

Gondolatok a „Vízilónaptej”-ről

Erős a gyanúm, hogy a vörös színű hipposzudorsav híg vizes oldatának kémiai analízise önmagában csak a tudományos kíváncsisággal beoltott közönség elméjében szólaltatja meg az érdeklődés csengetttyűit. Na de, ha a vízilónaptej kerül szóba, az valami egészen más! Hogy e kettőnek mi köze van egymáshoz – sok egyéb mellett – megtudhatjuk Lente Gábor: Vízilónaptej és más történetek a kémiából címmel nemrég, a TYPOTeX eKIADÓ gondozásában megjelent könyvéből, amely a szerző korábbi rövid írásaiból közöl egy tekintélyes csokorra valót.

Lente Gábor a Debreceni Egyetem Szervetvel és Analitikai Kémiai Tanszékének egyetemi tanára, számos tudományos cikk és több könyv szerzője. Rendszeresen közöl tudományt népszerűsítő írásokat a Magyar Kémikusok Lapjában és a Természet Világában is. Nem áll tehát távol tőle tudományos újdonságok, furcsaságok, vagy épp tévhitiek boncolgatása és közérthető formában való tálalása. A figyelem felkeltésének eszköze nála sosem a pongyolaság, sokkal inkább a szórakoztató alaposág. Nagyszerű érzékkel ragadja meg a mindenkiben pislákoló gyermeki kíváncsiságot és csalogatja magával közönségét a mélyebb megértés irányába. Talán egyetért velem a kedves olvasó abban, hogy a krimik nem attól válnak izgalmassá, hogy

hány csavarral nehezíti meg az író a tájékozódásunkat, hanem attól, hogy mennyire képes hiteles tények közé illeszteni cselekményét, a megszokottat, már-már unalmasat a szokatlannal, meghökkentővel kellő arányban és jól időzítve vegyíteni. Ebből a szempontból a „Vízilónaptej” akár rövid krimik gyűjteményeként is megállna a lábán – a lehető legesekélyebb számú áldozattal (én csupán egyetlen egyet tudtam egyértelműen azonosítani olvasás közben, mégpedig az unalmamat).

Szó esik a könyvben természettudomány és szépirodalom viszonyáról, kémikusból lett hírességekről, vagy épp a mindennapjainkba beáramló komoly tudományról. Szerzőnk vékony mezzye egyensúlyoz, amikor eszmeftutatait szabatosan, mégis élvezetes, de soha nem hatásvadász módon örökíti meg több mint 250 oldalon keresztül, ami nem kis teljesítmény. Teszi mindezt oly’ könnyed eleganciával, hogy bizony ezt a könyvet

nehéz egy-egy fejezet után letenni. Én mégis erre buzdítom az olvasót, főleg a mai rohanó és tömegben fogyasztó világunkban. Érdemes időt szánni a szerzővel való együtt-gondolkodásra, az ügyesen a szövegbe ágyazott szakmai tartalom feldolgozására, s hát igen, az elmélázásra a meglepő gondolat-társításokon. Ki feltételezte volna például, hogy az Odüsszeia történéseinek ideje a szövegben fellelhető csillagászati utalásokból napra pontosan megbecsülhető? Hogy trigonometriai és földrajzi ismeretekkel kideríthető, honnan szemlélhetette Poszeidón Trója ostromát? Hogy a világ nagyjai közül nem is egy természettudományos pályán indult? (Személy szerint Angela Merkel *J. Am. Chem. Soc.* cikkén ámultam sokáig.) Hogy ember alkotta napvitorlások szelik az űrt?

Egy kiváló könyv esetén talán nem illetlenség zársképpen a szerzőt idézni. Az utolsó fejezet az IgNobel-díjjal foglalkozik.

