



(2015. 1.)

### A FIATALSÁG KÚTJA

Az asztaxantin az egyik legesodálhatóbb természetes anyag. Eredetileg a zöld algából származik, amely a karotinoidok családjából származó vörös színezéket táplálék- vagy vízhiányra, erős napugárgásra vagy rendkívüli hidegre adott stresszreakcióként bocsátja ki. A táplálékláncon keresztül kerül az állatokba, valamint az emberbe, ott akár fel is halmozódhat. A flamingók például az asztaxantinnak köszönhetik tollaik csodálatos rózsaszín színét.

Az asztaxantin hatásai lenyűgözőek. Látványos példája ennek többek között a lazac. Amikor a tenger felől az árral szemben az ivás helyére, a forrásvidékre vándorol, hihetetlen távolságokat tesz meg. Útja során gátak, vízesések sem jelentenek nekik akadályt. Honnan veszi azonban mindehhez az erőt? Sokak szerint az asztaxantinból.

A lazac ragadozó, nem pedig algaevő. Hogyan jut akkor asztaxantinhoz? A krillből, vagyis e parányi garnélarák fajtából, amelyből utazása megkezdése előtt bőségesen fogyaszt. A krill pedig mikroalgákkal táplálkozik a tengerben, amelyek a vörös színt állítják elő. Így jut a lazac a táplálkozási láncban keresztül asztaxantinhoz, amely izmaiban nyomokban felhalmozódik. A lazac azonban nemcsak az összehasonlíthatatlanul gyönyörű színt köszönheti neki, hanem a gyengítő oxidációs folyamatokat is megakadályozza, melyek intenzív izomtevékenység során fokozottan előfordulnak. Ez teszi a lazacot a folyók bajnokává. Ettől lesz erőteljes, célratörő, fáradhatatlan.

A krill életerege ugyancsak lenyűgöző. Óriási rajokban él, a legnagyobb állatpopulációt képviseli. Rendkívüli gyorsasággal szaporodik, jól viseli a táplálékhiányt, túri a fagyos hideget, még az antarktiszi télben is téli álmat szlik és mindezt gond nélkül túléli.

Sokáig azt gondolták, hogy mind a lazac, mind a világítórák rendkívüli erejüket az omega-3 zsírsavnak köszönhetik, az teszi anyagcseréjüket rugalmasná. Részben valóban ez lehet az oka, ám nem teljes egészében. A bennük felhalmozódott asztaxantin legalább annyira jelentős.

Ennek megértéséhez fontos tudni néhány alapvető dolgot. Oxidációs folyamatok állandóan zajlanak szervezetünkben életünk folyamán, és azok tehetők felelőssé azért, ha a test működése csökken, ha a javítások, regenerálódások már nem optimálisan mű-

ködnék. Ezek egy része természetes, más része viszont befolyásolható. Az oxidációt olyan szabad gyökök, rendkívül aktív atomok, illetve molekulák váltják ki, melyekből hiányzik egy elektron. Ezért egy tetszőleges szomszédos molekulától ellopnak egy elektront, majd a megkurtított molekula ugyancsak egy másik szomszédos molekulától szerez egy újabb elektront, és így tovább. Az antioxidánsok ezeknek a megsemmisítő folyamatoknak az ellenőrizetlen láncolatát akadályozzák meg, mivel lehetőségük van a szabad gyökökre elektront leadni. Így a szabad gyök stabilizálódik, úgyszólván méregtelenítődik. Ugyanakkor az antioxidáns maga válik szabad gyökké, ám ez kevésbé agresszív. Mégis szükséges, hogy másik antioxidáns regenerálja. Ez az úgynevezett elektronszállító lánc több állomáson keresztül folytatódik, míg a sorban az utolsó tag is nem regenerálódik.

Ha a természetes táplálékból, vagy táplálék-kiegészítőkből nincs elegendő antioxidáns, amelyek a fenti folyamatot csillapítják, vagy az oxidációs terhelés elhatalmasodik, a testünk oxidációs stresszbe kerül. A körülbelül 10 000 támadásból minden sejtre naponta akár 80 000 támadás is juthat. A szervek, illetve az erek regenerálása és javítása ilyen fokú támadásnál már nem történik meg hiánytalanul.

A sejtek belsejében található az energianyerés, az anyagcsere-működés és a DNS központja. Ezeket a foszfolipidekből álló burok, a sejtmembrán védi.

