

Biogenezis: Az élő és élettelen közötti határsáv problémája

Bagyinszki Péter Ágoston OFM^a & Mészáros Lukács^b

^a Sapientia Szerzetesi Hittudományi Főiskola, 1052 Budapest, Piarista köz 1.
bagyinszki.agoston@sapientia.hu

^b Ferences Gimnázium, 2000 Szentendre, Áprily Lajos tér 2.
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Őslénytani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.
lg.meszáros@gmail.com

Bagyinszki P. Á. & Mészáros L. (2016): Biogenezis: Az élő és élettelen közötti határsáv problémája. Biogenesis: On the Borderland Between Living and Nonliving States of Matter. Acta Pintériana, 2, 39-53.

Jelen tanulmányban három lépésre bontva tárgyaljuk a földi élet és a bioszféra keletkezésével összefüggő kérdések közül azokat, amelyeket a természettudományok és a kereszténység párbeszéde szempontjából ma kiemelkedően fontosnak ítélnünk.¹ Első lépésben a szervetlen és a szerves, az élettelen és az élő közötti átmenet, illetve elmosódott határsáv mai problematikája tisztázandó. Második lépésben a bioszféra jellemző evolutív egység gondos leírásának kell kiemelt figyelmet szentelnünk. Végül a hierarchikus tagoltság, valamint a rétegzettségben is megnyilvánuló dinamikus egység feszültségben álló evolúciós szempontjait kell párbeszédbe hozzuk egymással.²

Az élettelen és az élő közötti minőségi határ kérdése

Az élet absztrakt meghatározásának nehézségei

Hétköznapi helyzetekben legtöbbször gond nélkül meg tudjuk ítélni, hogy valami élő-e vagy sem. Ebben sokat segít, hogy ismerjük az élőlények jellegzetes működéseit, vagyis az általános életjelenségeket: a táplálkozást, a légzést, a mozgást, az ingerelhetőséget, a növekedést és a szaporodást. A józan észnek az élettelen és élő közötti minőségi határt megállapító ítéletét tükrözi vissza a hagyományos metafizika „létezők hierarchiájára” vonatkozó elgondolása is.

A klasszikus életkritériumok azonban mégsem alkalmasak az élet illetve az élőlények pontos meghatározására. Az élőlények ugyanis – bizonyos életszakaszaikban – nem mutatnak egyszerre minden életjelenséget, míg egyes „intelligens” gépek az említett kritériumok alapján egyértelműen élőnek lennének tekinthetők. Az sem segít, ha nem a felsorolt életjelenségek összességét tekintjük az

¹ E dolgozat a korábbi általánosabb gondolatmenetünket mélyíti el a földi élet és bioszféra keletkezésének konkrét összefüggésében. Vö.: BAGYINSZKI P. ÁGOSTON – MÉSZÁROS LUKÁCS: Az evolúciós elv és a létezők hierarchiája. Illeszkedik-e egymáshoz a természettudományok evolúciós elve és a létezők hierarchiájának vallástörténeti eszméje?, *Sapientiana* 9 (2016/1) 1–13.

² Néhány szemléletmódot alkotó szerző és munka: TÓTH KÁLMÁN – FREUND TAMÁS – RÓZSA HUBA: *Teremtés a tudományban*, Szent István Társulat, Budapest, 2011; PAUL HAFFNER: *Mystery of Creation*, Gracewing, Leominster, 1995; valamint PIETRO RAMELLINI és GIUSEPPE TANZELLA-NITTI szerzők munkái az általunk is vizsgált kérdés interdiszciplináris megközelítéséhez.

élet kritériumának, hanem az élő rendszer bennfoglalt képességét arra, hogy adott körülmények között életjelenségeket mutasson fel. Az öreg állat például elvesztette növekedési vagy szaporodási képességét, mégis él. Problémánkra az sem jelent megoldást, ha azt mondjuk, hogy valamely élőlénynek legalább élete egy szakaszában, és legalább potenciálisan rendelkeznie kellett, vagy kell ezekkel a tulajdonságokkal. Például egyes hangyafajok dolgozói kromoszómáisan determinálva vannak arra, hogy életüket szaporodás nélkül éljék le. Tovább nehezíti a helyzetet, hogy az „élőt” nem csak az étellelentől (amely sohasem volt élő) kell pontosan elhatárolnunk. Az élő ellentéte a halott is, amely valaha élő volt, de bizonyos időponttól kezdve visszafordíthatatlanul élettelennek tekintendő.

Az élő és a halott között van az „életképes” állapot, amely azokra az élőlényekre jellemző, amelyek valamilyen okból átmenetileg szüneteltetik életjelenségeiket, de még visszatérhetnek az életbe. Ilyenek például a téli, nyugalmi állapotba vonult fák, a kiszáradt mohák, vagy a baktériumspórák. Ezek az életképes lények a klasszikus életkritériumok alapján nem élnek, egészséges logikánk azonban mégis inkább az élőkhez, mintsem az élettelenekhez vagy a halottakhoz sorolja őket. Az életműködés hiánya, a folyamatok leállása az élet megszűnését jelenti, amely azonban nem azonos a halállal. Az élő és élettelen közötti – általában élesnek és kontrasztosnak feltételezett – minőségi határ megmarad ugyan, de ilyen módon inkább elmosódott határsávnak mutatkozik.

Az élet mint szervezett egység

Az európai természettudomány a XVII. században még azt tekintette „élőnek”, ami mozog. Amikor a jobbra mozdulatlan növényvilág is teljes jogú tagja lett az élők birodalmának, a biokémiai szerves jelleg vált az élő és az élettelen közötti megkülönböztető jeggyé. A XVIII. század végén aztán bebizonyosodott, hogy a szerves anyagok a szén vegyületei, amelyeket *in vitro*, laboratóriumban is elő lehet állítani. A XIX. századi biológia szerint élőnek az tekinthető, ami az előzőekben felsorolt öt általános életjelenséget együttesen képes felmutatni. Bár ez a megközelítés általánosan elfogadottá vált, már keletkezésének idején sem lehetett tökéletesnek tekinteni: a klasszikus biológia ugyanis számos kivételt ismert.

Az élet meghatározásának problémájára a XX. század második felében Gánti Tibor (1933–2009) vázolta fel a legfigyelemreméltóbb megoldást.³ Gánti az életkritériumokat két csoportra osztotta. A „reális vagy abszolút életkritériumok” minden élőlény egyéni létéhez szükségesek, és az élő egyednek valamilyen szinten folyamatosan, minden állapotában mutatnia kell azokat. Van azonban az életjelenségeknek egy olyan csoportja, amelynek jelenléte nem szükséges kritériuma az egyes egyedek élő állapotának, de amely az élővilág fennmaradása szempontjából nélkülözhetetlen: ezek a „potenciális életkritériumok”.

Reális vagy abszolút életkritériumok:

(1) *Az élő rendszernek inherens módon egységesnek kell lennie.* Egy ilyen rendszer tulajdonságai nem tehetők össze – addíció módján – részeinek tulajdonságaiból, és az egész sem osztható úgy részekre, hogy a részek hordozzák az egész tulajdonságait.

(2) *Az élő rendszernek anyagcserét kell folytatnia.* Olyan nyílt rendszerről van tehát szó, amely környezetéből anyagot és energiát vesz fel, illetve ad le, sőt, instabil rendszer lévén, saját működését külső anyag- és energiaforrás nélkül nem is tudja fenntartani.

(3) *Az élő rendszernek inherensen stabilnak kell lennie.* A rendszer folyamatos működése a külső környezet változásainak ellenére is állandó marad.

³ GÁNTI TIBOR: *Az élet princípiuma*, Gondolat, Budapest, 1978.

(4) Az élő rendszernek olyan alrendszerrel kell rendelkeznie, amely a teljes rendszer számára hordoz használható információkat. Az alrendszer tehát önmagán túlmutató információkkal is rendelkezik.

(5) Az élő rendszerekben végbemenő folyamatoknak szabályozottnak és vezéreltnek kell lenniük. A szabályozás a rendszer fennmaradásához, a vezérlés az élőlények egyirányú folyamatainak (szaporodás, egyedfejlődés, differenciálódás) irányításához szükséges.

