

ALGAKUTATÁS

Új zöldalgafajt fedeztek fel Szentendrén

A tudomány számára eddig ismeretlen, új zöldalgafajt fedeztek fel a szentendrei Kőhegyi-tóban. Az ELTE TTK Biológiai Intézet Mikrobiológiai Tanszékének és Növényismereti Tanszékének, valamint az Albitech Kft.-nek a munkatársai az ELKH ÖK Vízi Ökológiai Intézetével együttműködésben a *European Journal of Phycology* című szaklapban jelentették meg közleményüket a mikroszkopikus méretű új faj megtalálásáról, amelyet leölhelye után *Chlorococcum szentendrense* néven írtak le.

Amikor az élővilág fajgazdagságáról vagy éppen a rejtett, általunk nem ismert és esetlegesen veszélyeztetett diverzitásáról esik szó, akkor ritkán gondolunk mikroszkopikus élőlényekre. Pedig egyes kutatók becslései szerint mindössze körülbelül 10 000 fajt ismerünk a Földön élő 300 000, mások szerint akár 700 000 mikroszkopikus méretű fotoszintetizáló szervezet, az úgynevezett mikroalgafaj közül.

„Ezek a számok igen meglepőek, hiszen a tudomány és a környezeti minták DNS-szekvenálási módszereinek rohamos fejlődése következtében feltételezhetnénk, hogy az egyes fajok azonosítása ennél egyszerűbb, és az elmúlt évtizedek során nagyrészt megtörtént már – mondta el Kutasi József címzetes docens, az Albitech Kft. kutatásvezetője. – Ugyanakkor egy-egy faj tudományos leírásához nem elegendő a környezetben jelenlévő DNS-t megtalálni és elemezni, hanem elengedhetetlen, hogy az új fajból tiszta, más fajokkal nem szennyezett tenyészetet sikerüljön fenntartani laboratóriumi körülmények között. Ezt a kritikus lépést végezte el Greipel Erika a laboratóriumunkban, majd az így kapott tenyészetet a DNS-vizsgálatok mellett részletes fénymikroszkópos, elektronmikroszkópos és egyéb vizsgálatokkal jellemeztük az ELTE-n.”

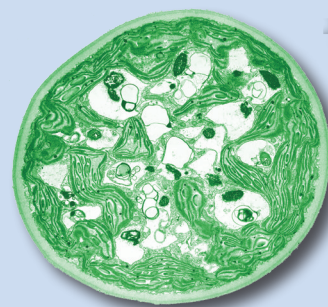
A szentendrei Kőhegyi-tó



Az algakultúrák fenntartása nem kis munka, ráadásul sok esetben fordul elő, hogy ugyanazon fajt a világ több pontján, egymástól függetlenül izolálják és leírják kutatók, majd más néven nevezik el. Ezért a mikroszkopikus algák nevezéktana és rendszertana rendkívül bonyolult, és minden új fajból – a herbariumi mintapéldányokhoz hasonlóan – fagyasztva szárított (liofilizált) és élő, tiszta tenyészeteket is szükséges leadni törzsgyűjteményekbe, hogy a későbbiekben mások is tudják használni és vizsgálni ezeket. A szentendrei időszakos Kőhegyi-tóban élő *Chlorococcum* nemzetségbe tartozó zöldalgák még viszonylag nagyméretűek, így sejtjeiket fénymikroszkópban is apró zöld gömbök formájában megfigyelhetjük, de Felföldi Tamás és Solymosi Katalin korábban már dolgoztak együtt ennél is kisebb pikoalgák jellemzésén, melyek sejtjei 2 mikrométernél (tehát körülbelül a milliméter ezredrészénél) is kisebbek. Az ELKH Balatoni Limnológiai Kutatóintézetének munkatársaival – Somogyi Boglárkával és Vörös Lajossal – szikes tavakból írtak le egy új pikoalgafajt és egyben új nemzetséget (*Chloroparva pannonica* gen. et sp. nov.), illetve segítettek egy bonyolult nevezéktani és rendszertani probléma megoldásában egy másik nemzetségnél és fajnál (*Pseudochloris willhelmii* gen. et sp. nov.).