Az elektromágneses terek, a környezeti mérgek, helytelen táplálkozás, stressz, gyógyszerek, alkohol, nikotin, drog, sugárzás, túlzott sportolás – csak néhány példa a szabad gyökök túlzott képzésére. Ahhoz, hogy megakadályozzuk őket abban, hogy a sejt belsejébe jussanak, a sejtmembránnak zsírban oldódó antioxidánsra van szüksége, ilyen például az asztaxantin, melyet a vízben oldódó antioxidánsok regenerálnak, ezért fontos a gyümölcsben, zöldségben gazdag táplálkozás.

A szabad gyökök azonban nem csak negatív hatásúak lehetnek. Szervezetünk a szabad gyökök hatását akár célzottan is bevetheti, mégpedig úgy, hogy saját maga állítja elő a baktériumok, vírusok, mérgek és krónikus betegséggócok elleni fegyverként. Ezért emelkedik meg gyulladásos megbetegedésekben a szabad gyökök értéke. A természetes anyagokkal szerzett tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy a szervezet regenerálódási erejére még a természetes anyagok használata esetén is szükség van.

A szervezetnek tehát gyakran egyidejűleg oxidációval és gyulladással is fel-

kell venni a harcot és az asztaxantinnak éppen ez az elsődleges hatása. Nagy valószínűséggel az asztaxantin a természet legerősebb gyulladáscsökkentő szere.



(2015. július 22.)

### ÓRIÁSI UGRÁS A SETI SZÁMÁRA

A bejelentés július 20-án a Royal Society Londonban tartott rendezvényén hangzott el, a témában érintett neves tudósok jelenlétében. Eszerint Jurij Milner, a pályáját elméleti fizikusként kezdő orosz üzletember 100 millió dollárt adományozott a Breakthrough Díj Alapítványnak, hogy abból az elkövetkező tíz évben Breakthrough Listen (magyarul talán „áttörés a hallgatódzásban” lehetne a neve) összefoglaló néven SETI projekteket finanszírozzanak. (A SETI a Search for Extraterrestrial Intelligence, azaz a földönkívüli értelem keresése jelentésű betűszó. A különböző SETI projektek immár bő fél évszázada futnak, teljesen eredménytelenül, jóllehet egy-egy új műszer vagy módszer bevezetésekor időről időre elhangzanak a fogadkozások, miszerint az eredmény már csak karmajátványra van. – a szerkesztő megjegyzése)

A Breakthrough Listen keretében azt tervezik, hogy a felajánlott 100 millió dollár körülbelül harmadából 10 évre megvásárolják a Nyugat-Virginiában lévő Green Bank-i 100 méteres rádiótváscső megfigyelési idejének 20%-át, valamint jelentős mennyiségű észlelési időt vásárolnának az ausztráliai Parkes rádiótváscső 64 méteres antennáján, megsegítve ezzel az anyagilag nehéz helyzetben lévő két rádiócsillagászati obszervatóriumot. Az alap további harmadát új, érzékenyebb vevők és processzorok fejlesztésének támogatására kívánják fordítani, amelyekkel 1 és 10 gigahertz között több milliárd keskeny frekvenciasávot lehetne egyszerre vizsgálni. Ez a tartomány lényegében átfogja azt a teljes rádióspektrumot, amely átjut a Föld légkörén, és amelyet nem nyom el a kozmikus háttérzaj. A pénz harmadik harmadából egyetemi hallgatókat és csillagászokat vonnának be a projektbe, akik az érdemi kutatómunkát végeznék.

A rádiócsillagászati projektet két, egymással ellentétes stratégia mentén kezelik megvalósítani. Az első a „célzott keresés”. A rádiótváscsővel a hozzánk legközelebbi egymillió csillagot akarják

megvizsgálni. Feltételezik, hogy ezek közt legalább egynek a bolygórendszere rádióhullámokat kibocsátó civilizációt hordoz, amelyik azonban nem akarja különlegesen nagy energiájú jelekkel felhívni a figyelmet saját létezésére. A projekt vezetői szerint a Breakthrough Listen a legközelebbi ezer csillag esetében a repülésirányító radarok folyamatosan kisugárzott jelével azonos teljesítményű rádiósugárzás kimutatható lenne. A másik stratégia követésekor a nagyon távolról érkező, nagyon nagy intenzitású jeleket keresik, vagyis „széles égbolt” néven átfogó keresést indítanak. Ennek keretében végigpásztazzák majd a Tejútrendszer fősíkját, sőt a 100 legközelebbi galaxis felé is fűlelnének, ezáltal több tízbillió, potenciálisan egy civilizációt élető csillagot vonnának be a kutatásba. Ilyen galaktikus távolságból csak az úgynevezett „szupercivilizációkat lehetne észrevenni. Ha ez utóbbi keresés nem vezetne eredményre, akkor azt a kutatók bizonyítéknak tekintenék arra, hogy nem léteznek efféle „szupercivilizációk”.