Ebből megtudhatjuk, hogy a díjátadó egyik fontos mozzanataként, a díjazottak 60 másodperces előadásának leteltével egy nyolcéves kislány azt kezdi el ismételtetni: „Please stop. I’m bored.” („Kérem, fejezze be! Unatkozom.”) Én csak azt kérem Lente Gábortól, hogy neki eszébe se jusson befejezni, ne hogy unatkozni kezdjünk!

PAP JÓZSEF SÁNDOR



(2017. július 20.)

RITKASÁG LEHET AZ AKTÍV TEKTONIKA

Földünk aktív tektonikai folyamatai tartják körforgásban a kőzetlemezeket, ennek köszönhetően alakulnak ki az óceánok, a kontinensek, majd süllyednek a mélybe a rajtuk felhalmozott kőzetekkel, vulkánok táplálják a

felszínt és a légkört. Mindez pedig a hőmérsékleti viszonyok kiegyenlítésén keresztül feltétlenül alapvető az élet fenntartásához is.

Készült egy kutatás arról, hogy a galaxisunkban az exobolygók közt mennyi lehet alkalmas hasonló tektonikai folyamatok fenntartására. A kutatás anyaga jelenleg szakmai bírálat alatt van. A kutatás *Cayman T. Unterborn* (Arizona Állami Egyetem) csillagász-geológus, bolygókutató vezetésével született, s arra a kérdésre koncentrált, hogy a bolygók kémiai összetétele alapján milyen feltételek adóttak a tektonikai folyamatokhoz.

A kutatási eredmény szerint valószínűleg az exobolygók mintegy egyharmada tud aktív tektonikával az élethez szükséges feltételeket teremteni, azonban még bizonytalan ez

az arány, hiszen azzal sem vagyunk tisztában, hogy itt a Földön mi indította be e folyamatokat. Azonban, ha ki is alakul valamiféle tektonikai mozgás egy bolygón, annak a hosszú távú fenntartásával már gondok vannak. A Naprendszerben egyedül a Föld esetében vannak jelen a ciklikus kéregmozgások, illetve elképzelhető, hogy még a Merkúron is, ahol nemrégiben találtak fiatal törésvonalakra utaló lépcsőzetes felszíni mintázatokat. A többi bolygó esetében, ha a múltban volt vulkanizmus, mára már rég leállt a működésük. Például ha a Marson aktív vulkáni tevékenység volna ma is, akkor ez pótolhatná a légkörből eltűnt szén-dioxid mennyiségét s ezzel kedvezőbb hőmérsékletet teremthetne a vörös bolygón. Ahhoz, hogy hosszú távon aktív vulkánok le-

hessenek egy bolygón, a tektonikai mozgások alapvető fontosságuk (kivételet képezhet az árapályfűtés segítségével fenntartott eset, pl. a Jupiter Io nevű holdján).

Egy 2007-es kutatás szerint a Földnél nagyobb méretű és tömegű kőzetbolygók („szuperföldek”) esetében azok nagyságából adódóan a belső hő tovább képes fűteni a bolygót s így ezeken a kőzetmozgások is fennmaradnak. Azonban ez a kutatás egyedül a bolygóméretet vette számításba, a mostani során viszont a bolygók kémiai összetételét is. Ez utóbbi vizsgálatára természetesen csak közvetett úton van lehetőség, habár az exobolygók légkörét már lehet közvetlenebbül is elemezni, a kőzetben jelen lévő elemek arányát alapvetően csak az anyacsillag tulajdonságaiból lehet kikövetkeztetni. Mintegy 1500 csillagot vizsgáltak meg e szempont alapján, köztük 123, a Kepler űrtávcső észlelései alapján exobolygónak is otthont adót. A csillagok tulajdonságaiból a kialakulásukkor volt porkorong összetételére, méretére következtettek, ezekből pedig a lehetséges kőzetbolygót alkotó elemek arányára. Ezt követően számítógépes modellezéssel vizsgálták, hogy az adott összetétel, a bolygóméret, a hőmérséklet, a bolygó belsejében uralkodó nyomásviszonyok miként hatnak a kőzetmozgásokra, vagyis arra, hogy a kéreg elég sűrű lehet-e ahhoz, hogy lesüllyedjen a bolygó köpenyébe. Ha ez megtörténhet, akkor a légköri széndioxid-szint szabályozásán keresztül alkalmas lehet az élethez szükséges hőmérsékleti viszonyok kialakítására is a folyamat. Amennyiben nem tud lesüllyedni a kéreglemez, akkor nem vonja ki a légköri széndioxid-felesleget, vagy éppen a vulkanizmus hiányában nem járul hozzá elegendő széndioxiddal annak összetételéhez, így könnyen megszaladhat a bolygó felszíni hőmérséklete akár a jeges, akár a túl forró irányba.

