

# SÚČASNÉ KONCEPCIE VZNIKU ŽIVOTA NA ZEMI

VLADIMÍR SEKERKA, Katedra genetiky molekulárnej biológie, Prírodovedecké fakulta UK v Bratislave, JANA VRABCOVÁ, Ústav marxizmu-leninizmu UK v Bratislave

SEKERKA, V., VRABCOVÁ, J.: Contemporary Conceptions of the Origins of Life on the Earth. *Filozofia* 43, 1988, No. 3, p. 309.

The paper yields a historian's outline of well-known conceptions of the origin of life on the Earth (from creationist ideas over various forms of naive abiogenesis and eternism as far as the theory of evolutionary abiogenesis). The authors reflect also the contemporary interpretation of Oparin-Darwin's theory and the pose questions of experimental support and or hypothetical character of this theory. Concentration upon the so-called theory of coacervates in coacervate (CAS, Novak-Leibl) inspired the authors to reflections on the first stage of evolution of organisms, to questions of working of natural selection and also of organization of the living matter and of evolution at the cellular and other levels.

Contemporary solving of the problem of the origins of life on the Earth must therefore integrate both general and specific characteristics of the living matter. From the viewpoint of further cognizing of the origin and essence of life it is rather prospective, in authors' eyes, to reveal not only general characteristics of the living matter, but also common qualities of the biotic and abiotic nature what makes the transition of research to atomary molecular level possible where concrete achievements in understanding the origin and essence of life could be recorded.

Otázka vzniku života bola v histórii ľudstva rozlične vysvetľovaná. Názory na problém vzniku života sú interpretované napríklad nábožensko-mytologicky (kreacionizmus, podľa ktorého život vznikol zásahom nadprirodzenej bytosti), prípadne vystupujú formou hypotéz o naivnej abiogenéze (kde je základnou myšlienka o samozrození života), formou eternizmu (stavia na myšlienke o večnosti života) a formou teórie evolučnej abiogenézy (evolučná koncepcia vzniku živého z anorganického), atď.

Popri kreacionistických názoroch bola v minulosti značne rozšírená predstava o samozrození života (naivná abiogenéza) podľa ktorej život, živé organizmy vznikajú priamo a bezprostredne z neživej hmoty. V staroveku nájdeme tieto predstavy u prvých prírodných filozofov. Napríklad Thales (2, s. 45—46) sa domnieval, že všetko existujúce vzniklo z nejakého vlhkého zdroja alebo vody. Tvrdil, že všetko, čo vzniká z vody, je živé. Podľa Anaximandra (2, s. 47) vznikol život na Zemi v bahňatom prostredí. Človek ako niečo špecifické sa však vyvinul najskôr medzi rybami a až na súši zmenil svoj tvar. Zaujímavá je i Empedoklova biológia (2, s. 55), kde tvrdí, že rastliny vznikli spontánne pred vznikom živočíchov. Množstvo živočíšnych foriem existujúcich v súčasnosti sa utváralo postupne: v prvom štádiu sa tieto orgány náhodne spojovali a vytvárali pdivné bytosti, spojené rôznymi časťami. Všetky tieto by-

tosti však vyhynuli, lebo ich časti boli rôzne. Ostali len tie, ktorých časti k sebe navzájom patrili. Z bytostí, ktoré sa zachovali, sa v treťom štádiu vytvorilo množstvo foriem, ktoré už mali podobu živočíchov a nelíšili sa pohlavím. Toto rozlíšenie vzniklo až v štvrtom štádiu, štádiu živočíchov. Taktiež Demokritos má vlastnú koncepciu spontánneho vzniku života, v ktorej zdôrazňuje, že hmota je zložená z atómov a život vznikol pôsobením atómov ohňa na atómy vlahnej zeme. Názory o samoplození propagoval aj Aristoteles, ktorý vysvetľoval vznik rastlín a žiab z vlhkého bahna, červov z hnijúceho mäsa, bích z prachu a podobne. Jeho názory pretrvali až do stredoveku, keď taliansky lekár F. Redi svojimi pokusmi dokázal, že larvy múch a z nich muchy nevznikajú z hnijúceho mäsa, ale sa vyliahnu z vajíčok nakladených muchami na mäso.

