

Braun Tibor

# A földi életformáktól eltérő (idegen) életformák rövid bemutatása

**A**z olyan folyamatok természetének meghatározása, amelyek a földi élet jelenségét alkotják, egyike a tudomány megoldatlan kérdéseinek. Évtizedek óta keresik a megoldást az új elképzelések felvetésére, ugyanakkor számos megoldatlan kérdés vár még tisztázásra. Annyit azonban már feltételeznek, hogy élet 4,2 GA (gigaév) és 3,5 GA között jelentkezett Földön.

## Bevezetés

A földi életformától eltérő életformák után kutatók sokáig egyszerű stratégiát követtek: keresték a vizet. A víz a földi élet alapvető szüksége. Több ezer új bolygót fedeztek fel az űrben, s a legnagyobb érdeklődést és lelkesedést azok okozták, amelyeken valószínűsíthették a folyékony víz létezését a felszínen. A következő lépésként biomarkereket kerestek, amelyek jelenléte valószínűsíthette biológiai folyamatok ottlétét. Ez lehetett például oxigén vagy metán a bolygó légkörében. A Földön ilyen molekulák csak úgy léteznek, hogy az élőlények folyamatosan regenerálják azokat.

E megközelítések nyilvánvalóan arra szorítkoznak, hogy az élet Földön ismert formáját fedezzék fel. A tudományos kutatás nem tudja, hogy az élet más formái feltétlenül ugyanazokat a földi jellemzőket mutatják-e, és ugyanaz-e a metabolizmusuk vagy alakjuk, ugyanazok-e a genetikai molekuláik, vagy azonos molekuláik vannak. A földi élet úgy jött létre, hogy bolygónk jellegzetes kémiája bizonyos időkből szelektív hatásokat mutatott, amelyek, úgy tudjuk, nem voltak jelen más világokban. Esetleg elgondolhatók egzotikus életformák, mások, mint amilyenek a Földön működők.

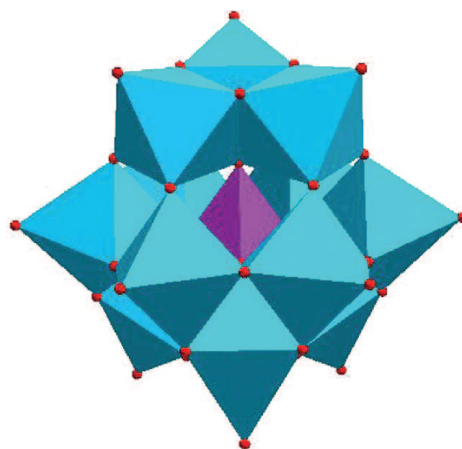
## Stratégia

A kutatáshoz többféle stratégiára volt szükség. Az egyikben olyan másféle kémiát feltételeztek, amelynek felhasználásával új biomarkerek széles köre kerülhetett elő. A Földön az élet legfontosabb molekuláinak csaknem mindegyike szénatomot tartalmaz. Ez különösen sokoldalú elem, mivel kémiai kötéseket képezhet négy más atommal, beleértve másik szenet is, hogy komplex molekuláris szerkezetet hozzon létre. A szén a negyedik legbősebb elem az univerzumban, és a molekulák, amelyeket képez, hosszú ideig túlélnek azokat a hőmérséklet- és nyomásváltozatokat, amik a Föld felületén fennállnak.

Valamilyen egzotikus életforma esetleg alapulhat szilíciumra is a szén helyett. A szilícium közvetlenül a szén alatt helyezkedik el az elemek periódusos rendszerében, és így ez is négy más atommal kötődhet.

A szilícium a második leggyakoribb elem a Föld kérgében, egyidejűleg az univerzum hetedik leggyakoribbja, ami azt jelenti, hogy bőven rendelkezésre áll a potenciális szilíciumalapú életformák kialakításához. Idegen élet esetleg gyökerezhet valami

még egzotikusabban. Laboratóriumban polioxometalátként ismert fém-oxidok jelentékeny életszerű tulajdonságokat mutatnak, például azt, hogy membránokat képezhetnek. Ezeket „*szerveetlen kémiai sejtek*”-nek nevezik: képesek bizonyos kémiai segítséggel DNS-re emlékeztető komplex szerkezeteket képezni. Bármilyenek a képző elemei, az élethez oldószer szükséges, amiben működik.