Az ilyen kis méretű algák esetében egyszerűen alig van kézzelfogható morfológiai bélyeg, sok esetben az ivaros szaporodás sem feltétlenül figyelhető meg, így jobb híján például a sejtfal mintázata, rétegződése, vastagságának nanométeres eltérései, a zöld színtest belső szerkezete, az ostorok jelenléte vagy hiánya alapján lehet elkülöníteni egymástól a fajokat. Ezeket a részletes ultrastrukturális vizsgálatokat nem lehet fénymikroszkópban elvégezni, hozzájuk szükség volt transzmissziós elektronmikroszkópos elemzésekre, melyeket Solymosi Katalin végzett el.

„A talajfelszínen is élő *Chlorococcum* nemzetségből nem csak a most leírt új fajt sikerült izolálni a Kőhegyi-tóból, de a két másik izolált alga törzs esetében a rendszertani és nevezéktani problémák miatt új faj leírására nem volt mód – jellemezte Felföldi Tamás a kutatás nehézségeit. – Ezek leírását és besorolását gyakorlatilag lehetetlenné teszi, hogy egyikük esetében a DNS-szekvencia alapján legközelebbi rokonnak vagy azonos fajnak tekintett alga tenyésze néhány éve



A *Chlorococcum szentendrense* elektronmikroszkópos felvétele (SOLYMOSI KATALIN FELVÉTELE)

kipusztult a törzsgyűjteményből, így egészen egyszerűen nincsen mihez hasonlítaniunk az új izolátumokat.”

Az előzőekből talán érzékelhető, hogy a mikroalgák rejtett diverzitásának és fajgazdagságának feltárása rendkívül nagy kihívást jelent a kutatók számára. Erdemes azonban megemlíteni, hogy az így leírt fajok nagy részét biokémiai vagy egyéb alkalmazott kutatási szempontból is fontos lehet megvizsgálni, de sok esetben erre sincsen kellő anyagi kapacitás és humánerőforrás. Pedig számos mikroalgafaj szolgál a gyógyászat és az ipar számára fontos vegyületekkel, így nem kizárható, hogy a most leírt fajnak is lehet a későbbiekben valamilyen alkalmazási lehetősége. A mostani vizsgálathoz hasonló munkák egyik nagy előnye, hogy a kutatócsoportban közvetlen kapcsolatban állnak az egyetemen elsősorban alapkutatással foglalkozó szakemberek az ipari partnerrel, így talán az új algafaj további, ipari felhasználhatóságára vonatkozó vizsgálatokra is lesz kapacitás.

A kutatásokat részben a Nemzeti Kutatási és Innovációs Hivatal NKFIH-471-3/2021-es számú projektje, Felföldi Tamás és Solymosi Katalin munkáját pedig az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

FARKAS KINGA

Medve-keveredés

Egy százezer éves jegesmedve-maradványból származó DNS-minta elemzése feltárta a jegesmedvék és a barnamedvék kapcsolatát a pleisztocén utolsó meleg interglaciális periódusában. A két faj evolúciós értelemben vett találkozása meglepően markáns nyomot hagyott a ma élő barnamedvék genetikai állományában.

ARCHEOZOOLOGIA

A jegesmedvék és a barnamedvék genetikai kapcsolatát vizsgáló, roppant izgalmas kutatást Ming-Shan Wang, a Kalifornia Santa Cruz Egyetem kutatója vezette. A vizsgálatokból származó eredményeket és azok értékelését a *Nature Ecology & Evolution* tudományos folyóirat közölte. A kutatók egy százezer évesre datált, fiatal jegesmedve-koponyát vizsgáltak, mely Alaszkában, a Beaufort-tenger partvidékén került elő. Noha a kutatás során a tudósok a Bruno becenevet adták a koponyának, ironikus módon a maradvány elemzése később kimutatta, hogy az egy nőstény állathoz tartozott.

„Bruno kiváló állapotban maradt fenn, ami lehetővé tette a benne megőrződött ősi genetikai anyag, a paleogenom vizsgálatát. Igazán ritka az ilyen maradvány” – mondta Wang.