A tervek szerint a Breakthrough Listen keretében a kutatást kiterjesztik az optikai tartományra is. Az eddiginél alaposabban átvizsgálják a Lick Observatórium 2,4 méteres, automatikus bolygókereső távcsövével gyűjtött adatokat, hogy azokban a Naprendszer felé irányított lézerekre utaló nyomokat keressenek. A projektnek nem csak az optikai részében kell hatalmas adatmennyiséget kezelni. Ebben számítanak azokra az önkéntesekre, akik a SETI@home és a majdani, ehhez hasonló akción keresztül rendelkezésre bocsátják számítógépeik fölös kapacitását.

A 100 millió dolláros program bejelentésével együtt meghírdették a Breakthrough Message (üzenet) kezdeményezést. Igaz, szerényebb összeggel, „mindössze” 1 millió dollárral. Ebből az összegből ötletpályázatot finanszíroznának, amelyben arra keresnek a választ, hogy ha a Breakthrough Listen keretében sikerülne rátalálni egy idegen civilizációra, akkor válaszoljunk-e a jelzésre, és ha igen, akkor mit. A projekt kezdeményezői azt mindenestre hozzátették (véltetően a projektben részt vevő és a bejelentések is jelen lévő Stephen Hawking kedvéért), hogy addig nem fognak semmilyen, magunkra felhívó jelzést kisugározni, amíg le nem folytatnak egy széles körű (globális) vitát arról, jó ötlet-e ilyen extra jelzéssel tudatni a jelenlétünket.

Az elhangzottakhoz a Sky and Telescope hozzáfűzi enyhén kételkedő véleményét. Eszerint nem kellene felfűtött várakozással tekinteni a projektre. A Breakthrough Listen tervezői azt állítják, hogy a jelenlegi és a közelmúltbeli erőfeszítésekhez képest 100-szorosára gyorsítják a SETI-kutatást. (Persze ha az eredmény is az ed-

digi 100-szorosára nő, attól az még nulla marad... *A szerk.*) Guillermo Lemarchand (Buenos Aires-i Egyetem) 2004-ben végzett számításait idézik, amelyek szerint a lehetséges frekvenciákat, égi irányokat és számos más tényezőt figyelembe véve be kell ismernünk, hogy az eddigi SETI próbálkozások csak a kozmikus szénakazal  $10^{-14}$  részét (százbilliomod részét) vizsgálták át, hogy abban az idegen civilizáció üzenetét jelentő tüt megtalálják. Ugyanakkor a saját karrierjüket építő tudósok éppúgy, mint a kutatásokat támogató államok vagy befektetők évek, vagy legfeljebb évtizedek, nem pedig évszázadok múltán szeretnék látni a munka/befektetés eredményét. A SETI iránti lelkesedés a menetrendszerűen bekövetkezett kiábrándulások, az eredménytelenség miatt hullámzó. Az emberiség még nem érett a nagyon hosszú időléptékű projektek megvalósítására. A cikkirő azonban hozzáteszi az optimista végszót, miszerint talán a Breakthrough Listen segít elindulni ebbe az irányba – legalább a SETI területén.



(2015. július 28.)

### SZÉNNYELŐ SIVATAGOK

Az emberiség köztudottan óriási mennyiségű szén-dioxidot bocsát ki a légkörbe a fosszilis tüzelőanyagok elégetésével és az erdőpusztítással. E mennyiség nagyjából 40 százaléka a légkörben is marad, kb. 30 százaléka az óceánokba kerül. A kutatók úgy vélik, hogy a maradék szén a növények veszik fel, de a mérések azt mutatják, hogy e maradék szénnek nem a teljes mennyiségét veszik fel a növények. Akkor hát hová tűnik a hiányzó szén?

