

ABIOTIGENEZA ILI BIOIGENEZA Prirodoslovne činjenice i filozofske refleksije o postanku života na Zemlji

Ivan KEŠINA, Split

Sažetak

U svemiru koji je vremenski, prostorno i ontološki konačan postoji raznolikost životnih oblika. Povijest umovanja o mjestu, vremenu i uvjetima nastanka života u svemiru seže do starog vijeka. Osobito su shvaćanja antičkih filozofa i njihovo naučavanje o abiogenezi imala dugotrajan utjecaj na shvaćanje o postanku života na Zemlji. U ovom radu želimo najprije analizirati prirodoslovne činjenice o postanku života, te odgovoriti na pitanje: abiogeneza ili biogeneza? U sljedećem koraku filozofski reflektiramo o prirodoslovnom prikazu prelaska od neživog do živog. Potrebno je ustvrditi da je duga kemijska evolucija dovela do spontanog nastanka prvog života na Zemlji (abiogeneza). Ona je bila preduvjet za postanak života, koji se postupno razvio iz prebiotičkih sistema. Dakle, prvi život na Zemlji je nastao abiotički. Najprije su se iz jednostavnih elemenata i plinova oblikovali niskomolekularni građevni elementi (aminokiseline i nukleotidi). Oni su se složili u visokomolekularne lance (RNA, DNA, proteine) iz kojih su »samoorganizacijom« nastali prvi živi sistemi. Louis Pasteur je svojim eksperimentima dokazao da danas nije moguć spontani nastanak živih bića (abiogeneza), već da je danas moguća samo biogeneza, tj. »Omne vivum ex vivo«. Nakon prirodoslovne obrade biogeneze nastavlja se s pitanjima filozofski, ontološki. U članku je ponuđeno rješenje koje predstavlja sintezu unutarstvetskog kauzaliteta i su-djelovanja Božjega. Samo ova sinteza uspijeva predstaviti problem biogeneze prirodoslovno i filozofski. Filozofski promatrano kontingentno biće ni u jednom trenutku ne posjeduje svoju bičevnost od sebe samoga, već i svoju bičevnost i svoje djelovanje ima od drugoga, a to je »stvarateljsko podržavanje« ili stvaranje u kontinuitetu (creatio continua). Ova stvarateljska i podržavateljska sila može biti nešto što ne egzistira na kontingentan, već na apsolutan, nužan način. Ono biće koje egzistira na nužan način je »esse absolutum«, a u filozofiji religije ga nazivamo Bog.

Ključne riječi: abiogeneza, biogeneza, evolucija, creatio continua, concursus divinus.

Uvod

Od najstarijih vremena čovječanstvo teži upoznati svijet, prirodu i bit života. Premda su na mnoga pitanja već dani zadovoljavajući odgovori, postoji pitanje koje čovjeka stalno muči i na koje do danas nije dao konačni odgovor. Od davnih

ne, tj. od trenutka kada se počeo osjećati čovjekom, odnosno kada je došao do stupnja refleksije i osjetio potrebu da traži objašnjenja za pojave oko sebe, čovjek je postavio prva pitanja o tome: odakle on na Zemlji, kako je moguće da ima toliko različitih vrsta životinja, premda ih se neprestano istrebljuje, zašto on, čovjek, kao i svi njemu slični, mora jednom umrijeti, a istodobno se rađaju brojni novi nasljednici, zašto se živi i umire? Zašto? Ovakva i slična pitanja su se nizala, a nizali su se i odgovori pa je tijekom vremena i pitanje »Odakle život na Zemlji?«, postajalo sve manje zagonetno. Međutim, i uz postojeće, za neke zadovoljavajuće odgovore, još uvijek se može reći da odgovor na ovo pitanje nije potpun.

Život na Zemlji je toliko star i raznolik da je morao ostaviti tragove svog razvoja. Trebalo ih je samo pronaći i uočiti njihovo značenje. »To je u znatnoj mjeri uspjelo recentnom čovjeku. Velik napredak koji su u posljednje vrijeme postigle prirodne znanosti omogućio je da se uoče osnovne linije razvoja života na Zemlji. Držeći se egzaktnih činjenica, moglo se zaći u najskrovitija područja, tamo gdje je čovjekovu oku sve donedavno pristup bio nemoguć. Spoznajna dostignuća čovjekova zašla su u sferu najsitnijeg, ali i u ogromna prostranstva prema velikim svjetovima i zbivanjima u svemiru.«¹ Tzv. »pitanje nad pitanjima« o postanku života na Zemlji² prestalo je biti tako zagonetno, premda na njega nije potpuno odgovoreno.

Što je, u stvari, život? Da bismo dobili barem približno zadovoljavajući odgovor na ovo pitanje trebalo je proći vrlo krivudavim putovima, punim zapreka i iznenađenja. Na postavljeno pitanje pokušalo se odgovoriti objašnjavajući koje su osnovne značajke živih bića.³

Prema Oparinu, živi bi sistemi morali imati:

¹ Z. PAVLETIĆ, *Životopis života*, Zagreb 1984., str. 9–10

² O postanku života na Zemlji opširnije usp. S. BAKŠIĆ, *Bog Stvoritelj – Stvaranje tvornog i duhovnog svijeta*, sv. I., Zagreb 1946, str. 241–246; D. BALEŠIĆ, *Neka suvremena saznanja o postanku žive tvari*, u: *Priroda, Časopis za popularizaciju prirodnih znanosti* 58 (1971), str. 197–201; Z. PAVLETIĆ, *nav. dj.* str. 9–58; A. KUSIĆ, *Teodiceja, III.*, izdanje, Split 1968, str. 91–116; A. KUSIĆ, *Filozofski pristupi Bogu*, Split 1980., str. 31–48; R. KOLTERMANN, *Naturphilosophie, Grosser Anthropologischer Bogen – Kleiner Anthropologischer Bogen*, Frankfurt/M I 985, str. 48–94; R. RIEDL, *Die strategie der Genesis*, München 1986, str. 142–157; F. CRICK, *Das Leben selbst, Sein Ursprung, seine Natur*, München–Zürich 1983; M. EIGEN, *Entstehung des Lebens*, u: *Natur* 3 (1983), str. 68–77; B. VOLLMERT, *Konnten die Lebewesen von selbst entstehen?* u: *Natur* 10 (1982), str. 90–100; B. VOLLMERT, *Das Molekül und das Leben, Vom makromolekularen Ursprung des Lebens und der Arten: Was Darwin nicht wissen konnte und Darwinisten nicht wissen wollten*, Reinbek 1985; C. SAGAN, J. AGEL, *Nachbarn im Kosmos, Leben und Lebensmöglichkeiten im Universum*, München 1975.

³ Usp. R. DOMAC, A. LUI i dr., *Biologija za srednje škole*, Zagreb 1980, str. 8–9.

a) sposobnost izmjene tvari i energije. Ovo se zbiva tijekom složenih procesa koji su obuhvaćeni pojmom *metabolizam*.

b) sposobnost *samoreprodukcije* ili *reprodukcije*. Prilikom razmnožavanja posebnim zakonitostima preci predaju dio svojih svojstava potomcima. Ta se sposobnost živih bića zove nasljeđivanje.

c) izvjesnu *varijabilnost*. Neke promjene nastale u životu mogu se predavati potomcima putem nasljedne osnove. One mogu biti za organizam korisne ili štetne. Potomak koji je naslijedio štetnu promjenu manje je sposoban za život, pa može uginuti prije nego što se počne razmnožavati.⁴

U svemiru koji je vremenski, prostorno i ontološki konačan, postoji raznolikost životnih formi. U ovom radu želimo najprije iznijeti povijesni pregled ideja o postanku života na Zemlji. U drugom dijelu obrađujemo hipoteze o postanku života. U trećem dijelu govorimo o prirodoslovnim činjenicama postanka života na Zemlji i odgovaramo na pitanje: abiogeneza ili biogeneza?⁵ U četvrtom poglavlju pokušat ćemo filozofski reflektirati o biogenezi.

1. Povijesni pregled ideja o postanku života

Povijest umovanja o mjestu, vremenu i uvjetima nastanka života u svemiru seže do početka filozofiranja. Osobito su shvaćanja antičkih filozofa imala dugotrajan utjecaj na shvaćanje o postanku života na zemlji.⁶

Anaksimandar (610. – 547. prije Krista) – Prva živa bića nastala su iz vlage. U početku su ova bića bila obložena bodljikavom korom, koja je kasnije, kad su živa bića prešla na kopno, otpala. Čovjek je, prema Anaksimandaru, nastao iz jednog živog bića sličnog ribi.

