

# Négymilliárd év után újra megszülethet az élet a Földön

Szathmáry Eörs evolúcióbiológus, az MTA rendes tagja három külföldi kutatótársával azt vállalta az Európai Kutatási Tanács legrangosabb pályázatának elnyerésével, hogy kémiai molekulákból kiindulva hat év alatt életet teremtenek a laboratóriumban. Ez a MiniLife projekt, amelynek sikere esetén egy tápoldattal teli tartályban mikroszkopikus golyócskák úszkálnak, növekednek és osztódnak majd.

Ahhoz, hogy egyáltalán fogalmat kapjunk arról, mire is készül ez a négy kiváló kutató, először tisztáznunk kellene, mi is az élet. Ez a kérdés manapság annál is aktuálisabb, hogy egyre jobb (űr)eszközök állnak rendelkezésünkre a földön kívüli élet kutatására – legyen szó a Marsról, a Jupiter holdjairól vagy a távoli naprendszerek immár ezrével felfedezett bolygóiról. Teljesen természetes elvárás, hogy ha az élet nyomait kutatjuk, legyen róla fogalmunk, hogy mégis mire számítunk.

Az élet mibenlétének nagy kérdései helyett azonban egy ilyesfajta kutatáshoz elegendő azzal a kicsit gyakorlatiasabb kérdéssel foglalkozni, hogy mik lehetnek azok a legegyszerűbb rendszerek (minimálrendszerek), amelyek élőknek tekinthetők. Erre a kérdésre elsőként egy magyar kémikus, Gánti Tibor adott máig is érvényes választ az 1970-es évek elején, amikor publikálta chemotonnak nevezett elméletét. Ebben amellett érvel, hogy három komponensre mindenképpen szüksége van egy ilyen rendszernek. Nevezetesen:

- egy anyagcserét végző részrendszerre;
- egy öröklődő, programvezérlést biztosító részre; valamint
- egy határoló részrendszerre, amely megakadályozza, hogy szétússzanak az összetevők.

Nem is kell olyan nagyon mélyen elgondolkodnunk, hogy belássuk, a sejtek is pontosan így működnek – jelentős részük az anyagcserével foglalkozik, a DNS-ben kódolva van a sejt működésének programja, és sejthártya határolja, amely úgy választja el a környezetétől, hogy azzal állandó kapcsolatban marad. Gánti Tibor azt persze sosem állította, hogy kizárható olyan életforma létezése, amelyben nincsenek jelen ezek a komponensek. Mindössze annyit mondott, hogy ez a szerveződés jellemző az általunk ismert földi életre, és ha találunk valamit, ami megfelel ezeknek, akkor azt biztosan élőknek tekintjük majd.

## A földi élet kezdetei

Az evolúciókutatás minden bizonnyal legalapvetőbb kérdése, hogy hogyan keletkezhetett az élet a Földön, ennek megfelelően a kutatók az elmúlt évtizedekben rengeteg elméletet találtak ki erre az őslévestől a prebiotikus pizzán át az RNS-világig. ([Szathmáry Eörs nagyszerű összefoglaló cikke](#) segít eligazodni ezek között, ráadásul Gánti elméletét is részletesen ismerteti.) Sajnos azonban akárhogy próbálták is rekonstruálni az ősi Földön uralkodó fizikai és kémiai körülményeket, élő rendszer nem született a lombikban, legfeljebb a mai földi élőlényekben jelen lévő kisebb-nagyobb molekulák.

A „nincs élet” és a „jelenleg ismert élet” bonyolultsága között hatalmas szakadék húzódik. A legegyszerűbb élőlények, a baktériumok és az archeák genomja átlagosan nagyjából 5000-féle fehérjét kódol, de még a legkisebb genommal rendelkezők is 100 feletti típusú fehérjét használnak. (Ráadásul ezek a nagyon „spórolós” baktériumok szorosan együtt élnek valamilyen gazdafajjal, azaz rengeteg funkciójukat igazából egy másik élőlénytől kölcsönzik.) Tehát a legegyszerűbb élőlények is olyan összetettek, hogy nem igazán várhatjuk el hozzájuk hasonló bonyolultságú élet spontán megjelenését egy egyszerű vegyületet tartalmazó közegben.