Po objavení mikroorganizmov (Anthony van Leeuwenhoek, 1683), sa modifikovaná hypotéza samozrodenia vysvetľovala spontánnym vznikom baktérií z iných organizmov. V 18. stor. k podobným záverom dospel Needham, ktorý na základe nepresných pokusov tvrdil, že mikroorganizmy vznikajú samozrozením v mäsovom vývare. V analogickom pokuse taliansky vedec L. Spallanzani dokázal, že v hermeticky uzavretom priestore v mäsovom vývare sa mikroorganizmy neobjavujú. Tým vyvrátil predstavy o samozrození mikroorganizmov.

Možno konštatovať, že koncepcia naivnej abiogenézy, ktorá našla zástancov i u ďalších mysliteľov ako Koperník, Galilei, Harvey, Descartes, Schelling a iní, pretrvávala až do šesťdesiatych rokov 19. stor. Základný prevrat v názoroch na vznik mikroorganizmov spôsobili unikátne pokusy L. Pasteura. V jednom z nich použil banky s rovným predĺženým hrdlom — k živnému roztoku sa dostali mikroorganizmy, ktoré v krátkom čase vytvorili kolónie a rozmnožovali sa.

V bankách s predĺženým hrdlom v tvare „S“ nebol živný roztok taktiež izolovaný od vonkajšieho prostredia, ale mikroorganizmy sa už k nemu nedostali. Zachytili sa na vlhkom vnútornom povrchu tenkého ohnutého hrdla. Tento vlhký povrch pôsobil ako filter. V bankách s ohnutým hrdlom zostal živný roztok sterilný niekoľko týždňov až mesiacov. Ak ohnuté hrdlo z banky odstránil, do živného roztoku sa zo vzduchu ľahko dostali mikroorganizmy, ktoré sa rýchlo rozmnožili.

Známe diskusie medzi Pouchetom a Pasteurom, v ktorých Pouchet obhajoval koncepciu samozrodenia (tvrdil, že mikroorganizmy vznikajú priamo z látok senného nálevu), dokázali neudržateľnosť tejto koncepcie. Za podmienok dokonalej sterilizácie Louis Pasteur poukázal na nemožnosť samovoľného vzniku mikroorganizmov vo varom sterilizovaných nálevoch a vývaroch. Poukázal tiež na možnosť infekcie zo vzduchu. Pouchet naopak tvrdil, že varom sa len denaturujú životodarné látky, napríklad bielkoviny a nový život sa preto potom nemôže vytvárať. Pasteur dokázal, že mikroorganizmy sa v organických roztokoch objavujú preto, lebo v nich existovali ich zárodky, čím potvrdil myšlienku, že život vzniká len tam, kde sú zárodky života.

Boj proti hypotéze samozrodenia vrcholiaci bojom Pasteura proti Pouchetovi je jedným z najzávažnejších sporov materialistických názorov (hoci ešte v mechanistickej podobe) proti idealizmu (vitalizmu) v biologických vedách. Napriek experimentálnym dôkazom, ktoré vyvracali hypotézu samoplozenia, niektorí bádatelia, napríklad C. W. Nageli a E. Haeckel tvrdili, že život ustavične vzniká z anorganických látok vo forme akýchsi ultramikroskopických útvarov, tzv. „próbií“. Tieto útvary sa však experimentálne nepodarilo dokázať.

Teórie o potenciálnom samozrodení života sa objavili i v polovici nášho storočia. Otázka znovuvznikania života v súčasných podmienkach na našej planéte bola r. 1955 diskutovaná medzi O. B. Lepešinskou a A. I. Oparinom na zasadnutí Vojenskej lekárskej akadémie v Leningrade. Lepešinská sa domnievala, že ešte aj dnes môže vznikať život za vhodných podmienok z najprimitívnejších základov priamo z neživej hmoty. Tento názor Oparin vyvrátil argumentmi:

1. cesta vzniku živých organizmov z neživej hmoty bola veľmi dlhá a zložitá, preto nemá zmysel predpokladať, že by sa hmota podobným spôsobom vyvíjala aj dnes, keď sa vznik živej hmoty z neživej uskutočňuje oveľa jednoduchším a ekonomickejším, historicky upevneným spôsobom cez živé organizmy,

2. aj keby niekde za vhodných podmienok vznikol základ živých organizmov — bielkoviny, stali by sa ihneď potravou už jestvujúcich organizmov a nemohli by dokončiť svoj vývoj.