Beth Shapiro, a kutatásban részt vevő ökológus és evolúcióbíológus szerint a kutatócsapat által végzett, kényes precizitást igénylő vizsgálatok eredményei két igen izgalmas tényt tártak fel. Az egyik szerint Bruno egy olyan jegesmedve-populáció tagja volt, mely genetikailag összeköthető a ma élő jegesmedvékkel. Továbbá az eredmények azt is megmutatták, hogy valamikor a múltban, nagyjából 125 000 évvel ezelőtt a Brunóhoz, valamint az összes barnamedvéhez vezető leszármazási vonalak kereszteződtek, hibridizáció történt.

Bár a jegesmedve (*Ursus maritimus*) és a barnamedve (*Ursus arctos*) két külön faj, melyek külső megjelenése, életmódja és elterjedési területe merőben eltérő, mégis szoros rokonságban állnak egymással és könnyen kereszteződhetnek, ha valamiért átfedés keletkezik az elterjedési területeikben. Miután körülbelül 500 000 évvel ezelőtt a két faj fejlődési vonala külön utakra lépett, a jegesmedvék a sarkvidéki területeken a jéggel borított élőhelyek emlőseinek vadászatára specializálódtak. A barnamedvék viszont Észak-Amerika számos egyéb területén elterjedtek (a grizzly medve a barnamedve Észak-Amerikában elterjedt alfaja), valamint Európában és Ázsiában is meghódítottak egyes élőhelyeket.

Az elmúlt években a tengeri jég eltűnése a partvidékek felé tereli a jegesmedvéket, a barnamedvék pedig észak felé terjeszkednek, így megszorodtak a hibrid egyedekről szóló jelentések. A két fajtól származó genetikai adatok elemzése kimutatták, hogy a két faj



▲ Bruno koponyája

(FORRÁS: GOLDMANASSOCIATESLAW.COM)

Grizzly medve és jegesmedve hibridje az osnabrücki állatkertben

(FORRÁS: WIKIPÉDIA) ►

hibridizációja legalább négy alkalommal megtörtént a 15 000 – 25 000 évvel ezelőtti intervallumban is. A génáramlás iránya minden esetben a jegesmedvék felől történt a barnamedvék felé.

„A kevert génállományú egyedeknek a barnamedve-életmód kedvez, hiszen ezek a példányok kevésbé hatékonyan tudnak vadászni a tengeri jégen, ha nem teljesen fehérek, mint egy klasszikus értelemben vett jegesmedve – magyarázta Shapiro. – A jegesmedve-populációk mérete mindig is kicsi volt, alacsony genetikai diverzitással.”

Bruno egy alapvetően meleg időszakban élt, valamelyik interglaciális időszak tetőzését követően, amikor a hőmérsékleti viszonyok és a tengerszint is magasabb volt, mint most. Hasonló körülményekre lehet számítani a jövőben is a fosszilis tüzelőanyagok folyamatos égetése és hasonló emberi tevékenységek következtében, a gyors klímaváltozás miatt. Ahogy a sarkvidéki jégmezők kiterjedése egyre csökken, már most is sok jegesmedvepopuláció küzd a túlélésért.

„Amennyiben az Északi-sarkvidék területeinek gyors felmelegedése folytatódik, a jegesmedvék élettere tovább fog szűkülni. Ez azzal jár, hogy nem lesznek általuk uralható élőhelyek, ahol ezek az állatok szaporodhatnak, ami a fajt genetikai értelemben halálra ítéli” – tette hozzá Ian Stirling, társszerző.

Shapiro szerint egyáltalán nem meglepő jelenség, hogy a jegesmedvék és a barnamedvék ma ismét keverednek egymással. Egyszerűen bekövetkezett egy olyan változás a környezetünkben, amely miatt hosszú idő után a két faj ismét fokozott mértékben találkozhat egymással. A kutatók szerint a jelenségből levezethető, hogy az éghajlatváltozás lehetőséget biztosít a közeli rokon fajok közti génáramlásra.