Empedoklo (483. – 423.) – On pretpostavlja teoriju o spontanom postanku za sva živa bića. Ovo se nije dogodilo u jednom koraku, već u četiri faze. U prvoj fazi su nastali dijelovi, koji su odijeljeni jedan od drugoga. U drugoj fazi su, na osnovi međusobnog srastanja ovih dijelova, nastala čudovišna bića (tvorevine). U

⁴ Tri navedena svojstva živih bića nisu dostatna da bi opisala ono što nazivamo životom. Zbog toga bi spomenutim svojstvima živih bića trebalo pridodati i *podražljivost, pokretljivost, individualnost, staničnu građu i aktivni rast*.

⁵ Abiogeneza se smatrala mogućnošću da život može nastati na Zemlji u svako doba iz nežive tvari. Postanak života na ovaj način nazivao se također »generatio spontanea«, tj. samozagađivanje. Biogeneza predstavlja naučavanje prema kojem je danas moguć samo život iz života. Pitanje koje se postavlja jest: Kako je nastao prvi život na Zemlji, što se ne može objasniti etapnom (postupnom) abiogeneza, tj. da je život nastao iz života? U početku se, kako nam govore prirodoslovne činjenice, radilo o primarnoj abiogenezi.

⁶ Opširnije usp. R. KOLTERMANN, *Naturphilosophie*, Frankfurt 1985, str. 48–53.

trećoj fazi se formiraju čitava tijela, koja će se u četvrtoj fazi međusobno miješati.

Demokrit (460. – 370.) – Demokritu je osobito važno na koji način objasniti i utemeljiti mnogostrukost i raznolikost bića. Njegovo naučavanje je strogo atomističko. Stvarnost se sastoji iz dva principa: atoma koji se neprestano gibaju i praznog prostora. Bit atoma, koji mogu biti kuglasti, srpoliki ili kukasti, leži u njihovoj protežnosti. Stvari nastaju tako da se pri spajanju pojedinih atoma, između njih uvijek dodaje i malo praznog prostora. Ovisno o količini i veličini ovih intervala, možemo govoriti o gustoći i čvrstoći različitih tijela.

Sve se ovo događa čisto mehanički i svaka svrhovitost je pri tome isključena.

Aristotel (383. – 322.) – Promatranjem živih bića u prirodi, Aristotel je zapazio da postoji uska veza između njih i okoline u kojoj žive. Na temelju toga došao je do pretpostavke da sama okolina uzrokuje postanak tih organizama. Smatrao je da su npr. crvi, kukci, ribe poput jegulja, i vodozemci poput žaba, nastajali direktno iz mulja, pod utjecajem sunčeve svjetlosti i topline. To su, zapravo, bili temelji teorije o spontanom postanku, tj. teorije samorodstva (»generatio spontanea«), kojaje bila općenito prihvaćena u antičko doba kao teorijska pretpostavka prirodne pojave samozačeca života.

Kako se u srednjem vijeku mnogo prevodilo i proučavalo antičke filozofe, teorija samorodstva bila je na snazi i u to doba, pa se prema njoj živa bića stvaraju povremeno i iznenada, iz sastojaka nežive okoline. Kao i prema Aristotelovom učenju, žabe, miševi, muhe i druge životinje nastaju sasvim formirani iz blata, raspadnutih leševa, tople kiše, magle i sl.

Sv. Toma je iznosio mogućnost da Sunce rađa muhe zagrijavajući blato u močvarama. On je također držao, prema staroj kozmogoniji, da je Sunce kvalitativno više od obične mrtve mase.

Francesco Rodi (1626. – 1697.) dokazuje različitim postupcima da muhe u mesu nastaju iz jaja drugih muha.

Antony van Leeuwenhoek (1632. – 1723.) bavio se brušenjem leća i pomoću njih otkrio novi svijet živih bića. Prema objavljenim crtežima, vidi se da su to bili pretežno različiti oblici bakterija, »ali tada se to nije znalo pa ih je njihov otkrivač nazvao animalkuli, što bi u slobodnom prijevodu značilo – sitne životinji-cek«.⁷

Početkom 18. stoljeća francuski istraživač *Louis Jablot* otkrio je infuzum. Namakanjem sijena u vodi dobio je brojne animalkule (u stvari praživotinje) i smatrao je da su one nastale životnom moći vegetativnih ostataka. Međutim, kasnije je dokazao da se animalkuli ne javljaju ako se sijeno prokuha u vodi i stoji u

⁷ Z. PAVLETIĆ, *Životopis života*, Zagreb 1984, str. 13

zatvorenoj posudi, te je tako započela, u znanstvenom svijetu poznata stogodišnja polemika o ispravnosti teorije o spontanom postanku života. Jedni dokazuju ispravnost, a drugi neispravnost te teorije.

Sljedeći eksperiment izveli su *Max Schulz* (1825. – 1874.) i *Theodore Schwann* (1810. – 1882.), inače poznati kao osnivači celularne teorije. Oni dokazuju da klice života dolaze iz zraka i da ugibaju ako se zrak propušta kroz jake kiseline, lužine ili visoku temperaturu. Sljedbenici hipoteze o samozačeću tumače da se tim načinom ne ubijaju klice, već vitalna sila. Konačno, sredinom 19. stoljeća Schröder i Dusch filtriraju zrak kroz čep od vate i dovode ga do prokuhanog infuzuma u zatvorenoj posudi. Nakon toga nisu se razvijali animalkuli sve dok je posuda bila zatvorena.

Tek *Louis Pasteur* (1825.–1895.), veliki francuski istraživač na području mikrobiologije, nedvojbeno dokazuje sudjelovanje mikroorganizama u tim pojavama. Ustanovio je da se vino pretvara u ocat djelovanjem posebnih mikroorganizama koji se, pod određenim uvjetima, naročito ako su izloženi zraku, vrlo brzo razmnožavaju. U tim je svojim istraživanjima također dokazao da vino, izloženo temperaturama od 50 – 60°C i čuvano u zatvorenim bocama, ostaje nepromijenjeno, što je dalo temelj za tzv. pasterizaciju. Pasteur je tada utvrdio da su sve vrste vrenja i kvarenja uzrokovane određenom vrstom mikroorganizama. Ta je spoznaja kasnije proširena i na pojavu raznih bolesti ljudi i životinja.

Međutim, sljedbenici teorije o spontanom postanku još uvijek su se pitali odakle mikroorganizmi u fermentativnim tekućinama. Da bi ih konačno uvjerio da su u zabludi, Pasteur se poslužio jednostavnim eksperimentom. Izradio je posebne boce sa svinutim grlom, u obliku slova S, koje su kasnije nazvali njegovim imenom – Pasteurova boca. U boce s grlom oblika slova S i u boce s običnim grlom ulio je prethodno prokuhanu tekućinu koja je trebala poslužiti kao podloga za razvoj mikroorganizama. Oni su se razvili samo u običnim bocama, a Pasteurove boce su ostale sterilne. Očito je da su u prve boce mikroorganizmi mogli dospjeti padanjem iz zraka, a u Pasteurovim su se klice zadržale na stijenci svinutog grla. Tim je pokusom on nepobitno dokazao postavku koju je iznio engleski liječnik *William Harvey* (1578. – 1657.) da se sve živo može razviti samo iz živog (»*Omne vivum ex vivo*«, po Harveyu »*ex ovo*«, tj. iz jajeta).⁸

2. Hipoteze o postanku života na Zemlji

Razmišljanja o nastanku prvih životnih oblika iz nežive materije te o njihovom pojavljivanju na Zemlji su višestruka. Ovdje donosimo najrelevantnije hipoteze.

⁸ Usp. *isto*, str. 14

2.1. Kozmozoejska hipoteza

U 19. stoljeću otkrivaju se osnovne zakonitosti u fizici i kemiji, što je pridonijelo da se prirodne pojave promatraju sa šireg stajališta i s većim razumijevanjem. Uviđa se da je Zemlja samo sićušan dio svemira. Meteoriti koji su pali na površinu Zemlje sadržavali su iste elemente koje se moglo utvrditi i na Zemlji. Razvile su se metode pomoću kojih se mogao odrediti kemijski sastav i najudaljenijih zvijezda. To je navelo mnoge prirodoslovce s kraja prošlog stoljeća da prirodne pojave na Zemlji povezuju s čitavim svemirom, pa tako i pojavu života.

Drugim riječima, i živa je tvar univerzalna baš kao što je čitav svemir sastavljen iz iste nežive tvari. Tako je na prijelazu stoljeća, kako se označuje razdoblje na prijelazu između kraja 19. i početka 20. stoljeća, nastala kozmozoejska hipoteza, kojom su se oduševljavali mnogi tadašnji prirodoslovci. Međutim, zbog još nedovoljnog razvoja prirodoslovnih disciplina, prirodoslovci nisu raspolagali s dovoljno egzaktnih podataka.