Poznamenávame, že na Zemi môžu jestvovať podmienky, kde je život málo rozvinutý a kde by nemuselo nastať predpokladané zničenie primárnych základov živej hmoty. Napríklad, v hĺbinách arktických morí A. Kriss a jeho spolupracovníci objavili submikroskopické útvary pripomínajúce koacerváty, ktoré sa podarilo zobrazíť pomocou elektrónového mikroskopu. Keby sa v súčasnosti pripustila možnosť vzniku živých organizmov na Zemi priamo z anorganického hmoty, musel by tento proces prebiehať za celkom mimoriadnych podmienok.

Spory, ktoré sa viedli v dobe prekonávania koncepcie samozrodenia, boli založené už nie na predstavách, ale názoroch vychádzajúcich z poznátkov vtedajšej vedy, s jasnými svetonázorovými dôsledkami. Rôzne mechanisticko-materialistické názory stáli v opozícii najmä vitalistickým tendenciám. Mechanistické teórie dokazovali svoju opodstatnenosť na modeloch živých systémov, ktoré si prírodovedci umelo vytvárali. Napríklad, nemecký zoológ Otto Bütschli vytvoril koncom minulého storočia model Bütschliho améby z kvapiek olivového oleja, rozotretého s roztokom uhličitanu draselného. Model napodobňoval tvar a pohyby améby, dokonca „požíeral“ vlákno šelaku.

Vo fyzikálno-chemickom modelovaní dosiahol veľké úspechy aj francúzsky chemik, biológ a lekár Stephen Leduc. Osmotické útvary napodobňujúce riasy a hubky pripravoval napríklad z chloridu vápenatého a rôzne nasýtených a navrstvených roztokov uhličitanu alebo fosforeč-

nanu draselného. Podobné útvary vznikajú i v zriedenom a zahriatom, sfiltrovanom roztoku vodného skla (vodného roztoku kremičitanu sodného) a kryštálkami napríklad chloridu vápenatého, chloridu kobalnatého a pod.

Takto je možné vytvárať živým organizmom podobné, pritom však neživé osmotické štruktúry. Podobný jav možno pozorovať i u minerálov.

Podobne mexický bádateľ A. L. Herrera skúmal pod mikroskopom útvary vznikajúce, napríklad, pôsobením formaldehydu na sulfokyanáty, nazval ich „sulfóby“. Pritom ako prvý z polovice nášho storočia preukázal abiotický vznik niekoľkých aminokyselín až organických polymérov, blízkych bielkovinám. S. W. Fox, jeden z vedúcich bádateľov, skúmajúcich otázku vzniku života, považuje Herrerove experimenty za vysoko významné, pretože boli vytvorené výlučne z neživej hmoty. Väčšina modelov predbiologických štruktúr vrátane koacervátov, sa v laboratóriu vytvára z bielkovín a ďalších makromolekúl, ktoré boli izolované zo živých organizmov. Podobnými chemickými štruktúrami sa zaoberali i ďalší významní vedci. Môžeme tu zaradiť Bungenberg de Jongove a Oparinove koacerváty. Sú im blízke i Foxove mikrosféry, Goldacreho lipidové mechúriky, resp. lipozómy atď. Ich štruktúry sú už založené na moderných teóriách o vzniku prvotných živých systémov a buniek (3, s. 130—131).

Jedným z dôvodov, prečo 19. stor. nevyriešilo otázku vzniku živého z neživej hmoty, bola i skutočnosť, že Pasteurove objavy sa nesprávne interpretovali v teologických diskusiách, kde sa absolutizovala myšlienka vzniku života zo živého a obnovovali sa kreacionistické myšlienky božského stvorenia živého na základe nerozlišovania organickej a anorganickej prírody.