Arról, hogy a barnamedvék végső soron mit nyertek azzal, hogy keveredtek a jegesmedvékkel, a kutatók egyelőre csak találgatnak. A kutatócsapat szerint az éghajlat múltbéli változásának és az e jelenség által előidézett, élőlények közti kölcsönhatások megértése kulcsfontosságú annak előrejelzésében, hogy a napjainkban zajló változások milyen hatással lesznek az élővilágra a közeljövőben.

Sz. M.

RÉGÉSZET Előbújó amazóniai metropoliszok

Hajlamosak vagyunk az Amazonas-medence (egykoron) végeláthatatlan esőerdőire úgy gondolni, mintha azok az európai ember megérkezése előtt „érintetlenek” lettek volna. Persze, érintetlenségén sok mindent érthetünk, de ha a szó szoros értelmét vesszük alapul, vagyis azt feltételezzük, hogy az amazóniai dzsungelt csak az európai gyarmatosítók kezdték átalakítani, és érkezésük előtt annak szerkezetét kizárólag a természet formálta, akkor nagyon tévedünk.

Az egyre fejlettebb, növényzeten is „átlátó” távérzékelési térképező eljárásoknak hála, kezdjük feltárni, hogy mi rejtőzik e hatalmas medence még mindig buja vegetációja alatt. Bár a hagyományos légi felvételeken általában kizárólag összefüggő sűrű

erdőségeket látni, és tisztások csak elvétve kerülnek a levegőből fotózó felmérők lencséje elé (alá), a fák lombkoronája alatt szinte bármilyen tereptárgyak előfordulhatnak. Mint például egykoron hatalmas, több ezer embernek otthont adó városkomplexumok, ahogy az utóbbi évtizedben erre egyre több bizonyíték lát napvilágot.

A minap közölte a *Nature* az Amazonas-medence Bolíviához tartozó része lidaros felmérésének eddigi legátfogóbb eredményeit, amelyeket a *Német Régészeti Intézet* munkatársai vezetett kutatócsoport publikált. A feltárt épített struktúrák között találtak 22 méter magas, földből emelt piramist, illetve sok kilométernyi, a környező terepből kiemelkedő úthálózattal ellátott, sűrűn lakott városokat is. A tanulmány vezető szerzője, *Heiko Prümers* így jellemezte (csöppet sem elfogultan) a felfedezést: „*e települések komplexitása egyszerűen észbontó*”.

Ez a felfedezés az első egyértelmű bizonyíték annak, hogy az Amazonas-medence e részén ilyen fejlett urbanus társadalmak léteztek az európai hódítás előtt is. A legidősebb építményeket a Kr. u. V. századra datálják. Bár az már régen ismert volt, hogy az ember legalább tízezer éve él a medencében (amely egészen hatalmas, akkora, mint az Amerikai Egyesült Államok), de a régészek a legutóbbi időkig azt hitték, hogy az őslakosok mai leszármazottaikhoz hasonlóan, elszórt, egészen kezdetleges, falvaknak is alig nevezhető településeken laktak, sőt nomád

életmódot folytattak, és sosem voltak képesek (vagy nem állt szándékukban) kiterjedtebb és jobban differenciált városokat építeni.

Bár az első európaiak, akik eljutottak az Amazonas-medencébe, beszámoltak nagy városokról, a későbbi felfedezők nem akadtak ezek nyomára. Így lassan feledésbe merültek, vagy pedig a sok egyéb valóban kitalált legendával együtt, e városok létezését is csak a messziről jött ember fantazmagóriáinak minősítették. A múlt századra tudományos konszenzus alakult ki arról, hogy az Amazonas-medencében sosem léteztek nagyvárosok, és ezt látszott alátámasztani az a körülmény is, hogy az esőerdő talaja rendkívül szegény tápanyagokban. A dzsungelben ugyanis nemcsak a produkció intenzitása jelentős, de ugyanilyen gyors a lebontás is, így a talajlakó lebontószervezetek pillanatok alatt megemésztik az elhalt szerves anyagot, a talaj így már nem lesz alkalmas olyan léptékű mezőgazdasági termelésre, ami eltarthatna sok ezer ember által lakott városokat, ellentétben például a közép-amerikai civilizációkkal.