Jellegzetes polioxometalát-szerkezet modellje

## Oldószer

A földi élethez az oldószer a víz. A víz jó oldószer, mivel a molekulája poláris. Ez a polaritás okozza a vízmolekulák kötődését hasonló poláris molekulákhoz, ezáltal alkalmassá téve őket más molekulák feloldására, és ezek az oldatban egymással kölcsönhatásba kerülhetnek. Ez teszi lehetővé, hogy a víz fenntartsa az élet milliárdnyi funkcióját. Semmilyen más ismert vegyület a Földön nem rendelkezik ezzel a tulajdonsággal.

A világűr valamelyik bolygóján a víz által fenntartott feladatokat az ammónia is képes ellátni. Ez utóbbi – hasonlóan a vízhez – poláris, és ezáltal alkalmas oldószer lehet. Nem annyira jó, mint a víz, de folyadék marad (földi légköri nyomásoknál legalábbis)  $-78\text{ °C}$  és  $33\text{ °C}$  között, és olyan helyeken is folyékony, mint az Európa, a Jupiter egyik holdja, a Titán és Enkeládusz, amelyek a Szaturnusz holdjai, ahol a víz megfagyana. Különösképpen a Titánról feltételezik, hogy nagy, ammóniadús föld alatti tavakat hordoz, amik egzotikus kémiai élet bölcsőjeként működhetnek. De más egzotikus lehetőségek is létezhetnek.

A kutatók nagy érdeklődéssel tételeztek fel folyékony metántavakat a Titán felületén (amelynek átlagos hőmérséklete  $-179\text{ °C}$ ). A metán a Titán felületén nagyon hasonló formában létezik és működik, mint a víz a Földön, folyadék, gáz és szilárd formában.

A metán nem tökéletes oldószer az élethez. Nem poláris, és ezáltal nem olyan sokoldalú, mint a víz, de  $-182\text{ °C}$  és  $-161\text{ °C}$  kö-



zött folyékony marad (megint földi légköri nyomásokon). Mivel a kémiai reakciók gyorsabban folynak magasabb hőmérsékleteken, a Titán felületén meglehetősen lassúak lehetnek. De a kutatók hipotézise szerint a Földön különböző anyagokból képzett élettől eltérően ott kisebb szénhidrogének és nitrogén például előfordulhatnak.

A víz legreménykeltőbb általános alkalmazási változata a formamid, egy szénből, hidrogénből, oxigénből és nitrogénből (mindezek köznapiak az univerzumban) álló szintelen szerves folyadék, ami fel tudja oldani ugyanazokat a vegyületeket, mint a víz, beleértve a fehérjéket és a DNS-t. Szintén folyadékként maradhat egészen 210 °C-ig, lehetővé téve számos kémiai reakciót olyan bolygókon, amelyek a Földnél sokkal extrémebb felületi hőmérsékletűek. A formamid szintén izgalmas változata a víznek, amiről egyes asztrobiológusok úgy vélik, hogy fő oldószere lehetett a földi élet legelső formáinak. Ezt a vegyületet megtalálták a Naprendszer szélén lévő felhőkben és nagyobb távolságra lévő nebulákban is.

## Sejtek

A földi élet egységeit, a sejteket lipidmembránok borítják. Az ilyen membránok nem lennének stabilak egy olyan közegben, mint a folyékony metán, de egzotikus életformák a Titánon ehelyett *azotozom* nevű szerkezetekből építhetnek membránokat. Ezek pillanatnyilag hipotetikus molekulák, nitrogéndús szerves vegyületekből képződve. Feltételezik, hogy képesek lennének működni a Titánon uralkodó ultraalacsony hőmérsékleteken. Esetleg teljesen membrán nélküli élet is lehetséges. Életszerű kémiai reakciókat olyan ásványok felületén is kimutattak, mint a pirit. Ezek gyakran tartalmazzák pórusok és üregek hálózatát, amelyek különböző szerepeket tölthetnek be lipidalapú sejtekben. Esetleg biológiai reakciók lehetnek a bolygóközi légkörben lebegő folyadékcseppekben is.