Egy új kutatás azt valószínűsíti, hogy e szén jó része igen meglepő helyen, a Föld sivatagai alatt tűnik el, mégpedig az öntözés során. Egy kutatócsoport egyik kínai sivatagi vidéken vizsgálta a vízfolyást és arra jutottak, hogy a légköri szén elnyelik a haszonnövények, onnan belekerül a talajba, ahol a talajvíz szállítja tovább. Ez a folyamat felgyorsult, amióta – nagyjából 2000 éve – azon a vidéken elkezdődött a földművelés. A felszín alatti természetes víztározók nagy mélységben a sivatagi felszín alatt tárolják az így bekerülő vizet, mely onnan nem tud kiszökni.

Az új kutatás becslései szerint a mezőgazdasági művelés miatt évente nagyjából tizenkétszer annyi szén kerül a felszín alatti tárolórétegekbe, mint azt korábban feltételezték. Ezek a felszín alatti tárolók összességé-

ben akkora területre terjednek ki, mint Észak-Amerika. Yan Li kínai geokémikus szerint ezeket a víztározó rétegeket olyan vastag homok fedi, hogy a bennük levő víz alighanem sosem tér vissza a légkörbe. Ezek alapján új modelleket alkothatnak arra vonatkozóan, hogy megbecsüljék a Föld szén-egyenlegét, bealkulálják újabb klímamodellekbe és végső soron következtetéseket vonhatnak le a klímaváltozásban betöltött szerepére.

Sok a hiányzó láncszem a szénelnyelésben, de a sivatagi természetes víztároló rétegek valószínűleg a fontosak közé tartoznak. Ezért is lényeges, hogy a földművelők és a vízgazdálkodással foglalkozó szakemberek megismerjék, hogy mekkora szerepet töltenek be a szén tárolásában az erősen öntözött sivatagi vidékek, mert így jótékonyan, gyakorlati lépésekkel avatkozhatnak be abba, hogy mennyi szén juthat be a felszín alatti tárolórétegekbe. Li és munkatársai azt próbálták kideríteni, hol vannak azok a helyek, ahol a többszín bejut a felszín alá. Vízmintákat vettek és elemeztek ki Kína Xinjiang tartományában, a Tarim-medencében, kb. akkora területen, mint Venezuela. Ezen a vidéken a hegyekből lefutó folyók, patakok vizét a hegylábi térségekben, sivatagos területeken használják öntözésre. Minden vízmintában megmérték a szén mennyiségét és kiszámították a szén korát, hogy megtudják, mennyi ideig volt a víz a felszín alatt. A kutatás során kiderült, hogy a vízben oldott szén-dioxid mennyisége megkétszereződik, ha öntözött földeken szűrődik át. A kutatók szerint a levegőben levő szén-dioxidot a sivatagban természetesen növényzet veszi fel. Ennek a szénnek egy része a növények gyökérzetén keresztül a talajba kerül. Ugyanakkor a mikrobák további szén-dioxidot bocsátanak ki a talajba, miközben cukrokat bontanak le. Egy száraz sivatagi környezetben ez a gáz a talajon keresztül a légkörbe távozik. A megművelt területeken viszont a gyökerek és mikrobák által kibocsátott szén-dioxidot felveszi az öntözövíz.

Az ilyen száraz vidékeken, ahol vízszűkében vannak, a természetik túllöntözik a földjeiket, hogy természetüket megvédjék a sóktól, amik a gazdálkodáshoz használt öntözövízből a párolgás után visszamaradnak. A túllöntözés ezeket a sókat, a vízben oldott szén-dioxiddal együtt bemossa a talajba, ahol egyre mélyebbre kerülnek.

Bár a széntemetésnek ez a folyamata természetesnek tűnik, a kutatók becslése szerint a Tarim-sivatag alatt elnyelődő szén mennyisége éves szinten tizenkétszer akkora a mezőgazdasági tevékenység következtében, mint természetes módon. Azt is kiderítették, hogy a felszín alatti tárolórétegekbe jutó elnyelt szén mennyisége akkor ugrott meg igazán, amikor a Selyemút fénykorában a környező településeken megkezdődött a földművelés.

Miután a szénben gazdag víz a farmok és a folyók közelében bejut a tárolóretegekbe, a sivatag egyéb térségei felé veszi az útját a felszín alatt, és évezredekig ott is marad.