Koncom 19. stor. sa objavujú taktiež novšie formy eternizmu (lat. eternus — večný), ktorý má dlhodobú tradíciu a stavia na myšlienke, že život je večný. Modernejšie formy eternizmu sa opierajú o hypotézu prenosu života (prípadne i zámerného) z vesmíru mimozemskými bytosťami. Staršie eternistické názory pripúšťajú, že život bol prenesený na Zem z iných planét našej slnečnej sústavy, prípadne z planét iných sústav, vo forme zárodkov života — „kozmozoí“. Podľa mienky niektorých autorov tejto hypotézy (Richter, 1870) sa zárodky života mohli dostať na našu Zem v meteoritoch. Niektoré z nich sa preletom cez atmosféru rozžeravia a oxidujú len na povrchu. V takom prípade by sa zárodky života mohli dostať na zemský povrch neporušené. Iný názor (Arrhenius) predpokladá transport „kozmozoí“ tlakom svetelných lúčov z jedného vesmírneho telesa na iné (radiopanspermizmus). Problematická je možnosť prežitia zárodkov života v kozmickom priestore najmä v dôsledku intenzívneho ultrafialového a kozmického žiarenia, nízkych teplôt a doby letu. Napríklad, spóra baktérie s priemerom cca 160 um hnaná tlakom slnečného žiarenia by doletela na Mars zo Zeme asi za 20 dní, na Jupiter za 80 dní, na Neptún za 14 mesiacov, ale z najbližšej

stálice na Zem až za 9 000 rokov. Obsahom „riadenej panspermie“ (Crick a Orgel, 1973) je názor, že život vo vesmíre je „rozsievaný“ pomocou osobitných kozmických rakiet, ktoré zámerne vysielajú inteligentné bytosti — technické civilizácie žijúce vo vesmíre.

Ku koncepcii panspermie sa skepticky vyjadril i F. Engels [4, s. 265] v *Dialektike prírody*, ktorý ju označil za neprípustnú hypotézu, ktorá predpokladá: 1. večnosť bielkoviny, 2. večnosť prvotných foriem, z ktorých sa môže vyvinúť všetko organické.

Filozoficky eternistické a panspermické názory skutočne neriešia otázku vzniku života, ale len jeho rozšírenia vo vesmíre. V súčasnosti tieto názory narážajú na prekážku, keď majú vysvetliť večnosť života po zistení, že vesmír, resp. život v našom vesmíre nie je večný. Oživením týchto teórií sa stráca silne náboženský akcent, aký mali v minulosti. Nastolením možnosti prenosu života vystupuje do popredia i otázka podstaty života, ktorú sa snažia riešiť mnohé súčasné kozmologické teórie (otázky inej formy života, otázky prekonania laboratórnych predstáv vzniku živého z neživého a podobne). Eternizmus nevysvetľuje podstatu a vznik života už i preto, lebo, ako uviedol i Engels, východiskom je uznanie večnosti života. Z tohto hľadiska vylučuje súčasne možnosť vývinu, prechodu od anorganickej k organickej prírode.

Prechod k súčasným vedeckým názorom, že život vznikol na Zemi evolučne z neživej hmoty a za vhodných podmienok sa vyvinul do dnešnej podoby, má svoju prehistóriu i v názoroch evolucionistov. Z tohto aspektu tvoria poznaky vedcov ako Ch. R. Darwina, J. Lamarcka, T. Huxleyho, E. Haeckla a iných, myšlienkový prekurz samotnej evolučnej abiogenézy. I keď mnohí z nich nehovorili priamo o vzniku života, ale o jeho evolúcii, z ich myšlienkového dedičstva vychádzajú názory vedcov nášho storočia ako S. Leduca, A. I. Oparina, J. B. S. Haldana, K. A. Timiriazeva, A. Herrera, S. W. Foxa, J. D. Bernala, S. Millera, M. Calvina a iných, ktorí rozvíjali myšlienku evolučného princípu vývoja života z neživej hmoty.

Pojem „evolučná abiogenéza“ bol zavedený roku 1968 (V. Liebl a kol.) na vyjadrenie Oparinovej teórie o vzniku života na Zemi postupným a dlhotrvajúcim chemickým vývojom z pôvodne jednoduchých organických zlúčenín. Proces evolučnej abiogenézy vyjadrujú niektorí autori pojmom: „autogónia“, „biopoéza“. (J. Bernal), „neobiogenéza“ (J. Keosian), „abiogenéza“, „protobiogenéza“ (Fox, Dose). Pojem abiogenéza sa používa už niekoľko storočí. Bol zavedený pravdepodobne Tomášom Akvinským, na označenie samoplodenia živých organizmov. Pojem „evolučná abiogenéza“ bol zavedený i na rozlíšenie rôznych primitívnych predstáv o samoplodení („naivná abiogenéza“) do dnešnej rozvinutej Oparinovej teórie.

