

tők fogalmaznak, *misszió*. A pályázatok tematikus sokszínűsége és színvonala nem hagy kétséget afelől, hogy készül a *marlakók* utánpótlása! Kissé bombasztikusan fogalmazva, a győztes diákok tarsolyában ott van (nem a marsallbot, hanem) a marslakó belépő igazolvány, amellyel idővel tagjai lehetnek majd a nagyhírű közösségnek!

Az is szívet melengető, hogy mennyi kiváló tanár van, aki (külön fizetség nélkül) időt és fáradságot szentel az érdeklődő (ilyen is van!) diákok felkészítésére és érdeklődésük kielégítésére. Az, hogy a múlt század kiemelkedő iskolái, a Fásori Gimnázium és a Trefort utcai Mintagimnázium képesek voltak annyi kiváló diákot *termelni*, arra enged következtetni, hogy az oktatás problémáit csak kiváló tanárok segítségével lehet megoldani, nem absztrakt elméletek alapján. A tehetséggondozásnak nagy hagyományai vannak Magyarországon. Elég csak megemlíteni az Eötvös Collegiumot, az Eötvös-versenyt, a Középszikolai Matematikai és Fizikai Lapokat [6], az országos és helyi tanulmányi versenyeket.

A Mintagimnázium egykori diákjaként, az Eötvös Loránd Tudományegyetemen diplomát szerző fizikusként stílszerűen Eötvös Loránd gondolataival adok nyomatékot a mondanivalónak: „*Igazán segítők, igazán művelők csak úgy lehet a tanítás, ha nem szoritkozik ismeretek közlésére, hanem amellelt arra törekszik, hogy alapját vesse annak a gondolkodásmódnak, amelyet ma rendszeren természettudományi gondolkodásnak szoktak nevezni.*” (Rektori beszéd 1892-ben.) „*...az egyetem tudományos tanításának színvonalát egyedül tanárainak egyénisége állapítja meg.*” (Rektori beszéd 1891-ben.)

Feltehetően nem mindig lehetett/lehet észrevenni, hogy minden nehézség ellenére voltak, vannak még kiváló iskolák, egyszerű tanárok, és olyan tehetséges diákok, akik az eötvösi szellemben nevelt tudóstanáraik irányításával elszántan érdeklődnek a természettudományok iránt. Hacsak nem akarunk mindent általánosságban megreformálni, megint lesznek majd marslakóink! ❏

Irodalom

- [1]. <http://www.nemzetismeret.hu/>
- [2]. Bencze Gyula: Lesznek-e még marslakók? Fizikai Szemle 2013/6, 205. old.
- [3]. Kovács Lajos: A kémia társadalmi megítélése. MKE Vegyészkonferencia, Hajdúszoboszló, 2008. június 19-21.
- [4]. Dr. Máth János: A természettudományos oktatás válsága. Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége, Budapest, 2014.
- [5]. 25 éves a Természet Világa tehetséggondozó missziója. Természet Világa 2016/4. XLIX - LXIV. old.
- [6]. Radnai Gyula: Fizikus tehetségpont a két világháború között. Fizikai Szemle, 2015. 7-8. szám.



(2016. április)

ASZIMMETRIKUS HOLDUNK

Köztudott, hogy a Hold keringése kötött, vagyis keringési és tengelyforgási ideje megegyezik, ezért mindig ugyanazt az oldalt fordítja felénk. Ismert az is, hogy felszínének látható oldalát nagy kiterjedésű bazaltsíkságok, az úgynevezett „tengerek” (*mare, maria*) és a világosabb színű, tagoltabb felföldek (*terra, terrae*) borítják. A távcsövek korának évszázadai alatt egyre részletesebben feltérképezték az utóbbiakra jellemző krátereket.

A Hold túlsó, a Földről soha nem látható oldaláról a Luna-3 űrszonda 1959-ben készítette az első képeket. A fotók gyenge minősége ellenére feltűnő volt, hogy a túlsó oldalon alig vannak tengerek (kivéve a Moszkva-tenger, illetve a tengerek és a kráterek közötti átmenetet jelentő, bazalttal elöntött belsejű Ciolkovszkij-kráter), a felszín jellemzően az innerső oldal felföldeire hasonlít. A későbbi űrszondás mérések a felszín kémiai összetételében is kimutatták ezt az aszimmetriát. A szembeötlő eltérés okát azonban mindmáig nem sikerült megnyugtatóan tisztázni.