Osim što su prirodoslovci bili promatrači i direktni sudionici u rješavanju prirodoslovnih pitanja, bili su i filozofi. Tako se i formirao poseban tip znanstvenika, tzv. Naturphilosophen. Oni su u velikoj mjeri zaslužni za napredak prirodnih znanosti, jer su često, kao vizionari, svojim mišljenjem direktno pomogli tumačenju i rješavanju mnogobrojnih, tek mnogo kasnije objašnjenih prirodnih pojava. »To je bila kombinacija laboratorijskog i kabinetskog znanstvenog radnika, koji se znatno razlikovao od suvremenog, specijalističkog istraživača određenog područja, ponekad vrlo usko ograničenog, što nameće interdisciplinarnan pristup u prirodoslovnim istraživanjima.«⁹ Takav tip prirodoslovca bio je i Šveđanin *Svante August Arrhenius* (1859.–1917.). On i njegovi istomišljenici smatrali su da je život na Zemlji došao iz drugih svjetova u svemiru, preko sitnih začetaka života koje su nazvali kozmozoeji.

Jedni su pretpostavljali da su kozmozoeji došli na Zemlju meteoritima koji na Zemljinu površinu padaju u velikom broju, a Arrhenius je smatrao da su te sitne hipotetičke čestice života mogle prijeći velika svemirska prostranstva tjerane pritiskom svjetlosnih zraka i da su na taj način stigle do površine Zemlje. Iako je u toj hipotezi bilo mnogo logike koja je bila plod razmišljanja tadašnjih prirodoslovnih erudita, bila je ipak u suprotnosti s mnogim tada poznatim činjenicama. Njeni kritičari, kojih je također bilo mnogo, odmah su postavili pitanje: Kako je moguće da čestice života prijeđu velike svemirske udaljenosti u kojima vladaju nemoguće prilike za održavanje života? Vrlo niske temperature i ubojita kozmička zračenja uništili bi bilo koji oblik života na Zemlji pa, prema tome, smatrali su, ova hipoteza nema opravdanih osnova.

⁹ *Isto*, str. 15–16

Odgovor na to pitanje je mogućnost postojanja latentnih ili pritajenih oblika života, koje još točno ne poznajemo, ali koji mogu sličiti npr. recentnim virusima. Oni, kao samostalni, imaju karakter nežive tvari, a kad dođu u povoljne uvjete, npr. u živu stanicu, počinju se razmnožavati i tada pokazuju svojstva života. Tako bi kozmozeji mogli izdržati nepovoljne uvjete života u svemirskom prostoru u obliku nežive tvari, a na Zemlji naći povoljne uvjete za svoj razvoj u obliku žive supstancije.

Budući da se u posljednje vrijeme sve više proširuju i produbljuju istraživanja svemira i otkrivaju njegove tajne, uočljivija je činjenica da je Zemlja samo sićušan dio ogromnog univerzuma, s kojim čini nedjeljivu cjelinu. »To mnoge navodi na pomisao da život na Zemlji nije privilegij samo ove planete, nego da ga mora biti i u drugim svjetovima.«¹⁰ Sve se više otkrivaju mnogobrojne sličnosti Zemlje s ostalim nebeskim tijelima. Meteoriti, koji padaju na Zemlju, svestrano se analiziraju i pružaju nam nove podatke o sličnosti s ovozemaljskim stanjem. Otkrića su išla čak i do toga da su otkrivene i strukture koje ukazuju na uginule ostatke životnih oblika, slične jednostavnim algama i drugim primitivnim oblicima života koji postoji na Zemlji.

Tako su ova razmatranja kod nekih ponovno pokrenula pomisao da je život na Zemlji zapravo nastavak životnih pojava koje se odvijaju i u drugim svjetovima. Postoji čak mišljenje da je život na Zemlju mogao doći u već razvijenom obliku, a ne samo kao sitna životna čestica koja je posijala sjeme života. Čovjek je pokazao da može sa Zemlje stići na druga nebeska tijela. Zar se to nije moglo desiti i u obrnutom smjeru? Toj pretpostavci odmah hitaju u pomoć zagonetni letjeći tanjuri, navodne letjelice nekih stanovnika s drugih nebeskih tijela, zatim veliki krateri, npr. u Sibiru, kao ostaci ateriranja ogromnih svemirskih lađa. Pisalo se čak i o pronađenim ostacima bića koja su pripadala izvanzemaljskim svjetovima itd.

Na granici znanstvene fantastike je i teorija »usmjerene panspermije«¹¹ koju je predložio nobelovac Francis Crick. Prema ovoj hipotezi, život na Zemlji je mogao nastati na način da je prije četiri milijarde godina jedan svemirski brod, iz daleke ekstrasolarničke civilizacije sletio na Zemlju i »posijao« mikroorganizme koje je sa sobom donio. Ova teorija je među znanstvenicima neprihvaćena jer se znanstveno ne može opravdati, a niti dokazati. Na taj način se Crick, nazvan i »Däniken našeg doba«, nalazi u stalnim kontradikcijama pri pokušaju objašnjavanja postanka i svemira i života. Tako bi za postanak izvanzemaljskih civilizacija, koje su na Zemlju poslale »bakterijske rakete«¹², bilo za pretpostaviti kraće

¹⁰ Isto, str. 16.

¹¹ R. KOLTERMANN, *nav. dj.*, str. 68

¹² Isto, str. 68.

vremensko razdoblje nego li je to potrebno za zemaljsku evoluciju. Ali, upravo u kratkoći vremena, u kojoj se dogodio prijelaz od neživog ka živom, nalaze i zastupnici panspermije svoju polazišnu točku.

Čovjekova mašta, žeđ za senzacijama, žurnalistika i razne spekulacije današnje lukrativne djelatnosti, dobile su zamah, ali u svemu tome nema činjeničnih osnova. Znanost ne posjeduje podatke na temelju kojih bi se moglo dokazati da je život na Zemlju došao iz svemira.

Znači, bilo bi potrebno, bar privremeno, napustiti nebeska prostranstva i potražiti ovdje, na Zemlji, nove putove za rješavanje pitanja o postanku života.

2.2. *Teorija protobionata*

Relativno tanak sloj površine Zemlje jedini je nastanjen životom. To je sloj vode, zraka i kopna u kojem buja život, a zove se biosfera. Ona nije samostalna, usko je povezana s ostalim unutrašnjim dijelovima zemaljske kugle, naročito sa slojevima koji se neposredno na nju nadovezuju. Oni su ipak u kontaktu s još dubljim slojevima, što se može nadovezati do samog središta Zemlje. Zemaljska kugla je, dakle, kompaktna cjelina, pa je, prema tome, postojanje biosfere ovisno o svim dijelovima zemaljske kugle.

S druge strane, biosfera je dio zemaljske kugle koji je u kontaktu sa svemirskim prostorom i pod njegovim utjecajem. »Drugim riječima, na površini Zemlje stvorili su se posebni uvjeti, proizašli iz površinskog kontakta zemaljske kugle sa svemirskom okolinom.«¹³

Uvjeti na površini Zemlje bili su takvi da su omogućili pojavu života, i ako ih želimo upoznati, moramo ih ispitati ovdje, na tom površinskom području. To je bila misao suvremenih istraživača podrijetla života na Zemlji. To znači da pri razmatranju problema postanka života na Zemlji treba proučavati sve promjene koje su se odvijale i nastajale u ovom tankom kontaktnom području od prvih početaka stvaranja Zemlje do danas.

Kako bi se došlo do takvih razmišljanja i shvaćanja, pomogli su brojni rezultati prirodoslovnih istraživanja tijekom 19. i 20. stoljeća, kad se uočavao posebno veliki napredak biologije koja je za svoj razvoj trebala zahvaliti napretku gotovo svih ostalih prirodnih znanosti. Spoznato je, da je život dio čitave prirode i da je samo jedan od mnogih njenih pojava. To da se pojavila teorija o postanku žive tvari, koja je najprihvatljivija sa suvremenog stajališta čovjekove misli, zaslužni su svi istraživači i teoretičari 19. i 20. stoljeća na području prirodnih znanosti.

¹³ Z. PAVLETIĆ, *nav. dj.*, str. 18

To je teorija pro(to)bionata, po kojoj je život, u obliku koji se javlja na Zemlji, autohton (samonikao) i njegova je pojava rezultat evolucije Zemlje kao nebeskog tijela. U jednog fazi te evolucije pojavio se život, najprije u jednostavnim, a onda u sve složenijim oblicima. Ta teorija pretpostavlja da su se organizmi razvili iz neke pratvari koja je postojala na Zemlji prije pojave živih bića, postupno, preko mnogih prijelaznih oblika koje označujemo kao pro(to)bionti (prvi živući).