A. I. Oparin, sovietsky biológ a biochemik, zovšeobecnil r. 1924 (monografia *Vznik života*) predstavy o vzniku života na Zemi, ktorému predchádzala dlhá perióda abiogénnej molekulovej evolúcie, ktorej koneč-



ným výsledkom je bunka ako základná organizačná jednotka živých systémov. Súčasne nezávisle od A. I. Oparina, anglický biofyzik, J. B. S. Haldane [1929] dospel k názoru, že anaerobióza je primitívnejší proces ako aerobióza, čo ho v konečnom dôsledku doviedlo k názoru veľmi podobnému s názormi Oparina.

Názory vyslovené v teóriách Oparina a Haldana sa stali základom všetkých súčasných teórií o vzniku života.

Uviedli sme už historicky významné pokusy A. L. Herrera, S. Leduca a iných. Za medzníkové obdobie vo výskumoch problému vzniku života na Zemi možno pokladať päťdesiate — šesťdesiate roky nášho storočia, keď už bolo jasné, že vyslovené teórie o vzniku života možno potvrdiť aj experimentálne. Formujú sa názory o nutnosti interdisciplinárneho riešenia tohto problému. Významným impulzom sa stali koncepcie, prezentované na Medzinárodnom biochemickom sympóziu v Moskve [1957]. Sympóziu bolo zamerané na riešenie problému vzniku života evolučnou cestou z hľadiska biológie, fyziky, geológie a astronómie.

Štúdiom vzniku života sa začali zaoberať viaceré vedecké kolektívy rôznych vedných odborov na celom svete. Rozličný prístup k riešeniu tohto problému spôsobil rôzne formulácie predmetu štúdia vzniku života na Zemi, ktorý je vyjadrený pojmami: chemická evolúcia, protobiochémia, primárna biogenéza, abiogénna molekulová evolúcia, experimentálna organická kozmochémia a pod.

So zvýšením záujmu o experimentálne riešenie problému vzniku života narastá aj počet publikovaných prác, ktoré ešte v päťdesiatych rokoch 20. stor. vychádzali veľmi sporadicky. V súčasnosti sa na celom svete v rôznych odborných časopisoch publikuje niekoľko sto prác ročne. Problematiku rozširujú aj viaceré diela napísané vedcami rôznych vedných odborov, napríklad fyzikom J. D. Bernalom, chemikom M. Calvinom, geológom M. Ruttenom, fyzikálnym chemikom D. H. Kenyonom, biochemikom O. Steinmanom, organickými chemikmi S. W. Foxom, D. Dosem, biochemikom a biológom A. I. Oparinom a inými.

Výsledky, ktoré získali kolektívy odborníkov v posledných desaťročiach, sú dôkazom toho, že biologicky dôležité zlúčeniny, ktoré sa organizovali do protobunky, mohli vzniknúť abiogénnou cestou v redukčnom prostredí za prítomnosti energie v určitých výhodných podmienkach z takých jednoduchých prekursorov, ako je metán, amoniak, vodík a voda.

Súčasná biológia používa na objasnenie základných bodov problému vzniku života celý rad progresívnych technických prostriedkov a metód, ktoré sa neodlišujú od metód používaných v iných vedách, napríklad v analytickej chémii, biochémii, geofyzike, astrofyzike, geochemii (chromatografia, elektroforéza, izotropické metódy, metóda paramagnetickej rezonancie, röntgenografické metódy, elektrónová, ultrafialová, fluorescenčná mikroskopia a iné).

Veľký význam pre komplexné pochopenie problému má aj metóda

modelovania jednotlivých procesov a stupňov organizácie v mechanizme vzniku života na Zemi. Úspešný pokus amerického vedca Millera, ktorý syntetizoval aminokyseliny a iné jednoduché organické látky v podmienkach predpokladanej primárnej redukčnej zemskej atmosféry, bol impulzom k celej sérii analogických experimentov, prevádzaných pri modelovaní abiogenézy a biogenézy.