Potenciális életkritériumok:

(1) *Növekedés és szaporodás képessége.* Az élet e képességek nélkül nem terjedhetett volna el a Földön.

(2) *Öröklődő változás képessége.* Az élet enélkül a változó környezetben nem maradhatott volna fenn.

(3) *A halandóság képessége.* Az élőlények szervezetének anyaga enélkül nem kerülne vissza a természetes körforgásba, az élet „éhen pusztulna”.

Észre kell vennünk, hogy a korábbi anyagi („szerves”) és működési („mozgás”, „életjelenségek”) alapú meghatározás helyett Gántinál a szervezethez kerül előtérbe. Az élet, mint az anyag bizonyos fokú szervezett állapotából fakadó minőség jelenik meg, miközben hangsúlyt kap az is, hogy ennek a szerveződési szintnek olyan „emergens” tulajdonságai vannak, amelyek csak részben magyarázhatók meg az alacsonyabb szintek tulajdonságaival.⁴

A magas fokú szervezethez jellemezhető élő rendszer eljuthat egy olyan állapotba, ahol a működések lelassulnak, esetleg le is állnak, de a szervezethez még mindig fennáll. Ilyenkor az élőlény *életképes* állapotban van. A teljes és tartós működéshiány azonban veszélyezteti a rendszer szervezethez. Ha az életképes élőlény életfolyamatai újra beindulnak, illetve megfelelő intenzitásúvá válnak, ismét élő állapotról van szó. Ellenkező esetben a működés kritikusan lelassul, leáll, a szervezethez irreverzibilis módon felbomlik, és bekövetkezik a halál.

Az élettelen és az élő közötti minőségi határ klasszikus problémája ma tehát elsősorban a magas fokon szervezett biokémiai rendszerek emergens tulajdonságai felől közelíthető meg számunkra. A kortárs természettudomány számára elveszett a tartalma az élőben lévő „többszörös-összetevőre” (életerő, életelv, stb.) hivatkozó elméleteknek. Ezek helyét az élet megjelenéseinek növényi, állati, emberi formáiban egyaránt az anyagi rendszerek egyre magasabb szintű és többrétegű szervezethez, önszervező képessége helyettesítette be. Az élő és élettelen közötti elmosódott határsávot tehát azok az emergens tulajdonságok keretezik, amelyek a szerveződés alacsonyabb szintén még nincsenek meg, de egy magasabb szinten már megjelentek. A határsáv összetett jelenségei pedig az evolúciós folyamatban bontakoznak ki, az egyszerűbb rendszerektől a bonyolultabbak felé haladva.

Szervetlen és szerves dinamikus egysége

A evolúcióbiológia standard paradigmájának megjelenése

A letűnt idők élővilágáról tanúskodó fossziliákat már a bronzkor embere is „gyűjtötte” és a sírokba helyezte. A kövületek helyes értékelése természetesen sokáig váratott magára. Kopernikusz (1473–1543) rendszere már évszázadok óta közismert és elfogadott volt, amikor még mindig általánosan

⁴ Vö. BAGYINSZKI P. ÁGOSTON – MÉSZÁROS LUKÁCS: Az evolúciós elv és a létezők hierarchiája. Illeszkedik-e egymáshoz a természettudományok evolúciós elve és a létezők hierarchiájának vallástörténeti eszméje?, *Sapientiana* 9 (2016/1) 1–13, lásd különösen 11–12.

uralkodott az a felfogás, hogy a Föld fiatal képződmény, valamennyi növény- és állatfaj egyetlen napon keletkezett, a fossziliák pedig a vízözön tanúi.

A XVIII. század első felében Carl von Linné (1707–1778), annak ellenére, hogy ő maga – legalábbis élete legnagyobb részében – a fajok állandóságában, változatlanóságában hitt, az arisztotelészi logika nevezéktani alkalmazásával megteremtette az alapot az élővilág sokféleségének egzakt vizsgálatára. Ez igen fontos előzménye volt az evolúciós elv megszületésének, mert magát a gondolatot nem a kőületek értelmezésének, hanem a jelenlegi változatos élővilág magyarázatának igénye hívta létre.

Bár Georges Cuvier (1769–1832), az összehasonlító anatómia megteremtője szintén fixista volt, tehát a fajokat változatlanoknak tekintette, felismerte, hogy különböző korokban különböző életközösségek éltek. Az eltéréseket katasztrófális kihalások okozták, majd a vidéket újabb élőlények népesítették be.

Az evolúciós elmélet megalapítójának Jean-Baptist Lamarck (1744–1829) tekinthető, aki szerint a fejlődés lassú tökéletesedési folyamat, amely csaknem beláthatatlan földtörténeti időt igényel. Ez a folyamat azonban nem egyszerű és egyirányú: a törzsfajtagái vakon végződnek. Lamarck nem ismerte fel a természetes szelekció jelentőségét, az élőlények változása mögött elsősorban a szerzett tulajdonságok öröklődését sejtette.

Charles Darwin (1809–1882), akit a közvélemény az evolúcióelmélet atyjaként ismer, valójában a változások legfontosabb okát, a fajon belüli sokféleség és a természetes szelekció párharcát ismerte fel. Darwin ennek ellenére nem volt szélsőségesen „darwinista”: a mai elnevezéssel élve az adaptív evolúciós mechanizmusok mellett más folyamatok létét is feltételezte.

Az evolúció belső mechanizmusainak feltárása csak a XX. századi molekuláris genetika és populációgenetika fejlődésével vált lehetségessé. Ugyanerre az időre tehető az összehasonlító anatómia és a sejtszintű biológia módszereinek robbanásszerű fejlődése. Az új eszközök közül (SEM, CT) sokat vett át a paleontológia is. A földtan eredményei közül a paleontológia számára a két legfontosabb: az abszolút időszámítás és a lemeztectonika – ezek felbecsülhetetlen jelentőségűek a fossziliák értelmezésében.

Az élet kezdeti evolúcióját modellező kísérletekkel kapcsolatban elsősorban Harold C. Urey (1893–1981), Alexander Oparin (1894–1980), Stanley Miller (1930–2007) és Sidney W. Fox (1912–1998) nevét kell megemlítenünk.

Az élővilág struktúrája

Minden élőlény – a vitatott hovatartozású vírusok kivételével – sejtes felépítésű. A sejt az élővilág legkisebb, önálló biológiai működésre (tehát az életre) képes egysége. Az élő sejt igen sokféle szerves és szervetlen vegyületből áll, kezdve az egyszerű anyagoktól – mint például a víz vagy a konyhasó – az óriási molekulásúlyú polimer makromolekuláig. Az utóbbiak jelentik minden élő anyag alapvető és mindenütt jelenlévő egységeit. Makromolekuláris szerkezetükben tartalmazzák mindazt a sokféle, bonyolult funkciót, amely a sejt zökkenőmentes, önfenntartó működéséhez szükséges. E tekintetben különleges és döntő jelentőségük van a nukleinsavaknak, a fehérjéknek, a szénhidrátoknak és a lipideknek.

Az eukarióta sejt rendelkezik egy határoló réteggel, amely a környezetétől elválasztja, és lehetővé teszi számára a szelektív anyagfelvételt és leadást, hogy így, bizonyos határok között, dinamikus egyensúlyban tudja biztosítani a belső környezet állandóságát. Ez a réteg a lipid-fehérje kettősmembránból felépülő sejthártyája, amelyet a növényi, bakteriális és gombasejt esetében még egy védelmi funkciót ellátó sejtfa is körülhatárol. A sejthártyán belül helyezkedik el a citoplazma, a sejt életéhez szükséges anyagokkal és a sejt szervecskékkel. A legfontosabb sejt szervecskék: a lebontó

folyamatokban kémiai energiát termelő mitokondrium, az anyagátalakítást végző lizoszómák, endoplazmatikus retikulumok és Golgi-rendszer, valamint a növényi sejt esetében a fotoszintézis helye, a színtest. A sejtmag az örökítő információt tartalmazó nukleinsavakkal kiemelt szerepet tölt be a sejtalkotók között. A fejlődés alacsonyabb fokán álló prokarióta sejt nem rendelkezik körülhatárolt sejtmaggal, csak – szintén nukleinsavakból álló – maganyaggal. Ezen kívül számos más szempontból egyszerűbb felépítésű, mint az eukarióta sejt.