Az Apollo-program kőzetvizsgálatai kiderítették, hogy a holdi tengerek 3 milliárd évnél idősebbek, az akkoriban bekövetkezett hatalmas erejű becsapódások által létrehozott medencéket előtötte a sötétebb síkságokként megszilárduló bazaltláva (a 300 km-nél kisebb átmérőjű becsapódási nyomokat krátereknek, az ennél nagyobbakat medencéknek nevezik). A láva a becsapódások ereje által összetört kéreg repedésein keresztül nyomult a felszínre, de nem hirtelen, hanem több százmillió év alatt. Az aszimmetria okának tisztázásához egy lépéssel közelebb visz az a körülmény, hogy bár a medencék nagyjából egyenletesen oszlanak el a Hold felszínén (azaz a túlsó oldalon éppoly gyakoriak, mint az innersőn), a láva azonban néhány kivételtől eltekintve csak az innerső oldal medencéit öntötte el.

A következő lépést a Hold kérgének vizsgálata jelentette. A kéreg a földi anortozitához hasonló, alumíniumban és kalciumban gazdag kőzetekből áll, legjellemzőbb összetevője a plagioklász nevű, kis sűrűségű ásvány. Ebből a kutatók arra következtettek, hogy az ősi Hold anyaga teljes egészében olvadt állapotban lehetett, a magmaóceán tetején úsztak a könnyebb ásványok. Ezekből alakult ki az

anortozitos kéreg, míg a vasban gazdag ásványok, például az olivin lesüllyedve a köpenyt alkották. Ez a köpeny később a radioaktív bomlás hője hatására részlegesen megolvadt, ez az olvadék tudott a kőzet réssein keresztül a becsapódásos medencékbe szivárogni.

Az Apollo-program szeizmométeres méréseiből kiderült, hogy a leszállóhelyeken a kéreg 35–40 km vastag, ami megfelel a földi kontinentális kéreg vastagságának. A Hold körül keringő szondák gravimetriai adataiból ezzel szemben az derült ki, hogy a Hold túlsó oldalán a kéreg sokkal vastagabb, a jelenség okára azonban nem sikerült rájönni. (A mérések azt is kimutatták, hogy a Hold tömegközéppontja mintegy 2 km-rel közelebb van a Földhöz, mint az égitest geometriai középpontja – ez az eltolódás szinkronizálhatta kötötté a Hold tengelyforgását.) A kéreg vastagságának aszimmetriája magyarázatot adhat a *maria* nagyobb gyakoriságára az innerső oldalon, mert a vékonyabb kérgen keresztül az olvadt bazalt könnyebben elérhette a felszínt. Az Apollo-program kőzetvizsgálatai azonban azt mutatták, hogy a valóság bonyolultabb ennél az egyszerű modellnél.

A folyamatban fontos szerepe van a radioaktív elemek bomlási hőjének, ami az égitestek belsejében termelődik és részlegesen megolvasztja az ott lévő anyagot. Az így keletkező magma azután a kéregben lassan kihűlve megszilárdulhat (plutonizmus, mélységi magmatizmus) vagy hirtelen a felszínre törhet (vulkanizmus). A legfontosabb radioaktív hőtermelő anyagok az urán és a tórium, ezek a Holdon leggyakrabban a káliumban, ritka földfémekben és foszforban gazdag, ezek angol nevének rövidítése alapján KREEP-nek nevezett anyagban fordulnak elő. A Hold körül keringő Lunar Prospector űrszonda 1998-ban feltérképezte a ritka földfémek eloszlását a Hold felszínén. Megállapították, hogy azok gyakorisága a Hold innerső oldalán a *maria* területeken a legnagyobb, a túloldalon viszont csak a Déli-pólus–Aitken-medence térségében számottevő. Eszerint a radioaktivitás ezen a területeken termelte a legtöbb hőt, megkönnyítve a láva felszínre ömlését. A KREEP elemek, illetve az urán és a tórium ezzel együtt járó nagyobb koncentrációja tehát magyarázatot adhat a Hold felszíni formáinak aszimmetriájára.