Pokladáme za potrebné uviesť, že problém vzniku života v súčasnosti skúma prevažne biochémia, biofyzika a málo sa touto otázkou zaoberá biológia. Absenciu biológie môžeme pokladať však za prechodný jav, keďže otázku vzniku života nemožno riešiť bez objasňovania problému podstaty života a ten nemožno komplexne riešiť bez účasti biológie, kde dôležitú úlohu zohráva i objasnenie filozofických aspektov problému.

Riešiť otázku vzniku života znamená vysvetliť jednu z etáp vývoja hmoty, odhaliť proces prechodu fyzikálno-chemických foriem pohybu hmoty na formu organického života, to znamená utvoriť historickú väzbu a vzájomnú podmienenosť medzi živou a neživou prírodou. Pri skúmaní uvedeného vymedzenia je evidentné, že úrovne, ktoré charakterizujú živé systémy, mnohokrát rádovo prevyšujú úrovne pozorované v neživej prírode. V živom svete sa hmota nachádza na vyššom stupni ako v neživom svete. Živé systémy sú charakterizované predovšetkým vysokou úrovňou organizácie, ktorá je neporovnateľná s úrovňou akéhokoľvek známeho systému neživého sveta. Prejavuje sa v priestorovej a časovej usporiadanosti. Základná odlišnosť živého od neživého spočíva v schopnosti živého vytvárať organizáciu z chaotického tepelného pohybu molekúl.

Aj v súčasnosti môžeme zaznamenať pri riešení uvedenej otázky snahy zjednodušiť problém redukciou života len na fyzikálne a chemické procesy a dokázať, že život je majstrovské dielo kvantovej mechaniky alebo jednoducho „stroj“, prípadne dokonale organizovaný systém chemických reakcií. Preceňovanie možností čisto chemického alebo fyzikálneho prístupu potom privádza prírodovedcov na pozície mechanistického materializmu.

V danom kontexte sú aktuálne názory Szent-Györgyiho (5, s. 39), ktorý sa domnieva, že vývin živého nemožno vysvetliť iba pomocou mutácií a že dokonca atóm vodíka existuje v súlade s doteraz nevysloveným názorom o existencii princípu „tendencie k sebazdokonaľovaniu“, ktorému život pravdepodobne vďačí za svoj vznik. Pokiaľ ide o ďalší vývin biológie, rozlišuje v ňom Szent-Györgyi tri obdobia: prvé obdobie je pokračovaním súčasného stavu, čiže molekulárnej biológie, druhé bude spojené s aplikáciou vlnovej mechaniky v biológii a tretie (predpokladané) obdobie sa začne objavom už spomenutého, zatiaľ neznámeho princípu. Pre uvedené názory označil napríklad F. Crick (5, s. 40) Szent-Györgyiho za neovitalistu a nesúhlasil s jeho názorom o význame kvantovej mechaniky pre biológiu, ani s predpokladom, že by bolo treba obja-

vovať mnoho nového, čo je zatiaľ mimo rámca súčasnej biochémie a biofyziky. Podobne reaguje i I. T. Frolov (5, s. 40), ktorý považuje jeho stanovisko taktiež za neovitalistické a mechanistické, ak sa na spomenutý princíp pozeráme ako na „transcendentný faktor“, ktorý nemožno vysvetliť na základe prírodovedných metód alebo, ak ho pokladáme za akúsi mystickú nadprirodzenú silu podobnú Drieschovej „entelechií“. Pritom pôsobivosť Szent-Györgyiho myšlienok sa prejavuje u mnohých prírodovedcov. Napríklad i J. Bernal zdôrazňuje, že medzi podstatné vlastnosti živého treba zaradiť aj „sebarealizáciu potenciálnych možností vytvorených stavom elektrónov v atóme“.