»Teorija probionata temelji se isključivo na poznatim znanstvenim činjenicama i nastoji utvrditi:

1. Koje su bile moguće pratvari kao ishodišni materijal za pojavu života?
2. Koji su mogući suvremeni prijelazni oblici između neživog i živog?
3. Kakav je bio taj dug kompliciran razvojni put prastvaranja?»¹⁴

2.2.1. Fiziološka hipoteza

Ruski biokemičar A. I. Oparin pravio je pokuse s koacervatima.¹⁵ To su kolidne kapljice s opnama, koje nastaju ako se neki organski spojevi otapaju u vodi uz dodatak različitih soli. Ovdje možemo spomenuti neke karakteristike umjetno stvorenih koacervata, koje su, prema Oparinu, od velikog značenja za teoriju biogeneze: struktura, membrana, otvoreni sustav, povećavanje obujma.

Spomenuta svojstva očito podsjećaju na odgovarajuće karakteristike živog organizma. Međutim, ovakve koacervatne kapljice nisu nikako žive stanice, jer se način održanja ovih koacervata i život jedne stanice korijenito, kvalitativno razlikuje. Ali, očito je i to da u ovakvim koacervatnim kapljicama vladaju neke posebne zakonitosti, drugačije nego u najobičnijoj vodenoj otopini organskih materija. Naime, očito je da sustav u kome su udruženi polipeptidi i polinukleoidi ima drugačije karakteristike, nego ti isti polimeri kada su pojedinačno izolirani u vodenoj otopini. Zbog toga se može reći da je ovakav koacervat nešto više od čisto fizičkog i kemijskog sustava, premda nije živ.

2.2.2. Genetička hipoteza

Genetička hipoteza ili *model hiperciklusa* predložen je od Manfreda Eigena 1971.¹⁶ Kod ovog »Hyperzyklus-Modella« radi se o jednoj funkcionalno-cikličkoj povezanosti više RNA u jednu cjelinu. Kako je to Eigen zamislio, prikazao je u svojoj shemi hiperciklusa.

¹⁴ Isto, str. 18.

¹⁵ Opširnije usp. P. RADOMAN, *Teorija organske evolucije*, Beograd 1982, str. 61–69.

¹⁶ Opširnije usp. W. BÖHME (izdavač), *Evolution und Gottesglaube*, Göttingen 1988, str. 44–49.

Zorno prikazano, Eigenova shema hiperciklusa predstavlja dva kruga: unutarnji (manji) krug čine nositelji informacija (RNA sekvence), a vanjski (veći) krug dijelovi proteinskih lanaca. Promotrimo li djelovanje jednog nositelja informacije, RNA 1, uočiti ćemo da on postiže dvostruki rezultat.

1. Zbog njima inherentne sposobnosti samoinducirane reduplikacije RNA se neprestano umnaža. Točnost kojom se ovo odvija, bitno je veća i preciznija, nego u slučajevima čistih RNA sekvenci: naime, ovaj proces se odvija uz prisutnost i »podršku« proteina 1-1, koji vrši ulogu visoko specijaliziranog katalizatora.

2. RNA 1 kodira, brine se za sintezu i izgradnju proteina 1, koji, katalitički potpomognut od drugih proteina nastavlja djelovati. Zorno govoreći to onda izgleda ovako: RNA 1 sadrži u RNA-jeziku šifriranu »zapovijed« za izgradnju proteina 1. Prije spomenuti protein 1-1 (odnosno u krugu od četiri člana to je protein 4), koji je kao katalizator omogućavao replikaciju RNA 1, sam je bio kodiran i sintetiziran od RNA 1-1 (tj. RNA 4), koji se nalazi u unutrašnjem krugu informacijskog nosioca. Ovaj cjelokupni hiperciklus, dakle, nije fiksiran, već – prema Eigenu – može varirati, tj. može biti povećan ali i smanjen (minimum je 2x2 komplementarna lanca RNA).

Rezimirajući gore navedene hipoteze možemo zaključiti:

1. Praorganizam je mogao funkcionirati jedino u obliku neke primitivne, ali potpune stanice s više staničnih dijelova, što se obično označuje kao »morfološka hipoteza«.

2. Oparin smatra da je praorganizam mogao biti sličan nekom savršenom koacervatu, koji je mogao obavljati jednostavnu izmjenu tvari i samoobnavljanje svoje materije. To je tzv. »fiziološka hipoteza« o praorganizmu.

3. Manfred Eigen, a podržavaju ga i mnogi današnji znanstvenici, misli da su za praorganizam bile dovoljne samo nukleinske kiseline kao nositelji nasljednih svojstava, uz neznatne količine drugih tvari, a osobito proteina. Takav bi organizam izgledao i funkcionirao kao neki prakromosom s osobinama »otvorenog sistema«. Ovo je »genetička hipoteza«.

3. Prirodoslovne činjenice o postanku života na Zemlji

Sve suvremene teorije o postanku Zemlje i drugih planeta mogli bismo rezimirati i pretpostaviti: planete su nekad bile dio golemog oblaka koji se sastojao iz plina i kozmičke prašine, a kretao se oko Sunca. Veći dijelovi oblaka zahvaćali su manje i rasli su poput snježne lopte, sve dok se veći dio tvari iz oblaka nije koncentrirao u devet planeta. Kad je jedna od tih planeta, Zemlja, postala većih razmjera, sile gravitacije su tu tvar zgusnule i ugrijale u njenom centru. Tu je bilo i radioaktivnih tvari, koje su proizvele veliku količinu topline, a ona se širila prema periferiji i u hladnim vanjskim slojevima rastopila škrutnute dijelove. Zbog takve djelatnosti čitava je zemaljska kugla od prvobitno hladne, mogla postati

užarena masa i imati izgled kao i današnje sunce. Bila je to, zapravo, užarena plinovita kugla. Vrlo visoke temperature bile su odraz velikih količina oslobođene energije koja nije bila ugrađena u kemijske spojeve, nego su elementi prvobitno bili u obliku slobodnih atoma.¹⁷

3.1. Stvaranje atmosfere

Privilegirano mjesto zemlje u Sunčevom sistemu, 150 milijuna km udaljene od Sunca, nije i dovoljan razlog za postanak života na njoj. Bazaltne i granitne stijene na površini Zemlje ostale bi sterilne da se nije pojavila i atmosfera. Na koji način se mogla oblikovati atmosfera?

Atmosfera se zagrijavala djelovanjem vulkana. Vodena para koja je izbacivana pri vulkanskim erupcijama, u dodiru s kozmičkom hladnoćom se kondenzirala i padala u obliku kiše na užarenu površinu Zemlje, te ju je na taj način povremeno hladila. Proces hlađenja Zemljine površine sve se više ubrzavao.

Vulkanske erupcije sadržavale su 97% vodene pare. Sva ta količina je ponovno padala na Zemlju u obliku kiše, i nije teško zamisliti da su na ovaj način mogli nastati oceani.¹⁸

Teško je zamisliti da je kod ovoga i ovakvog sastava atmosfere, kod neprestanih provala oblaka i oluja, moglo doći do pojave života na Zemlji. Možemo naglasiti i činjenicu da u ovoj fazi nije bilo slobodnog kisika, a sve živo upravo je na njega navezano. S druge strane, visokom kemijskom aktivnošću kisika bile bi razrušene sve nežive organske supstance.

Kako je pod ovim uvjetima mogao nastati život?

Odgovor na ovo pitanje glasilo bi: atmosfera današnje Zemlje nije ona ista koju je Zemlja imala na početku svoje evolucije. Pri analizi najstarijih rudača utvrđeno je da praatmosfera nije sadržavala slobodni kisik.¹⁹

¹⁷ Usp. P. RADOMAN, *nav. dj.*, str. 41–42.

