja, arcfelismerés hatékonyabban elvégezhetőek.



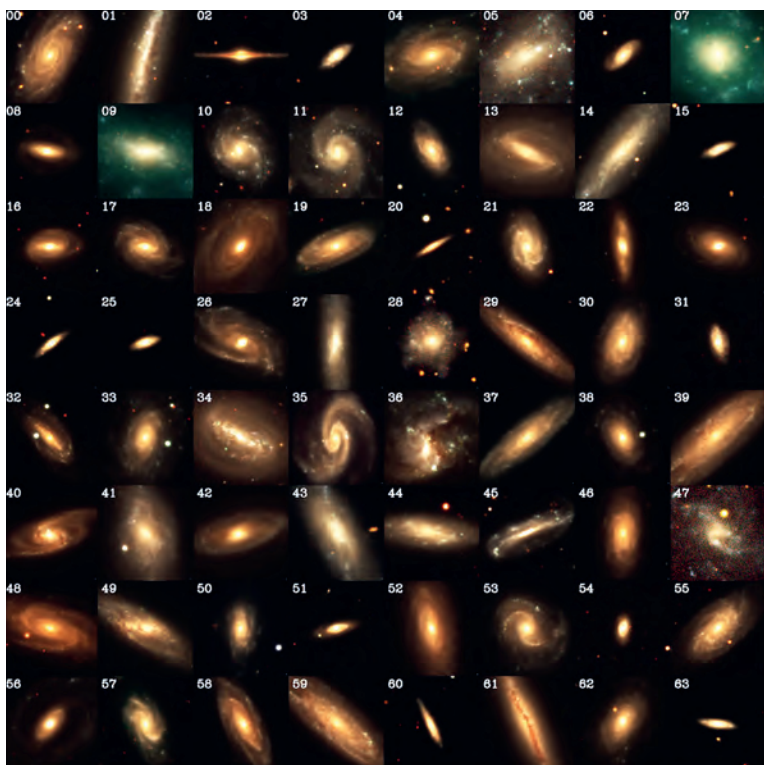
Muszka Dániel és a szegedi Katicabogár

Bár első pillantásra úgy tűnhet, hogy egy neurális háló létrehozásának a programozás a legnehezebb része, ez azonban meglepő módon nincs így. Bárki számára szabadon elérhetőek ugyanis olyan fejlesztési keretrendszerek (Caffe, Keras, Theano, TensorFlow stb.) amelyek segítségével néhány programsorban összeállíthatók a gyakoribb hálótípusok. Az igazi kihívást általában a megfelelő tanítóminta összeállítása, feldolgozása és tisztítása; a megfelelő architektúra kiválasztása és optimalizálása; a probléma megközelítése jelenti. Például ha egy biztonsági kamera képén akarjuk meghatározni, hogy ki érkezett meg, lehet hatékonyabb, ha két lépésben oldjuk meg a kérdést, és először arco(ka)t keresünk a képen, és egy második lépésben próbáljuk klasszifikálni a találatokat.

A PROBES-adatsort utánzó, generált galaxisok montázsja, a PROBES-adatsorból származó valós példákkal megszakítva.

A képek felét MI alkotta, ám ezek olyan valósághűek, hogy megkülönböztethetetlenek a valódi fevételektől.

(Forrás: academic.oup.com)



A csillagászat egyike azoknak a területeknek, amelyek — a rohamosan növekvő adatmennyiség miatt — egyre inkább gépi tanulási módszerekre hagyatkozik. A Big Data korszak hajnalán, a Sloan Digital Sky Survey (SDSS) égboltfelmérés során galaxisokról készült, mintegy egymillió galaxisfotót kellett osztályozni különböző szempontok alapján. Ezt a munkát akkor, 2007-ben még „kézzel” kellett elvégezni: erre hozták létre a Galaxy Zoo projektet, amelyben ezt a feladatot több mint 150 000 ember hozzájárulásával nagyjából fél év alatt oldották meg. Egy hasonló klasszifikáció jelenleg egy megfelelő neurális hálóval legfeljebb néhány órába telne. A jelenleg futó és tervezett égboltfelmérések által termelt adatmennyiséget már lehetetlen lenne így feldolgozni: a *Vera C. Rubin Observatory* például a tíz éves felmérése során 60 PB nyers adatot termelt (ezt 1.44MB-os floppykra mentve egy 160 000 kilométer magas tornyot kapnánk — ez a Föld sugarának huszonötszöröse, de DVD-vel sem járnánk sokkal jobban, bár így csak a Mount Everest két-szeresét érné el a biztonsági mentésünk).

Számos olyan problémakör van, ahol ezeket már most sikeresen alkalmazzák: számos megoldás született exobolygók jeleinek kereséséhez űrfotometriai adatokból; szupernóvák, vagy flerek kereséséhez, fénygörbe-
klasszifikációhoz — ez utóbbi két témán magyar kutatók is dolgoznak. A Gaia űrtávcső pontos távolság- és parallaxis-mérései alapján csaknem hatszáz új nyílt halmazt találtak: ez az egyetlen tanulmány másfélszeresére növelte az ismert nyílt halmazok számát. Vannak kísérletek csillagparaméterek (például felszíni hőmérséklet, felszíni gravitáció) meghatározására alacsony felbontású LAMOST-spektrumokból és közepes felbontású APOGEE-spektrumokból is — ehhez a hagyományosan közepes/nagy felbontású spektrumokra és hosszas modellezésre van szükség. Egy, a DALL-E képgeneráló modellhez hasonló algoritmus minden szempontból valósághű szintetikus galaxisképeket tud előállítani: ez például segítheti a kutatókat a műholdak nyomvonalai által „megrongált” mérések helyreállításában.

Bár többen a gépek által okozott világvégét látják maguk előtt, bölcsen használva rengeteg ember életét könnyíthetik meg ezek a rendszerek. Ehhez persze célszerű ismerni a módszerek határait — egyébként belefuthatunk kellemetlen helyzetekbe, például a bevezetésben említett ChatGPT segítségével könnyen idézhetjük a sosem létezett Komáromi Jenő író sorait: „A Nap lement a horizonton, hosszú árnyékokat vetve az üres utcákra. A szél suttogott a fák között, ezernyi ki nem mondott gondolat titkát hordozva magában.

VIDA KRISZTIÁN



DÉL-BUDAI KESERŰVIZEK HISTÓRIÁJA

Örmezőtől a Feneketlen-tóig

2. RÉSZ

A dél-budai keserűvizek egyáltalán nem voltak egyedülállóak a Dunántúlon. Már jó ideje tudtak ilyen forrásokról Kis-Tagyosnál Komárom megyében, Esztergomban, Bia, s a Budaörshöz tartozó Csiki-pusztán, Alsó- és Felső-Alapon Fejér megyében és Nagyharsányon Baranyában.

Dél-Buda egyik keserűvíz-lelőhelyét Örmezőn találták meg. A terület ugyan Budapesthez tartozott, Döbrentei Gábor 1847-es Normafánál tartott dűlőkeresztelőjéig, helyesebben dűlőnév-magyarításáig a Feldhut névre hallgatott, ami szó szerint mezei kunyhót jelent, de pestiesen – illetve esetünkben budaiasan – a szőlőcsősz-kunyhót hívták így. Nem véletlenül: jóval később még mindig nemcsak szinte beépítetlen, hanem meglehetősen elhanyagolt terület volt. Valaha ezt is a budai szőlőskertekhez sorolták, a Budai Hegyközség gazdái birtokoltak itt területet, de az addig értékes föld a filoxéra pusztítása után már nemigen kellett senkinek. Kaszálóként igyekeztek hasznosítani, de a legnagyobb részét ellepte a gyom és a bozót. A Budai Napló még 1933-ban is így panaszkodott: „Örmező – a rejtelmes városrész Budán. Népes nagygyűlés tárgyalta a városrész borzalmait” című cikkében: „Kevés ember tudja Budapesten, hogy merre van az örsödi völgy, valahol a Dobogódomb háta mögött, pedig ott vannak a világhírű keserűforrások, amelyek révén mára nagyobb hírre tehetett volna szert Buda, mint Karlsbad. [...] Szerencsétlen

része ez a városnak [...] a mező megvolna ugyan, de őre nincs. Útja sincs, vize sincs, csatornája sincs, de még rendőrsége sincs. El sem képzelhető tulajdonképpen, hogy ez az elhagyott, tanyai rendszer szerint benépesülő vidék Budapest székesfővárosához tartozik és itt van közvetlenül a kelenföldi pályaudvar mellett, az egyik hatalmas közlekedési útvonal, a Budaörsi-út mentén.”

Töltögetőüzem

Ellentétben az Erzsébet-forrással, ezen a területen nem véletlenül találták meg a keserűvizet, habár ez sem lehetett volna lehetetlen, mert a gazdák állandó panasa volt, hogy kútjaikban csak ihatatlanul keserű vizet lehet találni. A közelben, Örsödön 1863 óta már működtek a Saxlehner András birtokát képező kutak, és a Hunyadi János keserűvíz minősége vettekedt az Erzsébet Sósfürdőnél palackozott gyógyvízzel. Felismerve a két terület hasonló talaját, 1864-ben Loser János fűszerkereskedő ásott a földjén kutat, és a vegyelemzés kimutatta: mindennapi ivóvíznek csakugyan nem alkalmas az, amit kiemelnek – de a gyógyhatása

tagadhatatlan. Az üzletbe hamarosan betársult a másik két Loser testvér is, Mátyás és János, megalapították a Loser Gebrüder céget, és a Rákóczy Ferenc-forrás keserűvíz néven palackozni és kereskedni is kezdtek a kút termékével. Hamarosan egy nyaraló-szerű iroda- és lakóépület, valamint meglehetősen nagy üvegraktár létesült. A „töltögető-üzem” közvetlenül a kút mellett épült meg, mert a víz enyhén szénsavas volt, ezért minél gyorsabban az üvegbe kellett kerülnie, amiket parafadugóval zártak le, de hogy a nyomás szállítás közben ki ne „lője” azt, egy bádognakpakkal biztosították, hasonlóan a korabeli pezsgők csomagolásához.

A kor – nemigen létező – előírásai nem tartották szükségesnek a vegyvizsgálatot, de a reklám annál inkább. Elsőnek Lucich Géza „vegytanársegéd” írt jelentést róla, amiben 48,27 súlyrésznyi szilárd anyagot és 1,0412 fajsúlyt állapított meg. Utána a müncheni Stelzer politechnikai tanár vizsgálta meg összetételét, de ő már csak 35,943 súlyrész összes szilárd anyagot és 1,0346 fajsúlyt talált. A romlás oka Bernáth József kémikus szerint a források túlzott kihasználása és a gyógyvíz emiatti hígulása okozta; mint láttuk, Mattoni csak felváltva engedte a kútjait használni – csakhogy ő komoly tapasztalattal bíró szakember volt, Loserék pedig nem. Végül többek tanácsára elhatározták egy újabb kút mélyítését, ami sokkal jobb minőséget produkált: Molnár János vegyész elemzése szerint már 53,5318 súlyrésznyi volt a szilárd anyag, benne kiemelkedően magas magnézium-részességgel. Érdekes módon ez az ásás (a kút átmérője több, mint egy méter volt, úgyhogy fúrásról aligha beszélhetünk) is csak négy méter mélyre kellett, hogy hatoljon. A későbbi vizsgálatok a magnézium mellett bromidot és lítiumot is kimutattak.

Kúthlető irigység

Közben a szomszéd földterületek birtokosai megirigyelték Loserék sikerét. Strassenreiter Ignác pesti keményítőgyáros 1873-ban ásatta az Árpád-forrást, majd következett a Hunyadi László-forrás, talán 1873-ban; az bizonyos, hogy 1877-ben már üzleti vállalkozás volt Scharf és Burger márkajelzéssel. Mellettük a Ungár Ignác és Fia cég birtokolt összesen 22 kutat, azonban nincs nyoma annak, hogy gyógyvizet értékesítettek volna, viszont a korabeli újságok, így a polgárság népszerű és státuszszimbólumnak számító hetilapja, a Vasárnapi Újság tele voltak a Viktória fürdőszó hirdetéseivel.

Az 1870-es évekre ezek a vizek már nemcsak Magyarországon és a Monarchia egyéb területein, hanem messzebb külföldön is ismertek voltak: Olasz-, Francia- és Németországba, Nagy-Britanniába és Romániába is árusították őket. (A román kereskedők alighanem az ottani mostoha szállítási viszonyok miatt nem a



This bottle shows the label used for export to Great Britain and transmarine countries.

This bottle shows the label used for export to the United States of America and to Canada.

A Nagy-Britanniába, illetve az Egyesült Államokba szállított palackokat eltérő címke jelölte

székelyföldi ásványvizet rendelték meg.) Közben egy francia cég úgy gondolta, hogy jobban jár, ha nem a terméket, hanem a gyártótelepet veszi meg, így került a birtokukba a Hunyadi László- és a Rákóczi-forrás is. Hogy ez pontosan mikor történt, arról máig vita van: az okoz némi bizonytalanságot, hogy Loserék még 1901-ben is védjegymódosítási kérelemmel éltek, az új címként Loser János arcképe helyett II. Rákóczi Ferenc arcképe került, az örmezei telepet pedig eladta a The Apollinaris Co. Ltd. angol cégnek: megszületett az Apenta márkanév.

Az Apenta keserűvizet kezdetben kizárólag külföldön értékesítette az angol cég, melynek 1906-ban már 180-200 dolgozója volt, akik az akkori gyári társaikkal nagyjából azonos fizetést kaptak. Ahogyan a Műszaki Világ című szaklap kiemelte, igen jó bánásmódban részesültek, amit annak tulajdonított a szerző, hogy Braun Ottó igazgató korábban Németországban és Angliában működött, ahol a hasonló, érzékeny üzemekben a munkásokkal való törődés eléggé elterjedt volt (a telepen külön ügyeltek a higiénikus életmódra is – és nemcsak a munkahelyen). Külön megjegyzi a cikkíró, hogy feltűnő a rend és a nagy tisztaság; mai szemmel

ezt természetesnek vesszük, de az, hogy akkoriban ez „feltűnő” volt, arra utal, hogy más, hasonló élelmiszerekkel foglalkozó vállalkozásoknál nem lehetett általános... A mintaszerű üzemvitelre bizonyíték, hogy a Budapesten megtartott XVI. Nemzetközi Orvoskongresszus résztvevői is meghívták látogatóba.