A valóság persze még ennél is bonyolultabb. Egyrészt, a KREEP elemek eloszlása nem mutat tökéletes korrelációt a nagy, bazalttal elöntött medencék helyével. Másrészt, a Hold körül keringő űrszonda kémiaiösszetétel-mérései a felszín néhány méter vastag, legfelső rétegére vonatkoznak. Ebből sejthető ugyan, mi történhetett több száz km mélyen a felszín alatt, de egyértelmű következtetéseket me-

részség lenne levonni. Nem is beszélve arról, hogy ez esetben a radioaktív elemek egyenetlen eloszlására kellene valamilyen magyarázatot találni.

Egy nagyon új ötlet szerint a Holdat létrehozó becsapódás megolvastotta a Föld felszínének Hold felé néző oldalát, így az hőt sugárzott a születőfélben lévő Hold felé. Következésképpen a Hold túlsó oldala gyorsabban hűlt le az innensőnél, ami magyarázhatja a kémiai összetétel, illetve az elemeloszlás, elemgyakoriság aszimmetriáit. A hipotézist azonban a kémiai összetétel térképei nem kifejezetten támasztják alá, azok ugyanis arra utalnak, hogy a regionális különbségek nem ősi eredetűek, hanem a becsapódások és más geológiai események a Hold sok milliárd éves története alatt fokozatosan alakították ki. Mások más elképzeléseket is felvetettek, de sajnos azok sem nélkülözik a valószínűtlen körülményeket, így nem tekinthetők kielégítő magyarázatnak. Az aszimmetria kétségtelenül létezik, valódi okát azonban mindeddig nem sikerült megnyugtatóan felderíteni.



(2016. március 30.)

ÚJ-KALÉDÓNIA „ÓRIÁSCSIRKÉJE”

Új-Kaledónia szigete egykor számos furcsa madárnak adott otthont, melyek közül az egyik méretben jóval felülmúlta az összes többit. Ez a meglehetősen szokatlan faj az úgynevezett új-kaledóniai óriáscsirké, a *Sylviornis neocaledoniae* volt. A meglehetősen általános elnevezés arra utalt, hogy paleontológusok szerint a madár az ásótyúkfélékhez (Megapodiidae) tartozhatott, vagyis távoli rokona volt a csirkéknek és fácánoknak, melyek ma is világszerte elterjedt, jól ismert csoportot alkotnak. A tyúkalakúak családjába (Galliformes) tartozó *Sylviornis* egyedülálló a madarak között. Szubfosszilis (pár ezer éves) maradványait Francois Poplin írta le 1980-ban, és egy ideig komoly nehézségekbe ütközött a rendszertani besorolása. Végül a struccokkal és az emekkel hozták rokonságba, és ezt a besorolást elfogadták egészen mostanáig.

Egy új tanulmányban azonban Trevor H. Worthy és kollégái más következtetésre jutottak. A madár mintegy 600 maradványának tanulmányozása után (melyek némelyike több mint 5000 éves volt) sikerült megállapítaniuk, milyen madár volt a *Sylviornis*. Kiderült, hogy nem igazi ásó-

tyúkféle, hanem egy primitív, alapi helyzetű Galliformis volt, vagyis a kiterjedt madárcsalád törzsfájának a bázisához helyezhető.

A korábbi besorolást az ásótyúkfélékhez az indokolta, hogy számos olyan dombot találtak, melyekről azt feltételezték, hogy az óriásmadarak készítették. A költődombok kialakítása pedig a Megapodiidae család egyik védjegye, így észszerű volt azt gondolni, hogy a *Sylviornis* is hozzánk tartozott. A családon belüli új pozíció azonban valószínűtlenné teszi a dombépítést. Ehelyett ez a madár feltehetően inkább ásott és a földet kaparta, hogy gyökereket, magokat és gumókat keressen, amelyek a táplálékának egy részét alkották az alacsony növényű bokrok levelei mellett. A most publikált cikkben kimutatták, hogy lábának anatómiája az ásáshoz és kapargáláshoz alkalmazkodott. A *Sylviornis* mérgem volt igazi „óriáscsirké”, de a Galliformesek közé tartozott.