¹⁸ Usp. R. KOLTERLMANN, *nav. dj.*, str. 70–71

¹⁹ Osobitu pažnju u ovom kontekstu zaslužuje otkriće njemačkog mikrobiologa K. Stettera, do kojeg je došao u ljeto 1981. godine. Blizu talijanskog otoka Vulcana pronašao je, u okolini vrelih izvora u moru pravjekovne organizme, archaeobacteriae, koje mogu živjeti i na temperaturama višim od točke vrenja. Eksperimenti u laboratoriju su pokazali da ovi organizmi, ne samo da mogu živjeti u kuhajućoj vodi, već da optimalan rast postižu kod temperature od 105°C. Energiju za život dobivaju ovi organizmi pretvarajući vodik i sumpor u sumporovodik, a njihova biomasa izgrađena je od CO. Ukoliko ih se stavi u medij s kisikom ugibaju u roku od nekoliko minuta. Ove archaeobacteriae, koje su osjetljive na kisik, rezistentne na vrućinu, a mogu prerađivati vodik i sumpor, prilagođene su na uvjete koji su na Zemlji vladali prije 3–4 milijarde godina. U vrelinim izvorima na morskom dnu ovi su organizmi pronašli medij u kom su uspjeli izbjeći pritisak konkurencije, a koji su na njih vršili moderniji oblici života

Prvi mikroorganizmi su, dakle, bili prilagođeni uvjetima praatmosfere, a ne na uvjete današnjeg zračnog omotača oko Zemlje.²⁰ Životni oblici su tijekom evolucije sami djelovali na atmosferu i mijenjali je. Tako je najveći dio u atmosferi prisutnog kisika, nastao u tijeku povijesti Zemlje, a stvarale su ga zelene biljke procesom fotosinteze. Kroz ove procese se može vidjeti da je nemoguće oponašanje procesa razvoja života na Zemlji. Budući da u praatmosferi nije bilo slobodnog kisika, a danas ga susrećemo, nije moguće ponavljanje onog prvog postupka i procesa postanka života na Zemlji. Na taj način je život sam, nakon što se jednom ustalio na Zemlji, prekinuo i onemogućio novi početak.

3.2. *Kemijska evolucija*

Kao što smo spomenuli, u prvoj fazi evolucije Zemlje, novonastali jednostavni spojevi (vodik, dušik, metan, vodena para, amonijak) mijenjali su uvjete u površinskom dijelu još uvijek užarene kugle. Pojava vode u razvoju Zemlje bila je od sudbonosne važnosti, a do toga je došlo uslijed kondenzacije vodene pare, te padanja na Zemlju u obliku kiše, zbog čega se stvaraju oceani.

Uslijed isparavanja, zemaljska kugla bila je obavijena gustim oblacima koji su onemogućavali jače prodiranje sunčevog svjetla na njenu površinu. Osim toga, velika je oblačnost izazivala pojavu električnog pražnjenja u obliku munja, u mnogo većim razmjerima nego danas. To znači da se energija oslobađala ne samo u obliku toplinske energije nego i u obliku električne energije, a prisutan je bio i dio svjetlosne energije Sunca.

U vanjskom omotaču Zemlje su u to doba, osim navedenih oblika energije, djelovala i kozmička zračenja (elektromagnetska zračenja radiovalova, radioaktivna zračenja i dr.). Svi ti oblici energije mogli su se tada koristiti za sintetske procese stvaranja novih kemijskih spojeva i ugrađivati se u njih u obliku kemijske energije.

Dakle, postojali su svi uvjeti za stvaranje novih kemijskih spojeva: bogati izvori energije i voda, kao najpovoljniji medij za kemijske reakcije. Počela je kemijska evolucija, odnosno evolucija materije na Zemlji.

Da bismo mogli pratiti daljnje tokove evolucije, potrebno se osvrnuti na pitanje: iz kojih tvari su građena današnja živa bića? Suvremena kemija živih bića daje detaljno odgovor na to pitanje. Osnovna građevna jedinica svih živih bića je

²⁰ Čini se da u ovome možemo naći odgovor na pitanje: Kako protumačiti činjenicu da se nigdje ne zapaža nastajanje živog bića iz neživoga? Po svoj prilici, kaže se, danas nema više uvjeta za nastanak života. Ako bi se negdje i našle neke predradnje za nastanak života, posvuda prisutne bakterije »pojele« bi tu građu prije nego bi se uspjela pretvoriti u živo biće. »U početku« nije bilo bakterija, te nisu mogle smetati.

živa stanica. Ona sadržava najviše vode, u prosjeku 90%, a od ostalih tvari ima do 5% bjelančevina, masti 1–3%, ugljikohidrata i 1–2%, nukleinskih kiselina 1% i mineralnih soli 1–2%.

Za sve spomenute spojeve, uz vodik i kisik, zajednički element je ugljik. Stoga, kao ishodište treba tražiti najjednostavniji spoj koji je nastao vezivanjem tog elementa s vodikom, a to je metan (CH₄). Iz njega se mogu izvesti i ostali ugljikovodici. Tako spajanjem dviju molekula metana nastaje etan. Molekula etana se može, zatim, spojiti s još jednom molekulom metana pa nastaje propan itd. Znači da se iz metana mogu izvesti strukturno slične lančaste i prstenaste molekule, kao što su i molekule organskih spojeva. Stoga treba pretpostaviti da se i u kemijskoj evoluciji dešavalo nešto slično. Iz najjednostavnijeg spoja vodika i ugljika, metana, međusobnom interakcijom nastali su složeniji ugljikovodici. Oni su dalje reagirali, i međusobno i s metanom, pa su se pojavile lančaste i prstenaste molekule.

Na taj su način mogle nastati i molekule poput jednostavnih šećera, masnih kiselina, alkohola i dušičnih spojeva, aminokiselina i dušičnih baza. Naročito je bila važna pojava tih dušičnih spojeva koji su tvorili uvjete za pojavu bjelančevina i nukleinskih kiselina, osnovnih tvari svakog živog bića.

Te pretpostavke o sintezi organskih spojeva iz jednostavnih anorganskih, u uvjetima prabiosfere, eksperimentalno je pokušao dokazati američki biokemičar Stanley L. Miller 1953. godine. U okrugloj staklenoj tikvici imitirao je hipotetički sastav nekadašnje praatmosfere, stavivši u nju vodik, vodenu paru, metan i amonijak. U tikvicu su bile utaknute i dvije tungstenove elektrode koje su povremeno izbacivale električne iskre od 60.000 volti, a sve je bilo podvrgnuto cirkulacijskom sistemu koji se pokretao grijanjem vode u drugoj, manjoj tikvici. Nakon određenog vremena plinovita tvar je kondenzirala u tekuće stanje.

Miller se iznenadio kad je analizom kondenzirane tekućine ustanovio da su se u njoj proizveli i spojevi koji su po svom sastavu isti kao aminokiseline glicin, α -alanin i β -alanin. Znači da su se iz početnih jednostavnih spojeva, uz djelovanje energije električnog pražnjenja, sintetizirali složeniji spojevi ugljika, kisika i dušika, bez prisutnosti organizama, a u istom obliku u kojem se u suvremeno doba sintetiziraju u organizmima.

Millerov pokus dokazuje, tako tvrdi većina znanstvenika, ispravnost pretpostavke da je biološkoj evoluciji morala prethoditi kemijska evolucija.²¹

²¹ U literaturi se općenito navodi da je Miller uspio dobiti aminokiseline. Po mišljenju mnogih autora to ipak treba korigirati, jer su to spojevi dobiveni sintetskim putem koji po svom sastavu imaju karakter aminokiselina. Stoga američki biokemičar Sidney Fox, dobivši iz ovakvih spojeva polipeptidne lance molekula bjelančevina, označuje ih kao proteinoide, tj. spojeve slične proteinima. Millerovom pokusu mogao bi se dodati još jedan prigovor. Naime, u njegovom po-

Eksperimenti Millera i Foxa upućuju nas na to da su se molekule poput bjelančevina mogle pojaviti vrlo davno i bez prisutnosti nukleinskih kiselina, a svakako prije pojave molekula polisaharida, masti i nukleinskih kiselina.

Kad su se jednom pojavile molekule poput bjelančevina, neke od njih mogle su preuzeti funkciju enzima, pa su mogle nastati i složenije enzimske tvorevine i neke druge tvari manje molekularne težine. Takve enzimske tvorevine mogle su katalizirati polimerizaciju šećera u polisaharide i nukleotide u polinukleotide ili nukleinske kiseline. To je bilo moguće jer su već mogle biti formirane molekule jednostavnih šećera, kao i molekule dušičnih baza koje su se mogle relativno lako vezati s fosfatima i spomenutim šećerima, stvarajući nukleotide, građevne jedinice nukleinskih kiselina. Također su se mogle pojaviti enzimske molekule, koje su katalizirale spajanje masnih kiselina i alkohola u masti.

Pojava enzima u kemijskoj evoluciji je vrlo važna, jer oni stvaraju povoljne preduvjete za pojavu prvih oblika života. Tako smo u kemijskoj evoluciji došli do spojeva kao što su bjelančevine, polisaharidi, masti i nukleinske kiseline.