A szövetes állatokban és növényekben a sejtek sajátos működésre alkalmas szövetekké szerveződnek, amelyek azután szerveket és szervrendszereket építenek fel. Ezek a szervek alkotják a biológiai individuumot, az egyed, amelynek életműködései a szerves molekulák, sejtek, szövetek, szervek és szervrendszerek, valamint az egyed szintjén egyaránt értelmezhetők.

Természetes földi környezetükben az egyedek úgynevezett egyedfeletti szerveződési szintekben található meg. Az azonos fajhoz tartozó egyedek időben és térben együtt élő, természetes szaporodási közösségét *populációnak* nevezzük. Azok a különböző fajhoz tartozó populációk, amelyek egy élőhelyen élnek, és egymásra valamilyen hatást gyakorolnak, egy társulás (*biocönózis*) tagjai. Az említett hatás lehet például az, hogy az egyik populáció tagjai elfogyasztják a másik tagjait. A társulások élő összetevői és a rájuk ható élettelen tényezők együttes rendszere az *ökoszisztéma*. Ez egy tényleges funkcionális egység, amely optimális esetben egyensúlyban van, de néhány (szélsőséges esetben akár egyetlen) tényező megváltozása az egész ökoszisztéma rendjét felboríthatja. Az ökoszisztémák együttesen alkotják a földi élővilág és az élettér komplex együttesét, a *bioszférát*. Ha az élettelen és az élő közötti elmosódott határsáv problematikáját az evolúciós elv mentén szerveződő mai univerzumképződés összefüggésében szeretnénk megérteni, akkor nem elegendő csupán a mikroszkopikus folyamatok felől vizsgálódnunk, hanem ugyanilyen fontos a bioszféra, mint planetáris rendszertani egység figyelembe vétele. A következőkben tehát a bioszféra evolúciója felől nézve is megvizsgáljuk az élettelen és az élő közti határsáv kérdését.

A bioszféra

A Földön jelenleg több millió faj él. Az ismert formákat Robert H. Whittaker (1924–1980) és Tom Cavalier-Smith (1942–) rendszerező munkája nyomán öt országba (regnum) soroljuk.⁵ Az első regnumba a sejtmag nélküli prokarióta egysejtűek (*Monera*), a másodikba a sejtmaggal rendelkező eukarióta egysejtűek (*Protista*), a harmadikba a gombák (*Fungi*), a negyedikbe a többsejtű növények (*Plantae*), az ötödikbe az állatok (*Animalia*) tartoznak. Bár a legújabb kutatások alapján ezek közül nem minden csoport bizonyult homogénnek, és későbbi kutatók pl. Lynn Margulis (1938–2011), Carl R. Woese (1928–2012), vagy akár maga Cavalier-Smith is jelentősen tovább fejlesztették a fenti rendszert⁶, a gyakorlatban legtöbbször az öt országos rendszer fogalmait használjuk. A besorolásba nem illeszthetők be a vírusok, amelyek a legtöbb kutató szerint élő sejtekből kiszabadult, bizonyos életjelenségeket mutató makromolekuláris rendszerek. Az egyes országokba tartozó élőlényeket – rokonsági fokuk alapján – a Linné-i hagyományoknak megfelelően kisebb rendszertani kategóriákba (törzs, osztály, rend, család, nem) soroljuk. A nemekbe tartozó fajok számára Linné kettős nevezéktant vezetett be. A név, az arisztotelészi logikát követve, a nem nevét (*genus proximum*) és a faji elkülönítő

⁵ ROBERT H. WHITTAKER: New Concepts of Kingdoms of Organisms, *Science* 163 (jan. 10. 1969) 150–160; THOMAS CAVALIER-SMITH: The evolutionary origin and phylogeny of microtubules, mitotic spindles and eukaryote flagella, *Biosystems* 10 (1978/1–2) 93–114.

⁶ LYNN MARGULIS – KARLENE V. SCHWARTZ: *Five Kingdoms. An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth*, W.H. Freeman & Company, New York, 1997; CARL L. WOESE – WILLIAM E. BALCH – LINDA J. MAGRUM – GEORG E. FOX – RALPH S. WOLFE: An ancient divergence among the bacteria, *Journal of Molecular Evolution* 9 (1977) 305–311; THOMAS CAVALIER-SMITH: A revised six-kingdom system of life, *Biological Reviews* 73 (2007/3) 203–266.

nevet (*differentia specifica*) tartalmazza. Így például az ember (*Homo sapiens*) az állatok országába (*Animalia regnum*), a gerincesek törzsébe (*Vertebrata philum*), az emlősök osztályába (*Mammalia classis*), a főemlősök rendjébe (*Primates ordo*), az emberfélék családjába (*Homonidae familia*) és az ember nembe (*Homo genus*) tartozik.

A kövületek tanúsága szerint a prokarióta élőlények már igen korán (több mint 3,5 milliárd éve) benépesítették bolygónkat. Ezek a mai baktériumokra és kéalgákra emlékeztető szervezetek sokáig egyeduralkodók voltak az élővilágban. Életműködéseiknek köszönhető sok kőzet, ásvány, a légköri oxigén és az ózonpajzs kialakulása a Földön. Az első eukarióták több mint 1 milliárd éve jelentek meg. Egyes 600 millió év körüli fossziliák már többsejtű állatokra utalnak. Mintegy 590 millió évvel ezelőtt az élővilágban megjelent a szilárd váz, ami a fosszilizálódás lehetőségeit radikálisan megnövelte. Ezért az ettől számított földtörténeti óidő (*Paleozoikum*) élővilágáról már sokkal pontosabb ismereteink vannak. A Paleozoikumban minden mai állattörzs kialakult, a növények közül pedig csak a zárvatermők nem voltak jelen. A 235 millió évvel ezelőtt kezdődött földtörténeti középidőben (*Mezozoikum*) jelentek meg a zárvatermők, a madarak és az emlősök. A két, ma legjelentősebb gerinces állatsoport a hullők uralkodó szerepe miatt a Mezozoikumban még nem tudott domináns módon elterjedni. A 67 millió éve kezdődött és ma is tartó földtörténeti újkorban (*Kainozoikum*) a madarak, az emlősök és a zárvatermők az egész Földet meghódították. A szorosan értelmezett mai élővilág a pleisztocén időszak jégkorszakainak megszűnte után, néhány tízezer éve alakult ki.

Az élet megjelenése a standard paradigma szerint elbeszélve

Az élet első ismert jeleit tartalmazó kőzetek tanúsága szerint az élő rendszerek igen korán, mintegy 3,7–3,9 milliárd éve jelentek meg a Földön. Az élő rendszer keletkezésének legvalószínűbb elmélete az *abiogén szintézis* vagy *kémiai evolúció*. Az úgynevezett abiotikus kísérletek, amelyek az ősi környezetet rekonstruálják, sikeresen példázzák, hogy az élő rendszer létrejöttéhez szükséges makromolekulák (fehérjék, poliszacharidok és nukleinsavak) monomerei az egyszerűbb szerves molekulákból kialakulhattak. Más kísérletek életszerű jelenségeket (egyszerű anyagcsere, szaporodás) mutató kémiai rendszereket (mikrogömbök, koacervátumok) állítottak elő hasonló környezetben.