Számítások szerint a Tarim-medence alatt mintegy 20 milliárd tonna szén tárolódott el a történelem folyamán vízben oldott állapotban, ennek a víznek a mennyisége pedig kb. tízszer akkora, mint az amerikai Nagy-tavakban levő vizé. És ez csak egyetlen sivatag! A tanulmány szerzői szerint a Föld sivatagai alatti víztározó rétegekben 1 trillió tonna szén van megkötött állapotban, ami kb. a negyedével több, mint amennyit a növényzet megköt.



(2015. július 8.)

### MIÉRT HALTAK KI AZ ICHTHYOSAURUSOK?

A dinoszauruszok korának is nevezett földtörténeti középkorban a mai delfinekhez hasonló nagyméretű halgyíkok (Ichthyosaurusok) uralták a Föld tengereit. A rendelkezésre álló ősmaradványok alapján szinte valamennyi tengeri környezetet meghódították, gyakoriak voltak a partok közelében és a nyílt vizekben egyaránt. Egy új vizsgálat szerint azonban ahogy nőtt a verseny, az Ichthyosaurusok területet és fajtát veszítettek, mielőtt fokozatosan kihaltak volna.

Az Ichthyosaurusok kihalása már hosszú ideje izgatja a kutatók fantáziáját. A halgyíkok valószínűleg szárazföldi hüllőkből alakultak ki, amelyek körülbelül 248 millió évvel ezelőtt kezdték meghódítani a tengereket. Kezdetben évmilliókon keresztül csak a partok mentén fordultak elő, később viszont meghódították a nyíltvízi környezeteket is. Az Ichthyosaurusok mintegy 90 millió évvel ezelőtt tűntek el, vagyis már 25 millió évvel azelőtt kihaltak, hogy a dinoszauruszokat eltüntető aszteroida becsapódott a Föld felszínébe.

De ha nem az aszteroida, akkor mi pusztította ki az Ichthyosaurusokat? A kutatók megvizsgálták milyen speciális környezeteket foglaltak el a különböző fajok. A legtöbb korábbi tanulmányban az állatok által elfoglalt ökológiai fülkét egyetlen tulajdonság, nevezetesen a fogak alakja alapján határozták meg. Az új kutatás során ennél több tulajdonságot is figyelembe vettek, így a fogak alakja mellett például a halgyíkok testméretét és az állatok táplálkozási stratégiáját.

Miután megvizsgálták 45 különböző halgyík nemzetséget, a kutatók hét különbö-

ző kategóriába (ökotípusba) sorolták be az Ichthyosaurusokat. A Cartorhynchus nemzetség annyira egyedi tulajdonságokat mutatott, hogy egyedül alkotott egy külön ökotípust. Ez egy kistermetű, sekélytengerekben élő forma volt, amely a tengervízből szívta be a táplálékát. Egy másik ökotípus a kora- és középső-triászban élt nemzetségek nagy részét foglalja magába. Ezek 2 méternél kisebb állatok voltak, robusztus és tompa fogakkal, ami arra utal, hogy kemény héjú gerinctelen állatokkal táplálkoztak (korallak, csigák, kagylók). Nem volt megnyúlt a testük, így valószínűleg nem a nyílt vizekben éltek, ahol nagy távolságokat kell úszva megtenni. Az Eurhinosaurus és Excalibosaurus nemzetségek is külön ökotípust alkottak a kardhal-szerű állkapcsaikkal, melyekkel felhasították áldozataikat. A hosszúkás testalkatuk alapján a nyílt tengerekben élhettek, távol a partoktól.

Soha nem volt mind a hét ökotípus jelen a tengerekben egyszerre, de kora-jura korban, amikor az Ichthyosaurusok virágkorukat érték világszerte, öt ökotípus egyidejű jelenléte utalnak az ősmaradványok. A középső-jura idejére viszont csökkent az ökotípusok száma. A nagyon specializált táplálkozást folytatók, mint például a kardhal-szerű Eurhinosaurus, valamint a csúcsragadozók közé tartozó Temnodontosaurus kihaltak, és csak két ökotípus maradt, melyek a nyílt tengerekre voltak jellemzők. Az egyik megmaradó ökotípus olyan halgyík nemzetségeket tartalmazott, melyeknek nagy teste volt, és robusztus fogai a csontos halak, és a keményhéjú fejlábúak (ammoniteszek) összeroppantására. A másik ökotípus inkább delfinszerű volt, és a kis fogaival inkább puhatestű táplálékot fogyasztott, például a szintén a fejlábúak közé tartozó tintahalakat.

