

Az élet utat tör magának... vagy?

Számtalan remek, az élethez köthető idézetet találhatunk a nagy, kasszasikereknek számító filmekben, lásd a címadó mondatot, amiről szerintem minden egyes, valaha dinoszauruszokért rajongó, gyerekként ropantul hisztiző (de én miért nem mehetek a moziba veletek, hiszen ez egy dinós film!) olvasó tudja, hogy a Jurassic Parkból származik. Hasonlóan emlékezetes a következő is: „A világegyetem nagyobb, mint bármi, amit bárki valaha elképzelt. Ilyen kevés emberre... vétek elpazarolni”.

Ez már nem dinoszauruszos, de ugyanúgy majd' mindenki számára meghatározó, aki valaha is elmélkedett arról, hogy na és mi van a Földön túl. Az 1997-es Kapcsolat című film után emberek millióinak fantáziáját mozgatta meg ismét a földönkívüli élet lehetősége. Gyerekek ezrei kezdtek el arról ábrándozni, hogy házilag barkácsolt rádiójukkal olyan jelet fognak, ami aztán majd megváltoztatja az egész addigi, életről és értelemről alkotott elképzeléseinket, valamint megfogadták, hogy ők bizony asztro-nauták és csillagászok lesznek. A gyerekek felnőttek, sokan közülük azóta a lehetséges értelmes civilizációk felfedezésén dolgoznak szerte a világon, egyelőre inkább kevesebb, semmint több sikerrel.

A legnagyobb, ilyen jellegű kutatásokkal foglalkozó intézet a mindenki által jól ismert SETI Institute (Search for Extraterrestrial Intelligence), ahol az ATA (Allen Telescope Array) rádióteleszkóp segítségével kutatnak idegen civilizációk nyomai után. Az ATA az eredeti tervek alapján az 500 és 10 000 MHz-es tartomány lefedésére volt hivatott, azonban a jelenlegi átépítések után már az 1000–15 000 MHz-es tartományban fogja folytatni a kutatást. Nem elhanyagolható tény az sem, hogy a korábbi bérelt idővel szemben, melyek más teleszkópok használati idejére vonatkoztak, az Allen Telescope Array teljes egészében, a hét minden napján

a földön kívüli élet kutatására fordítható, és képes egyszerre az égbolt több szegmensének a vizsgálatára is. Bár jó néhány rádióteleszkóp működik szerte a világon, az ATA az egyetlen, amit teljes egészében ilyen jellegű kutatásokra használnak. Természetesen ez felveti a kérdést, hogy ez elég-e, nem kellene-e több energiát fektetni ebbe a területbe?

Szerencsére nem az égbolt felé irányított teleszkópok használata az egyetlen lehetséges módszer arra, hogy a földön kívüli élet lehetséges körülményeit kutassuk. Az elmúlt években számtalan olyan, erősen szélsőséges körülmények között is virágzó ökoszisztémákra bukkantak a biológusok, amelyek tanulmányozása közelebb vihet minket egy lehetséges, a miénktől alapvetően különböző élet kialakulásához.

Az asztrobiológia (korábban exobiológia), egy viszonylag új tudományág, keletkezését úgy 1960 körülre datálhatjuk. Joshua Lederberg volt az első, aki felvetette, hogy az űrutazáson túl a földön kívüli élet kutatására is áldozni kéne, hiszen „az exobiológia nem fantasztikusabb, mint maga az űrutazás megvalósítása, és komoly felelősségünk van, hogy a legjobb tudományos meglátásaink és ismereteink szerint feltárjuk annak jelentőségét a tudomány és az emberi jólét érdekében”. Ugyanakkor a közvetlen kutatások (pl. 1976-ban a Viking-szondák, 2012-ben a Curiosity, illetve 2021-ben a Perseverance) olyan anyagi erőforrásokat igényelnek, amelyek megnehezítik a folyamatos, eredménnyel szolgáló programok életben tartását. Szerencsére itt a Földön is olyan nem várt helyeken botlunk virágzó életközösségekbe, amelyek tanulmányozása közelebb vihet az extrémítások megértéséhez.