A telepen négyféle vizet használtak, egymástól teljesen elkülönített rendszerben, ólomcsöveken szállítva: keserű-, édes-, ivó- és mosóvizet, utóbbit az üvegek tisztítására, illetve a munkások kézmosóihoz (az, hogy

szintén gépi erőre volt berendezve: nemcsak a fűrészelést, hanem még a szögelést sem végezték kézi erővel. Idővel még a központi fűtést is kiépítették: egy igen korszerű ipartelep született meg, lényegében véve a semmi közepén, de mindenképpen igen távol a legközelebbi, lágymányosi-kelenföldi gyáraktól. 1903-ban a Saxlehner-féle teleppel együtt a kutak körül védővezetet jelöltek ki, amire az 1885-ös vízjogi törvény már korábban kötelezte a vállalkozókat.

Az Apenta fejlődését az első világháború akasztotta meg, ugyanis az Osztrák-Magyar Monarchia hadban állt Nagy-Britanniával; a békekötés után pedig a korona gyors inflálódása okozott üzleti zavarokat. A cég igyekezett a kutak szaporításával növelni a termelést és legalább minimalizálni a veszteséget: az 1920-as évek végére már 34 kút termelt a telepen. Azonban ennek ellenére csökkent a termelés és ezzel együtt a nyereség is; a gazdasági világválság idején már csak 30 körüli munkást foglalkoztattak, őket is csak márciustól decemberig. Pedig a termék minősége kiváló volt. Dalmady Zoltán balneológus 99,27 egyenérték % szulfátot, 54,85 magnéziumot, 40,99% nátriumot talált. A „csodavíz” kiváló, de kíméletlen hashajtó, „háztiszta” volt, ami igen hatékonyan gyógyította a székrekedést, de különféle ismeretlen eredetű mérgezések gyanúja esetén nagy adagban elsősegély-gyógyszerként is bevált – és nemcsak a reklám szerezte... Használták májregeneráló szerként is.

Az Apenta fő felvevőpiaca továbbra is Anglia maradt, de nagyobb tételeket szállítottak Lengyelországba és Csehszlovákiába is. Ahhoz azonban, hogy ezeken a piacokon sikeresen szerepeljen a magyarországi termék, okvetlenül olcsóbbnak kellett lennie a konkurenciánál

Saxlehner András portréja



REPRODUCTION
des points de repère caractéristiques des bouteilles
de l'eau purgative naturelle
„HUNYADI JÁNOS”



Empreinte de la capsule.



Impression du bouchon
marquée au feu.

SPÉCIMEN RÉDUIT DE L'ÉTIQUETTE
des bouteilles destinées pour la consommation sur le
continent européen :

Andreas Saxlehner, Budapest.



A kupak és a dugó lenyomata,
valamint a különböző nyelvű címkék

ilyenek voltak egy kültelki, tulajdonképpen városon kívüli telephelynél, igen ritka volt). Az üzemet folyamatosan korszerűsítették és gépesítették, végül még a címkéket sem kézzel ragasztották, mint addig. A tudósítások nem számolnak be róla, hogy honnan vették ehhez az áramot, de tekintettel arra, hogy elektromos ellátása még az 1930-as években sem volt a környéknek, csak arra gondolhatunk, hogy saját dinamókkal dolgozhattak. A ládakészítő-üzem

— így viszont a haszon továbbra is alacsony maradt. A tulajdonosok végül a hazai értékesítés mellett határoztak. Ez merész döntés volt, ugyanis itt sokkal több versenytárs akadt, ráadásul a magyar közönség az Apenta márkát még hallomásból sem ismerte.

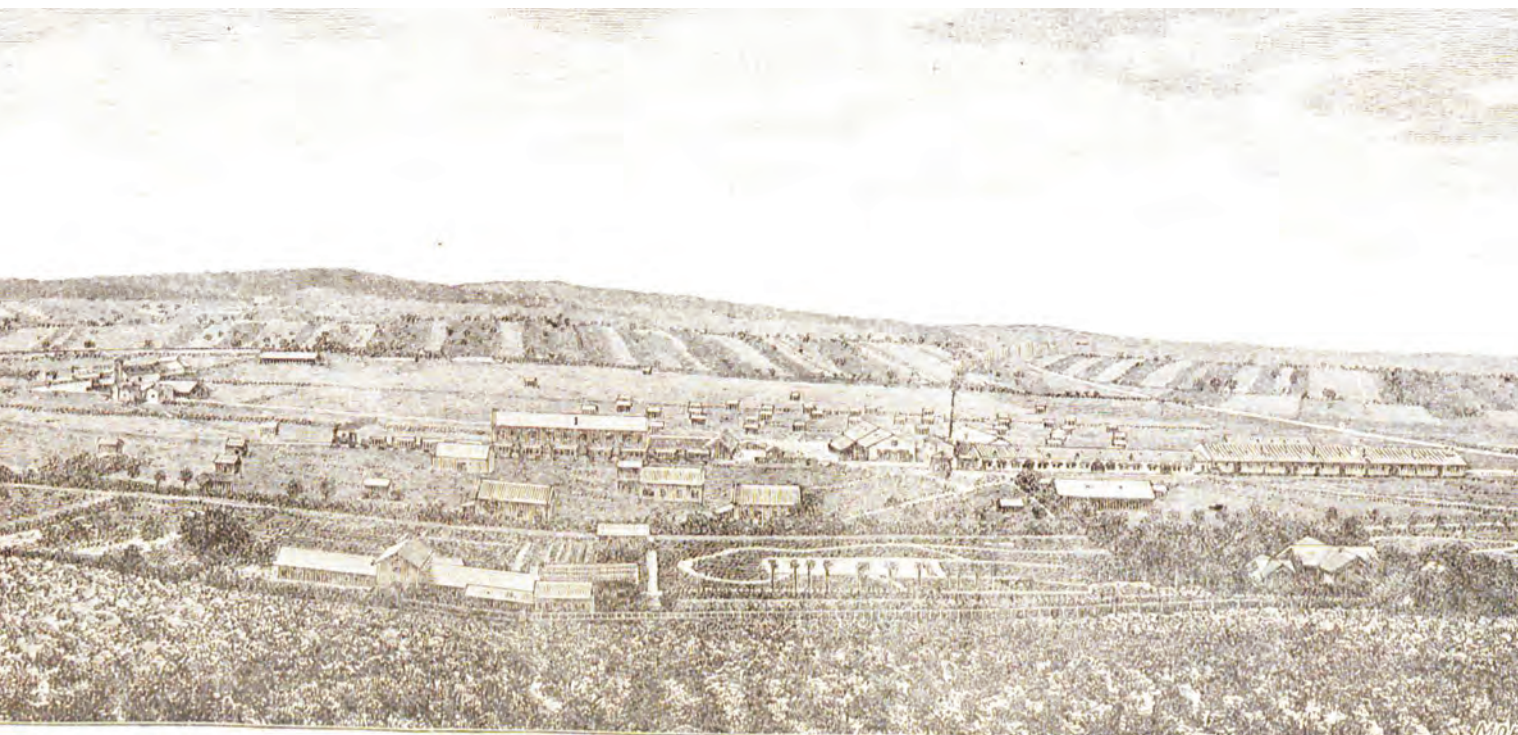
A második világháború az Apenta telephelyét alig érintette: a front a Budaörsi és a Törökbálinti úton, illetve a kettő között húzódott, és december 30-a előtt egy nap alatt átlendült a vidéken. 1946-ban már részvényesi közgyűlést tartottak és folyt a termelés is. Azonban az egykori piacokat igen nehéz volt visszaszerezni: a háború előtt az Apenta feltűnt Anglián kívül Német- és Lengyelországban, de szállítottak más európai államokba, az Egyesült Államokba, sőt Dél-Amerikába, Ausztráliába, Indiába, de még Kínába és Jávára is! Ám azóta eltelt fél évtized, és a vevők elfelejtették a frissen megismert Apenta márkanévet. Lamerton Károly igazgató a megszakadt üzleti kapcsolatok újrafelvételében és a reklámban látta a kiutat, de ehhez pénz, és ami sokkal nagyobb baj volt: valuta kellett — volna. Végül a négy cég, az Apenta Rt., a Ferencz József, a Mira Rt. és a Saxlehner 1948-ban konzorciumot alkotott az export megszervezésére.

A „megoldást” azonban a nagypolitika hozta el: államosították az Apentát is. Innentől kezdve az exportot a Chemolimpex Olaj- és Vegyiáru Külkereskedelmi Nemzeti Vállalat, később a Medimpex, majd a Pharmatrade irányította. A három kúttelepből egyedül az Apenta maradt épen, így itt palackozták a többiek termelését

A Hunyadi János-forrástelep teljes áttekintése



is, sőt egy ideig a Salvus, az Igmándi és Jodaqua is itt került üvegekbe. A véget a szintén Apenta néven futó ásványvíz megjelenése készítette elő, de a privatizáció hozta el: az új, német tulajdonos ugyanis már csak a szénsavas üdítővel volt hajlandó foglalkozni, a gyógyvízzel már nem.



Örsöd – Kőérberek

Újbuda harmadik, országosan is jelentős keserűvíz-telepe Örsödön, pontosabban régi, árulkodó nevén Kőérberekben volt (németül Tabaner Huteweide, tabáni legelőként emlegették: a Tabán ugyan kissé messze esett ide, de a barmok tulajdonosai ott laktak...) Az Örsöd nevet Örmezőhöz hasonlóan 1847-ben kapta.

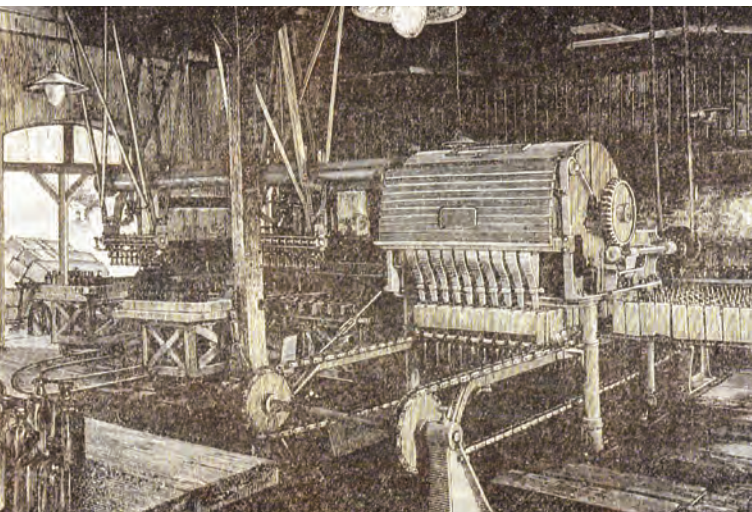
A környék — igaz, jóval korábban — viszonylag sűrűn lakott volt: a Sósfürdő területén az új Szent Imre-kórház építéskor például bronzkori temetőt tártak fel, de a Kőérberek környékén, nem is túl messze a forrásoktól, szintén ősi maradványokat leltek, a kelta eraviszkusz nép egy faluja állhatott itt. (A dolog nem meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy az eraviszkuszok „fővárosának”, központi erődjének maradványait a Citadella alatt sejtik a régészek.) A Kőérberek másik nevezetessége — bár elég messze esik a forrásoktól, de a műemlékekben nem túl gazdag Újbuda számára mégis fontos, és ezért érdemes megemlíteni — a Kánai bencés kolostornak és templomának romjai (ezen kívül számottevő régészeti emlék csak a Citadella melletti etruszk falu és az albertfalvai római erőd és kisváros). A romok ott találhatóak, ahol a régi balatoni műút hosszas, szerpentin való kapaszkodás után egy éles jobbkanyarral délnek, Érdliget-Érd felé fordul. A kolostor első említése a Szent Gellért-legendában található, a püspök ugyanis Székesfehérvárról jövet utolsó, vértanúságát megelőző éjszakáját itt töltötte el. A legenda és egy 1417-es oklevél a kolostor helyeként Diódot (Diósd) jelölte meg. Más oklevelek említést tesznek Kána faluról, 1940-ben az apátot a kánai kolostor vezetőjeként említi meg, 1258-ban pedig a közeli Nevegy falut mint a kánai kolostor egyik birtokát sorolja fel. A kolostor a török uralom alatt néptelenedett és pusztult el; a XVII. században egy akkori Budaörs és Törökbálint közti határper kapcsán mint kastélyromot említik — ekkorra az egykori kolostornak tehát már az emléke is elenyészett. 1889-ben a Székesfőváros elrendelte ugyan a romok védelmét és régészeti feltárását, ezt azonban a terület tulajdono-

sának, Wendler Jánosnak a „leketlen haszonlesése és végsőkéig felcsigázott követelése” lehetetlenné tette. 1941-ben Mihalik Sándor régész sorolta azokat a faragványokat, amik valószínűleg a Szent Szabina-kolostor romjainak kifosztásából származtak, köztük egy pecséttel ellátott római téglát is — úgyhogy láthatjuk, nemcsak a XX. század nem tisztelte az elődök épületeinek maradványait.

Az örsödi forrásokat Saxlehner András fedezte fel és birtokolta sokáig. Saxlehner Thüringiából származó posztókereskedő volt, a Védegylet lelkes tagja, aki Kossuth személyes biztatására nyitott textilkereskedést a pesti Váci utcában, amit — ki tudja miért — a Fekete kutyához címzett, akárcsak valami fogadót. Itt panaszkolta el neki Bayer János budaörsi gazda, hogy az Örsöd melletti birtokán olyan víz van a kutakban, amelyet a barmok nem hajlandók meginni, olyan keserű. Saxlehnernek szöveget ütött a fejében a dolog, ugyanis halott már az Erzsébet-forrásról. Kért a gazdától egy palack vizet és vegyelemezte. Kiderült, hogy nemcsak hasonló a már ismert keserűvízhez, hanem annál jobb, töményebb Saxlehner. Ezek után 4000 forintért megvette a legelőt (azt, hogy nem a legelőt, hanem az alatta lévő keserűvizet vette meg, aligha köthette Bayer orrára). 1877-ben védjegyet kért a vízre, ami a bár költséges, de hatásos reklámkampány nyomán hamarosan egész Magyarországon, de külföldön is ismert lett. A keserűvízkereskedelem annyira sikeres vállalkozásnak bizonyult, hogy jövedelméből a tegnapi posztókereskedő hatalmas bérpalotát építtetett a Sugár út legelején (az út Andrássy lett, mire a ház lakói elkezdtek beköltözni 1886-ban). Saxlehner tisztában volt vele, hogy a Székesfőváros frekventált területén emelt palota nemcsak jól jövedelmező bevételi forrás, hanem a vállalkozás sikerességének a hirdetője is, ezért a lépcsőház díszítését nem kisebb festőre, mint Lotz Károlyra bízta. Az épület „megúsza” az 1945 utáni pesti bérházsorsot.