Az Ichthyosaurusok végül az ún. cenoman-turon kihálási esemény során tűntek el a kréta időszak közepén (90 millió évvel ezelőtt), a spinosaurusokkal (ragadozó, úszó dinoszauruszok), a plesiosaurusokkal (hosszúnyakú tengeri hüllők) és a tengeri gerinctelen fajok egyharmadával együtt. A kutatók szerint a halgyíkok könnyen áldozatul estek a kihálási hullámnak, mivel már csak két ökotípusuk létezett abban az időben. A lassú ökológiai háborúban fokozatosan visszaszorultak egyetlen ökológiai fülkébe, amit aztán egyre nehezebb volt megtartani. Egyelőre tisztázatlan, hogy miért veszítették el a korábbi ökológiai fülkéiket, de valószínűsíthető, hogy olyan fajok cserélték le őket az elérhető forrásokért folytatott küzdelemben, amelyek jobban alkalmazkodtak az adott környezethez. Az Ichthyosaurusok egyre inkább specializált életmódra kényszerültek, és végül nem tudtak visszatérni legalább az átmeneti életmódokhoz, vagy testtípusokhoz, amelyek korábban jellemezték őket.

## Az erózió művészete

Nemigen találunk olyan építészeti-képzőművészeti alkotást, amit a természet létre ne hozott volna a maga eszközeivel, elsősorban az erózió legkülönfélébb változataival. A tömerdek példa közül csak néhányat mutatunk be, annak illusztrálására, hogy egymástól távoli helyeken, eltérő anyagokban mennyire hasonló formákat farag ki a szél, a víz, az aprózódás. Az 1. kép a Utah állambeli Arches Nemzeti Parkban készült, ahol kétezer sziklaablak, ív keletkezik (majd pusztul el) a képlékeny sós rétegekre települt homokkőben a csapadékvíz, az aprózódás és a szél hatására. Egészen más tényező, a tengeri abrázió, a hullámverés alakította ki a 3. képen látható sziklaívet a dél-ausztráliai Port Campbell Nemzeti Parkban, itt azonban mészkőben és a rétegei közé települt, könnyebben pusztuló iszapkőben. Sokkal nehezebb kinyomozni a jégben kialakuló hasonló formák eredetét (2. kép, Grönland). E hatalmas „ablak” létrejöttében az olvadáson kívül szerepet kaphatott a szél, de maga az olvadékvíz is. A gleccserjég ugyanúgy nem egyenmő, mint a kőzetesetek – vannak kevésbé tömörödött, sötétebb törmelékcsávokkal átjárt részei is, ahol a jég könnyebben megadja magát a pusztító erőnek. Hogy az 5. képen (szintén Grönland) látható két jéggomba hogyan keletkezhetett, szintén nehéz megállapítani, ám kifaragásukban minden bizonnyal a hullámverés játszott a főszerepet. Egyértelműbb a helyzet a 4. képen bemutatott, ősi homokkőből kialakult kőgombával (Libia, Akakusz-hegység), melynek kifarmálásában az aprózódás mellett a szél a fő szobrász; a szél kergette kőzetszemcsék legnagyobb és legkeményebb darabjai a felszín közelében haladnak, ezért koptatják jobban, gyorsabban a sziklák alját. A 6. kép egy még fejlődésben levő saharai kőgombát ábrázol (Egyiptom, Bálnák völgye). Bár első látásra az itteni homokkő felszíne aránylag egyenmő, valójában nagyon eltérő keménységű rétegekből áll, márpedig az erózió (jelen esetben a szél) nagyon változatos; ott pusztít a legerősebben, ahol a legkisebb ellenállásba ütközik. 7. és 8. képeink egymástól sok ezer kilométerre készült, a formák mégis hasonlóak. Előbbi a Utah állambeli Bryce-kanyon egy részletét mutatja, ahol a szél és a csapadékvíz mellett a fagyaprózódás is nagy szerepet kap, végül is szélsőségesen kontinentális vidéken járunk. A vasos kőbátyák, karcsú kőoszlopok, éles gerincek éppúgy homokkőben (csak éppen egészen más fejlődéstörténetűben) alakultak ki, mint a 8. képen látható madagaszkári Isalo Nemzeti Park nedves és száraz évszakokkal jellemzett trópusi környezetben formálódó alakzatai.

Kép és szöveg: NÉMETH GÉZA