A kutatás legfontosabb következtetése az, hogy egy exobolygó esetében az élet lehetőségéhez távolról sem elegendő feltétel, hogy a bolygó a csillag körüli lakhatósági zónában legyen: a geológiai folyamatainak szintén megfelelően kell működniük, s fenntartaniuk a csillag körüli elhelyezkedés okán lehetséges, folyékony víz jelenlétéhez szükséges hőmérsékletet.

Természetesen a felvetések, amik alapján a kőzetbolygókról kiderülhet, hogy lehet-e aktív tektonika rajtuk, egészen addig feltételezések maradnak, míg a saját bolygónk esetében nem sikerül megállapítani, hogy mitől is indult be a kőzetlemezek mozgása. Önmagában a megfelelő geokémiai összetétel még kevés, kell az a ma még ismeretlen esemény is, aminek hatására a sűrűbb kéregdarabok elkezdnek a könnyebbek alá süllyedni. A kutatásvezető Unterborn véleménye szerint viszont jó kiindulási alapként szolgálhat az ilyen változtatás az exobolygók esetében az élet utáni kutatás terén, leszűkítve a lehetséges bolygók

számát. A kutatók szeretnék konkrét laboratóriumi kísérletekkel is támogatni az elméleti számításokat, különféle összetételű kőzetanyagokat nagy nyomás és hőmérséklet alatt vizsgálnának, hátha sikerül azt is kideríteni, hogy milyen hatások alatt repedhet meg egy kéregdarab s kezdődhetnek el a tektonikai folyamatok.



(2017. szeptember 13.)

AZ ÁLLATOKHOZ TARTOZOTT A REJTÉLYES DICKINSONIA

A késő-proterozoikumban változatos és bizzar soksejtű élővilág fejlődött ki, melyeknek a maradványai elég ritkák. Így a rendelkezésre álló szűkös bizonyítékok alapján nehéz őket az élővilág törzsfáján elhelyezni. Az Ediacara fossziliákat alkotó szervezetek anynyira eltértek a mai élővilágtól, mintha egy idegen bolygóról származnának. Való igaz, az ediacarai időszakban (635–542 millió évvel ezelőtt) még a maitól nagyon eltérő volt a bolygónk. Egy kutatócsoport az egyik ikonikus ediacarai élőlény, a Dickinsonia vizsgálata során bebizonyította, hogy ez a korong alakú maradvány már egyértelműen az állatok közé tartozott (Metazoa, valószínűleg Placozoa). Ez az első eset, hogy az Ediacara fajok egyik tagját pozitív bizonyítékok alapján tudják az állatokhoz sorolni.