A következőképpen rekonstruálhatjuk a történetet: Mintegy 4 milliárd évvel ezelőtt a Föld felszíni hőmérséklete 100 Celsius fok alá süllyedt, ami egyrészt lehetővé tette az ósocéán kialakulását, másrészt megengedte a hőre denaturálódó makromolekulák – mint például a fehérjék – fennmaradását. A légkör redukáló jellegű volt, tehát elemi oxigént nem (vagy csak rendkívül kis koncentrációban), hidrogént viszont tartalmazott. Az ilyen, gyengén redukáló környezetben törvényszerűen jelenlévő ammónia, metán, víz és egyéb molekulákat különböző energetikai hatások (elektromos kisülés, UV-sugárzás) érték. Az így energizált kémiai reakciók következtében egy sor egyszerű szerves molekula keletkezett: aminosavak, cukrok és nukleinsav-bázisok. Ezek a vegyületek lassan felhalmozódtak az óceánokban, így jött létre az ún. „ősleves”. Hosszú idő alatt az „ősleves” alkotó egyszerű vegyületek kémiaiilag kondenzálódtak, így monomerekből kialakultak a polimer makromolekulák.

Legújabb ismereteink szerint a makromolekulák létrejöttéhez az egyszerű (pl. bepárlódás következtében létrejövő) koncentrációnövekedés nem lett volna elegendő, így alkotóiknak nagy fajlagos felületű ásványok felszínén kellett megkötődniük, hogy azok katalitikus hatására a biomolekulák létrejöhessenek („őspizza” elmélet).

A folyamat természetesen az itt leírtól több ágból is összetevődhetett. Bizonyos elképzelések szerint például a tenger alatti forró vulkáni képződmények is szerepet játszhattak benne. Nem jelentenek viszont igazi megoldást az élőlények létrejöttének „extraterresztrikus” modelljei (melyek

szerint az élet első csírái meteorok, vagy üstökösök közvetítésével érkeztek a világrból), mert ezek nem megválaszolják az eredeti kérdést, csak elodázzák az arra adott választ.

A kísérletek igazolták, hogy a sejtthártyára emlékeztető „öshártya” egy – az említetthez hasonló – makromolekulákat tartalmazó rendszerben spontán módon kialakulhat. Ilyen membrán képezhetette alapját a prokarióta sejt környezettől való elhatárolódásának. A komplex fehérje–lipid membránnak, a genetikai kódnak és sok más tényezőnek a kialakulását ma még homály fedi, de jó esélyünk van ezek megfejtesére is. A fehérjék és a nukleinsavak egymást segítő együttműködések megjelenését (a DNS hordozza a fehérjék felépítéséhez szükséges információt, míg a fehérjék stabilizálják a DNS szerkezetét) például a közelmúltig nehéz volt elképzelni. A ribozimek („enzimatikus” hatású RNS molekulák) felfedezése azonban segíthet megérteni a földtörténet ezen korai időszakának katalitikus folyamatait.⁷

A prokarióta–eukarióta átmenetről már világosabb elképzeléseink vannak. A sejtmaghártya az endoplazmatikus retikulum nevű sejtalkotóból, a mitokondrium és a színtest pedig az eredeti sejt és más kisméretű prokarióták közötti tartós együttélésből jött létre.

A bioszféra evolúciója a standard paradigma szerint

Darwin – a korát messze meghaladó zseniális meglátással – az evolúció mozgatóerejének az egyedek sokféleségét és a sokféleségből a környezetnek leginkább megfelelő változatokat kiválogató *természetes szelekciót* tartotta. Ez a felfogás alapjában véve azóta is megállja a helyét, de ma már tudjuk, hogy az evolúció ennél valamivel bonyolultabb módon működik. Az evolúciós mechanizmusokat makroevolúciós és mikroevolúciós szinten szoktuk értelmezni. Előbbi alatt a tulajdonságok és a fajok megváltozásának folyamatát, utóbbi alatt az ehhez szükséges genetikai átalakulások mechanizmusát értjük.

Az 1950-es évek szintetikus evolúcióelmélete azzal az optimista hozzáállással jött létre, hogy az evolúciós mechanizmusok mikroevolúciós szintje megmagyarázza a makroevolúciós változásokat. Ez az elképzelés koncepciójában helyes, de már a XX. század végére nyilvánvalóvá vált, hogy sejt szintű biológiai ismereteink rohamos bővülésével egyre több olyan, az evolúció mélyén munkáló folyamat tárul fel, amelyek makroevolúciós értelmezése folyamatos kihívást jelent.⁸ Ez a dinamizmus a természettudomány alapvető jellegzetességei miatt máig jellemzi az evolúciókutatást.

Mikroevolúciós értelmezésben a sokféleség megjelenése a mutációknak és a rekombinációnak köszönhető. Az első az információt hordozó nukleinsav-molekula véletlenszerű megváltozása. A második a szülői kromoszómapárok véletlenszerű szétválása az ivarsejtek kialakulásakor lezajló kromoszómaszám-felező sejtosztódás során. Tágabb értelemben ide soroljuk a meglévő genetikai információnak az ivarsejtek találkozásakor történő „újrakombinálódását” is.

A szelekció az a környezeti hatás, amely az adott környezetnek nem megfelelő géntípusokat kiküszöböli, és így a megfelelőeket elterjeszti. A szelekció rendkívül sokféle módon valósulhat meg: lehet például teljes vagy részleges; eltérő szelekció hathat homozigótákra és heterozigótákra stb. Állandó környezetben a mutációk és a rekombinációs folyamatok fenntartják a sokféleséget, a szelekció pedig kiküszöböli a nem megfelelő változatokat, tehát a populáció (természetes szaporodási közösség) alléljainak (géntípusainak) gyakorisága nem változik meg. Amennyiben azonban a környezet átalakulásával a szelekció is megváltozik, az allélgyakoriság valamilyen irányban eltolódhat. Az evolúció populációgenetikai definíciója pedig éppen ez: „a populáció allélgyakoriságának megváltozása az egyik nemzedékről a másikra”.

⁷ SZATHMÁRY EÖRS: Az élet keletkezése, *Magyar Tudomány* 48 (2003/10) 1220–1247.

⁸ VIDA GÁBOR (1985): *Evolúció V. Az evolúciókutatás perspektívái*. Natura, Budapest, 1985.

A fenti folyamatot *adaptív evolúciónak* nevezzük. Az élőlények ugyanakkor rendelkeznek a nem adaptív evolúciós változás képességével is. Ez véletlenszerűen bekövetkező folyamatokat jelent, mint például a genetikai sodródás (egy allél véletlenszerű eltűnése kis létszámú populáció kivándorlása esetén), a növényi hibridek keletkezése, vagy a *poliploidia* (többszörös kromoszómaszerelvény) kialakulása.

A makroevolúciós fajkeletkezés alapja a genetikai izoláció. Ez azt jelenti, hogy két populáció olyan sokáig nem folytat géncserét, hogy allélgyakoriságuk nagymértékben eltérővé válhat. Ez olyan morfológiai-fiziológiai vagy sejtbioológiai változásokat eredményezhet, hogy többé nem képesek szaporodni egymással. A genetikai izoláció legtöbbször földrajzi elkülönülés útján valósul meg (*allopatrikus speciáció*), de néha történhet azonos élőhelyen is (*szimpatrikus speciáció*). Az új faj létrejötte tehát nem jelenti egy minden tulajdonságában új élőlény megjelenését. A létrejött species egyes tulajdonságai előremutatóak (*apomorfok*), mások visszamutatóak (*pleziomorfok*). Ezt nevezzük az *evolúció mozaikos voltának*.

A fajkeletkezés és az új tulajdonságok megjelenése, dinamizmusa történhet graduális evolúcióval (kis léptékű, sorozatos átalakulásokkal) vagy pontozott egyensúllyal (hirtelen, jelentős mértékű változással). Az utóbbi mechanizmusban megkülönböztetjük a *speciáció* (fajkeletkezési) és a *sztázis* (nyugalmi) állapotokat. A közös származású fajok különféle környezetekbe kerülhetnek. Az eltérő szelekció így változatos formákat hozhat létre egy rendszertani csoporton belül. Ez a *divergencia* jelensége. Különböző csoportba tartozó (tehát nem rokon) fajok viszont hasonló környezetbe kerülve hasonlóvá válhatnak (*konvergencia*).