Saxlehner telepe meglehetősen pontosan követte Loserék Örmezei üzemének kialakítását. Itt is létesítet-

Palacktöltő készülék
(Saxlehner szabadalma)



Az üzemet rendkívül fegyelmezett munkavégzés
és tisztaság jellemezte





Raktárépületek és teherszállító vonat

tek munkásbarakkokat, ugyanis a várostól való távolság miatt nehezen lehetett volna megoldani a dolgozók napi ingázását, így a háló- és étkezőtermek létesítése nem emberbaráti cselekedet volt, hanem alapvető üzleti érdek. A különbség a két gyógyvízüzem között az volt, hogy az örsödi gyárosnak lényegesen nagyobb összeg állt a rendelkezésére. A szállítás nehézségei az ő üzletét is akadályozták, ezért 1888-ban gőzüzemre berendezett szárnyvasutat építtetett saját költségén a Kelenföldi pályaudvarra. De a gyáros nemcsak üzletembernek, hanem feltalálónak sem volt utolsó: olyan töltőgépet szabadalmaztatott, mely egyetlen nap alatt 100 000 palackba volt képes a vizet beletölteni. A Hét Politikai és Irodalmi Szemle 1913. december hó 28-i számában így írt az üzemről: „Azon völgy, melyből a Saxlehner-féle kút vállalat a Hunyadi János természetes keserűvizet aknázza és küldi szét, Budapest budai oldalán délnyugatra fekszik, hová kitűnő országúton egy rövid óra alatt lehet eljutni. E 80 holdnyi völgyet hegyek-dombok övezik. Terjedelmével és számos és nagy épületeivel egy virágzó kereskedelmi góczpont benyomását teszi. A zöld pázsittal benőtt, tiszta utakkal keresztezett sík területen szépen rendeződnek a kutak, melyekben a keserűvíz összegyűl.” A cikk szerint ekkor már 140 kút üzemelt (ami valószínűleg túlzás). A szerző így folytatja: „mindenik kút kővel van kifalazva, alumínium tetővel befedve, a melyen szellőztetés céljából szellentyű s a szivattyúzás szükséges cső beeresztéséhez szükséges egy kis nyílás látható.” A vizet itt nem ólom-, hanem agyagcsöveken szállították. A töltőgép Saxlehner-szabadalom, naponta akár 100 000 palackot lehet vele megtölteni. Érdekes megjegyezni, hogy az írás szerint az energiát már nem (illetve gyanúnk szerint nem csak) gőzgép szolgáltatta, hanem egy diesel-motor is.

Ellentétben a rivális palackozóüzemmel, Saxlehner telepe nagyon komoly károkat szenvedett a világháború végén. A fából épült üzemcsarnokok egy része leégett,

többet és a kutak burkolatát pedig a környékbeli hordták el tüzelőnek. Szerencsére a palackozóüzem és gépei nagyjából épen maradtak, úgyhogy néhány hónap kényszerszünet után újraindult a termelés, de a külföldi kapcsolatokat itt sem sikerült egykönnyen helyreállítani. Végül ezt a gyártelepet is elérte az államosítás.

Ementálivá fúrva

Végül érdemes megemlíteni, hogy van egy érdekes mellékszála is a történetnek, ugyanis a második világháború közepén kiderült: nemcsak az Erzsébet sósfürdőnél és attól délebbre és nyugatabbra van keserűvíz, hanem egészen a Gellérthegy lábánál is. Történt ugyanis, hogy a Bocskai és a Villányi út közti területet a Főváros főleg családi házak számára parcellázta, és a két út alatt gyűjtőcsatornát építettek betoncsövekből, melyek azonban néhány év alatt kilyukadtak, de nem belülről, hanem kívülről kiindulva. A keserűvíz ugyanis lehet, hogy jót tett az emberi szervezetnek, de a keserű mivolta, amit részben az ásványokat oldó savtartalom okozott, a betonnak éppen nem volt jó barátja. 1947-ben aztán fölmerült, hogy a Villányi úttól kiindulva dél felé „ementáli sajtá” kutatófúrják a környéket, de erre végül nem került sor. Az viszont tény, hogy a Feneketlen-tó a közeli téglagyár agyagbányája volt, és egy vízér véletlen átvágása után telt meg a gödör vízzel. És hogy mi van a Feneketlen-tó fenekén? Először is töménytelen szemét, amit gyakorlatozó mentőbúvárok takarítanak ki időnként. Másrészt viszont a sérült vízér révén egy forrás, ami a Budai Krónika 1939-es írása szerint keserűvíz. Akár igaz is lehet, de vegyvizsgálat híján erről legfeljebb a tó teknőseit lehetne megkérdezni, akik között, a lakótelep-építés előtti környékbeli mocsarakban őshonos mocsári sajnos egyre kevesebb, és egyre több a lakosok által „szabadon engedett” ékszerteknős...

HÁMORI PÉTER

NÉGY TUDOMÁNYÁG HATÁRVIDÉKÉN

Lesz-e kvantumforradalom Magyarországon?

Hol tartanak jelenleg a hazai kvantuminformaticai kutatások? Erre a kérdésre is igyekeztek válaszolni a Kvantuminformatika Nemzeti Laboratórium tagjai június elején a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, ahol az elmúlt három év során elért eredményeiket és fejlesztéseiket mutatták be az érdeklődőknek.



A kvantuminformaticai kutatások jellemzője, hogy több szakterület, így a fizika, matematika, mérnöki tudományok és informatika összefogása szükséges a műveléséhez. Ezt felismerve alakították meg a Wigner FK, a BME és az ELTE szakemberei a Kvantuminformatika Nemzeti Laboratóriumot (KNL) 2020-ban, hogy a hazai kvantuminformaticai fejlesztéseket és kutatásokat megfelelő szakmai háttérrel támogassák.

Magyarországon a kvantumfizikai és kvantuminformaticai kutatások több intézményben is jelen vannak. Párhuzamosan a hazai szakemberek számos nemzetközi projektbe is bekapcsolódtak, egyes fejlesztésekben pedig komoly piaci partnerek is közreműködnek. A KNL-en belül a munka hat munkacsoportban zajlik, és az idáig elért eredményekről számoltak most be a projekt tagjai, így az érdeklődő nagyközönség is képet kaphatott arról, mi is történt az elmúlt években, hol tart ma a kvantuminformatica Magyarországon.

A rendezvényen résztvevő érdeklődőket a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal nevében Lengyel László tudományos és nemzetközi elnökhelyettes,

a házigazdák nevében Horváth Gábor dékánhelyettes köszöntötte. A Kvantuminformatika Nemzeti Laboratórium célkitűzéseit Domokos Péter a Wigner FK főigazgató-helyettese, a KNL vezetője ismertette. A megnyitó után a KNL szakmai közösségének számszerű indikátorokban is kifejezhető, komoly nemzetközi beágyazódást mutató teljesítményét Imre Sándor professzor (BME VIK) összegezte.

Domokos Péter előadása

Az első munkacsoport tevékenységét Bacsárdi László, a BME Mobil Kommunikáció és Kvantumtechnológiák Laboratórium vezetője mutatta be. Ennek a csoportnak a munkája egy regionális kvantumkommunikációs hálózat létrehozását szeretné segíteni, ami a tervek szerint csatlakozhat majd az európai kvantuminter-nethez. Ennek eléréséhez a csoport az optikai szál kvantumhálózat kialakításán, a szabadlégköri kvantumhálózat létrehozásán, a kvantum véletlenszámgenerátor megépítésén dolgozik, valamint vizsgálják



az összefonódott fotonpárok telekommunikációs hullámhosszon való működését. Az itt zajló munka már eddig is érdekes és hasznos eredményt hozott. Ilyen volt például az első sikeres demonstrációja annak a kvantum kulcsmegosztási technológiának, amelyhez optikai szálakon átküldött fotonokat használtak a kutatók.

A második csoport munkájáról a Wigner FK friss Lendület-ösztöndíjas kutatója, Gali Ádám számolt be. Ez a csoport egyedi kvantumrendszerek izolációjával és manipulációjával, a szuperpozíciós állapot és az egyedi spinrendszerek tanulmányozásával foglalkozik. Az eddig elért és a közeljövőben várható eredmények jelentős mértékben hozzájárulnak a megbízható információtovábbításhoz szükséges kvantumszámítási rendszerek kialakításához. A csoport másik kiemelt témája a kvantummemória kutatása, ami elengedhetetlen terület a jövőbeni kvantumszámítógépek működéséhez.

A harmadik csoport munkáját Fülöp Gergő a BME fizikusa mutatta be. Csapatuk egyrészt a szupravezető kvantumbitek vizsgálatával foglalkozik, másrészt az úgynevezett szilárdtest alapú kvantumbit-tárolók fejlesztésén dolgozik. Párhuzamosan a rezisztív kapcsoló memóriák vizsgálata területén is ígéretes eredményeket értek el.

Vattay Gábor, az ELTE TTK professzora a negyedik csoport vezetője, munkájáról elmondta, hogy fő feladata egy optikai kvantuminformatikai laboratórium felépítése az ELTE-n, melyhez nemrég beszereztek Kelet-Közép-Európa első kvantumhardverét, egy nyolc módusú fotonikus chipet. Itt jelenleg további eszközök beszerzése zajlik, amint ezek megvalósulnak, komoly kísérleti eredményekre számítanak.

Az ötödik csoport eredményeit Kiss Tamás (Wigner FK) összegezte. Itt elsősorban elméleti, szimulációs tevékenység folyik. Ide tartozik a kvantumalgoritmusok fejlesztése, kvantumarchitektúrák minősítése, a szükséges erőforrások tesztelése. Ezenkívül a kvantumos gépi tanulás, valamint a mesterséges intelligencia és a kvantumszámítás különböző módszereinek ötvözése is fontos feladata az itt dolgozó kutatóknak. Az elért eredményeiknek köszönhetően a csoport több tagja is bekerült az OpenSuperQPlus projektbe, aminek elsődleges célja egy 1000 kvantumbites, nyilvánosan elérhető, európai fejlesztésű kvantumszámítógép megépítése.

A hatodik csoport elsősorban szoftvertchnológiai fejlesztésekkel és szimulációkkal foglalkozik. Munkájukat Kozsik Tamás, az ELTE Informatikai Kar dékánja mutatta be. Elmondta, hogy a csoport eddigi legfontosabb eredménye a Piquasso nevű fotonikus kvantumszámítógép-szimulátor elkészítése volt. Ezen kívül a posztkvantum kriptográfiával kapcsolatos, kvantumrezisztens algoritmusok fejlesztésével, javításával foglalkoznak.



A poszterszekció

A munka természetesen zajlik tovább. A cél, hogy Magyarország nemzetközi szinten is ott legyen a kvantuminformatikai kutatások élvonalában, és tagja legyen annak a nemzetközi összefogásnak, ami a kvantuminformatika és a kvantumhálózatok kiépítésén, fejlesztésén dolgozik folyamatosan.

DOVICSIN-PÉNTEK CSILLA

(Fotók: Kőfaragó Nándor, Telek Benjámin, Széchenyi Gábor)



A MELEGE CSAK MOST JÖN

Vajként olvadó gleccserek

A legújabb kutatási eredmények szerint a himalájai jégárok eltűnése sosem látott szintre gyorsult. A régió fagyképződményei 2010 és 2019 között sebesebben fogytak, mint az azt megelőző évtizedben bármikor.

A nepáli kutatók jelentése megerősíti, hogy a világ legmagasabb hegységeiben a hó és jég a hőmérséklet emelkedése miatt eltűnik, mégpedig gyorsabb ütemben, mint korábban gondolták. A katmandui Nemzetközi Integrált Hegyvidékfejlesztési Központ (*International Centre for Integrated Mountain Development, ICIMOD*) jelentése szerint a Hindukus és Himalája hegység régiójában a gleccserek az említett időszakban 65 százalékkal gyorsabban olvadtak, mint az azt megelőző évtizedben. A megállapítás csatlakozik az eddigi bizonyítékok népes táborába, melyek szerint az éghajlatváltozás következményei fokozódnak, és egyes folyamatok hamarosan tényleg visszafordíthatatlanok lesznek.

A hegyvidéki régiókban vagy a folyók völgyeiben, több mint egy tucat országban élő mintegy kétmilliárd ember vízellátása az olvadó hótól és jégtől függ. Az eltűnőben lévő gleccserek ingataggyá teszik a felszínt, és növelik az olyan veszélyek kockázatát, mint az árvizek vagy a földcsuszamlások. E gyors változások a régió egyedülálló élővilágának nagy részét is bizonytalanabb és kisebb élőhelyekre szorítják, néhány szerencsétlenül járt faj számára már napjainkban is túl késő.