1977-ben egy csapatnyi geológus és kémikus mélytengeri hóforrásokat keresett a Galápagos-szigeteknél. Amit találtak, a leg-

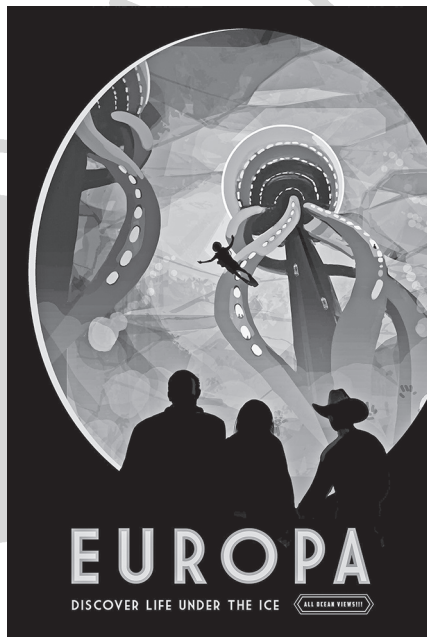
meteor

vadabb képzeletüket is felülmúlta: a hóforrások közvetlen környezetében gazdag és virágzó ökoszisztémára letek. Mélyen a felszín alatt, erősen toxikus környezetben hatalmas, méteres tapogató-szakállas férgek, 30 cm-es kagylók, kagylótelepek, rákok, halak és egyéb, nem várt élőlények éltek és szaporodtak. És hogy miért is ilyen meglepő ez? Egyfelől, mert már maga a mélység is kihívásokkal teli, tekintve a természetes fény hiányát, az oxigéntartalom csökkenését, az extrém nyomást. És ha mindez még nem lenne elég, a mélytengeri kürtők mentén számolni kell az extrém hőmérséklettel (120 °C – a kürtőkön belül 350 °C is lehet) és a mérgező gázokkal (kénhidrogén, H₂S). A tápláléklánc alapját a kémiai szintézisre alkalmas ósbaktériumok alkotják, amik a kénhidrogén energiáját szervetlen anyaggá alakítják, ami táplálékforrásként szolgál az itt található fajok számára. Néhány ezek közül az állatok közül extrémofil, ami annyit tesz, hogy „szélsőséget kedvelő”, azaz képes életben maradni a 120 °C-os vízben is – ráadásul ez a rekord is megdőlni látszik.

Földünkön nem csak az extrém hőségben megbúvó életre találhatunk példát, hanem az extrém elszigeteltre is. Nem is olyan régen, egészen pontosan 2021 februárjában publikáltak egy kutatási eredményt, amely az Antarktisz jegébe fúrt lyukak mélyén tett felfedezésről szól. A kutatás célja 260 km-re a nyílt víztől, 900 méternyi jeget átfúrva, a jég alatt található tengerfenékről történő mintavétel volt. A jeget keresztülfúrták, az eszközöket összerakták, a modern kor vívmányaival élve a kábelre egy GoPro-t erősítettek, és megkezdődött az ereszkedés. Nagyjából 45 másodperccel később el is érték a célt, ám a sima tengerfenék helyett egy szikla mellé érkeztek meg. És itt írta felül a véletlen a kutatási célt, mivel ezen a sziklán nem várt életformákat találtak: szivacsokat, gerinctelen állatokat. Ez azonnal számtalan kérdést vetett fel. Hogyan jutottak ide? Mivel táplálkoznak? – hiszen ami normális esetben ezeknek az állatoknak táplálékul szolgál, itt már nem található meg. Hogyan élnek túl az extrém hideget?

Hogyan védekeznek a ragadozók és a fertőzések ellen?

A tény, hogy ilyen szélsőségek között is található élet bolygónkon, jó alapot ad annak tanulmányozására, hogy milyen extrém Földön kívüli körülmények lehetnek alkalmasak az élet kialakulására. Ez pedig azért is releváns, mert a Naprendszeren belül is vannak lehetséges jelöltek, amiket érdemes vagy érdemes lehet a jövőben ilyen szempontból vizsgálni.



Fedezzük fel az Europa jég alatti világát!
A NASA űrturisztikai posztere (NASA/JPL)

Az első jelölt nyilvánvalóan a Mars, ahol a Perseverance ebben a pillanatban is dolgozik, és mintákat gyűjt, amiket később összegyűjtenek és itt a Földön elemeznek. A Marson is megtalálhatóak a földihez hasonló sarki jégsapkák, és az eddigi kutatások alapján biztosan lehet állítani, hogy a Marson egykor volt folyékony halmazállapotú víz. A kérdés az, hogy vajon a felszín alatt van-e még, illetve van-e bármilyen, életre utaló nyom a kőzetekben.