Az élővilág fejlődése soha nem választható el a Föld arculatának változásától. Az élettelen környezet, mint az élettér egy része, a szelekciós tényezőkkel befolyásolja az élőhelyen kialakuló *ökológiai fiúlkék* számát és milyenségét. A megváltozó abiotikus tényezők (pl. az éghajlat vagy a vízmélység) megváltoztatják a fiúlkéket, amire az élővilág evolúcióval vagy kihalással válaszol. Ugyanakkor az élőlények maguk is megváltoztatják környezetüket, ami visszahat rájuk és más élőlényekre. Így például a fotoszintetizáló szervezetek oxigéntermelése lehetővé tette az ózonpajzs kialakulását, aminek következtében az élővilág megjelenhetett a szárazföldön. Tekintetbe véve, hogy a környezet megváltozása végső soron kiszámíthatatlan, és hogy az élőlények belső evolúciós mechanizmusaiban is sok a véletlenszerű elem, – szaktudományos szinten – nem támasztható alá a törzsfelődés folyamatának az esetleges irányítottága, amelyet filozófiai szinten néha feltételeznek.

A standard paradigma szakmai kritikája és az evolúciós elv magyarázó ereje

A kritikus hozzáállás legtöbb esetben a természettudományok mára rendkívül erős specializálódásából és a közvéleménynek ebből adódó viszonylagos tájékozatlanságából fakad. Az ellenérzések másik csoportja azon alapul, hogy az élővilág történetének felvázolásában és a változások belső mechanizmusának feltárásában – mint minden más természettudományos területen – több homályos fejezet is van.⁹

Megválaszolható kérdések természetesen mindig vannak és lesznek a Föld és a bioszféra történetének kutatói számára. Az evolúciós elv azonban így is több (anevolucionista és rejtett antievolucionista megfogalmazásban) „jól működő, de bizonyítatlan elméleti modellnél”. Az evolúció jelenbeli ténye, ugyanezen folyamat múltbeli lehetősége (sőt, erős valószínűsége) a fosszilis bizonyítékokkal alátámasztva már elégséges a természettudomány számára ahhoz, hogy az evolúciót

⁹ Az evolúciós elv szakmai kritikájával kapcsolatos kérdéseket részletesebben tárgyaltuk egy korábbi cikkünkben, lásd BAGYINSZKI P. ÁGOSTON – MÉSZÁROS LUKÁCS: Az evolúciós elv és a létezők hierarchiája. Illeszkedik-e egymáshoz a természettudományok evolúciós elve és a létezők hierarchiájának vallástörténeti eszméje?, *Sapientiana* 9 (2016/1) 1–13, különösen 4-7.

tekintse a ma megfigyelt élővilágot létrehozó folyamatnak. Annál is inkább, mert jelenleg nem létezik más kielégítő magyarázat a földi élet mintázatának logikájára. Ez a magyarázat azonban a földi bioszféra szerzteágzó jelenségeit a dinamikus egységet képező világegyetemről alkotott modern elképzeléseinkbe is képes bekapcsolni.

A bioszféra evolúciója és hierarchikus tagoltsága

Az önszerveződés tendenciája az univerzumban

Az *anyag* szónak van egy ontológiai és egy természettudományos jelentése. Az utóbbi értelemben az anyag annak a realitásnak a megnevezése, amely közvetít a szervetlen és a szerves folyamatok között.¹⁰ Ontológiai értelemben azonban hibát követünk el, ha az egész valóságot megkíséreljük szervetlen folyamatokra redukálni: ekkor a végeredményként kapott világnézetet *materializmus*nak vagy *redukciós naturalizmus*nak nevezhetjük.

A redukciós naturalizmus lényegi tétele az, hogy az anyag igazi természete a létezés szervetlen dimenziójában nyilvánul meg. Ez az állítás azonban már több, mint természettudományos kijelentés. Valójában világnézeti opcióról van szó, amely a tudománytörténet hosszú szakaszát jellemezte. A redukciós naturalizmus (materializmus) szerint az élettelenből az élőbe, a biológiai természetükből a pszichológiai természetübe való átmenet szoros értelemben nem létezik, mert a magasabb szerveződési szintek jelenségei a szervetlen „anyag” epifenomenonjainak tekintendők. Paul Tillich (1886–1965) találó megállapítása szerint az élet ontológiai realitását negligáló redukciós naturalizmus „bizonyos értelemben a halál ontológiája”¹¹. A redukciós naturalizmus anyag fogalmával kapcsolatban – különösen amikor abból a létezés magasabb szintjein kibontakozó jelenségek ontológiai másodlagosságát állító filozófia sarjad – joggal vetődik fel a *petitio principii* gyanúja: ha már a világmépi premisszáinkban (lásd a „buta anyagra” vonatkozó előítéleteket) jelen van a „világ varázstalanításának” a gondolata, akkor miért lepődünk meg azon, hogy ezekből a premisszákból naturalista világmépi sarjad?

Az anyag „materialista mitológiája” szaktudományos szempontok alapján is erősen vitatható. A természeti folyamatokat szemlélhetjük „alulról” (a részecskefizika irányából, a molekulák felől), vagy „felülről” (a bioszféra egésze felől, az asztrofizika és kozmológia irányából). Mindkét olvasat jogosnak látszik, mindkettő más-más kutatási problémákhoz és eredményekhez vezet. Redukcionista előítélet az, hogy a „felülről” kiinduló olvasat másodrendűnek tekintendő. A szaktudományok közti mély belső összefüggések ellenére a kémia soha nem vált feleslegessé a fizika fejlődésével, a biológia pedig nem válik „alkalmazott kémiává”. Egyre inkább rádöbbenünk, hogy a sokrétű valóság jogosan közelíthető meg a vizsgálódás különböző szintjein, az adott szintnek megfelelő fogalmi és módszertani eszköztárral. A hierarchikusan szemlélt anyagi valóságban minden magasabb szinthez új minőségek tartoznak, és minden magasabb szint leírásának sajátos nyelvezet felel meg. Logikailag lehetséges ugyan, hogy egy bizonyos szintet hierarchikusan mélyebb szint nyelvén írjunk le, ám az ilyen leírás általában rendkívül bonyolult és szinte már érthetetlen. Egyfelől a hierarchikus síknak megfelelő nyelv alkalmazása leegyszerűsíti a leírást, és emiatt célszerűtlen lenne kiküszöbölni az elméletek pluralizmusát. Másfelől a különböző szintek a komplex anyagi valóságnak egy-egy valós arculatát

¹⁰ VÖ. PAUL OVERHAGE – KARL RAHNER: *Das Problem der Hominisation. Über den biologischen Ursprung des Menschen*, Freiburg, Herder, 1961. Ez a klasszikus tanulmány véleményünk szerint megfelelő alapozást nyújt az e cikkben tárgyalt problematika filozófiai szempontjának kifejtéséhez. A filozófiai tárgyalás elmélyítésével azonban – terveink szerint – majd egy későbbi cikkben foglalkozunk.

¹¹ PAUL TILlich: *Rendszerezés teológia*, Osiris, Budapest, 2002, 387. (ford. Szabó István)

képviselik, ezért a természet többarcúságának hiteles kifejezői. A lét minden szintje külön elméletet igényel.