Csak hogy ez a vélekedés az ezredforduló táján meglehetősen tarthatatlanná vált, ugyanis egyre-másra kerültek elő a kultúrnövények maradványai az Amazonas-medencéből, illetve olyan, tápanyagban meglepően gazdag földparcellákat találtak, amelyek létezését emberi beavatkozás nélkül nehezen lehetett magyarázni. A korábbi konszenzus – az amazóniai őslakosok mai életmódjából kiindulva –

azt feltételezte, hogy a hajdani lakosok is csak passzívan használhatták az esőerdő ökoszisztéma-szolgáltatásait, magyarázatul tehetetlen elszenvettség volt a természeti körülményeknek. Nem számoltak azzal, hogy a korábbi lakók aktívan átalakíthatták lakókörnyezüket, hogy azt élelmiszer-termelésre alkalmasabbá tegyék. Pedig nagyon úgy tűnik, hogy ők egyáltalán nem hagyták „érintetlenül” a dzsungelt.

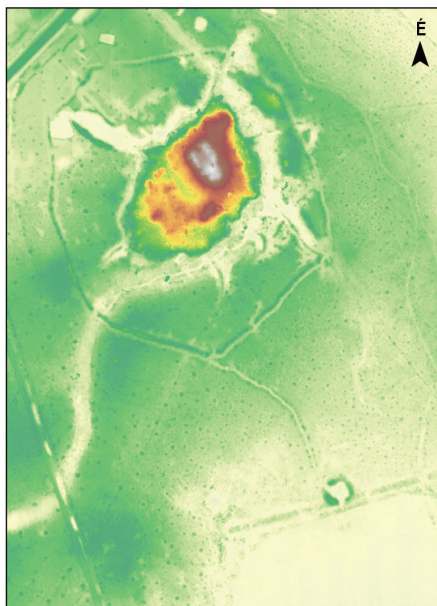
Prümers és munkatársai már a múlt század vége óta kutatják a bolíviai Amazonas-medencét, és az erdőirtások nyomán napvilágra került területeken fel is fedeztek több építményt, amely a jelenleg még elég rejtélyes, valószínűleg a Kr. u. 500 körül kialakult Casarabekultúrát létrehozó néphez tartozhatott. Ahogy egyre több, különböző funkciójú struktúrát (például temetőket, városfalakat) tártak fel, egyre inkább meggyőződésükké vált, hogy a kultúra sokkal komplexebb épített civilizációt hozott létre, mint azt korábban feltételezték.

A sűrű növényzet azonban szinte ellehetetlenítette a lelőhelyek tágabb térségének feltárását. Itt lép a képbe a lidar, amelyet leginkább a radar lézeres megfelelőjeként lehet elképzelni, és hatalmas előnye, hogy képes áthatolni a növényzeten, így a kutatók egy lidarral felfegyverzett helikopterrel végigpásztázva a korábbi lelőhelyek mellett kijelölt hat területet, most először képet alkothattak arról, hogy mit is rejt a vadon. A lidaros szkennelés eredményeképpen találtak 26 települést, amelyek megtelepedése becsléseik szerint akár 400 évig is eltartott volna a hagyományos technikákkal.

Ezek közül két nagyváros egyenként több mint száz hektáros területű volt (vagyis háromszor akkora, mint a Vatikán). A lidar komolyan erősített városfalakat, a környező talajszint fölé 6 méterrel megemelt teraszokat, hatalmas piramisokat talált. A településeket nagyjából 1400 körül (tehát 900 évnyi fejlesztés után) elhagyták, és a civilizáció teljesen eltűnt a Föld színéről. Ennek oka továbbra is rejtély. Feltártak víztározóknak tűnő struktúrákat is, ami arra utalhat, hogy a térség nem volt mindig olyan csapadékos, mint manapság. Lehet, hogy az éghajlatváltozás űzte el innen az embereket, bár a kukoricalettek vizsgálata arra utal, hogy a növénytermesztés folyamatos maradt. A kultúrával kapcsolatban még több a kérdés, mint a válasz.

MOLNÁR CSABA

Fénykép- és lidarfelvétel ugyanarról a területről (FOTÓ: HEIKO PRÜMERS / DAI)



0 250 500 m

0 250 500 m