Végül az életnek információt kell tárolnia saját magáról és azt át kell adnia utódainak. A földi szerkezetek ezt nukleinsavakkal végzik. Laboratóriumi kísérletek és meteoritokból vett minták ki-

mutatták, hogy sokkal több nukleotid és aminosav létezik, mint amennyit korábban feltételeztek. Ezek nem épülnek be a földi anyagokból képzett életformákba. A kutatók igyekeznek olyan vegyületeket találni, amik különböző biokémiai rendszerekben fellelhetők.

A kutatások egyik eszköze a tömegspektrométer. Ez a berendezés ionizálja a mintákat és az ionokat tömegük alapján azonosítja. A tömegspektrométerek évtizedeken keresztül, többek között, az űr kutatásának szemei és fülei voltak. A berendezések különböző nemzedékei az űrben repülve lehetővé tették, hogy a kutatók mindenfelé jellemezhessenek vegyületeket, például a Mars felületén, a Vénusz és Titán légkörétől egészen az Enkeládusz által lövellt vizig. A tömegspektrométerek következő nemzedéke kisebb méretű lesz, de nagyobb erejű. Hordozásukra a világűrben különböző űrjárművek fedélzetén kerül majd sor. Amennyiben egzotikus élet létezik, akkor az olyan kémian alapul, amely jelentősen különbözik attól, amit jelenleg az asztrobiológusok el tudnak képzelni. Hogy odáig jussanak, ahhoz gondolni kell olyan biomarkerekre, amelyek az élettel társult viselkedések jellemzői.

Az életnek nincs általános definíciója, de az asztrobiológusok gyakran használják a NASA-nak tulajdonított működési definíciót: „darwini fejlődésre képes öfenntartó kémiai rendszer”. Az élőlények „megismétlik” magukat (*self reproducing*), és nagyszámú jellemző bonyolult molekulát (például fehérjéket és DNS-t) hoznak létre. Ezek energiát vonnak ki és fogyasztanak környezetükből ahhoz, hogy táplálják a metabolizmusukat. A biomarkerek lehetővé tehetik ezeknek a folyamatoknak a feltérképezését.

Az asztrobiológusok szerint jó lenne tanulni azokból a hibákból, amelyeket a kutatók a földi tengeri élet kutatásában követtek el a 19. században. Egy expedícióban például a Man szigetéről származó természettudós, Edward Forbes, az Égei-tengerben kutatott. Megjegyezte, hogy minél távolabb élnek a növények és az állatok a vízfelülettől, annál kevésbé növekednek. 1843-ban hiányos adataiból extrapolálta azoikus hipotézisét, amely szerint 550 méter alatt egyáltalán nem létezhet élet. Több évtizedre volt szükség tévedésének bizonyításához.



Ménes András

# Háromszáz éve hunyt el Antonie van Leeuwenhoek

Leeuwenhoekot hagyományosan a tudomány egyik nagy technikai megújítójának tartják. Ámbár nem ő volt a mikroszkóp feltalálója, ő használta először hatásos megfigyelésekre és leírásokra. Csekély iskolázottsága képest – ahhoz, hogy a Royal Societyval, az Angol Királyi Társasággal tartassa a kapcsolatot, le kellett fordítani köznapi hollandsággal írt leveleit – teljesítménye páratlan és változatos. Általában őt tartják a mikrobiológia megalapítójának, de egyéb tudományok, például az embrioló-

gia, a krisztallográfia és a vegyészet fejlődéséhez is hozzájárult, némelyik megfigyelése olyan pontos, hogy három évszázad múlva is értelmezni lehet. „Ha az érdeklődés változatosságát és mélységét vesszük, nehéz Leeuwenhoeknak versenytársat találni” – írja Brian J. Ford. Látványos eredményeket ért el egy egyszerű mikroszkóppal, a természet bonyolultsága az ő szemén át új dimenziókat nyert.

Antonie van Leeuwenhoek 1632. október 24-én született Németalföldön, Delft

városában, Philips Antonyszoon van Leeuwenhoek és felesége, Margaretha Bel van den Berch gyermekeként. Apja kosárfonó volt, aki meghalt, amikor fia még csak hat éves volt. Ezt követően anyja feleségül ment egy Jacob Molijn nevű festőhöz. Az elemi oktatás befejeztével Leeuwenhoek tizenhat éves korában inas lett egy posztókereskedőnél, a tanoncévek után maga is üzlettel foglalkozott szülővárosában. Kereskedelmi tevékenysége mellett volt még egy állása: már húszas éveiben a delfti bírák kamarása