Az élettelen és az élő között húzódó határsávot korábban az emergenciamegjelenésekkel határoztuk meg, de ezek természetéről még részletesebben szólnunk kell. *Emergenciának* nevezzük az anyagi valóság azon tulajdonságát, hogy ha hierarchikusan mélyebb szintről magasabb szervezetségi szintre lépünk, akkor minőségileg új tulajdonságok megjelenésével is számolnunk kell. A biológia összefüggésében például emergens tulajdonságoknak tekintik a metabolizmusok, a biológiai információ, a célszerűség és az alak megjelenését. Az emergencia fogalma a redukció fogalmának ellenpólusa. Redukcióról és emergenciáról egyaránt beszélhetünk „erős”, illetve „gyenge” értelemben. Az erős redukciós állítás azt tartalmazza, hogy egy hierarchikus szint jelenségeit egy alatta fekvő szint elméletéből nem csupán megközelítőleg, hanem matematikai levezetésekkel kimerítően értelmezni tudjuk. Ha a két szint között az összeegyeztetés lehetséges, de csak kiegészítő feltevések segítségével, vagy csak közelítések útján, akkor gyenge redukcióról beszélünk. Az erős emergenciamegjelenés azt jelenti, hogy egy hierarchikusan magasabb rétegnek olyan tulajdonságai vannak, amelyek nem származtathatóak le hierarchikusan mélyebben fekvő rétegekből semmiféle rétegek közötti csatolási törvény segítségével. A gyenge emergenciamegjelenés nyitva hagyja a kérdést, hogy megmagyarázható-e, és ha igen, hogyan magyarázható meg az új megjelenése. Azt viszont állítja, hogy a világnak réteges szerkezete van, és hogy minden rétegnek saját tulajdonságai és törvényei vannak. A redukció és emergencia csak akkor mondanak ellent egymásnak, ha mindkét fogalmat erős változatában használjuk. Ismereteink szerint a „világfolyamatnak” alapvető jellegzetessége az emergenciamegjelenés. A modern természettudomány számára a valóságnak különböző arcai vannak. Csak valamennyi komplementáris leírás összessége ábrázolja a (legtágabb értelemben vett) természet osztatlan valóságát. Ezeknek a felismeréseknek a fényében magának az *anyagnak* a fogalma is kitágul, többértévé válik. A továbbiakban szűknek bizonyul az „anyag materialista mítoszából” leszármaztatott anyagfogalom a valóság természettudományos megragadásához.

A természettudomány által tanulmányozott önszerveződési folyamatok filozófiai értelmezéséhez alapvető az anyag megfelelő ontológiai alapra helyezett megértése. Az *öntranszcendencia* fogalma kulcsfontosságú számunkra az anyag dinamikus ontológiai tulajdonságainak a leírásához. Ez a fogalom magában hordozza az anyag teremtettségének autonómiatulajdonságát, és egyúttal a világfolyamatban kibontakozó emergenciamegjelenésről is számot ad. Az öntranszcendencia paradox fogalom egy olyan gondolkodás álláspontjáról, amely elszigetelten szemléli a létezőt, mert e felfogás voltaképpen azt állítja, hogy a létező tud adni magának valamit, amije még nincs. E paradoxon azonban feloldódik, ha tekintetbe vesszük Isten teremtett világhoz fűződő transzcendens-immanens első okságát, amelynek a teremtmény saját léte és működése köszönhető. Mivel ez az okság transzcendens a teremtményhez képest, nem veszi át a teremtmény tevékenységét. Ugyanakkor ez a kapcsolat immanens is, azaz a teremtményben működik, ami lehetővé teszi, hogy egy anyagi dolog véges mivoltában és működésében „felülmúlja önmagát”. A filozófiailag igényesen kidolgozott öntranszcendencia-fogalom (az emergenciamegjelenéssel összekapcsolva) kulcsot kínál az élettelen és élő közötti minőségi határsáv létrejöttének értelmezéséhez.

A természettudomány az élet jelenségét az univerzum bizonyos tér-idő tartományában megnyilvánuló lokális önszerveződési folyamatként tudja elhelyezni. Úgy tűnik, hogy az életjelenségeket egyszerre jellemzi rövid távon bizonyos időbeli stabilitás, hosszabb távon pedig alapvető instabilitás. Kozmológiai távlatban az életfolyamatokat nagyfokú dinamikus komplexitáshoz kapcsolódó *fluktuációkként* tekinthetjük.

A földi élet megjelenése térben és időben – az esetleges „őscsoda” kérdése

A szervetlen és szerves formák közti minőségi határ problémája az evolúció elméletével kapcsolatban csúcsosodik ki – részben erre vezethető vissza a közgondolkodás elkeseredett ellenállása is az elmélettel szemben. Vajon van-e „természetes” átmenet a szervetlen és a szerves állapot között? Korábban vallásos gondolkodók azon az alapon érveltek Isten létezése mellett, hogy mivel nincs birtokunkban arra vonatkozó magyarázat, hogy miképpen alakult ki a szerves élet a szervetlenből, így az *első sejt* előállítását joggal tulajdoníthatjuk isteni beavatkozásnak. A biológia szaktudományos logikája azonban elutasította e természetfölötti okság alkalmazását, és megkísérelte a szerves életformák előállításának feltételeit a lehető legalaposabban feltárni – nem kevés sikerrel.

Fontos észrevennünk azt, hogy a szerves és szervetlen anyagformák közötti átmenet problémája valójában az arisztotelészi léthierarchia és az evolucionista szempontok konfliktusaként jelentkezik. Az első a létrendek és fajok örökkévalóságát, időtlenségét hangsúlyozza egy statikus világnép alapján, míg a második ugyanezen valóságok megjelenésének feltételeit hangsúlyozza a modern dinamikus világnép alapján. Nem szükségszerű azonban, hogy ez a különbség feloldhatatlan konfliktust teremtsen. Az anyag fogalmáról alkotott (azt egyoldalúan a szervetlen léthez kapcsoló) előítéletekben van a tényleges forrása annak, hogy a szerves formákat a szervetlenektől csak egy metafizikai „életelv” posztulálásával vélik elhatárolhatónak. Az apóriára¹² megoldást kínáló, általunk helyesnek tartott természetfilozófiai koncepciót fentebb az *öntranszcendencia* és az *emergencia* fogalmaival értelmezett anyagiség leírásával már körvonalaztuk. Most mégis a „csodálatos teremtői működés” hagyományos vallásfilozófiai problematikájának mélyebb megértéséhez az egyik legigényesebben kidolgozott ilyen típusú modellt részletesebben is szemügyre vesszük.

A Thaxton – Bradley – Olsen természettudós szerzőcsoportnak 1983-ban jelent meg *Az élet eredetének rejtélye. A kortárs elméletek újraértékelése*¹³ (The mystery of life's origin) címmel egy könyve, amelyben az abiotikus evolúció elméletének a gyenge oldalait vették vizsgálat alá. Miután szaktudományos igénnyel összefoglalták a standard elgondolással szembeni kétségeiket, a könyv utolsó fejezetében számba veszik a földi élet megjelenésére vonatkozó eredetelméletek szerintük elvileg lehetséges öt csoportját. Az első elképzelés szerint új természeti törvények felfedezése teheti majd érthetővé a szervetlenből a szerves állapotba való átmenet evolúciós szakaszát. A második elképzelés az „általános pánspermia-elmélet” címen ismert elgondolást elemzi. A harmadik elképzelés Francis Crick (1916–2004) és Leslie Orgel (1927–2007) nyomán az „irányított pánspermia-elmélet” nevet kapta. Negyedik elvi lehetőségként az „egyedi teremtés a kozmoszon belüli Teremtő által” című koncepciót tárgyalják, elsősorban Fred Hoyle (1915–2001) és Chandra Wickramasinghe (1939–) ötletei nyomán. Végül a szerzők maguk (nyilván némi vallási háttérrel), az ötödik lehetőség melletti állásfoglalásukat sugallják, amely az „egyedi teremtés a kozmoszon kívüli Teremtő által” nevet kapta. Számunkra most csak ez az ötödik lehetőség az érdekes, mert bizonyos kritikai szempontok megfogalmazására kínál alkalmat.

A fenti szerzőhármás elgondolása szerint az ötödik típus is tudományos hipotézis formájába önthető, a következő módon: Szerintük tényként csupán annyiból indulhatunk ki, hogy „az anyag valaha egyszerű szerkezetű, semleges és élettelen volt. Egy későbbi állapotában viszont már az élet megszületéséhez és fennmaradásához megfelelő mértékű biológiai összetettség jellemezte. Az egyedi teremtés elve abban tér el az abiogenezistől, hogy úgy gondolja: a forrás, mely az életet létrehozta, értelemmel bír [...]. Egy értelmes Teremtő információval ruházta fel az élettelen anyagot.”¹⁴ E

¹² Az „apória” itt használt jelentésének kifejtését, lásd BAGYINSZKI P. ÁGOSTON – MÉSZÁROS LUKÁCS: Apóriák, avagy természettudomány és teológia párbeszédében, *A Szív* 102 (2016/szeptember) 28–31.