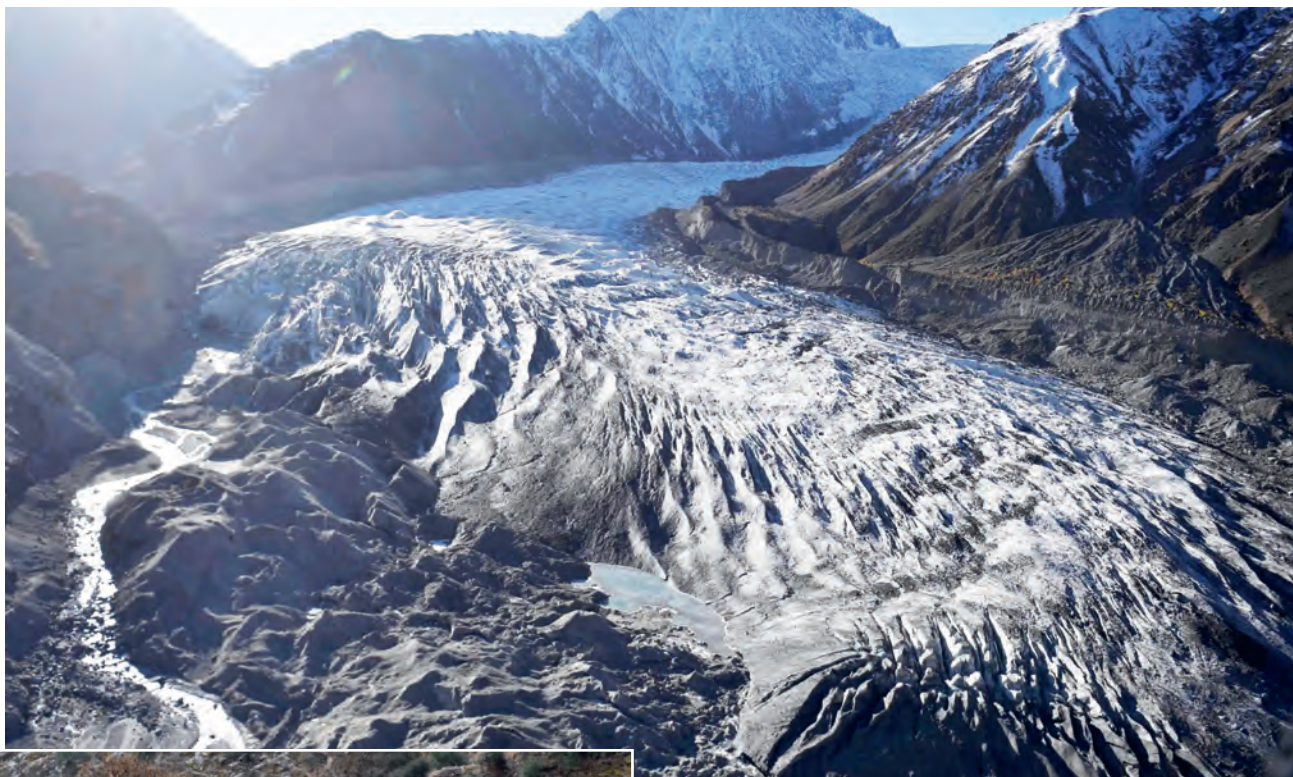
„A dolgok olyan gyorsan történnek” – mondta *Miriam Jackson*, a Nemzetközi Integrált Hegyvidékfejlesztési Központ krioszféra-kutatója, a jelentés egyik szerzője. „Már csak a két évtizeddel ezelőtti és az elmúlt évtized

közötti időszakban is elég nagy változások történtek. Azt hiszem, sokakat meglep, hogy az események ilyen sebességgel zajlanak.”

A szakértő és kollégái egy körülbelül 1,6 millió négyzetkilométeres területet vizsgáltak, amelyet Hindukus–Himalája összefoglaló névvel illettek, és nyugatról keletre, Afganisztántól Mianmarig húzódik. Kutatásukat részben a térség számos országának kormánya támogatta, amelyek igyekeznek felmérni, miként hat az éghajlatváltozás a természeti erőforrásaikra, és hogyan alkalmazkodhatnak polgáraik.

A Meteorológiai Világszervezet (*World Meteorological Organization, WMO*) és az Európai Unió Kopernikusz Éghajlatváltozási Szolgálat (Copernicus Climate Change Service, C3S) által közzétett második jelentés szintén jelentős gleccservesztést regisztrált. A 2022-es európai éghajlati helyzet (*The State of the Climate in Europe 2022*) című beszámoló szerint tavaly az Alpok jégárai rekordmennyiségű jégtömegcsökkenést szenvedtek el, mindössze egyetlen év alatt.

A friss himalájai jelentés naprakésszé alakította ugyanennek a kutatócsoportnak a 2019-ben közzétett tanulmányát, amely szerint még a legoptimistább esetben is, ha a globális felmelegedés az iparosodás előtti szinthez képest 1,5 Celsius-fokra korlátozódik, a Hindukus–Himalája el fogja veszíteni gleccsereinek



A Chiatibo-gleccser
a pakisztáni Hindukusban (Fotó: Neil Hall)



Egy 8 éves nepáli gyermek
vizet gyűjtött a Karnali folyóból
(Fotó: Rebecca Conway)

legalább egyharmadát. Ez a becslés nem változott, de azóta a jobb műholdas adatok lehetővé tették, hogy pontosabban lássák, mennyire zsugorodtak eddig a régió jégárai, és alaposabb előrejelzéseket készítsenek arról, milyen gyorsan fogyatkozhatnak a 1,5 fokok korlát elérésekor.

Marco Tedesco, az egyesült államokbeli *Columbia Egyetem* geológia professzora kiemelte, hogy az új jelentés végre a gyorsan olvadó gleccserek ökológiai és társadalmi következményeire összpontosít. Szerinte ez öröndetes jele annak, hogy a globális felmelegedésre irányuló közfigyelem a fizikai változásokra történő

szűk tudományos összpontosítás helyett egyre inkább annak szélesebb körű megértését helyezi előtérbe. Vagyis, hogy ezek a változások milyen hatással lesznek az emberek életére világszerte.

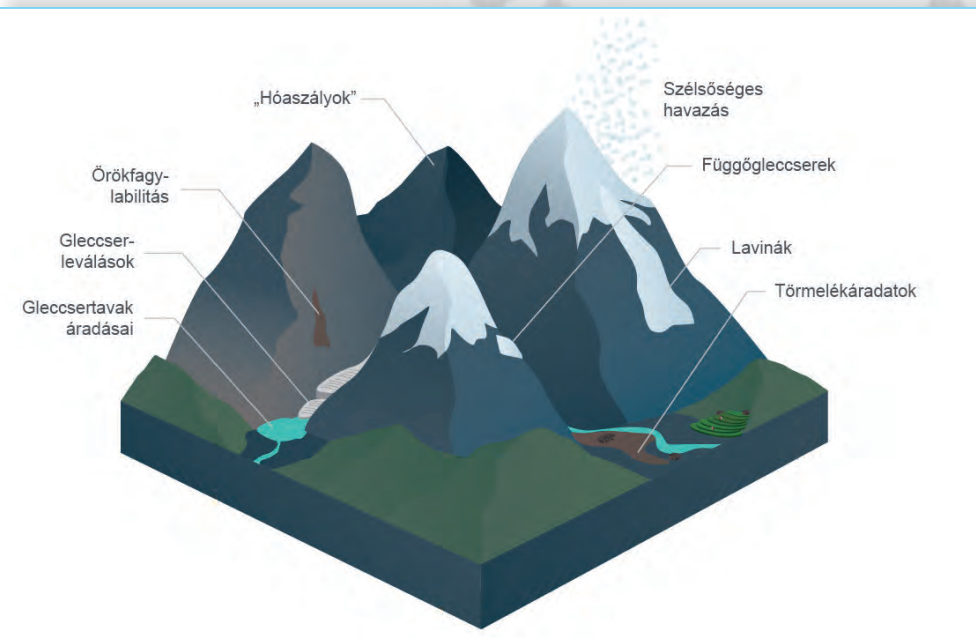
Ahogy ezek a hegyi gleccserek zsugorodnak, az olvadékvíz – rövid ideig – növekedni fog. A jelentés szerint azonban a folyamat végül 2050 körül eléri azt a pontot, amikor a jégárok annyira összemennek, hogy vizük is fogyni kezd. A kutatók ezt a fordulópontot *vízcsúcs*nak nevezik. A vízmennyiség időben és térben is erősen változni fog a régióban, „*néhány helyen túl sok másutt pedig túl kevés lesz*” – mondta *Santosh Nepal*, a Nemzetközi Vízgazdálkodási Intézet (*International Water Management Institute, IWMI*) kutatója, ugyancsak a jelentés szerzője.

Egyelőre az olvadékvíz év elején kezd elérhetővé válni. A kutató arra számít, hogy amint az éghajlatváltozás miatt a csapadékhullás világszerte kiszámíthatatlanabbá válik, a Hindukus–Himalája térségében élők az esővíz helyett egyre inkább az olvadékvízre fognak támaszkodni – még akkor is, ha arra 20-30 évnél tovább nem lehet számítani.

A gleccserek olvadásával más veszélyek is fenyegetik az embereket. A természeti veszélyek, amelyek a hegyvidéken már jelenleg is az élet velejárói, tovább



- Hindukus–Himalája
- Vízugyjtőterületek
- Legnagyobb folyók



A Hindukus–Himalája térség vízgyjtőterületei (Forrás: ICIMOD)

A jég- és vízburokkal kapcsolatos lehetséges veszélyforrások (Forrás: ICIMOD)

a már említett Nemzetközi Integrált Hegyvidékfejlesztési Központ ökoszisztéma-kutatója és a jelentés egy további szerzője. Chaudhary kutatócsoportja arra a következtetésre jutott, hogy 2100-ra a csak a régióban található állatok, növények és további életformák negyede eltűnhet, hozzáteve, hogy a Himalája

súlyosbodnak. A pusztuló domb- és hegyoldalak megteremtik a terepet az olyan öngerjesztő folyamatoknak, mint az árvizek és földcsuszamlások, amikor a tájat hirtelen megrázkódtató események, például földrengések következnek be.

A régió vészhelyzeti rendszereit „nem arra tervezték, hogy megbirkózzanak az ilyen típusú katasztrófákkal” – mondta Nepal. A Hindukus–Himalája ökoszisztémái hasonlóan felkészületlenek a már folyamatban lévő változásokkal szemben is. Számos tanulmány rámutat arra, hogy a térség néhány egyedülálló faja, különösen a lepkék közül, már kihalt. A békák és más kétéltűek szintén nagy veszélynek kitéttek.

Az adatok korszerű feldolgozásával a Himalájáról származó tanulmányok olyan számban gyűlnek, ami „igazán megdöbbentő” – mondta Sunita Chaudhary, szintén

ja hegység indiai része különösen súlyosan érintett lesz.

Bár néhány faj megmentéséhez már túl késő, továbbra is lehet rá idő, hogy segítsünk számos állatfajon, valamint azon a több millió emberen, akiknek az életét gyökeresen megváltoztatja a gleccserek elvesztése – mondták egybehangzóan a kutatók. Jelentésük számos szakpolitikai ajánlást tartalmaz, többek között a biológiai sokféleség forró pontjainak hivatalos védelmét, az olyan különálló gazdasági ágazatok szakértői közötti együttműködés ösztönzését, mint a mezőgazdaság és a vízgazdálkodás, valamint további kutatásokat olyan kapcsolódó témákban, mint a permafroszt.

SZOUCEK ÁDÁM

Nyitóképünk: A Hindukus még havas vonulatai Pakisztán felől nézve

„Édes a léleknek, és gyógyulás a testnek”

(Biblia, Példabeszédek könyve 16,24)

A méhészkedés több évezredes múltra visszatekintő mesterség. A mézet már jóval időszámításunk előtt ismerte az emberiség. A legrégebbi, mézgyűjtést ábrázoló sziklarajzra a spanyolországi Araña-barlangban bukkantak rá.



A körülbelül 10 000 éve készített barlangrajz egy lányt ábrázol, aki éppen lépesmézet szed ki egy üregből, miközben méhek veszik körül **(1. ábra)**.

Szinte minden ember fogyaszt valamilyen formában mézet vagy más méhészeti terméket. Gondolok itt deszertekre, mézes süteményekre vagy akár a húsokhoz használt pácokra. Nagyon sokan magában fogyasztják, ahogy többnyire én is. A méz megtalálható egyes gyógyszerekben, kozmetikumokban, samponokban, szappanokban és fogkrémekben is. Betegségek gyógyítására is alkalmas, rengeteg jótékony hatása van, ha rendszeresen fogyasztjuk.

A családom 2012 óta foglalkozik méhészettel, ugyanis ekkor édesapám vásárolt 4 méhcsaládot. Jelenleg 55 családunk van, amit szeretnénk tovább bővíteni.

A méhészeti munkálatokba én is bekapcsolódom, a pörgetésben szoktam segíteni. Egy évben körülbelül 3-4 alkalommal veszünk el mézet a méhcsaládoktól. Ilyenkor több segítő kézre van szükség, míg máskor a méhész egyedül is tudja végezni a munkáját. Pörgetéskor az én feladatom a mézzel teli kereteket hordani, ezért közel kell lennem a kaptárhoz. Ilyenkor mindig megcsodálhatom, hogy ezek az apró kis rovarok milyen szervezetten élnek, és milyen fontos feladatot látnak el.

Pályamunkámban szeretném felhívni a figyelmet a méz jótékony hatásaira, a szakszerű méhészetre, amivel védhetjük ezeket a szorgos kis állatokat. Diáktársaim mézfogyasztási szokásait, ismereteit a méh termékeiről kérdőív segítségével mértem fel.

A háziméh

Az első méhfélék megjelenése körülbelül 100 millió évvel ezelőttre tehető. Házasításuk mintegy 6000 éve kezdődött. Közép-Anatóliában (ma Törökország) ekkor már célzottan tartottak méheket. Egyiptomban Kr. e. 2000 körül már fejlett méhészkedés folyt, agyagból

1. ábra. Spanyolország, Araña-barlang, sziklarajz
(Forrás: hollomeheszet.hu)

készített kasokban tenyésztették a méheket. A mézet már gyógyászati célokra – gyomorpanaszokra, hashajtóként, gyógyfűvekkel keverve sebekre – is használták. A méh Alsó-Egyiptom fáraójának hatalmi jelvénye volt. Az egyiptomi királysírokban is találtak mézet bebarant, beszáradt állapotban.

A méhészkedés az ókori görögöknél is ismert szakma volt. Törvényeket hoztak a méhtartás szabályozására. A méhészeknek külön istene is volt. Már Hippokratész is ajánlotta a mézet lázra, sebgyógyításra, gyomor- és bélpanaszokra. A zsidók szent írásaiban is megemlítik a mézet. Kánaánt tejjel-mézszel folyó földnek nevezik. Ők a kasokat szalmából fonták. Három méh látható VIII. Orbán pápa címerében is a munka, a takarékoság és az édesség szimbólumaként. A legrégebbi háziméhhöz köthető lelet egy Mianmarban előkerült borostyánkő, ami egy mindössze 2,95 milliméter nagyságú ősméhet őriz.

A házimé (*Apis mellifera*) államalkotó rovar, több tízezer egyed él együtt. Egy méhcsaládon belül eltérő kinézetű és eltérő feladatot ellátó egyedek élnek: a méhanya, a dolgozók és a herék. A méhanya a legnagyobb, átlagosan 3 évig él. Feladata a család gyarapítása, megtermékenyített petéket rak. A herék kisebbek, fullánktalanok. Hímneműek, a méhanya megtermékenyítéséért felelnek. A dolgozók a legkisebb méretűek. Terméketlen nőstények, amelyek fő feladata, hogy nektárt gyűjtenek, ezen kívül védik a családot és a fészek körüli munkát végzik.