A *Sylviornis* tipikus példa arra, hogyan változhatnak meg a szigeteken élő madárfajok. Nemcsak sokkal nagyobb bármelyik rokonánál, hanem egyúttal röpképtelen is volt. A talajon élő növényevő, hatalmas csőrrel, viszonylag hosszú nyakkal és rövid, de erős lábakkal. A csőre fölött lévő kis tarajnak valószínűleg a fajon belül volt jelentősége a párválasztás során. A szigeteken élő madarak evolúciója gyakran hozott létre röpképtelen óriásokat, a mauritiusi dodótól kezdve, az új-zélandi moán keresztül a madagaszkári elefántmadárig. A *Sylviornis* 1,75 méter hosszú volt, és körülbelül 30 kilogrammot nyomhatott, így ez tekinthető a legmasszívabb ismert szárnyasvadnak.

Korábban érdekes bizonyítékokat találtak a madarak és sok más új-kaledóniai őshonos állatfaj kihalásáról is. Pár évvel ezelőtt ugyanennek a kutatócsoportnak néhány tagja publikált egy cikket a fajok kihalásáról. A Journal of Pacific Archaeology című lapban az új-kaledóniai Pindai barlangrendszer anyagát ismertették. A Pindai a sziget egyik leggazdagabb ősmaradvány-lelőhelye, ahol körülbelül 45 különböző madár csontjait fedezték fel. Köztük volt a még ma is élő kagu, valamint különböző szalonka, kuvikfecske és természetesen *Sylviornis* fajok. Azonban nem csak madarak fordultak elő a barlang rétegsorában. Találtak itt egereket, patkányokat, denevéreket, varánuszokat, sőt még a sziget csúcsragadozójának számító szárazföldi krokodilokat (*Mekosuchus*) is. Az ősmaradványok radiokarbon kormeghatározása alapján az „óriáscsirké” legfitalabb maradványai körülbelül 3000 évesek voltak.

A kutatók kimutatták, hogy a Pindai barlang rétegei faszénmaradványokat is tartalmaztak, annak bizonyítékául, hogy

ekkorra az emberek már meghódították a szigetet. Ez azt bizonyítja, hogy az őshonos fauna egy ideig még együtt élt a szigetre érkező emberekkel, akik valószínűleg gyűjtögetők és vadászok voltak. Azt azonban nem tudták egyértelműen kimutatni, hogy vajon teljes egészében az emberek voltak-e a felelősek a *Sylviornis* kihalásáért. Mindenesetre a madár egy ideig átvészelte az együttélést a végleges eltűnése előtt, akár az emberek okozták a kihalást, akár csak az utolsó szöveget üttették a koporsójába.

A nagyméretű kihalt új-kaledóniai madarak többsége az ásótyúkfélékhez tartozott. Több Megapodiidae faj még ma is él, főleg Ausztráliában. Ilyen például a talegallytyúk és a homoki ásótyúk. Ezek arról ismertek, hogy hatalmas költődombokat építenek, és a kicsinyeik kikelés után egyből aktívan futkároznak. A tyúkalakúakhoz tartoznak, ami magába foglalja többek között a fácánokat és a foglyokat. Ezek egyike sem túl jó repülő, ehelyett inkább a talajon töltik idejük nagy részét, élelem után kapirgálva. Néha jelentős szexuális dimorfizmus észlelhető náluk, amit jól mutat például a páva és számos fácán faj gyönyörű tollazata.



(2016. március 22.)

MINIGENOM A LABORBÓL

Kutatók Craig Venter vezetésével olyan apró genommal hoztak létre élőlényt, amely csupán a legszükségesebb képességekkel rendelkezik. Ezek pedig a növekedés és a szaporodás. A kutatás végén megállapították, hogy minden sokkal bonyolultabbnak bizonyult, mint eredetileg gondolták: a kísérletek során ugyanis sokszor érezték úgy, hogy kudarcot vallanak. Craig Venter biokémikus világítótorony a szakterületén. Ő volt az első, aki a teljes emberi genomot szekvenálta, valamint az első, aki mesterséges genomot állított elő, amit sejtbe ültetett és ezzel életképes baktériumot hozott létre.