A több mint 550 millió évvel ezelőtt élt Dickinsonia kerek, vagy ovális alakú, szelvényszerűen megosztott testű élőlény volt, de az elülső és hátsó rész elkülönítése máig erősen vitatott. Habár némelyik példány átmérője elérheti az 1 métert, eddig nem találtak gyomort, vagy egyéb belső szervek nyomait. Korábban számos különböző csoporthoz sorolták őket (korai medúza, szelvényezett fereg, gomba, korai zuzmó). Több száz példány alapján ismert az összes növekedési szakaszuk. Leghíresebb lelőhelyük a dél-ausztráliai Ediacara-hegy, ahol *Reginald Spriggs* geológus fedezte fel a furcsa fossziliákat 1946-ban. Ez volt a többsejtű élővilág legelső nyoma a kambrium előtti időkből, és az első leírt fosszília éppen a Dickinsonia volt. Ez a változatos és kivételes megtartású együttes fontos pillanattal bolygónk geológiai örökségéből, de értelmezésük és a későbbi ősmaradványokkal való összekötésük számos vitát gerjesztett. A főleg lágytestű szervezetekből álló Ediacara maradványok 580–540 millió évvel ezelőtt éltek a világ óceánjaiban. Rejtélyes társaságot alkottak, hiszen annak ellenére, hogy

mintegy 200 különböző fajt különítettek eddig el, szinte egyikük sem hasonlít sem a ma élő, sem a többi fosszilis élőlényhez. Emiatt a legnagyobb őslénytani rejtélyek közé tartozik, hogy mik voltak ezek, és hogyan kapcsolódtak a modern szervezetekhez.

Egy most megjelent tanulmányban a bristol, a cambridgei és az oxfordi egyetemek kutatói bizonyították, hogy a Dickinsonia az állatokhoz tartozott, és a Metazoa-kkal, azon belül is az Eumetazoa-kkal volt rokonságban. A Metazoa-k nagyon korai csoportot jeleznek az állatok birodalmán belül és a szivacsok (Porifera) testvércsoportjának tartják őket. A kutatócsoport számos, különböző növekedési fázisban lévő Dickinsonia-példányt megvizsgált. Kvantitatív módszerekkel feltérképezték a kifejlődésüket és a növekedésüket. A fiatal és a felnőtt egyedek elkülönítése után, a növekedési mintázat jelezte az állatok rokonságát. A vizsgálat azon alapult, hogy a növekedés és a kifejlődés megőrződik és követhető a növekedési vonalak mentén. A Dickinsonia összetett egységekből épül fel, melyek végigkövethetők a teljes testhossz mentén. A kutatók számos példánynál megszámozták ezeket az egységeket, megmérték a hosszukat és ábrázolták az adatokat az egység relatív kora függvényében (feltételezve, hogy a növekedés a szervezet egyik végétől indult). Az adatok egy sor görbét adtak, melyeken nyomon követhető, hogyan változott a szervezet mérete és az egységek száma a kor növekedésével. Ez lehetővé tette a kutatók számára egy számítógépes program készítését, amivel modellezhető a Dickinsonia növekedése és tesztelhetők a korábbi növekedési hipotézisek.

A kutatók azt találták, hogy a Dickinsonia növekedése során a központi tengely mentén adódtak új egységek az előzőekhez, a korábbiaknak pedig folyamatosan növekedett a mérete. Azt is felismerték, hogy van egy pont a Dickinsonia életciklusában, ahol az egységek hozzáadódása és növekedésének sebessége megváltozik, valószínűleg ott érte el a felnőttkort. A korábbi tanulmányok a maradványoknak attól végétől indították a növekedést, ahol az egységek a legkisebbek, vagyis feltehetően a legfiatalabbak. Most kiderült, hogy eddig a rossz végéről kezdték el „növeszteni” a Dickinsoniát. A komputermodellel elemezték a mozgását is a tengerfenéken, és a kutatók reményei szerint a módszert más Ediacara fajokra is tudják majd alkalmazni.

Az új eredmények alapján az állatok biztosan jelen voltak az ediacarai korszakban, és az állatvilág több millió évvel a kambrium robbanás előtt kifejlődött. A Dickinsonia kiváló lehetőségeket kínál a bilaterális szimmetria, a szegmentáció és a test tengelyeinek vizsgálatára, és segít megérteni, hogyan váltak a legkorábbi állatok a legegyszerűbb formákból rendkívül változatos felépítésű fajokká.