A méh mirigyei méhviaszt választanak ki, ebből építik fel a lépsejteteket. A méh tápláléka nektár és virágpó. A nektárt a mézgyomrában, a virágpórt a hátsó lábakon található tollszerű sörtéin, a „kosárkában” szállítja. A méh fullánkja módosult tojócső, mely eredeti funkcióját elvesztette. A dolgozók fullánkján sok visszahajló horog van, ezért szűrés után a méregmirigyekkel együtt kiszakad a méhből és bent marad a megszárt emlős bőrben. A dolgozó méh ezután elpusztul, a méregmirigy tartalma az „áldozat” bőrbe pumpálódik. A méhanya fullánkján csak néhány visszahajló horog van, így vissza tudja húzni azt az emlős bőrből. A fullánk behatolásakor feromon szabadul fel, ami odacsalogatja a többi méhet is. A szűrés elkerülésére alkalmazzák a méhészek a füstölőt.

Egy egészséges méhcsalád nyár közepén 40 000-80 000 egyedből áll. A méhanya rakja a petéket, naponként akár 1500-at is. A megtermékenyített petékből nőstények kelnek ki. Belőlük – attól függően, hogy milyen sejtben nő fel, és mivel etetik – újabb méhanya, többségében pedig dolgozó lesz. Néha ők is raknak petéket (álanya). Ezek a peték nincsenek megtermékenyítve,



2. ábra. A pörgető (Fotó: Szücs Barbara)

3. ábra. Mézzel teli keretek a pörgetőben (Fotó: Szücs Barbara)





4. ábra. A kipörgetett méz, még szűretlenül
(Fotó: Szücs Barbara)

5. ábra. A méhlesöprő



belőlük herék lesznek. Augusztus környékén a dolgozók kiéheztetik a heréket, és kirepülésük után már nem is engedik vissza őket a kaptárba. Ez a hereűzés.

A fiatal anyák 3-6 napos koruktól kezdenek párzani. Napos, szélcsendes időben többször is kirepülhetnek, és akár 20 herével is pározhatnak. Páráskor a here ivarszerve beleszakad az anyába, a here elpusztul. A kapott spermiumokat az anya elraktározza, ezekkel termékenyíti meg petéit. Ha egy anya két hétig nem tud kirepülni, többé nem tud párzani és herepetező lesz.

A háziméh betegségei

A háziméh is ki van téve különböző betegségeknek. Egysejtű parazita (*Nosema ceranae*, *Nosema apis*) által okozott betegség a nozéma vagy gyomorvész. Hasmenést, a beporzási hatékonyság és a méztermelés csökkenését, súlyos esetben a méhcsalád pusztulását okozhatja. A méh bélhámsejtjeit támadja meg. A spórák a bélsárral távoznak, akár egy évig is fertőzőképesek maradhatnak. A fertőzés a lépek tisztítása során következhet be, jele a méhek duzzadt potroha.

A varroosist egy ízeltlábú, a *Varroa destructor* atka okozza. A kifejlett méhekre és a fiasításra is veszélyes. Szabad szemmel is látható, terjedésében szerepet játszik a méhek érintkezése. Súlyos károkat tud okozni. A gyógyítás állatorvosi felügyelet mellett történhet.

A *Melissococcus pluton* baktérium okozta betegség az európai vagy enyhe költésrothadás, ami a nyitott fiasítás betegsége. A fertőzött méhlárvák elhalnak, bebarcolnak és savanykás szagúak lesznek. Maradványuk nem nyúlós, a tisztogató méhek eltávolítják ezeket, de közben az egészséges lárvákra is átjuthat a betegség. A gazdának bejelentési kötelezettsége van.

A nyúlós vagy amerikai költésrothadás a fedett fiasítás betegsége. A *Paenibacillus larvae* baktérium okozza. A lárvák a táplálékukba kerülő baktériumspórák elfogyasztásával fertőződnek meg. A fertőzött lárvák elpusztulnak, sűrű, nyúlós anyaggá alakulnak. Beszáradva a sejt aljára tapadnak. A beszáradt pörköket a tisztogató méhek nem tudják eltávolítani, az ellenálló spórák évtizedekig is fertőzőképesek maradhatnak. A gazdának bejelentési kötelezettsége van. A fertőzött családok kezelése nem lehetséges, ilyenkor ezek megsemmisítését, a kaptárok elégetését rendeli el a hatóság.

Méhlegelő

Egy méhcsalád megélhetéséhez szükséges terület a méhlegelő. Az ilyen területen szükség van fás övezetre – fehér akác, kislevelű hárs – és rétekre is. A gyűjtögető méhek számára a réteken, a műveletlen területeken



6. ábra. Fedelezés a fedelező tálcán

elszaporodó vadvirágok nyújtanak valódi táplálékot. E legelőknak egyszerű elősegítése, ha aratás után a tarlót nem permetezik le.

A mézelő facéliát rövid tenyészideje nagyon hasznossá teszi a méhlegelő kialakításában, ugyanis vetés után 40-50 nap múlva már hosszasan virít, és sok nektárt termel. A pillangósvirágú növények és a repce szintén hasznosak a méhek hordástalan idejének átsegítésében.

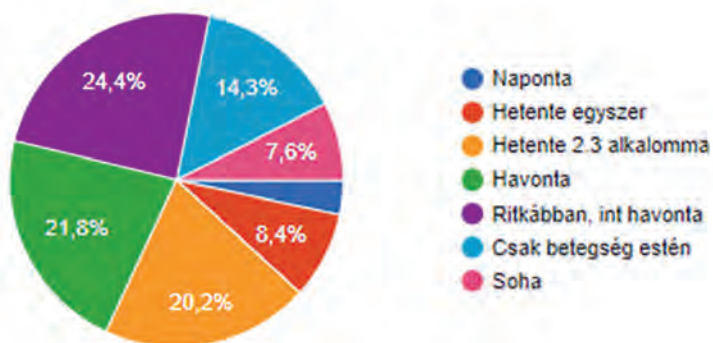
Méhészet

A háziméh megporzó tevékenysége miatt az egyik legfontosabb haszonállatnak számít. A méhészet nagyon sok ember megélhetését biztosítja. A mézen kívül

7. ábra. Mézfogyasztással kapcsolatos kérdőív válaszai

Milyen rendszerességgel fogyaszt mézet?

119 válasz



virágport, propoliszt, méhviaszt, méhmérget, méhpempőt termelnek a méhészek. Vannak, akik méhanyákat nevelnek és ezeket árusítják.

Magyarország természeti adottságai kedvezőek a méhészet kialakításához. Sok akácerdőnk van, ami az egyik legfontosabb méhlegelő. Bővelkedünk repceföldben, napraforgóföldben, így vándorlással megoldható e fajtamézek termelése is. Napjainkban a méhészkedés az egyik legnagyobb mezőgazdasági ágazattá lett.

A méhészkedés egyik legfontosabb eszköze a méh lakása. A méh lakásoknak két fajtája van: a kaptár és a méhkas. A méhkasok ideje már leáldozott, nem olyan hatékonyak, mint a kaptárak. Manapság szinte minden méhész kaptárakat használ. Ezekben a fa „dobozokban” élnek a méhcsaládok. Felénk a rakodókaptárakat és a felső kezelésű fekvőkaptárakat

használják a méhészek. Mindkettőnek van előnye és hátránya is. A rakodókaptárak előnye, hogy a méztér felül helyezkedik el és a pörgetést gyorsan végre lehet hajtani. Hátránya, hogy a méhek kezeléséhez le kell pakolni a mézteret, ami főleg tavasszal, hordás idején nehéz. A felső kezelésű fekvőkaptárnak az előnye, hogy a méhész a felnyitás után egyből látja a mézteret és a fészket. Hátránya, hogy a pörgetés sokkal több időt, energiát és személyt igényel. Családunk az utóbbi kaptárakat használja.

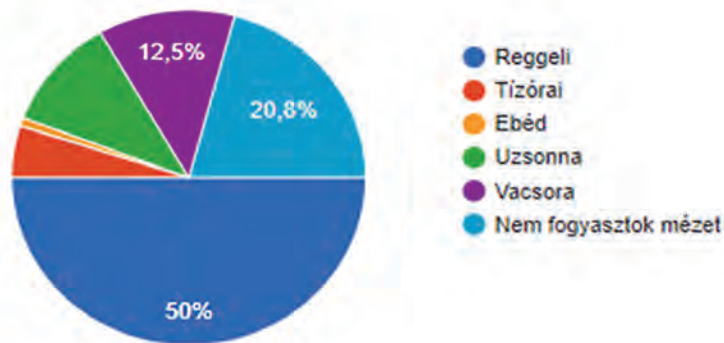
Egy méhésznek egyéb eszközökre is szüksége van. Ilyen a pörgető, ami a mézzel teli keretek pörgetésére szolgál (2-4. ábra). A keretek lesöprésére alkalmas lehet egy finom sertéjű, erre a célra szolgáló seprű, vagy egy elektromos méhlesöprő (5. ábra). A méhész munkáját könnyíti meg a füstölő. A méhek a mézzel teli sejteket előszeretettel fedik le, ennek az eltávolítására fedelező villát alkalmaznak a méhészetben (6. ábra).

A mi méhészetünk

Édesapám 2012-ben kezdett méhészettel foglalkozni. A kezdeti nehézségek után évről évre tudtuk fejleszteni eszközeinket. A kézi hajtású pörgetőt pár éven belül elektromosra cseréltük, illetve méhlesöprőt vettünk, ami jelentősen meggyorsította és hatékonyabbá tette a pörgetést, illetve a mézelvétel műveletét is. Egyre nagyobb rutinunk lett, és sikeresen tudtuk bővíteni méhészetünket új családokkal.

Melyik étkezésnél fogyaszt mézet?

120 válasz



8. ábra. A mézfogyasztási szokások eredményei

Négy év alatt eljutottunk arra a szintre felszereltségben és állománymennyiségben is, hogy vándorolni tudtunk a méheinkkel. Ásotthalomra vittük a családokat egy barátunkhoz, akinél selyemkóró – ismertebb nevén vaddohány – mézet tudtak gyűjteni a méhek. A mi vidékünkön ez a méz – amelynek íze a mézes negróra hasonlít – kuriózumnak számít. Azóta már az Északi-középhegységbe és Vas vármegyébe is hordja édesapám a méheket. Volt, hogy egy évben kétszer is tudtunk pörgetni akácmézet. Az utóbbi években a vándorlások idő hiányában elmaradtak.

A méhészeti munkálatok kora tavasszal kezdődnek és ősz közepén fejeződnek be. Tél végén az első feladatunk a cukorlepény beadása. Ez február közepén történik, ha megfelelő a hőmérséklet. Márciusban kezdődik a serkentés, heti 2-3 alkalommal adunk a méheknek cukorszirupot. Márciusban, amikor a hőmérséklet már eléri a 10 Celsius-fokot, tartunk egy átvizsgálást. Április elején kezdjük el a család fejlődésének ütemében a bővítést, amikor a keretek számát növeljük. Ezt körülbelül hetente ismételjük. A következő nagy munka az anya korlátozása, amellyel már a mézletetésre készülünk fel. Ilyenkor alakítjuk ki a kaptárban a fészket, ahol az anya folyamatosan tud fiasítani, illetve a mézteret, ahova a dolgozók a mézet hordják. Később a méztérből vesszük el a különböző fajta mézeket.

Méhészetünkben – elhelyezkedésénél fogva – háromféle mézet tudunk termelni vándorlás nélkül: akácmézet, gesztenyemézet és repce/vegyes mézet. Az utóbbiban a repce dominál, de a tavaszi virágmézek is benne vannak. A növények virágzási sorrendjében tudjuk a fajtamézeket pörgetni. Április végén, május

elején a repce pörgetésével kezdünk. A családonkénti átlag nagyon változó, függ a fejlettségüktől és az időjárástól. Az akácmézet május végén, június elején vesszük el a méhektől. A családonkénti átlag itt leginkább az időjárástól függ. Az utóbbi években a kora tavaszi fagyok miatt az akác virágai többször elfagytak, nem adtak annyi nektárt. A gesztenyemézet június végén, július elején szoktuk pörgetni. A gesztenye mézélése a leginkább érzékeny az időjárásra, ezért nem minden családtól tudunk ilyen mézet pörgetni.

Az ország más területein – ahol egyéb nektárt adó növények is vannak – ez változhat.

A mézelvétel után az atka elleni védekezés következik, vele párhuzamosan serkentő etetés zajlik. A nyár végén történik a téli feletetés. A méhek betelelése ősz közepe táján indul, ilyenkor szűkíteni kell a családokat, és elkezdni az atka elleni záró kezelést.

Mi van a csuporban?

Ezeknek a szorgos rovaroknak számos olyan terméke van, ami jótékony hatással bír szervezetünkre. Legismertebb, és legkönnyebben begyűjthető közülük a méz.

A méz alapanyaga a növények által termelt nektár. Ez cukrokat, aminosavakat, szerves savakat, fehérjéket, zsirokat, ásványi anyagokat, vitaminokat, aroma- és színanyagokat, enzimeket tartalmaz. A nektár a nyelősövényen áthaladva a mézgyomorba kerül, ahol az ott található enzimek átalakítják. A dolgozók ezt a kaptárba érve visszaöklendezik és betöltik egy-egy sejtbe. Itt megfelelő sűrűségűre alakítják és viaszlapkával lefedik. A méz enzimtartalma elsősorban a méhektől származik. Savassága – hasonlóan a nektáréhoz – 3,5 és 4,2 között van.

A méznek körülbelül 4/5 része cukor (főleg gyümölcscukor és szőlőcukor), 1/5 része víz. Tartalmaz még ásványi anyagokat: vasat, rezet, cinket, magnéziumot, káliumot, klórt, foszfort. A különböző fajtájú mézek ezeket eltérő százalékban tartalmazzák. Hazai mézeink cukortartalma körülbelül 70-80 %. A cukrok és egyéb összetevők aránya a növénytől függően változó.