Što reći o pojavi nukleinskih kiselina? Pojavila se tvar sa svojstvom replikacije! To je zapravo prekretnica, kad kemijska evolucija završava svoj put i predaje svoja dostignuća kvalitativno drugačijem razvojnom procesu koji nazivamo biološkom evolucijom. Tu je, zapravo, granica gdje tvar prestaje biti neživa i postaje živa, tj. klica života iz koje se razvijaju svi mnogobrojni oblici biljaka i životinja, s čovjekom na čelu. Tu se nalazimo na pragu rađanja života. Nukleinske kiseline su, poput nekog mađioničara, pretvorile neživo u živo.

3.3. Pojava *pro(to)bionata*

Pojava nukleinskih kiselina veliki je skok u razvojnom putu materije koja je sada poprimila posve nov oblik. To je pravi skok u nepoznato, jer – kako će se ta nova tvar dalje snalaziti u okolini koja je dosad nije poznavala? Hoće li se uspjeti održati ili će propasti, tj. uginuti? Ova nesigurnost i neizvjesnost bila je od sudbinskog značenja za novi život.

Kakve su bile tadašnje prilike na površini Zemlje? Još uvijek je bilo tmurno s gustim naoblacenjem, ali kao da je malo zahladilo, premda se još radilo o vrlo toplom razdoblju. To je zahlađenje izazvalo još intenzivniju kondenzaciju vodene pare u atmosferi pa su pljuskovi bili žešći i dugotrajniji, a mora i oceani su se sve više proširivali. Međutim, ni tada prilike na Zemlji nisu bile posvuda iste. Bilo je područja s manje intenzivnim pljuskovima i s manjim nakupinama vode. Tu su se i dalje, sve više, koncentrirale kemijske tvari sve složenijeg sastava. Sada su tu i

kusu radi se o zatvorenom sistemu. U prirodi, u vrijeme biogeneze, nije se radilo o zatvorenom sistemu.

nukleinske kiseline, a njihovim djelovanjem stvaraju se velike količine sve savršenijih bjelančevina. Što se događa s tom proteinskom tvari?

Premda je počela biološka evolucija tvari, kemijska evolucija kao po nekoj inerciji i dalje teži stvaranju još složenijih spojeva. Dolazi do spajanja, do tada najvećih molekula, s najvećom količinom kemijske energije, tj. proteina i nukleinskih kiselina pa nastaju nukleoproteidi, spojevi s najvećim do sada poznatim molekulama, što je nov korak u kemijskoj evoluciji.

Nukleotidi su vrlo stabilni spojevi, a to je potrebno posebno naglasiti jer se samo takvi spojevi mogu održati i samo na taj način mogu imati utjecaja na svoju okolinu. Dakle, ti novonastali spojevi pokazivali su veću stabilnost nego njihove pojedinačne komponente. Stoga su mogli privlačiti svoje sastojke iz hranidbene okoline i vezati ih. Time su nastajali novi spojevi, a taj proces možemo označiti nekom vrstom asimilacije.

Takve supermolekule već su mogle imati karakter živoga jer su imale bitna svojstva živoga – reprodukciju i asimilaciju.²² Disimilacija još nije postojala, a ona bi upotpunila tvarnu izmjenu koju susrećemo kod svih živih bića. Ali, u to vrijeme, kad su još uvijek postojali veliki izvori oslobođene energije, disimilacija kao izvor energije nije bila uvjet.

Nukleoproteidi su pro(to)bionti koji će preobraziti površinu Zemlje.

Kako su izgledale prve čestice života i kako su se održavale? Pretpostavlja se da je prva čestica života morala građom sličiti današnjim virusima. Zbog toga su pro(to)bionti i dobili ime protovirusi. Pri tome valja spomenuti, da »glava« čini najvažniji dio virusa. Izvana se nalazi proteinski omotač unutar kojega je smještena nukleinska kiselina.

Zaključimo ova razmišljanja kratkim sažetkom:

Postanak života mogao se »dogoditi« u momentu kad su nukleinske kiseline postale nositelji informacija, koji su onda regulirali izgradnju proteina. Na jednom određenom mjestu moralo je doći do korelacije između nukleinskih kiselina i proteina. Pri ovom susretu polimera, čini se da su nukleinske kiseline bile odgovorne za postanak proteina točno određenih aminokiselinskih sekvenci. Informacijski sadržaj prve »biološke nukleinske kiseline« bio je vjerojatno vrlo ma-

²² Život na Zemlji mogao je nastati prije 3,5 do 4 milijarde godina kad su bili ostvareni uvjeti za njegov nastanak, premda je teško podrobno reći koji su to zapravo uvjeti. Teorije o postanku života na Zemlji ne mogu se provjeriti »na terenu«, jer nije moguće čitavu Zemlju vratiti natrag na početak i promatrati što će se dogoditi. U laboratoriju se lako može izvesti pokus s »primitivnom Zemljinom atmosferom«, kako je to učinio Miller, ali je velika razlika između lonca u kojem se vrši eksperiment kroz dva tjedna i oceana u kojem se »kuha« primordijalna juha kroz nekoliko stotina milijuna godina. Pokusom se vjerojatno htio naznačiti barem smjer kojim su se procesi mogli odvijati.

len; pa ipak, čini se da je među prisutnim proteinima bio jedan koji je ubrzao identičnu reduplikaciju, tj. da je djelovao kao enzim. Jacques Monod je na osnovu toga mogao ustvrditi, da se sva živa bića, bez izuzetka, po svojoj strukturi sa- stoje »od dviju istih glavnih vrsta makromolekula – proteina i nukleinskih kiselina. Štoviše, te makromolekule formirane su, kod svih živih bića, spajanjem istih radikala, u određenom broju: dvadeset aminokiselina za proteine, a četiri tipa nukleotida /adenin–timin; citozin–gvanin/ za nukleinske kiseline.«²³

Prve tvorevine u kojima proteini i nukleinske kiseline zajedno rade, koje su imale zajedničku izmjenu tvari i koje su se mogle identično umnožavati, nazivaju se *eobionti*. Njihov metabolizam i informacijski sustav bio je vrlo primitivan. Sustav identične samoreduplikacije činio je ponekad i pogrješke i tako se mijenjala i sama informacija. Na ove promjene su utjecali i agensi izvan sustava (kemikalije, zračenje). Ovako promijenjen individuum stupa u konkurentski odnos s drugima. Onaj individuum kod koga su se pojavile mnoge pogrješke koje su se pokazale kao nedostatak sigurno će brzo nestati. Na taj način se gotovo neprimjetno prešlo iz kemijske u biološku evoluciju. Vrlo je vjerojatno da su ove dvije evolucije (kemijska i biološka) tekle i odvijale se neko vrijeme paralelno.

Ovdje ćemo spomenuti i zadnji korak na putu do života.

Organske supstance, kojima su se eobionti »hranili«, umnožavanjem eobionata svode se na sve manju količinu. Ova »neprilika« i »tjesnac« u evoluciji, prevladan je »otkrićem« jednog novog izvora energije, sunčeve energije. Fotosinteza je proces pomoću kojega zelene biljke vežu svjetlosnu energiju Sunčeva zračenja i pohranjuje je u kemijskim vezama ugljikohidrata i drugih organskih molekula.

»Otkrivši« proces fotosinteze organizmi nisu više bili navezani na abiotički nastale organske materije, jer su biljni organizmi mogli nužno potrebni materijal sami izgrađivati iz anorganskih spojeva.

4. Filozofska razmišljanja o biogenezi

Nakon što smo pokušali prirodoslovno obraditi postanak života na Zemlji, trebali bismo nastaviti s pitanjima ontološki, filozofski jer se s ovog stajališta ima još mnogo toga reći o postanku života na Zemlji. Ali, prije toga morali bismo spomenuti dvije opasnosti koje bi se trebale izbjeći:

1. Što nam prirodoslovci egzaktnije nude kauzalnu analizu, lakše možemo doći do pretpostavke da je s tim sve objašnjeno. U prirodoslovnim istraživanjima

²³ J. MONOD, *Slučajnost i nužnost, Ogledi o prirodnoj filozofiji moderne biologije*, Beograd 1983, str. 132.

Bog se nikako ne pojavljuje. Iz toga bi bilo krivo zaključiti da Bog nema ništa s prelaskom od neživoga ka živomu.

2. U našim prirodoslovnim razmatranjima mnoga su pitanja ostala otvorena. Pogrešno bi bilo Boga i njegovu svemoć stavljati u ta još nedovoljno istražena i nepoznata područja istraživanja (Lückenbüßergott). U momentu kad bi ta nepoznanica bila prirodoslovno odgonetnuta, radilo bi se o falsifikaciji Boga.