Az élet jó eséllyel nem is ilyen nagy összetettségben jelent meg, csak az történt, hogy ezeknél az első egyszerű élőlényeknél összetettebb életformák hatékonyabbnak bizonyultak, és kiszorították őseiket, amelyek kipusztultak. Ezeknek a kipusztult ősöknek a láthatatlan tetemei töltik ki – szimbolikusan legalábbis – a fent említett szakadékot élettelen és élő között.

## A teremtő gondolat

Szathmáry Eörsék nagy ötlete, hogy első lépésként érdemes lenne kísérletet tenni legalább egy, az élet Gánti Tibor által lefektetett kritériumainak megfelelő rendszer létrehozására. Nem számít, ha ez az új élőlény semmiben nem emlékeztet a mai földi létformákra. Olyasmi ez, mint a kísérleti régészet egy igen szélsőséges formája: a végtelenségig lehet töprengeni rajta, hogyan kerültek a helyükre a Stonehenge kőoszlopai, de egészen más megvilágításba kerül a probléma, ha legalább egy konkrét kísérletet tesznek arra, hogy kézi erővel hogyan és hány ember tud egy ekkora követ legalább néhány métert elmozdítani.

A projektre szövetkezett négy kutató felismerte, hogy elérkezett az idő az efféle kísérletezésre, amihez a legfontosabb eszközt a számítógépek teljesítményének növekedése adta a kezükbe. Az élő szervezetek működésének kulcsfontosságú részei ugyanis bonyolult kémiai rendszerek, melyek egymással összekapcsolódva képesek újratermelni az élő rendszer komponenseit. Ilyen, autokatalitikusnak nevezett rendszereket és különösképpen ilyen rendszerek hálózatát megtervezni papíron és lombikban gyakorlatilag lehetetlen. Még ha valaki képes volna is rá, és a bonyolult, több száz molekulából álló rendszer első ránézésre működőképesnek tűnne is, az egyes reakciók sebessége akkor is nagyrészt ismeretlen maradna. Az pedig már egy hétköznapi gyár esetében is világos, hogy ha az egymást kiszolgáló gépek és futószalagok pontos sebességét egy kicsit is átállítanánk, nyomban összeomlana a rendszer.

„Megjelentek a kémiai hálózatokat a komputerben generálni tudó algoritmusok – mondja Szathmáry. – Képzeld el, hogy vannak építőköveink, vagyis atomok, továbbá a kémia működését tükröző szabályok. A programnak csak annyit kell mondani, hogy lássuk, mi tud ebből keletkezni egy lépésben. Megnézzük a keletkezett vegyületeket, és megkérjük a programot, hogy nézze meg a következő lépésben lezajló reakciókat. És így, mint a hagyma héjai, épülnek egymásra a reakciótermékek halmazai. Eközben pedig folyamatosan figyeljük, megjelenik-e valamilyen autokatalitikus organizáció – ez ugyanis emergens jelenség, vagyis a jelen levő molekulák és reakciók teljes rendszeréből következik, nem igazán lehet előre számítani rá. Ezt hívják *in silico* generatív kémiának – hiszen szilíciumcsipeken, nem pedig lombikban zajlanak a reakciók, és a program az előfeltételek és kémiai szabályok mentén maga állít elő új molekulákat.”

A módszer szépsége és a projekt nagy kihívása, hogy bár a két részt vevő vegyész – Sijbren Otto és Gonen Ashkenasy – eleve talált már ígéretes vegyületcsaládokat, illetve vannak homályos elképzelések arról, hogy a földi élet kezdetén milyen molekulák játszhattak kulcsszerepet, mégis elképzelhető, hogy a szimulált rendszer egészen más irányt vesz, és valami olyan kémiát hoz a képbe, ami a legtapasztaltabb szakembert is jócskán meglepi.

Ha már a kutatótársaknál tartunk, érdemes itt pár szót szólni róluk. Szathmáry Eörsöt az evolúcióbiológia iránt érdeklődőknek – itthon vagy a világon bárhol – nem igazán kell bemutatnunk. Elég annyi, hogy John Maynard Smithszel együtt megírták *Az evolúció nagy lépései* című könyvet, mely azóta is a tudományterület alaplívának számít. Aki bővebben kíváncsi a munkájára, itt, az mta.hu-n is sokat foglalkoztunk vele ([\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#)). Ő a kutatócsoport vezetője – corresponding principal investigator (PI) –, aki az Európai Kutatási Tanács felé képviseli a projektet. Következőként