A méz származása szerint jellegzetes illatú, ízű, változatos színű, idővel megsötétedik. A méz jellemző sajátossága a kristályosodása, amikor a mézben lévő

cukor egy része különválnak. Ezzel a folyamattal a méz szavatossága megnő és tovább eláll. A kristályosodási hajlamot a szőlőcukor nagy aránya okozza. A repceméz-nél viszonylag rövid idő alatt bekövetkezik, mert a szőlőcukor dominál benne, az akácméznek több idő kell, mivel benne a gyümölcs-cukor dominál. Hazánkban a legelterjedtebb mézfajták a következők: akácméz, repceméz, gesztenyeméz, napraforgóméz, hársmez, facéliaméz.

A méz jótékony hatásai

A mézet gyógyászati célra már korábban is alkalmazták értékes összetevőinek köszönhetően. Leghatékonyabb, ha naponta fogyasztjuk. A napraforgóméznek kifejezetten jó gyulladáscsökkentő hatása van, de savas kémhatása miatt nem ajánlott a fogyasztása annak, akinek gyomorsavtúltengése van. A hársmez nyugtató hatású, meghűléses megbetegedések megelőzésére is alkalmas, de görcsoldásra is jó. A facéliaméz jó koleszterin-, és érrendszer-karbantartó, szívműködés szabályozó. A repceméz nagyon jó a gyomorsavtúltengés ellen, fertőtlenítő és gyulladáscsökkentő hatása van, illetve hasznos vérszegénység ellen is. Az akácméz a repcemézhez hasonlóan hasznos a gyomorsavtúltengés ellen, májregénáló hatása és általános fertőtlenítő hatása van, méregtelenítő és köhögéscsillapító. A gesztenyeméz jó a vérszegénység ellen, ajánlott a fogyasztása kimerültség, legyengült állapot, étvágytalanság esetén is. A gesztenyeméz rendszeres fogyasztása megakadályozza a trombózis kialakulását, mérsékli a visszértágulatot. Érgyulladásnál, visszértágulatnál külsőleg is alkalmazható.

Kérdőívek kiértékelése

Kíváncsi voltam arra, hogy diáktársaim mennyire ismerik a méz jótékony hatását, illetve fogyasztanak-e mézet. Google Űrlapok segítségével kérdőívet készítettem,

amit elektronikus úton osztottam meg iskolám gimnazista diákjaival (14-18 éves korosztály). Közülük 120 tanuló töltötte ki és küldte vissza. A nemek szerinti eloszlás közel fele-fele arányú volt. Meglepődve tapasztaltam, hogy a válaszadók 20%-a írta, hogy foglalkozik családtagja méhészettel. Én kevesebbre számítottam.

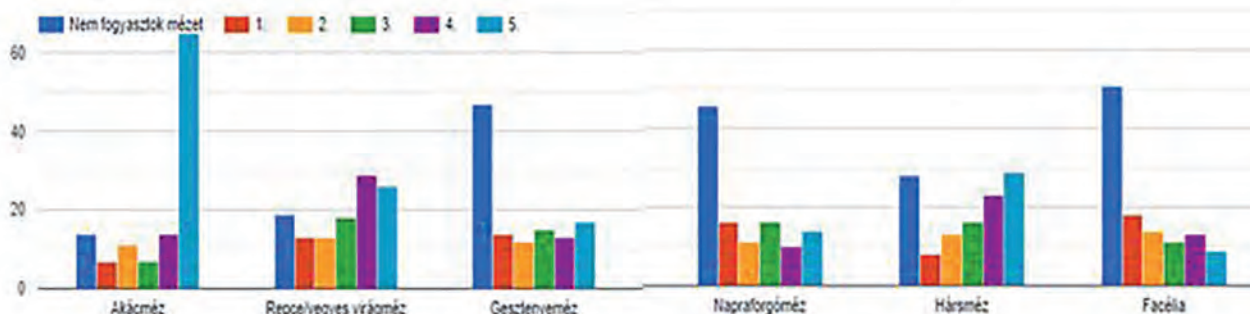
Az adatok azt mutatják, hogy a válaszadó diákok majdnem háromnegyede gyakorlatilag alig (havonta és ritkábban, mint havonta) fogyaszt, vagy soha nem eszik mézet. Pedig a méz nagyon egészséges, valószínűsíthető, hogy nem is ismerik a jótékony hatásait. A diákok 14,3%-a csak betegség esetén eszi. Ami számomra öröm, hogy akik naponta (3,4%), illetve hetente 2-3-alkalommal (20,2%) fogyasztanak mézet, többen vannak, mint akik nem fogyasztanak egyáltalán (7,6%). Az a feltevés, hogy diáktársaim közül kevesebben lesznek, akik rendszeresen fogyasztanak mézet, mint akik csak ritkán fogyasztják, beigazolódott, bár a rendszeresen fogyasztókat többnek gondoltam (7. ábra).

A válaszadók nagy többsége reggelihez eszi (50%), de fogyasztják vacsorához (12,5%), uzsonnához (10,8%) és tízórára (5%) is (8. ábra).

Kíváncsi voltam arra is, melyik fajtamézet kedvelik leginkább a diákok. Feltevés, hogy itt beigazolódott, miszerint diáktársaim többsége az akácmézet (kedveltségi átlaga 4,1) értékeli a legmagasabban. Valószínű, hogy ezt a fajta ismerik leginkább. A repce/vegyes virágméz (kedveltségi átlaga 3,8) és a hársmez (kedveltségi átlaga 3) kapott még viszonylag magas értékelést (9. ábra).

Legtöbben ízesítésre (tea, kávé, limonádé), vagy betegség esetén, tünetnyitásra használják a mézet. Betegség esetén szinte mindenki torokfájásra és köhögés csillapítására alkalmazza, illetve meghűlés, nátha esetén fogyasztja.

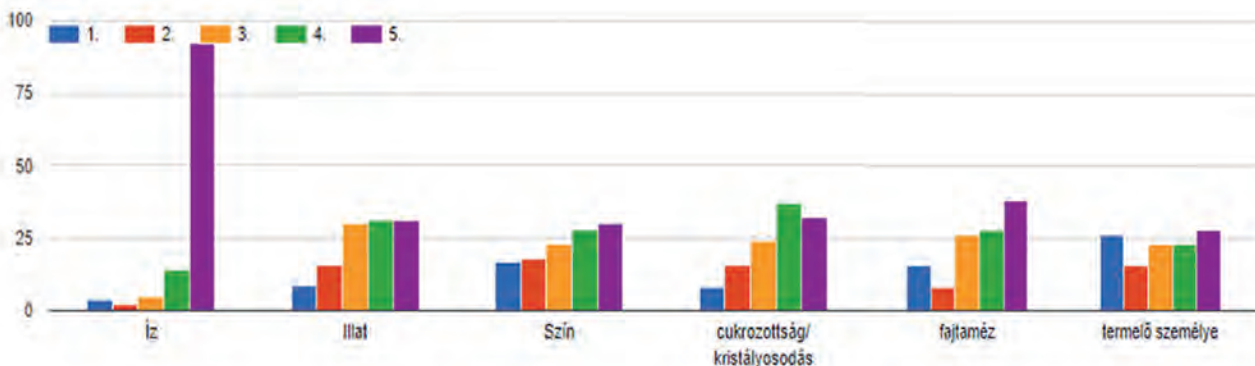
Melyik fajtamézet mennyire kedveli? Értékeld 1-5-ig terjedő skálán! (1: egyáltalán nem kedveli, 5: teljes mértékben kedveli)



9. ábra. A fajtamézek kedveltségi megoszlása

Mennyire számítanak az alábbi tényezők a mézfogyasztás során? Értékelje 1-5-ig terjedő skálán! (1: egyáltalán nem számít, 5: teljes mértékben számít)

10. ábra. A méz tulajdonságainak fontossága



A válaszadók többsége méhésztől vásárol mézet vagy üzletekben veszi meg. Egy kis részük válaszolta azt, hogy maguk termelik meg.

A válaszok szerint az íz (kedveltségi átlaga 4,6) és a fajta (kedveltségi átlaga 3,5) számít leginkább a mézfogyasztóknak. Legkevésbé a termelő személyét tartják fontosnak a vásárlás során (kedveltségi átlaga 2,7) (10. ábra).

Az egyéb méhészeti termékek közül a propoliszt, a méhviaszt és a virágport ismerik és használják a legtöbben.

Összegzés

Kutatómunkám során számos hasznos ismerettel gazdagodtam a méhek életével és a méhészettel kapcsolatosan. Felmérhettem diáktársaim ismereteit, mézfogyasztási szokásait is. A legtöbb feltevésem beigazolódtott ugyan, mégis elszomorít, hogy a korosztályomból milyen kevesen ismerik a mézet és annak jótékony hatását. Talán e pályamunkával sikerül több emberrel megszerettetni és megismertetni.

A méhek fontos szerepet töltenek be az élelmiszerellátásban és fontos szerepük van a növények beporzásában is. Védelmük érdekében nemcsak a méhészetnek kell szakszerűen és felelősen működnie, hanem a mezőgazdaságnak is oda kell figyelnie. A rétek művelés alá vonása miatt egyre kevesebb helyük marad nektárgyűjtésre, ami komoly károkat okozhat. Sajnos a rovarölő szerek használata miatt, a nem megfelelő napszakban való permetezés miatt nagyon sok méh pusztul el. A méhek védelmére vezették be azt a méhkímélő technológiát, amelynek lényege, hogy a gazdák akkor permeteznek, amikor a méhek a kaptárban tartózkodnak.

Az ENSZ május 20-át jelölte ki a méhek világnapjának, hogy felhívja az emberiség figyelmét a beporzókra és azok fenntartható fejlődéshez való hozzájárulására. A cél elősegíteni a méhek védelmét és kiemelni szerepüket a globális élelmiszerellátásban.

HORVÁTH VILMOS

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

IRODALOM

Biblia, Példabeszédek könyve 16, 24, A Magyarországi Református Egyház Sajtóosztálya, 1251 Budapest, 1983. 837. o

Dr. Örosi Pál Zoltán: Méhek között, Börze Kft. Budapest, nyolcadik változatlan kiadás, Budapest, 1991. 248. o, 266-275. o

Diplomadolgozat: A méz és a virágpor fogyasztási szokásai Iharosberény régiójában, Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar, 2016.

Háziméh In:Wikipédia
<https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C3%A1zim%C3%A9h>

A méhek betegségeiről In: Ma7
<https://ma7.sk/piac/mezogazdasag/a-mehkek-betegsegeirol>

A méhészkedés története, avagy az ősrégi méz In: Holló Méhészet
http://www.hollomeheszet.hu/2017/02/23/meheszkedes_tortenete/

Méhészet In:Wikipédia
<https://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9h%C3%A9szet>

A nektártól a mézig In: Magyar mezőgazdaság
<https://magyarmezogazdasag.hu/2014/06/20/nektartol-mezig>

Nélkülük nincs élet: ma van a méhek világnapja In: Sokszinú vidék
<https://sokszinuvedek.24.hu/mozaik/2020/05/20/mehek-vilagnapja-beporzok-mehkek-napja/>

A DINGÓKERÍTÉS HAT A KENGURUK FEJLŐDÉSÉRE IS



Az ausztrál dingókerítést a XIX. században kezdték építeni a háziállatok védelme céljából, a több mint 5600 kilométer hosszan elnyúló építmény az 1950-es években vált teljessé. Az európaiak és a háziállataik érkezése előtt a dingók persze még nem juhokra vadásztak, hanem legfőképp a vörös óriáskengurukra (*Osphranter rufus*). A kerítés miatt azonban szétszabdalt élőhelyek és emiatt fragmentált ökoszisztéma is keletkezett, ezért sokan az elbontása mellett érvelnek, ráadásul a fenntartása (folyamatos javítása) is igen sokba kerül. De milyen hatása lenne az elbontásnak? Mi történne a korábban dingómentes helyen élt vadállatokkal? A kerítés kiváló lehetőséget kínál számos, a zsákmányfajok változásait érintő, vagy épp a védelmüket és az élőhelyvédelmet érintő kérdés vizsgálatára is.

Ezt mérte fel egy ausztrál kutatócsoport a kerítés két oldalán a fő zsákmányállat vörös óriáskenguru összesen 166 egyedének vizsgálataival. Olyan régiót választottak, ahol két szomszédos, a kerítés által megfelezt, de egyébként azonos tulajdonságú terület található. Ugyan mindkét oldalon vannak dingók, ám a kerítés által védett részen sokkal kevesebben: míg az északi oldalon gyakori állat, a délin igen ritka. A két oldalon a kenguruk minimum 17 generációja élte meg az elkülönülést, az ezzel járó eltérő életmódot.

A mostani felmérést az egyik éves kengurukilövési időszak során végezték el, egy hosszú távú populációfelmérés részeként. A friss tetemek tömegét a begyűjtésük során pontosan megmérték (vér nélkül), majd a különböző testrészeit, testarányaikat is. Később a letisztított és kifőzött koponyákon, fogakon további mérésekre került sor – ez utóbbi az állatok életkorának megállapítását szolgálta. Az állatok tulajdonságai mellett a két szomszédos élőhelyen a műholdas mérésekkel kinyert vegetációs indexet is összehasonlították, hisz ez is befolyásolja a kenguruk méretét, szaporodási sikerét és más tulajdonságait a rendelkezésre álló élelem által.

A dingós oldalon az azonos módszer ellenére sokkal kevesebb állatot tudtak begyűjteni, mint a dingómentes oldalon. A vártnak megfelelően a déli, dingóban szegény oldalon több fiatal és sokkal több nőtényt találtak (ezeket fogja meg elsősorban a dingó), mint az északi, dingóban gazdag oldalon. Emellett kiderült

még, hogy a dingómentesebb életmódot élvező kenguruk kicsinyei ráértek lassabban fejlődni, a túloldaliakkal azonos korúaknál kisebbek és könnyebbek is voltak. A dingóban gazdag részen a fiatal hímek koponyája kissé nagyobb volt, az egy korosztályba tartozó nőtények nehezebbek voltak és hosszabb volt a lábuk is, ha a dingószegény rész hasonló egyedeivel mérték össze. A két oldal kenguruinak fejlődésbeli eltérései az állatok körülbelül 4 éves korára egyenlítődték ki.