Most Venter kollégáival egy újabb mesterséges genetikai anyagú élőlényt hozott létre. Célja ezúttal az volt, hogy az új szervezetnek csak a túléléshez szükséges legszükségesebb képességei legyenek, valamint kizárólag olyan gének vezéreljék, amelyek funkciója ismert.

Az eredmény egy élet- és szaporodásképes baktérium, amely az eddig ismert, önálló szaporodásra képes szervezetek közül

a legkisebb genommal rendelkezik. Csúpan 473 gén szabályozza az így létrehozott szervezetet, amelyet Syn 3.0.-ra kereszteltek. A kutatók szerint a mesterséges baktérium képes táplálékból energiát nyerni és szaporodni. Összehasonlításképpen: az a genom, amellyel Venter és munkatársai elkezdtek a kutatásaikat, még 901 génnel rendelkezett, vagyis majdnem kétszer annyival, mint a végtermékben. A bélbaktérium, az *Escherichia coli* 4500 gént tartalmaz, az emberi szervezet pedig 23 ezret.

Hogy mely feladatokat végez a 473 életfontosságú gén a mesterséges baktériumban, azt a kutatók még nem sikerült teljesen tisztázni. 149 génről, tehát mintegy egyharmadáról még nem tudják, mire szolgálnak. Vagyis a jelenlegi ismeretek nem elegendőek, hogy elméletileg megtervezzenek és létrehozzanak egy élőlényt. Az eredeti terv pedig ez volt.

A kísérlet kiindulási pontja az első mesterséges genomú élőlény létrehozása volt, amit a Venter által vezetett kutatócsoport 2010-ben sikeresen vitt véghez. Abban a vizsgálat sorozatban a kutatók a *Mycoplasma mycoid* baktérium kromoszómáját mesterségesen hozták létre, amit aztán a baktérium egy rokon fájának sejtjeibe juttattak, melyből előzőleg eltávolították a saját örökítő anyagát. Ezzel olyan mesterséges szervezetet hoztak létre, ami csak

olyan anyagokat termelt, melyek „tervrajzát” a bejuttatott DNS tartalmazta.

Az említett kísérlettel az egyes baktériumgénekről szerzett ismeretek alapján most két kutatócsoport mindegyike egy-egy genom-tervrajzot hoz létre, amelyen csúpan a legszükségesebb információk voltak tárolva. Minden sejt genomja általában bizonyos információkat duplán tartalmaz, vagy olyan anyagok tervezetét foglalja magában, amelyekkel a sejtnek a túléléshez nem feltétlenül kellene rendelkeznie.

A probléma azonban az, hogy egyik csapatnak sem sikerült a baktériumgének működéséről rendelkezésre álló információk alapján életképes élőlényt létrehozniuk. Amikor a kutatók a mesterséges genomokat a sejtekbe juttatták, azok elhaltak. Nyilvánvaló, hogy mindkét csoport kihagyta a sejtek túléléséhez elengedhetetlenül szükséges géneket a terவrajzból. Ezért a kutatók nagy erőfeszítéssel, lépésről lépésre megvizsgálták, hogy mi történt, amikor egy-egy gént eltávolítottak az eredeti terவrajzból. Ez azt jelentette, hogy ahogy eltávolították vagy kikapcsoltak egy gént, az így megváltozott genomot egy idegen sejtbe juttatták, és megvizsgálták, hogy túléli-e. Ha igen, akkor ez azt jelentette, hogy nem fontos génről volt szó. Ha azonban a sejt nem élte túl, akkor a gént újra be kellett építe-

ni. Így közeledtek a kutatók fokozatosan a minimális genomhoz.

A vizsgálatot nagyon alaposan végezték le, és a szorgos munka eredménye nem maradt el. Ami a kutatás gyakorlati hasznát illeti, abban a kutatók még a javítás szükségét látják, hiszen a kísérlet nem hozta meg azt a nagy eredményt, amire a szakértők számítottak.

Hosszú távon az ilyen kísérletek segíthetnek abban, hogy olyan szervezeteket hozzanak létre, amik gyorsan és olcsón termelnek hatóanyagokat a gyógyszeripar számára. Például már sok éve állítanak elő laboratóriumi körülmények között genetikailag megváltoztatott mikroorganizmusokkal antibiotikumot és inzulint.