ismerkedjünk meg a molekuláris biológus Andrew Griffithsszel, akinek tudományos karrierje abban a cambridge-i laboratóriumban gyökerezik, ahol – amint Szathmáry Eörs fogalmaz – „lényegében megszületett a ma ismert molekuláris biológia nagy része”. Az ő egyik nagy hozzájárulása a projekthez az az általa kifejlesztett molekuláris kompartmentalizációs technika, amellyel igen apró, stabil cseppeket tud létrehozni, amelyek ráadásul a megfelelő pillanatban ketté is oszthatók. Végül pedig itt van a két vegyész, Sijbren Otto és Gonen Ashkenasy, akik a virtuális és a valós reakciórendszerek felépítésén dolgoznak. Merthogy az eredmény egyáltalán nem egy számítógépes, elképzelt élőlény lesz, hanem valós, molekulákból és kémiai reakciókból felépülő rendszer.

Szathmáry Eörs fontosnak tartotta kiemelni, hogy azok a reakciórendszerek, amelyeket kiindulási pontként megjelöltek, egyáltalán nem a való világából vannak kiragadva, a bennük szereplő molekulák legfeljebb funkcionálisan, a rendszerben betöltött szerepük szerint lehetnek analógak az élet valódi alkotóelemeivel. A valóságból vett elképzelésekhez legközelebb álló rendszer az RNS és a fehérjék valamiféle hibridjeként felépülő molekulákkal operál – de egyáltalán nem biztos, hogy ez az irány lesz a befutó.

## Evolúció a lombikban

Ha a hatodik év végére a projekt beérik, az eredményt nagyjából úgy képzelhetjük el, hogy egy tápoldattal teli tartályban mikroszkopikus golyócskák úszkálnak, melyek lassacskán növekednek, és – láss csodát! – néha osztódnak is. Ha pedig a rendszer valóban Gánti Tibor elméletének megvalósítása, akkor mindez egy fontos mellékhatással is jár: beindul az evolúció. A mesterséges sejtekben tárolt információ, Gánti második összetevője, az „öröklődő, programvezérlést biztosító rész” átörökítésénél kétféle esetben sok osztódás esetén biztosan bekövetkeznek hibák, és az utódok között okvetlenül működni kezd a szelekció: az az utód növekszik, majd osztódik gyorsabban, amelyik hatékonyabban hasznosítja a tápanyagot, vagy valamilyen más versenyelőnyre tesz szert a társaival szemben.

Ez a jelenség két igen hasznos következménnyel is jár majd. Egyrészt a kutatók így kapnak egy olyan rendszert, melynek működését a legapróbb részletekig ismerik, és ezen vizsgálhatják az evolúció folyamatát. Bár a projekt kifejezetten hangsúlyozza, hogy nem a konkrét földi élet keletkezését vizsgálja, az efféle egyszerű élő rendszerek evolúciójáról szerzett tudás annak rejtélyét is segíthet megfejteni. Másrészt pedig ez az evolúciós képesség alkalmassá teszi a rendszert, hogy akár hasznos feladatok elvégzéséhez is alkalmazkodjon, miközben az általa „választott” kémiai megoldások jól követhetők.

Rögtön felmerül a kérdés, hogy vajon a négy kutató által megteremtett élőlények egy óvatlan pillanatban kimászhatnak-e a tartályból, hogy a való világban is szerencsét próbáljanak. Különösképp az előző bekezdés fényében tűnhet jogosnak ez a kérdés, hiszen ha egy élőlény evolválódni képes, előbb-utóbb megtalálhatja a helyét a külvilágban is. Szathmáry Eörs szerint ettől egyelőre nem kell tartanunk, mivel a rendszer környezete és a tápoldat annyira eltér majd a kint elérhetőtől, és a kezdetleges élő rendszerek olyan sérülékenyek lesznek, hogy nehezen képzelhető el sikeres „szökés”. Persze azért résen lesznek...

## Út a szinergiához

Talán nem a hajánál fogva előrangot adó analógia azt mondani, hogy Szathmáry Eörs ERC-pályázata is egy evolúciós folyamat eredménye. Az evolúcióbiológus 2012-ben elnyerte az Európai Kutatási Tanács Advanced Grant támogatását, és maga is sokat ült az Advanced, majd a Synergy Grant bírálóbizottságaiban, így volt alkalma megtapasztalni a rendszert kívülről és belülről egyaránt. Azután eljött az idő, hogy lemondjon a bizottsági tagságról, és maga is megpróbálkozzon a Synergy Grant elnyerésével.