Ovdje želimo predložiti jedno rješenje koje predstavlja sintezu unutarsvjetskog kauzaliteta i su-djelovanja Božjeg. Samo ova sinteza uspijeva cjelovito predstaviti problem biogeneze prirodoslovno i filozofski.²⁴ Prirodoslovne znanosti kreću se uvijek u području »physis« (prirode), mjerivog, području vremena i prostora. Samo ono što pripada osjetilnom, iskustvenom svijetu i što je posredstvom osjetila dostupno ljudskom razumu, to je predmet prirodoslovnog promatranja. Utoliko Bog kao nadiskustveno egzistirajuće biće ne može biti obuhvaćeno prirodoslovnim metodama i instrumentima.

Sv. Pavao kaže da Bog »boravi u nepristupačnoj svjetlosti« (1 Tim 6,16), a sv. Ivan da »Boga nitko nikad nije vidio« (1 Iv 4,12). On izmiče prirodoslovnoj spoznaji, ukoliko nadilazi svaku ovosvjetsku stvarnost. I ne samo to: On je prvi uzrok njenog bivstvovanja i on je podržava u njenom »jestanju«. Zbog toga, ako postoji jedna znanost čija bi metoda bila prikladna za shvatiti i objasniti njegovu egzistenciju, onda je to metafizika, tj. ontologija.

»Tvorni uzrok jest ono što svojim aktivnim djelovanjem čini da nešto nastane. To što nastane pod djelovanjem uzroka zove se *učinak*. Nije moguće da nešto bude tvornim uzrokom samoga sebe, ili: nijedno biće ne može prouzročiti samo sebe, jer bi moralo već biti da bi bilo uzrokom, i ujedno i s istog stajališta još ne biti da bi se tek prouzročilo.«²⁵ O Bogu bi bilo besmisleno reći da je sam sebe prouzročio, jer Bog nije prouzročen, nego odvijeka »jest«. Bog je tvorni uzrok koji nije prouzročen, ostali tvorni uzroci i sami su prouzročeni, bilo da su »istovremeni« članovi raznih vrsta a međusobno poredani (tako npr.: život biljke je podređen istovremenom djelovanju tla, topline i svjetla) – u kom slučaju ih nazivaju »causae per se ordinatae«, bilo da su »sukcesivni« članovi iste vrste (tako

²⁴ Filozofijski i prirodoslovni pojam života mnogo se razlikuju jedan od drugoga već zbog različitog pristupa. Filozofija kao bitnu značajku života naznačuje djelovanje bića na samo sebe (*actio immanens*), pri čemu efekt djelovanja ostaje u samom biću i tako ga usavršava (ovaj operatio pretpostavlja supstancijalno jedinstvo subjekta akcije). Prirodoslovni pojam života oslanja se isključivo na promjene ili materijalne procese koji su karakteristični za živa bića. Danas se kao kriterij živoga smatra *metabolizam*, tj. izmjena tvari i energije što je obavlja neka stanica ili organizam. Ova definicija razgraničava viruse od stvarno živih bića. Opširnije o ovoj problematici usp. V. BAJSIĆ, *Granična pitanja teologije i prirodnih znanosti*, Zagreb 1991, str.18–24.

²⁵ A. KUSIĆ, *Teodiceja*, III. izdanje, Split 1968, str. 166.

npr.: sin s obzirom na oca) – u kom slučaju ih nazivaju »causae per accidens ordinatae«.

Svaki tvorni uzrok jest, dakle, ili neprouzročen ili je i sam prouzročen. Ako je prouzročen, postavlja se pitanje o njegovom uzroku: je li i taj prouzročen, ili je možda neprouzročen. »Ako je i on prouzročen, pitamo dalje... sve dok se ne zaustavimo na nekom neprouzročenom uzroku. Naime: *ako je niz, bilo da je konačan, bilo da je beskonačan, bilo da su svi njegovi članovi istovremeni, bilo da su oni sukcesivni, – ako je niz sastavljen iz samih prouzročenih uzroka, tada je prouzročen i čitav niz.*«²⁶

Filozofski promatrano, svi prouzročeni uzroci, a njima se bave prirodoslovne znanosti općenito i konkretno u ovoj problematici biogeneze koja nas zanima, jesu kontingentni. To znači da sve ono što se u pojedinim razvojnim fazama javlja kao nešto novo (npr. formiranje atoma, molekula, polimera, proteina i nukleinskih kiselina) – u jednom nizu prouzročenih uzroka možemo ih označiti kao

$A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, \dots A_n$

– ne egzistira nužno.²⁷ Ovo je očito iz činjenice da je postojalo vrijeme u koje ovi pojedini razvojni produkti, a to smo vidjeli u prirodoslovnom promatranju biogeneze, nisu postojali.²⁸ Kontingentno biće nema ni u jednom trenutku svoju opstojnost, svoju egzistenciju, »od sebe samoga«, već i svoju bićevitost i svoje djelovanje »od drugoga«, a to je »stvarateljsko podržavanje«, tj. stvaranje u kontinuitetu (*creatio continua*).²⁹

Svojstvo kontingencije je temeljna karakteristika različitih razvojnih stupnjeva, bitno svojstvo koje oni ne gube ni u jednom trenutku svoje egzistencije. Tako su kontingentni da u svakom momentu svoje egzistencije mogu i ne-biti. Stvarateljska snaga Božja podržava ih u njihovom bivstvovanju i čuva od pada u ništavilo.

Ovo podržavanje-u-egzistenciji kontingentnih bića, naziva se u filozofiji »*creatio continua*«, štoje trajno stvaranje i podržavanje u »biti«. Ova sila, koja je prisutna pri »*creatio continua*« ne može i sama biti kontingentna, jer bi se tako dobio jedan beskonačan niz kontingentnih ili prouzročenih uzroka, koji – kao što smo pokazali – nije moguć.

²⁶ *Isto*, str. 166.

²⁷ Opširnije usp. R. KOLTERMANN, *nav. dj.*, str. 82.

²⁸ Znak da je neko biće kontingentno jest to – kao što smo već spomenuli – da ono nastaje ili prestaje. Dakle, samo nastajanje, početak bivstvovanja nekog bića, neposredno nas upućuje na njegovu kontingenciju.

²⁹ Opširnije usp. Helmut A. MÜLLER (izdavač), *Naturwissenschaft und Glaube*, Bern, München, Wien 1988, str. 251–253; R. KOLTERMANN, *nav. dj.*, str. 81–82; A. KUSIĆ, *nav. dj.*, str. 101–116.

Na temelju nužne povezanosti učinka s »različitim« uzrokom sv. Toma zaključuje o kontradiktornosti i nemogućnosti »beskonačne regresije« ili »beskonačnog lanca« uzrokovanja bez Boga. Po Tomi: da nema Boga, ne bi bilo ni uzrokovanja ni lanca, ni uzroka ni učinka – bez obzira na to koliko je lanac dug, pa – čak i kad bi bio beskonačno dug. Sv. Tomi nisu bili na dohvatu rezultati suvremene astronomije, astrofizike i kozmologije, pa nije mogao prirodnoznanstveno govoriti o »početku« odvijanja uzročnih procesa u svijetu. Stoga se on »ušančio« iza metafizike pa je rekao: bilo da lanac uzrokovanja u svijetu ima svoj kraj u prošlosti, bilo da on nema toga kraja – u oba slučaja nužno je bilo posredovanje Božje za proces lančanog uzrokovanja u svijetu.

Što o tom »početku« odvijanja uzročnih procesa u svijetu kaže moderna astrofizika? Neka nam kao odgovor posluže riječi *Sir Edmunda Whittakera*. On kaže: »... ni u kojem slučaju lanac se ne može protegnuti unazad mimo stvaranja«³⁰ – u beskonačnost. Zašto? Jer, – kao što smo ranije vidjeli – moguće je približno izračunati početak d a n a š n j e g o d v i j a n j a procesa u svijetu.

Iz svega gore rečenog slijedi, da na početku odvijanja niza prouzročenih uzroka mora postojati neko biće, koje je posve drugačije od svih članova u nizu i niza kao cjeline – biće, koje egzistira, ne na kontingentan, već apsolutan, nužan način. To je biće koje je uzrok, a da samo nije prouzročeno. Ono je uzrok svih uzroka, prauzrok svega što nastaje, *ipsum esse, esse absolutum, actus purus*, koji u sebi na najjementniji način ima sve što imaju bića od njega prouzročena, i još neizmerno više od toga, jer ga u njegovome »biti« ništa nije moglo ograničiti – ovo biće filozofija religije naziva Bog.