Az új mesterséges baktériumok erre azonban még nem alkalmasak. Ennek egyik oka, hogy a minimálisra redukált genomnak köszönhetően nagyon érzékenyek, és csak erősen védett környezetben képesek a túlélésre. A másik ok, hogy viszonylag hosszú időre van szükségük az osztódáshoz. Továbbá a kísérlet eredményei sajnos más mikrobákra nem alkalmazhatók.

A mini baktérium tehát további kutatások izgalmas kiindulópontja lehet. Venter szerint az is elképzelhető, hogy ennél még kisebb genomot lehet létrehozni. Jelenleg azonban a Syn 3.0. egyértelműen a könyvűsúlyú bajnok.

KÖNYVSZEMLE

Bartha Dénes, Király Gergely, Schmidt Dávid, Tiborcz Viktor, Barina Zoltán, Csiky János, Jakab Gusztáv, Lesku Balázs, Schmotzer András, Vidéki Róbert, Vojtkó András és Zólyomi Szilárd (2015): Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza – Distribution atlas of vascular plants of Hungary (Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó – University of West Hungary Press, Sopron)

Sokak által régóta várt munka jelent meg a közelmúltban: a hazánkban előforduló edényes növényfajok elterjedési térképeit bemutató flóratlasz. Az atlasz hátterét évtizedes munka képezi. Az egész ország területére kiterjedő, hálórendszer szerinti flóratérképezés ötlete 1999-ben született, 2002-től a munka hivatalosan is elindult *Magyarországi Flóratérképezési Program* néven. A programban összesen 171 felmérő vett részt, munkájukat 8 régiófelelős koordinálta, mindezt a Nyugat-magyarországi Egyetem vezetése alatt.

A felmérések a földrajzi fókuszhoz igazodó közép-európai flóratérképezés há-

lórendszere szerint történtek 6,25×5,55 km-es négyzetekben, melyekből 2474 a teljes területével, míg 358 részben esik hazánk területére.

A 15 éves időszak eredményeit, valamint a megelőző évekből származó adatokat tartalmazza a most megjelent atlasz. Megtalálható benne minden olyan edényes növényfaj elterjedési térképe, amely jelenleg vadon előfordul hazánk területén.

A bevezetőben a magyarországi flóratérképezés rövid története, annak módszertani háttere, az adatok forrása és ellenőrzése, valamint a kötetben használt rövidítések, szimbólumok magyarázata található meg. Mindegyik fejezet magyar és angol nyelven is olvasható.

A harasztokat a nyitvatermők, majd a kétszikűek és egyszikűek térképei követik, oldalanként 8 fajé. A fajok minden csoporton belül a családok, majd a nemzetségek latin neveinek betűrendjében követik egymást. A térképek alatt megtalálható minden növényfaj magyar neve is, a keresés azonban a latin nemzetségnevek betűrendes névmutatója alapján lehetséges, mely a kötet végén található. A ke-

resést segítő az oldalak fejlécén az ott található fajok családja olvasható.

Természetesen egyetlen, a hazai növényvilágot bármely formában tárgyaló mű sem lehet teljes, végleges. Ismereteink folyamatosan bővülnek, fajok tűnnek el és jelennek meg. Ezért a kötet szerkesztőinek szándéka szerint a most megjelent atlasz nem csak lezár egy korszakot a hazai flóra kutatásában, hanem új lendületet ad a flóra megismerésének, elősegítve a kiegészítések, pontosítások, javítások gyors és hatékony közzétételét és az atlasz alapjául szolgáló adatbázisba történő integrálását, ezért a szerkesztők örömmel fogadnak minden új adatot, kiegészítést a atlas.florae.hungariae@emk.nyme.hu címre.

A kötet megvásárolható a *Nyugat-magyarországi Egyetem Növénytan és Természetvédelmi Intézetében* (9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. B. épület földszint, 06 99/518-224) és a *Magyar Természetudományi Múzeum Növénytárában* (Budapest, Könyves Kálmán körút 40., 06 1/210-1330, 102-es mellék). Postai utánvétellel az atlas.florae.hungariae@emk.nyme.hu címen rendelhető meg.