Felvetődik a kérdés, hogy vajon a dingók nélküli, veszélytelenebb élet hatása lehet ez? Az is elképzelhető persze, hogy északon több a növényi táplálék és ottaniak emiatt nőnek gyorsabban. Azonban a vegetációs index alapján szó sincs a növényzetben fennállt efféle különbségről, sőt, északon talán még kicsit keve-



sebb is volt a növény. Bár arról nincs adat, hogy a növények egyes típusaiban lehet-e eltérés – ezt külön terepi felmérés vizsgálhatná –, a kutatók úgy vélik, nagyon valószínű, hogy a kisebb ragadozói nyomás miatt kényelmesedett el a déli oldal kenguruinak növekedése.

Ahhoz, hogy evolúciós változásokhoz köthessék a tapasztaltakat, túl kevés a 17 generációnyi idő, így a kutatók úgy vélik, kicsit másképp alakulhat ki a különbség: feltehetően a déli oldali kenguruk alacsonyabb stresszhormon-szintjének köszönhető ez. A kutatók szerint egyébként a vörös óriáskenguru igen strapabíró faj, és szinte biztos, hogy semmi baja nem volna a populációnak a kerítés lebontásától. Ha azonban a kisebb, érzékenyebb zsákmányfajok is hasonló eltéréseket tükröznek, azokra már veszélyt jelenthet a bontás.

(*Journal of Mammalogy*, 2023. május)

A FÖLD FOG A SARKÁBÓL KIDÖLNI

Geophysical Research Letters

AN AGU JOURNAL

Bolygónk tengelye folyamatosan mozog, mindenemű tömegáthelyeződés hat rá, minden évben egy néhány méteres területen jár, inogva. Ma már közismert, hogy a belső okokon túl a jégtakarók vagy a gleccserek olvadása, egy-egy jelentősebb földrengés (ez általában a sajtó fantáziáját is megmozgatja), de még az óceáni áramlatok és a hurrikánok is olyan tömeget képviselnek, amelyek elmozdulása kissé magával rántja forgástengelyünket is. Képes erre az emberi tevékenység miatt áthelyeződő víztömeg is, így a gátak, víztározók építése, vagy, amint azt egy újonnan elkészült kutatás kimutatta, a talajvíz kiemelése is. (Persze mindenféle anyagra igaz ez, pusztán a víz természeténél fogva ezzel nagyságrendekkel könnyebb dolgunk van bármilyen másnál.)

Amikor a talajvizet kiszivattyúzzuk egy-egy felszín alatti vízrétegből, teljesen mindegy, milyen céllal, mire használva, előbb-utóbb a tengerekbe fog jutni. A csapadéknak elvileg pótolnia kellene ezt a kiemelt víztömeget, ám jól tudjuk ma már, hogy távolról sem képes rá, ehhez mi túl gyorsan vonjuk el a vizet, így a talajvíz szintje világszerte csökken, egyre súlyosabb problémát jelentve.

Egy koreai vezetésű nemzetközi kutatócsoport mérte fel a talajvíz kiemeléséből adódó változásokat, az 1993-2010 közti időszakra nézve. Ebben az időszakban körülbelül 2150 gigatonna vizet emeltünk ki a felszín

alól, s ez a tengerekbe jutva ott 6,24 milliméteres vízszintemelkedést okozott. Emellett azonban a forgástengelyünket is kimozdította, mégpedig évi 4,36 centiméterrel, az időszak során összesen 78 centiméteret mászott kelet felé a tengelyünk!

Korábbi — téves — elképzelések szerint a szárazföldi vízkészletek áthelyeződése a tengerszint csökkenését okozta, azonban a mai adataink már a valós, növekedést hozó természetéről árulkodnak. Ehhez a pontosításhoz azért volt szükség, hogy precízen ki tudjuk számítani Földünk tömegközéppontjának változásait. Amint ezt a számítást helyesen el tudtuk végezni, kiderült, hogy évente 0,3 milliméter emelkedést hoz a szárazföldi vízkészletek áthelyeződése. Ez pedig azzal is együtt jár, hogy a talajnedvesség, illetve a talajvízkészletek csökkennek.

Azt, hogy valóban így történik, a műholdas és úszóbójás méréseken túl bolygónk tengelyének kimozdulása is jelezni tudja, mintegy más mérésektől független adatként. A kutatók egy olyan modellt hoztak létre, amiben a különféle tömegáthelyeződések hozzájárulását lehet kiszámítani tengelyünk elmozdulásához. Mivel ekkor már pár milliméteres pontosságú műholdas mérési adatok álltak rendelkezésre a tengelyünk (illetve a sarkpontok) helyzetéről. A számításokból arra jutottak, hogy a gátak és a jégtakarók olvadása nem tudták a tengelyünk elmozdulását teljes mértékben megmagyarázni. Amikor az időszak során kiemelt talajvíz mennyiségét is hozzászámolták, akkor viszont már szinte tökéletes lett az egyezés, vagyis csak a talajvíz kiemelésével együtt mozdult el annyit a sarkpont, mint amit a műholdas mérések alapján tapasztaltunk.

A legtöbb talajvizet az északi félteke közepes szélességeinél, például az Egyesült Államok nyugati része, illetve India környezetében emelték ki, aránytalanul többet, mint másutt, így e szélességi övet fokozottan érintette e folyamat. Ennek abban rejlik a szerepe, hogy milyen mértékben befolyásolja a tengelyünk kimozdulását a tömegáthelyeződés. Az alacsonyabb szélességeket érintő talajvíz kiemelése nem mutatkozik meg olyan mértékben a tengelyünk mozgásán, ám a kérdéses időszakra pont a közepes szélességeken volt jellemző a kiemelés.

Alapesetben bolygónk tengelye minden évben több méternyit vándorol anélkül is, hogy bármit tennénk, tehát nem kell attól tartani, hogy például átrendeződnek az évszakok az emberi tevékenység hatására. Azonban a talajvíz kiemelése hozzájárul a tengerszinthez is, és a sarkpont elmozdulása egy újabb ellenőrzési lehetőséget biztosít ennek méréséhez.

(*Geophysical Research Letters*, 2023. június)



STAGNÁLÓ FEDŐLEMEZ AZ ÉLET KELETKEZÉSE IDEJÉN

nature

A földi élet kialakulásának egyik feltételeként merül fel, hogy a lemeztektonikai folyamatok és körforgás révén állhatnak rendelkezésre az ehhez szükséges elemek, sőt, ez a feltétel még az exobolygó-kutatásban is felvetődik (számos másik mellett). Az alábukó kőzetlemezekkel a bolygó mélyébe kerülő anyagok későbbi vulkánkitörésekben újra napvilágot látnak, ám a bolygónk legkorábbi kőzetei pont a lemeztektonikának köszönhetően már „újrahasznosultak”, ezért rendkívül nehéz ezeket az elképzeléseket ellenőrizni.

Az egyetlen lehetőséget a geológiai folyamatokat túlélő cirkonkristályok vizsgálata nyújtja. Egy új, cirkonok mágnességének vizsgálatán alapuló elmélet szerint a Földön 3,9 milliárd évvel ezelőtt, vagyis az élet kialakulása körüli időben még nem volt aktív lemeztektonika. A kutatócsoport szerint ez arra utal, hogy bár a kőzetlemezek mozgása az élet fenntartásában kulcsfontosságú lehet, a kialakulásához nem feltétel.

A kutatócsoport eredetileg a cirkonkristályok paleomágnességét vizsgálta, nem az élet eredetének körülményeit. A vizsgált kristályokban különféle zárványokat azonosítottak, köztük a mágnességet megőrző vas-oxidot is. Mintegy 3,9-3,3 milliárd évvel ezelőtti időszakból, a dél-afrikai Barberton zöldkőes övezetből származó cirkonkristályokba zárt magnetit megőrzött, ősi mágneses tulajdonságait mérték fel, és persze az egyes cirkonok korát.

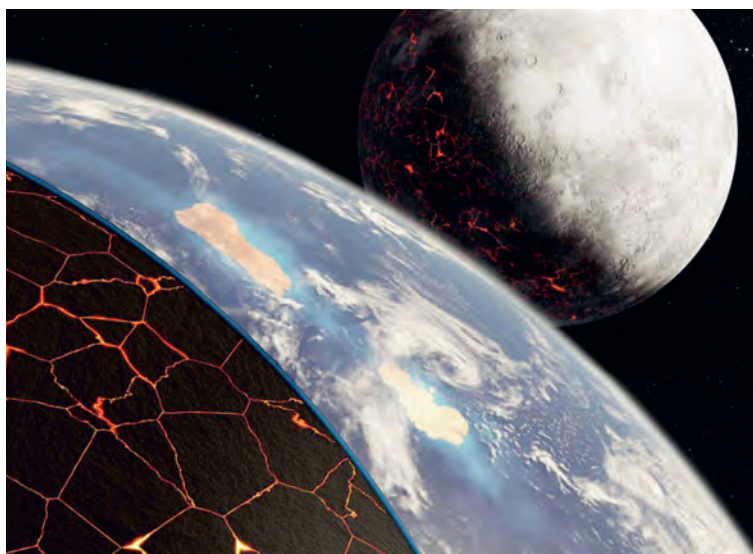
A szélességi övtől függően változik a földmágnesség iránya és erőssége is, ezek pedig a cirkonokba zártan fennmaradnak, tükrözve a cirkon keletkezésének helyét. Így az időrendi sorrendbe állított cirkonok mágnessége azt árulja el, miként változott a keletkezési helyszín földrajzi helye – vagyis megmutatja a kőzetlemezek elmozdulását is. Emellett az ausztrál Jack Hillsben talált, ugyanezen korszakot átfogó cirkonkristályok vizsgálati adatait is elemezték. A nem egyenletes időbeli eloszlású kristályokban megőrzött mágnességet 100 millió éves lépésekben átlagolták.

A dél-afrikai 3,9-3,3 milliárd éves cirkonok mágneses mérései azonban arra utaltak, hogy ezen időszak alatt nem mozoghattak a kőzetlemezek, a mágnesség végig egyforma maradt. A dél-afrikai és az ausztrál kristályok paleomágneses intenzitása egymásnak megfeleltethető adatokat mutatott. Ez egyrészt megerősíti, hogy valóban a korabeli mágnesség jeleit tudták kihámozni a

kristályokból, másrészt szintén a lemezmozgások nélküli kőzetburokra utal.

A kutatók modellezték, hogy a modern korból ismert lemeztektonikai folyamatok mit tennének a vizsgált időszak időtartama alatt a kérdéses helyszínekkel, vagyis azt, hogy mennyit mozdulnának el. Ez azt mutatta, hogy amennyiben lett volna aktív lemeztektonika, a 3,9 milliárd éve létrejött régiók 600 millió év alatt mintegy 8500 kilométert kellett volna megtegyenek, ennek pedig erősen látszania kellene a paleomágneses jelekben.

A mozgó kőzetlemezek helyett az úgynevezett *stagnáló fedőlemez* borította be bolygónkat, illet sejteneik például a Vénusz vagy a Mars esetében is. E lemez ugyan felhasadozott a mélyből, a földköpenyből érkező hő hatására, voltak tehát a Föld hóleadását segítő



vulkánjai, ám nem mozdult ki helyéről. A Föld belseje kissé lassabban hűlt ennek hatására, ám a modellezés alapján még így is kialakulhattak a későbbi kontinensek magjai, amelyeket a mai ősmasszívumok képviselnek. Úgy tűnik tehát, hogy már ennyi is elég lehetett ahhoz a geokémiai körforgáshoz, ami az élet kialakulásában szerepet játszhatott. Lehetek ugyan kisebb területek, ahol volt alábukás (például a grönlandi Itsaq régiója erre utal), ám ez nem volt globális és nem volt nagy mélységű. Az egykori becsapódások során is létrejöhetett efféle alábukó, lokalizált terület, de a becsapódások nem vezethettek el a globálisan mozgó kőzetlemezek létrejöttéhez.

Úgy tűnik tehát, hogy nem előfeltétele az élet létrejöttének a lemeztektonikai mozgások megléte, s az élet legkorábbi szakaszában sem volt még erre szükség.

(Nature, 2023. június)

HÁZILAG LENCSEVÉGRE KAPHATÓK

Kristályportrék

Mindenki látott már kristályokat. Sőt, a legtöbbünknek van is otthon egy vagy több belőle. Van, aki szépségükért, van, aki a nekik tulajdonított varázserőkért szereti birtokolni ezeket. Most azonban kicsit másfajta kristályokról lesz szó, de szerencsénkre ezek is épp olyan mutatósak!