Kontingencija, kao temeljno svojstvo prouzročenih uzroka, odnosi se, ne samo na njihovu egzistenciju, već logičkim slijedom i na njihovo djelovanje. Ontološki promatrano kažemo: »agere sequitur esse«, mogli bismo prevesti kao: svako biće, snagom bitka, neminovno djeluje. Bez djelatnosti, biće bismo izjednačili s ništavilom, pa stoga imamo pravo reći i: »esse est agere«. Nemoguć je inertan, pasivan bitak. Bitak je od iskona dinamičan, ontogeničan, aktivan.³¹

– samo biljke, koje za to imaju »osposobljenu« bit, mogu koristiti sunčevu energiju u procesu fotosinteze;

– biće koje leti može letjeti samo zbog toga što ima za to »osposobljenu« bit;

– razumsko biće može samo zbog toga razmišljati, jer ima za to prikladnu bit...

³⁰ Citirano prema A. KUSIĆ, *nav. dj.*, str. 169.

³¹ Ovdje želimo podsjetiti da bitak po svojoj izvornosti jest počelo podudaranja svih bića, a bitak po biti i kroz bit jest počelo njihove različnosti, jednostavnije rečeno: po bitku su sva bića slična, a bit »daje« da budu različita...

Dakle, ako je neki tvorni uzrok kontingentan u pogledu njegove bičevitosti, nužno je kontingentan i u svom djelovanju. Tvorni uzrok ove vrste treba za svoje djelovanje silu koja ga podržava i u njegovoj bičevitosti i u njegovom djelovanju. Ova sila koja podržava kontingentno biće u njegovom djelovanju naziva se »con-cursus divinus«, božansko su-djelovanje. Ovdje moramo biti oprezni da ne po-istovjetimo ovo »božansko su-djelovanje« koje podržava bića u njihovoj bičevitosti i u njihovom djelovanju sa drugotnim uzrocima, tj. prouzrokovanim uzrocima, pa ni u smislu popunjavanja nepoznatih i neriješenih problema, tj. problema koji u ovom momentu nisu riješeni, što ne znači da to neće biti (Lückenbüßergott).

Iz bitne ovisnosti stvorenja o svemogućem djelovanju Božjem u prvom momentu njihova postojanja nužno slijedi i njihova neposredna ovisnost u trajanju te bičevitosti, jer ova ni u kom slučaju ne mijenja njihovu bit. Uništenje svijeta sa-stojalo bi se u tom da prestane ovaj podržavajući utjecaj Božji. Međutim, djelovanje Božje ne bi moglo uništiti svijet, jer »ništa« ne može biti cilj Božjeg djelovanja.

Dokazivanje koje smo ovdje proveli je slično onom kod »creatio continua«, samo ovdje primijenjeno na djelovanje kontingentnih bića. Posljednji uzrok nekog kontingentnog djelovanja ne može nikako biti djelovanje koje je u sebi kontingentno, jer na taj način nije dat nikakav odgovor, već je samo pomaknut dalje, odgođen...

Kontingentno djelovanje pretpostavlja, dakle, uvijek jedno nekontingentno djelovanje, što je svojstveno samo Bogu kao »ne-kontingentnom«, nužnom biću, tj. biću koje se ovdje može nazvati »actus purus«, koje nije sastavljeno od akta i potencije.

Zaključak

Odgovarajući na pitanje kako je nastao *prvi život* na Zemlji prirodoslovna znanost odgovara da se tu »dogodila« primarna abiogeneza, tj. životni oblici nastali su *postupno* u vrlo dugom razdoblju Zemljine prošlosti, tako da je postanak života na samoj Zemlji i njegov razvoj tekao usporedo s razvojem Zemlje. Kad govorimo o evoluciji života, moramo uzeti u obzir da je pravoj *biološkoj* evoluciji prethodila vrlo duga *kemijska* evolucija ugljikovih spojeva. Međutim, danas je moguća samo *etapna* (postupna) *biogeneza* tj. život iz života.

Hoćemo li ikada uspjeti otkriti kako se dogodio prelazak od organskog do živog? Na ovo pitanje odgovara Francois Jacob: »...Ništa ne kazuje da ćemo ikada uspjeti analizirati prelaz između organskog i živog. Možda nećemo moći ni procijeniti vjerojatnost koju je imao neki živi sistem da se pojavi na ovoj Zemlji. Ako je genetički kod univerzalan, to je, vjerojatno, zbog toga što je sve ono što je

uspjelo živjeti do sada proizašlo od jednog jedinog pretka. Međutim, nema mjerljive vjerojatnoće za događaj koji se desio samo jedanput.«³²

Usprkos mnogim nepoznanicama, J. Monod i F. Jacob se ne kolebaju boriti protiv svega što je metafizičko. Jacob konstatira: »...Biologija je dokazala da ne postoji metafizičko biće koje bi se skrivalo iza riječi život. Sposobnost spajanja, proizvođenja sve složenijih struktura, pa čak i ramnožavanja, pripadaju samo elementima koji sačinjavaju materiju.«³³ U istom stilu govori i Monod: »Čovjek najzad zna da je sam u ravnodušnom beskraju svemira, iz koga je slučajno izronio.«³⁴

U ovom radu ponuđeno rješenje problema o postanku života na Zemlji, čini se da bi moglo zadovoljiti i zahtjeve prirodoslovnih znanosti i filozofije:

– prirodoslovci mogu biti zadovoljni, jer se Bog ne uvlači u lanac prouzročernih uzroka;

– filozofi mogu biti zadovoljni, jer su zajamčeni opći principi znanosti o biću kao takvom (ontologija);

– ovdje možemo dodati da i teolozi mogu biti zadovoljni jer je zadovoljena potreba transcendencije i svemogućnosti Božje.

Uzimajući u obzir sva tri navedena stajališta u cjelini, dobivamo cjelovitu sliku o postanku života na Zemlji, koja nas čuva od jednostranosti u tumačenju postanka života na Zemlji.

Zusammenfassung

ABIIGENESE ODER BIOGENESE – NATURWISSENSCHAFTLICHE TATSACHEN UND PHILOSOPHISCHE ÜBERLEGUNGEN ZUR ENTSTEHUNG DES LEBENS AUF DER ERDE

In dem Kosmos, der zeitlich, räumlich und ontologisch endlich ist, gibt es eine Vielfalt von Lebensformen. Die Geschichte des Nachdenkens über den Ort, die Zeit und die Umstände der Entstehung des Lebens im Universum reicht bis ins Altertum zurück. Besonders die Anschauungen der antiken Philosophen, und ihre Lehre über die Abiogenese, besitzen eine lange Wirkungsgeschichte. In diesem Artikel wollen wir uns zunächst mit den naturwissenschaftlichen Aussagen zur Entstehung des Lebens beschäftigen; dazu möchten wir die Frage: Abiogenese oder Biogenese? beantworten. In einem zweiten Schritt schließt sich dann die philosophische Reflexion des naturwissenschaftlich dargestel-

³² F. JACOB, *Logika živog*, Beograd 1978, str. 334–335.

³³ *Isto*, str. 335.

³⁴ J. MONOD, *nav. dj.*, str. 210.

len Übergangs vom Unbelebten zum Belebten an. Es ist festzustellen, daß eine lange chemische Evolution zur spontanen Erzeugung des ersten Lebens auf der Erde führte; diese war Voraussetzung für die Entstehung des Lebens, das sich stufenförmig aus präbiotischen Systemen entwickelt hat. Das bedeutet, daß am Anfang die Abiogenese war. Zunächst bildeten sich aus einfachen Elementen und Gasen niedermolekulare Bausteine (Aminosäuren und Nukleotide); diese schlossen sich zu hochmolekularen Ketten (RNA, DNA, Proteinen) zusammen; aus diesen entstanden erste lebende Systeme durch Selbstorganisation. Louis Pasteur hat durch seine Experimente gezeigt, daß eine spontane Entstehung von Lebewesen (Abiogenese) heute nicht mehr möglich ist; heute ist nur die Biogenese möglich, d.h. nur »*Omne vivum ex vivo*«. Nach der naturwissenschaftlichen Behandlung der Biogenese wird weitergefragt: philosophisch, ontologisch. Im Artikel ist eine Lösung vorgeschlagen, welche eine Synthese von innerweltlicher Kausalität und Mitwirken Gottes ist. Sie allein vermag das Biogeneseproblem naturwissenschaftlich und philosophisch darzustellen. Philosophisch gesehen das kontingente Sein hat in keinem Augenblick sein Sein durch sich selbst, sondern alles Erschaffene hat eine Wirkung in der Dauer durch die schöpferische Erhaltung (*creatio continua*). Diese schöpferische und erhaltende Kraft kann nur etwas sein, was nicht auf kontingente, sondern auf absolute, notwendige Weise existiert. Was aber auf notwendige Weise existiert, ist einzig und allein das »*esse absolutum*«, von dem die Religionsphilosophie aufzeigt, daß es Gott ist.

Schlüsselworte: *Abiogenesis, Biogenesis, Evolution, creatio continua, concursus divinus.*