¹³ CHARLES B. THAXTON – WALTER L. BRADLEY – ROGER L. OLSEN: *Az élet eredetének rejtélye. A kortárs elméletek újraértékelése*, Harmat, Budapest, 1997. (ford. Székács András)

¹⁴ Uo. 232.

hipotézis mellett szóló érvek a következők: „amennyiben a korai Föld (valóban) oxidáló jellegű volt, ez nem csupán a teremtés mellett szólna, de egyben meglehetősen nehézzé tenné a kémiai evolúció pusztá feltételezését is. Emellett a Föld lehülése és az első élő szervezetek megjelenése között eltelt idő rövid volta (170 millió év) szintén a teremtés feltételezését támasztja alá. Az élet teremtése mellett szól természetesen a prekambriumi üledékek oly kicsiny nitrogéntartalma is (nem létezett ősleves). Az egyedi teremtés emellett összhangban áll azzal a határvonallal, amely az abiotikus laboratóriumi eredmények és a vizsgáló személy által elkövetett beavatkozás révén elért eredmények között megállapítható. Amennyiben az első élőlényt értelemmel rendelkező Teremtő hozta létre, a laboratóriumi kísérletekben megismert határvonal valós lehet, mely a kísérleti előrelépésektől vagy az új természeti folyamatok felfedezésétől függetlenül létezik. Egy értelemmel bíró Teremtő megvalósíthatta a konfigurációs entrópia jelentős mértékű munkai igényének bevitelét, amely a makromolekulák felépítéséhez és a sejtek összeállításához volt szükséges”¹⁵. A szerzőcsoport szerint itt egy életképes tudományos hipotézisről van szó, még akkor is, ha a tudományos közvélemény idegenkedik egy ilyen természetfeletti tényező közreműködésétől. Azonnal látható, hogy itt a *kreacionista* gondolkodási modellnek¹⁶ egy olyan változatáról van szó, amely egy konkrét földtörténeti pillanatban egyedi „molekuláris biológiai csodát” vagy „ős csodát” feltételez. Ezt a Thaxton, Bradley és Olsen által javasolt hipotézist most nem szaktudományos vagy tudományelméleti kritikának vetjük alá (bár mindkettőnek bizonyosan lenne létjogosultsága), hanem vallásfilozófiai kritikát fogalmazunk meg. Véleményünk szerint teológiai-filozófiai koncepciók hibát is magában rejt ez a gondolkodásmód.

Filozófiai szempontból tesszük fel tehát a lényegi kérdést: feltételezzünk-e (feltételezhetünk-e) „ős csodát” a tudományos világképünkben? Előzetesen megállapíthatjuk, hogy azok, akik hisznek abban, hogy sajátos értelemben vett csodák csakugyan történnek, többnyire arról is meg vannak győződve, hogy ezeknek az eseményeknek van valamilyen vallásos jelentőségük. A csodák a vallásos ember számára az Istennel való kapcsolatban nyerik el értelmüket. A vallásos ember számára az sem kétséges, hogy Isten éppúgy jelen van mindabban, ami nem számít csodának, mint a csodákban. A keresztény hit pedig hitvallásszerűen egyetlen nagy Csodáról tud, amelynek vannak ugyan lényeges tér-időbeli referenciapontjai, de ez a Csoda alapvetően mégis az egész teremtett valóság átalakulását érinti. Ezeket fontos leszögeznünk, mert a következőkben nem a teológiailag értelmes Csoda kritikájáról lesz szó, hanem csupán az abiogenezis vélt nehézségeit áthidaló spekulatív őscsoda kritikájáról.

Egy közkeletű, ám felszínes meghatározás szerint a csodák törést jelentenek az anyagi világ történéseinek természetes rendjében. David Hume (1711–1776) nyomán ezt a következőképpen pontosíthatjuk: „a természet törvényeinek az Istenség különleges akaratából vagy valamely láthatatlan lénynek közbejöttével történő megszegése”¹⁷. Mások szerint már az események rendkívül valószínűtlen, jótékony hatású véletlen egybeesése is csodának tekinthető, ha vallásos értelmezést adunk neki. Az ehhez hasonló csodafogalmak kritikája megtalálható Brian Davies (1951–) könyvében.¹⁸ A továbblépést az jelentheti, ha a csodának egy korrigált meghatározásával rámutatunk az élettelen és élő közti határt áthidalni hivatott „ős csodában” rejlő merőben filozófiai problémákra.

Arra a klasszikus keresztény gondolkodók által képviselt tételre támaszkodhat a korrigált csodafogalom, hogy a teremtő Isten a világ teremtett rendjének közvetítésével (ld. másodlagos okok), a

¹⁵ Uo. 244.

¹⁶ Vö. BAGYINSZKI P. ÁGOSTON – MÉSZÁROS LUKÁCS: Az evolúciós elv és a létezők hierarchiája. Illeszkedik-e egymáshoz a természettudományok evolúciós elve és a létezők hierarchiájának vallástörténeti eszméje?, *Sapientiana* 9 (2016/1) 1–13, lásd különösen 2–4.

¹⁷ Idézi BRIAN DAVIES: *Bevezetés a vallásfilozófiába*, Debrecen, Kossuth, 1999, 218. (ford. Rakovszky Zsuzsa et al.)

¹⁸ Lásd BRIAN DAVIES: *Bevezetés a vallásfilozófiába*, Debrecen, Kossuth, 1999, 218. (ford. Rakovszky Zsuzsa et al.)

világban működve létre tudja hozni személyes működésének az ember számára felismerhető és érthető jelét, vagyis azt, amit csodának nevezünk. Ennek jegyében el kell utasítanunk az Isten közvetlen beavatkozásaira, esetenkénti „törvényszegéseire” támaszkodó újkori csodafogalmat. Egyaránt vitatható az az istenfelfogás és az a világfogalom is, amely ennek a koncepciónak alapjául szolgál. Ha ugyanis úgy képzeljük el Isten teremtő működését a világon belül, hogy Isten több ízben új „kezdetekkel” áll elő a világban, amelyeknek semmi közük nincs a már meglévőhöz (ha tehát Isten tevékenységéről a „másodlagos okoktól” függetlenül beszélünk), akkor átváltoztatjuk Istent más, világon belüli tényezőkkel összehasonlítható tényezővé, és ezzel, akaratlanul, tagadjuk Isten egyszerre immanens és transzcendens valóságát. Továbbá ezek a „kezdetek”, amelyeknek teljességgel külsődleges és irracionális a dinamikus univerzumhoz fűződő kapcsolata, ebben a világban mindig idegen események volnának, amelyek sértenék a világ egységének és érthetőségének elvét. A „beavatkozásos” csodafogalomra nem lehet hitet és rációt integráló gondolarendszert építeni. Nem arra hivatkozunk tehát, hogy a modern ismeretanyag szellemi keretei nem tudnak befogadni csodának tekintendő eseményeket, hanem arra mutatunk rá, hogy egy világképet alkotó elemként megkonstruált ősi csodaesemény („őscsoda”) nem férne össze a *fides et ratio* ősi keresztény elvével.¹⁹

A véletlen és a gondviselés szembeállításának apóriája

Az előző alfejezetben egy Isten teremtő tevékenységének részeként értelmezett „őscsoda” lehetőségének átgondolásához kerestünk szempontokat. Most Isten világban megvalósuló normális tevékenységéről szeretnénk képet alkotni a biológiai evolúcióval összefüggésben. Milyen módon konkretizálhatjuk Istennek azt a sajátos tevékenységét, amit hagyományosan *gondviselésnek* nevezünk?