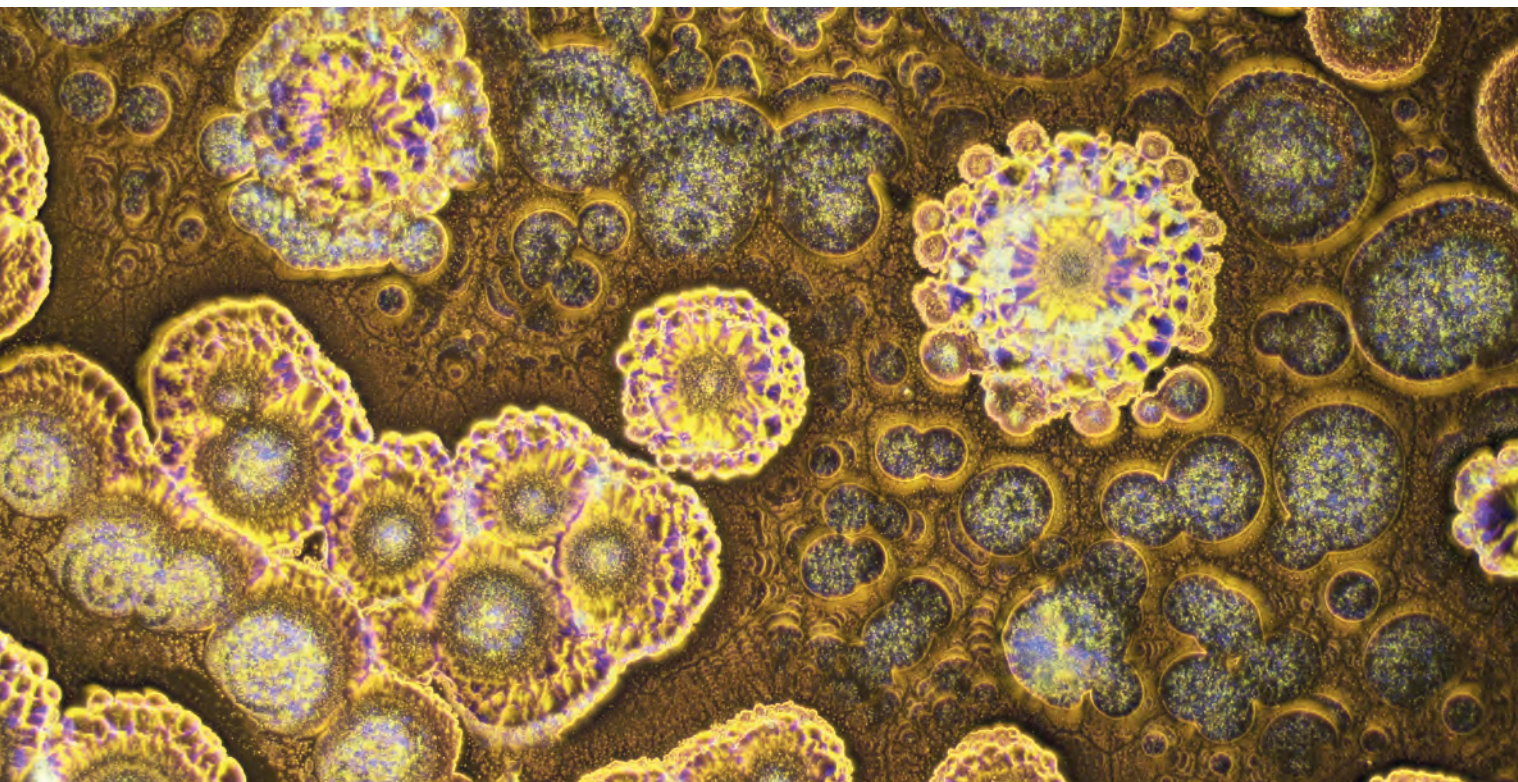
A kristályok az azokat alkotó kémiai vegyület által meghatározottak szerint a tér mindhárom irányába meghatározott szerkezetet felvevő szilárd halmazállapotú anyagok, bár vannak határesetek is, gondoljunk csak a mindennapjainkat nyomon kísérő folyadékkristályos kijelzőkre. Sokkal több kristályszerkezetű anyag van a környezetünkben, mint azt gondolnánk, ugyanis nem mindegyik csillog olyan szép színesen, mint egy ásványkiállítás bemutató darabjai. A mikroszkóp azonban itt is a segítségünkre van, láthatóvá válnak azok a geometriai formák, amiket szabad szemmel nem látunk, vagy nem veszünk észre. A különböző kontrasztfokozó eljárásokkal pedig olyan színeket varázsolhatunk elő, ami a témakörrel foglalkozó szakemberek számára értékes információ, a hobbimikroszkóposnak pedig vizuális élmény. Nem véletlen, hogy az amatőr mikroszkóposok jelentős része foglalkozik különböző kristályok növesztésével és tanulmányozásával – ez egy valódi játszótér számunkra! Minimális munkával, a lakásból ki sem mozdulva lehet változatos mintákhoz jutni, ugyanis több olyan vegyszer vagy élelmiszer van szinte minden háztartásban, ami jól kristályosítható.

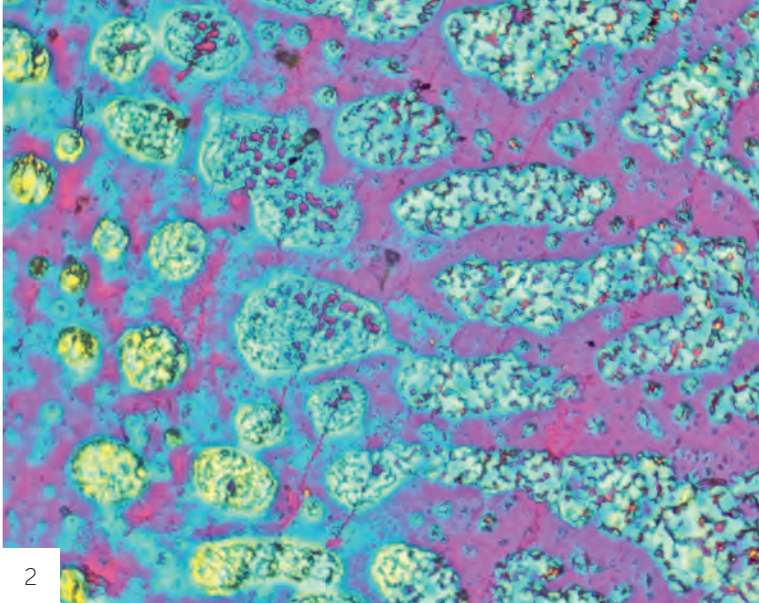
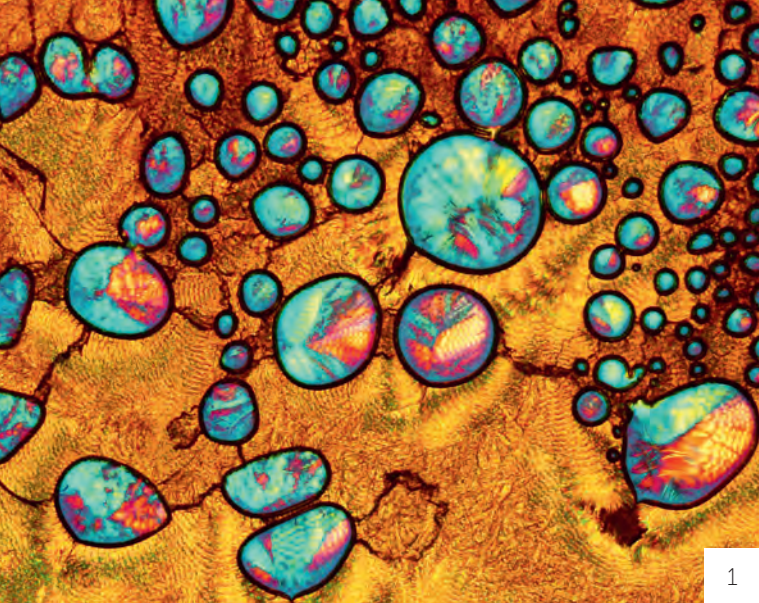
Lizinkristályok

A leggyorsabban úgy jutunk látványos eredményhez, ha kevés citromsavat vagy C-vitamint vízben feloldunk és azt tárgylemezen kristályosítjuk ki, majd a mikroszkópban polarizált fényben vizsgáljuk meg. Ha jól csináltuk, egy vibráló színekkel teli absztrakt festmény jelenik meg szemünk előtt. Innen pedig indulhat a kísérletezés, amihez rengeteg tipp és inspirációt találhatunk a szakirodalomban vagy az interneten. Kipróbálhatunk más vegyszereket – amit csak találunk otthon – vagy ugyanahhoz a kiinduló anyaghoz más töménységű oldatot vagy más oldószert, kristályosíthatunk olvadékból, polarizált fény helyett használhatunk sötét látóteret vagy például Rheinberg – féle megvilágítást, a lehetőségek száma végtelen.

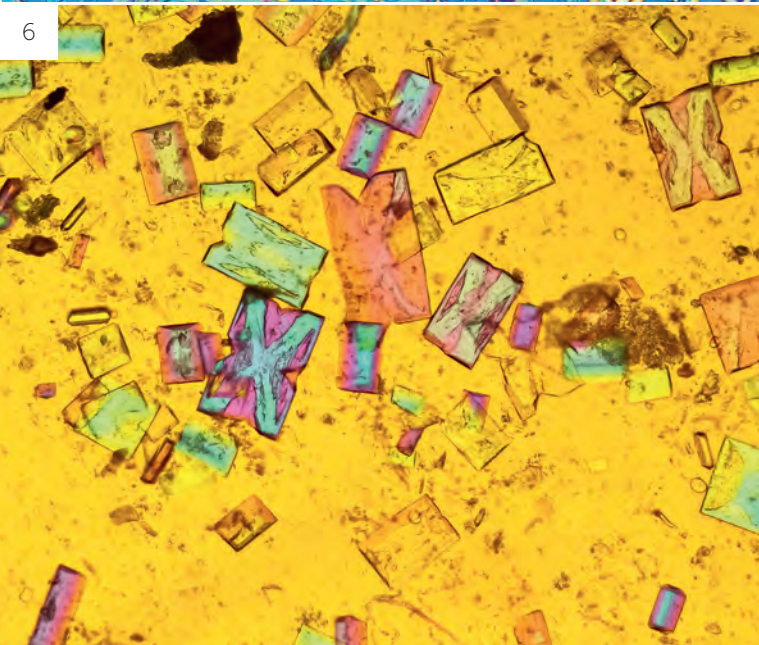
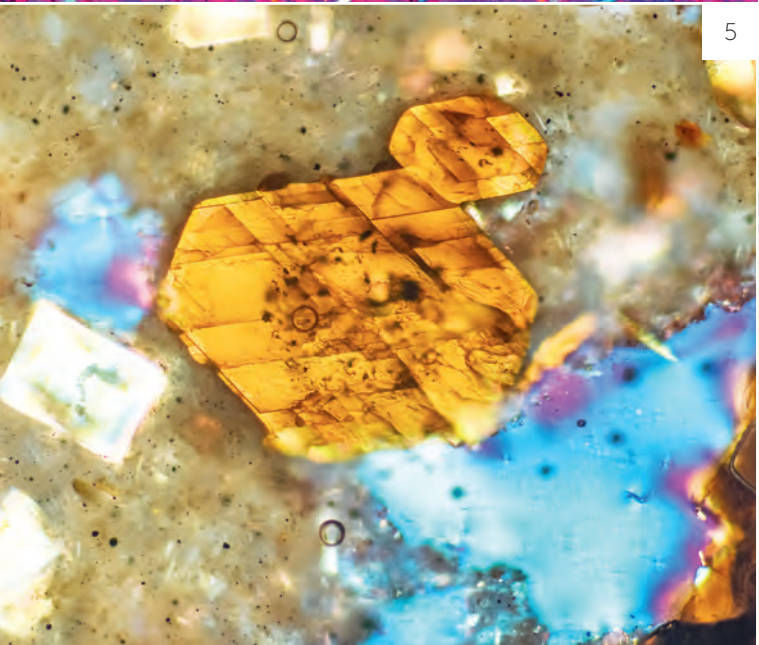
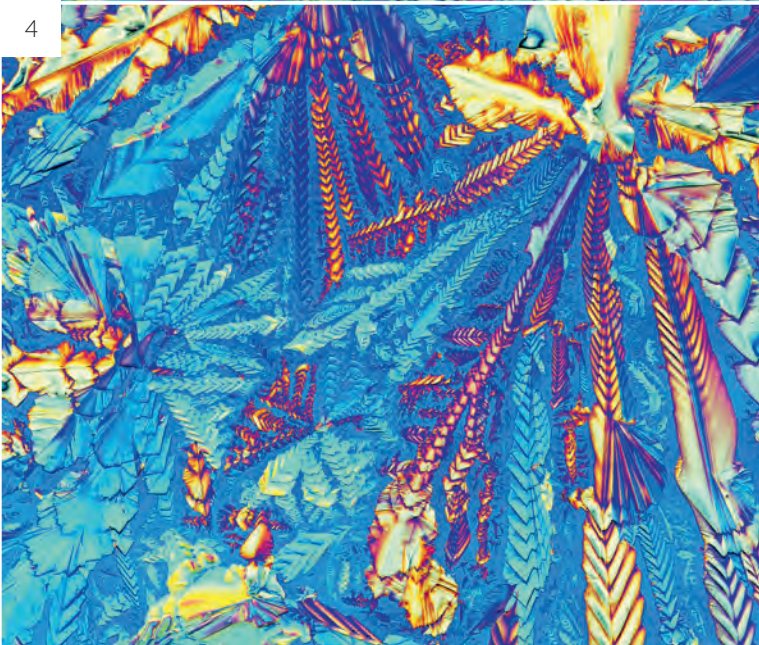
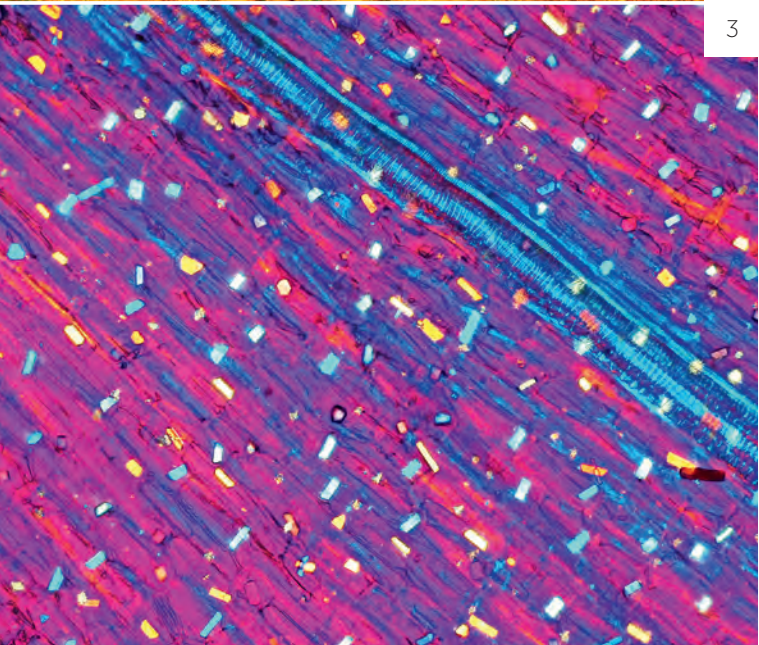
A gyors siker lehetősége persze nem jelenti azt, hogy ne lenne alkalom, vagy épp szükség előrébb lépni és másfajta kristályokat is kutatni a mikroszkóp alatt. Találunk belőlük a növényi sejtekben, a különböző ásványokban és kőzetekben, sőt, a fémeknek is van kristályszerkezetük. Mindezek felkereséséhez, a részletek előcsalogatásához azonban már komolyabb munka, több ismeret és adott esetben drágább, speciális felszerelés szükséges.

MÁRKUS BÁLINT





1 2
3 4



5 6

- 1, C-vitamin-kristályok
- 2, Dexametazon-kristályok
- 3, Kalcium-oxalát-kristályok vöröshagyma allelélében
- 4, Nátrium-citrát-kristályok
- 5, Biotitkristály riolittufa vékonycsiszolatában
- 6, Struvitkristályok házi macska vizeletüledékében

Kristályportrék (Márkus Bálint felvételei)