Ami ezután következett, arról így számol be a kutató:

„Maga a bírálati procedúra háromfordulós, és majdnem egy éven át tart, a mezőny pedig meglehetősen kompetitív. Az utolsó fordulóban Brüsszelbe kell menni, ahol huszonegynéhányan ülnek az emberrel szemben, akiről nem tudhatjuk előre, hogy kik is voltaképpen. A pályázatot benyújtó konzorcium – esetemben mi négyen – legfeljebb 10 percet kap arra, hogy előadja a terveit, majd pedig 35 perces vallatás következik, amelyen a bírálók felteszik a kérdéseiket, és elmondják megjegyzéseiket. A bizottság végül megállapít egy sorrendet a pályázók között, és ott húzzák meg a határt nyertes és vesztes közt, ahol elfogy a pénz. Előző projektünk *Darwini kémia* címen futott, és egy olyan bizottságot kaptunk, amelyben alapvetően az élettelen természettudomány és a technológia volt hangsúlyos. Eljutottunk a harmadik fordulós interjúhoz, de már a terembe lépve éreztem, hogy ez nem lesz meg. Nem is sikerült. Viszont a bizottságok évente váltják egymást – szóval vettünk egy nagy lélegzetet, adtunk a projektnek egy új, blikkfangosabb címet (ez lett a *MiniLife*), három héten belül újra beadtuk, és most nyertünk.”

Szathmáry Eörs korábbi ERC Advanced Grantjéhez hasonlóan ezt a pályázatot is Németországban valósítja meg, a Parmenidész Alapítvány keretein belül. (Az alapítványt egy Albrecht von Müller nevű filozófus hozta létre, működését pedig a von Müller által kifejlesztett EIDOS nevű stratégiai döntéstámogató rendszer anyagi sikere alapozta meg.) Hogy miért nem itthon, arról így fogalmaz:

„Több oka is van annak, hogy megint ide adtam be ezt a pályázatot. Az első oka, és ezt világosan el kell mondani, hogy a munkatársaim kértek arra, nehogy véletlenül Magyarországról adjam be. Tudniillik ez egy nagyon kompetitív pályázat, és minden olyan tényező elkerülendő, amely csökkenti a nyeres esélyét. Jelenleg ismert okok folytán ebben a szférában nincs jó hírünk, és attól félnek az emberek, hogy ez a helyzet tudat alatt is hathat, tehát megkértem, hogy máshonnan adjuk be, különösen úgy, hogy én vagyok a corresponding PI. A második szempont az volt, – hogy talán már elfeledett, de valamikor ismert hasonlatot alkalmaznak – hogy ellentétben a jóval nagyobb kutatási egységekkel, a Parmenidész Alapítvány egy gyorsnaszád. Tehát nagyon gyorsan lehet a megfelelő irányba fordítani, így ha egy döntést meghozunk, akkor általában másnap elkezdik implementálni, ami számomra igen fontos a hatékonyság szempontjából. A harmadikként pedig, ha szabad így fogalmaznom, van itt egy szuverenitási kérdés is: ha megnyertem egy ilyen kutatási programot a maga presztízsével és a maga anyagi támogatásával, akkor nem óhajtom azt, hogy mindenki beleszóljon abba, hogyan és mit teszek, ne kelljen jelentéseket írnom, amikor amúgy az ERC miatt nem lenne rá szükség. Ne kelljen minden évben leadnom a tervet arra, hogy mit fogok csinálni, miközben ott van a terv, amelynek alapján megnyertük a pályázatot. Tehát nekem ehhez, ennek a programnak a kidolgozásához nyugalomra és egy hatékonyan működő, nagyon flexibilis szervezetre van szükségem. Ezen okok együttesen elérték azt a kritikus szintet, hogy a már kipróbált Parmenidész Alapítványhoz vigyem a pályázatot.”

Sajtókapcsolat:

- Magyar Tudományos Akadémia
- +36 1 411 6100 / 594
- [sajto@titkarsag.mta.hu](mailto:sajto@titkarsag.mta.hu)

Eredeti tartalom: Magyar Tudományos Akadémia

Továbbította: Helló Sajtó! Üzleti Sajtószolgálat

Ez a sajtóközlemény a következő linken érhető el:

<https://hellosajto.hu/14222/negymilliard-ev-utan-ujra-megszulethet-az-elet-a-foldon/>