Jacques Monod (1910–1976) *A véletlen és a szükségszerűség* (Le Hasard et la Nécessité) című 1970-ben megjelent könyvének második fejezetében fejti ki alapvető tételét. Eszerint a kései modernitás korában felsejlő egyetlen tudományos elmélet – amely magában foglalja a relativitás- és kvantumelméletet, az elemi részek elméletét, a kozmológiát és a biológiát – csak általánosságban mondhatja meg előre, hogy a tárgyak vagy események mely osztályai léteznek, milyen tulajdonságokkal és viszonylatokkal, de nem mondhatja meg előre egyetlen partikuláris tárgynak vagy eseménynek sem a létezését vagy az ismérveit. Az elmélet alapján ez a tárgy vagy esemény (pl. az Androméda-köd, a Vénusz bolygó, a Mount Everest, a tegnapi estétől zivatar, ez a kavics vagy ez a baktérium) nem szükségszerűen, hanem csupán esetlegesen létezik: összeegyeztethető (kompatibilis) a természet alaptörvényeivel. Monod úgy véli, hogy ezzel a tétellel szemben az összes vallás, majdnem minden filozófia, és részben maguk a tudományok is az emberiség elkeseredett erőfeszítéséről tanúskodnak: megpróbálják kétségbe vonni saját esetlegességünket. Vajon igaza van-e Monod-nak, amikor ezt a kihívó állítását megfogalmazza?

Mindenekelőtt érdemes tudatosítanunk azt, hogy a keresztény filozófia már az újkort megelőzően világosan állította a véletlen események létét és szerepét. Hivatkozhatunk pl. Aquinói Szent Tamásra (1225–1274), aki az isteni okságot (ún. elsődleges ok) soha nem keverte össze a világ belső logikájával (ún. másodlagos okok), és az utóbbira való tekintettel síkraszállt a valós véletlenek léte mellett (ld. *Summa Theologiae*, I, q. 22, a. 2.). Az esetlegesség, mint minden evilági dolog alaptulajdonsága hangsúlyosan megfogalmazódik a nyugati filozófiai hagyományban. A klasszikus tárgyalás azonban a véletlen és az esetlegesség mögött mindig rámutatott egy vertikális (kontra:

¹⁹ Vö. BAGYINSZKI P. ÁGOSTON: Az üdvtörténet a végjáték felől nézve, in Hetesi Zsolt – Teres Ágoston (szerk.): *Vallás és tudomány*, Manréza Szimpózium 2004/Dobogókő, Magyar Jezsuita Rendtartomány – ELTE Csillagászati Tanszék, Budapest, 2005, 1–19, különösen 5–6.

horizontális) okságra is, amely a világ jelenségei mögött értelmet, akaratot, szervező bölcsességet, intencionalitást (elrendelő szándékot) feltételez.

Az maradt a konkretizálandó kérdés, hogy ez az *Isteni Értelem* mi módon fejt ki hatását a mi tapasztalati világunkra, avagy „hogyan működik a gondviselés”. Amikor ezt a kérdést az ún. „teológiai fizikalizmus” gondolkodási mintája szerint próbálták megválaszolni, akkor születtek a mélyebb elemzésben tarthatatlan elgondolások a világfolyamat, és konkrétan a biológiai evolúció célra irányítotttságáról, a közvetlen emberre irányuló megtervezettségéről stb. Ebben a gondolkodási mintában a véletlen és a gondviselés valóban két, egymást kizáró alternatívát képez: vagy van véletlen, és akkor ezen a ponton kiszorul a világból a gondviselő Isten ujja, vagy mindenben jelen van a gondviselés keze, és akkor minden véletlen csak látszat. Monod erre a dilemmára reagál a fentebb idézett gondolataival. Ezt a dilemmát azonban pusztán filozófiai szempontok alapján is hamisnak kell tartanunk. A következőkben egy olyan filozófiai modellt vázolunk fel, amely rámutat a véletlen és a gondviselés szembeállításának elhibázottságára.

Univerzumképünk szerint a világot dinamikus matematikai strukturáltság, több szinten megnyilvánuló „szabadsági fokok” (pl. mikroszkopikus véletlen), bizonyos kompaktság és nyitottság jellemzik. Isten világban megvalósuló tevékenységéről már többször hangsúlyoztuk, hogy azt csak transzcendens-immanens módon szabad elgondolnunk, mint amely ontológiai háttérfeltételként kapcsolódik a teremtett létezőkhöz. Nincsenek külön „belépési pontjai” Isten tevékenységének a világunkban: a világ egészére ható oksággént kíván Ő hatást kifejteni a világ részeinek általunk megtapasztalt, összetett alakzataira. Távoli hasonlatként a szabad emberi cselekvéshez hasonlíthatjuk Istennek a világhoz fűződő kapcsolatát. Ahogy nem okoz természettudományos szemmel (pl. biokémiai értelemben) rendkívüliséget az ember intencionális viselkedése, úgy Isten gondviselő működése sem vonja magával a világ – általa teremtett – belső rendjének a megbontását. És ahogy az emberi viselkedés mégis értelmes egészé állhat össze a cselekvő alany által, valami módon a teremtett világban is kirajzolódhat a dolgoknak bizonyos *háttéri értelme*. Ennek az analógiának sok hiányossága van, előnye viszont, hogy szemléletes. Lényege, hogy komplementaritásban fogja fel az okság két rendjének kapcsolatát. Első látásra problémának tűnhet, hogy ebből a modelltől nem lehet levezetni olyan isteni szabadságot, amely minden szempontból korlátlan lenne a világban. Erre azonban nincs is szükség, mert az isteni mindenhatóság nem jelenti azt, hogy Istennek a világban mindarra képesnek kell lennie, ami abszurditást az ember fantáziája elgondolni képes.

A biológiai evolúció folyamatában tehát komolyan vehetjük az esetlegességeket, a véletlenszerűségeket, a folyamat szabadságát. Nem kell egy terv végrehajtásaként vagy empirikusan megragadható célra irányítottságban értelmeznünk a folyamatot ahhoz, hogy háttéri értelmet ismerhessünk fel benne. Háttéri értelemben pedig nem olyasmit értünk, ami csak egy folyamat beprogramozott végső szakaszára vonatkozhat.

A bioszféra teremttségének eszmei tartalma

A bioszféra – vagyis a földi élet – keletkezésének problematikája abban különbözik az univerzum eredetének problémájától, hogy a biogenezisnél lényeges tényező az időbeliség is. Közel 4,6 milliárd évvel ezelőtt, bolygónk kialakulásakor a bioszféra még nyilvánvalóan nem létezett, ma pedig benne élünk. A földi életet tehát térben és időben behatárolt, a kozmikus folyamaton belül keletkező valóságként kell felfognunk, és ez a „teremttség” naiv fogalmának pontosítását követeli meg tőlünk.

Filozófiai koncepciókban a Teremtő nem a csodálatos közvetlen beavatkozásokkal vagy „őcsodákkal”, de nem is zárójelbe tehetően van jelen az általa teremtett világban, hanem az önszerveződés–öntranszcendencia útját járó folyamatokban fedezhetjük fel a jelenlétét. Az ilyen folyamatoknál a szabad és autonóm kibontakozás ontológiai háttérfeltételei fejezik ki a teremtői és

gondviselői közreműködést. Isten láthatatlanul, transzcendens–immanens módon van jelen a világban. Mi magunk – teremtmények lévén – csak a puszta létbeliséget tapasztaljuk közvetlenül a teremtés egész folyamatából, de ez a létbeliség a maga evolutív szabadságában önmagán túlra mutat.

A vázlatosan bemutatott gondolatrendszerünkben nincs ellentmondás a *létezők hierarchiájának* eszméje és az *evolúciós elv* között. Ontológiai szempontból az evolúciós történések lényege abban ragadható meg, hogy az öntranszcendencia (önfelülmúlás, minőségi többé válás) a létezőt alkotó létezési aktusból fakad: a véges létezőben a lét egészének dinamizmusa dolgozik fokozatosan a minőségi növekedés, differenciált kibontakozás, a korlátok bizonyos felülmúlásának irányában. Ennek az öntranszcendenciának az útja sok esetlegességen, véletlenszerűségen halad keresztül, mert bizonyos belső szabadsággal jellemezhető folyamatról van szó. Maga az önszerveződési- és öntranszcendentálási tendencia azonban – a háttérben Teremtőt feltételező – világfolyamat lényegéhez látszik tartozni. Bár a minőségi növekedésnek a tér-időbeli konkrét útját nem lehet előre megmondani, az élettelen és az élő közötti határsáv meghaladásának lehetősége így mégis bele van oltva a teremtett létbe magába, amelyet a Gondviselés hordoz.