Kicsit irányt váltva, bár még mindig a Föld közelében maradva, a Vénusz klímája, a maga 465–500 °C-os felszíni hőmérsékletével nem tűnik túl kedvezőnek. De lehetséges, hogy nem is feltétlenül a felszínen kell keresni az életre utaló jeleket. 2020-as kutatások arra utalnak, hogy a légkörben foszfin (PH₃) nyomait találták, ami a földi élet esetében az anaerob szervezetekkel hozható összefüggésbe. Az anaerob szervezetek olyan mikroorganizmusok, amelyeknek nincs szükségük oxigéntartalmú környezetre anyagcseréjük és szaporodásuk során. (A foszfin jelenléte erősen vitatott, mindenképp további mérések szükségesek. – a szerk.)

Távolodva Naprendszerünkben, a kisbolygóövön belül található a Ceres törpebolygó. 2020-as kutatások alapján a Ceres esélyes lehet élet kialakulására, mivel a felszíne és belső szerkezete folyékony víz, kőzetek és lehetséges szerves vegyületek közötti lehetséges reakciókról tanúskodik.

A Jupiter legkisebb holdja, az Europa sem elhanyagolható asztrobiológiai szempontból. A fagyott jégfelszín alatt (külső hőmérséklet –165 °C, jégvastagság: 10–15 kilométer) folyékony, sós vízü óceán feltételezhető, melyben akár mikroorganizmusok is előfordulhatnak. Az Europa felszínén lineák találhatóak, melyek hasonlítanak a földi jég repedéseire, melyek kriovulkanizmus következtében is létrejöhetnek. (A kriovulkanizmus nem olvadt kőzet, hanem víz és más illékony anyagok kilövellését jelenti.)

Az Enceladus a másik olyan hold Naprendszerünkben, aminek a felszínén szintén vízpárát mutattak ki. A felszínről kilövellő gázfelhő kriovulkanizmusra utal, amit a Cassini–Hygens űrszonda erősített meg 2005-ben. Az eredmények elemzése után az is feltételezhető, hogy ez a gázfelhő felszín alatti gázkamrából tör elő. Mivel kimutatták, hogy a holdon megtalálhatóak a szerves anyagok, a folyékony víz és a megfelelő energiaforrás, könnyen elképzelhető az élet jelenléte vagy annak lehetősége. Nagy könnyebbség az Európával szemben, hogy mintavételhez itt nem kell kilométer vastag-

ságú jeget áttörni, elég lenne a gázfelhőből mintát venni.

Végül, de nem utolsó sorban még a Titánról is érdemes szót ejteni, amely a Szaturnusz legnagyobb holdja és az egyetlen, atmoszférával rendelkező kísérő a Naprendszerünkben. Légkörében megtalálhatóak a szénhidrogének, nitrogén, metán és feltételezhető, hogy belsejében fagyott állapotban megmaradtak azok a kémiai anyagok, amelyek az élet kialakulásához elengedhetetlenek.

Mindezekből jól látható, hogy a csillagászat – akár az egyéb tudományterületek –, nem választható el teljesen a többi tudományágtól, és érdemes különböző megközelítéseket alkalmazni az újabb kutatások során.

Ki tudja, ha egyszer sikerrel járunk, és földön kívüli élet nyomaira bukkanunk, még jól jöhet a fentebb említett idézetek megfelelő kontextusban történő újrahasznosítása – egy nyelvész által.

Gedai Krisztina

*A Csillagászati és Földtudományi
Kutatóközpont által meghirdetett cikkirói
pályázaton második helyezést elnyert
pályamunka*

Felhasznált irodalom

1. A Kapcsolat c. film
2. SETI <https://www.seti.org/ata>
3. History of astrobiology: <https://astrobiology.nasa.gov/about/history-of-astrobiology/>
4. History of astrobiology: <https://astrobiology.nasa.gov/about/history-of-astrobiology/>
5. Marine Biology - Peter Castro, Ph.D, Michael E. Huber Ph.D - McGraw-Hill, 2019
6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.642040/full>
7. Das KosmosBuch der Astronomie - Govert Schilling, Franckh-Kosmos, 2003
8. <https://www.csillagaszat.hu/hirek/fogy-a-foszfin-a-venusz-korul/>