Riešenie otázky vzniku a podstaty života si teda vyžaduje i filozofické zdôvodnenia, v rámci ktorých sa môžeme oprieť o myšlienky klasikov marxizmu-leninizmu. Je známou skutočnosťou, že už Engels sústredil svoju pozornosť na nové objavy v prírodných vedách. Poukázal, napríklad, na nespočetné možnosti riešenia problému pri premene chémie na biochémiu, vzniku organickej a katalytickej chémie, na fakt, že objavy vo fyziológii sa stali impulzom pre názor, že živé mohlo vzniknúť za určitých podmienok prirodzeným spôsobom v procese prechodu od chemickej evolúcie k biologickej evolúcii. Engels vychádza z dialektického princípu materiálnej jednoty sveta a dospieva k názoru, že na báze generalizácie objavov chémie pri syntéze organických látok možno súhlasiť s názormi, že život vznikol chemickými procesmi. Otázka možnosti vedeckej explikácie tohto problému umožnila Engelsovi vystúpiť proti mechanisticko-materialistickým tendenciám, ktoré absolutizovali možnosti aplikácie rýdzo chemických metód (4, s. 172—173).

Engelsovo stanovisko je historicky významné nielen z metodologického, ale najmä svetonázorového aspektu. V *Dialektike prírody* zdôvodňuje aplikáciu dialektickomaterialistického prístupu k riešeniu otázok vzniku a podstaty života. Vznik a podstatu života chápal Engels ako dlhodobý proces premeny chemickej formy pohybu hmoty na biologickú. To mu umožnilo vidieť kontinuitu medzi neživou a živou prírodou v ich jednote, pričom ich jednota predpokladá zároveň i kvalitatívnu odlišnosť. Vnútna kvalitatívna odlišnosť spočíva podľa Engelsa najmä v tom, že chemická a biologická forma pohybu hmoty podlieha špecifickým zákonom. Špecifickosť je podmienená ich genetickou súvislosťou, v ktorej chemická forma pohybu hmoty je historicky prvotná a je kvalitatívne nižšia v analógii s biologickou, ktorá z nej vznikla. Proces zmeny neživého na živé má charakter skoku, čo podmieňuje kvalitatívnu zvláštnosť vyššej formy pohybu hmoty (biologickej) a reprezentuje objektívny základ, ktorý nedovoľuje redukovať biologické zákonitosti na chemické, a tým menej na fyzikálne.

Engelsov prístup umožňuje i v súčasnosti lepšie pochopiť kritiku mechanistických tendencií. Prírodovedný obsah súčasných teórií vzniku života (evolučná abiogenéza) si vyžaduje naďalej uplatnenie metodologických a svetonázorových princípov materialistickej dialektiky, kde



dôležitú úlohu zohráva historický prístup k problému. Na základe uvedeného prístupu sme dospeli k všeobecne uznávanému názoru, že Oparinova teória tvorí metodologický základ ostatných teórií evolučnej abio-genézy.

V tejto súvislosti uvádzame Lieblovu koncepciu (3, s. 132) Oparin-Darwinovej teórie vzniku života, pretože umožňuje obsiahnuť nielen problém vzniku, ale i evolúcie života.

Podľa Oparinových predstáv sa v prvotnej redukujúcej, bezkyslíkovej zemskej atmosfére mohli vytvárať jednoduchšie organické uhlíkaté zlúčeniny — monomery typu aminokyselín, cukrov, nukleotidov a pod. Haldanova predstava je zhodná. V dávnych dobách sa mohli polymerizovať makromolekuly, podobné dnešným bielkovinám, polysacharidom, nukleovým kyselinám a pod. Tieto sa potom mohli združovať v ohraničené mnohomolekulárne útvary, kvapôčky mikrosfér koacervátov, prípadne vytvárať gelovitý prasliz, zmiešaný z ílovitými koacervátmi, ktoré mohli mať primitívnu katalytickú funkciu.

Podľa Dvořákovej a Lieblovej interpretácie, pokiaľ by sa v prvotnej atmosfére vyskytoval kyslík (v nepatrnom množstve mohol vznikáť rozkladom vody ultrafialovým žiarením, fotolýzou, s následnou tvorbou ozónu) okysličili by sa uhlíkaté látky až na oxid uhličitý a vodu. Preto sa dnes všeobecne usudzuje, že prostredie na Zemi bolo redukujúce. V takom stave by sa mohlo zachovať v okolí podmorských sopiek až do dnešných čias.

Všeobecne môžeme prisúdiť Oparin-Darwinovej teórii vzniku a evolúcie života materialistický základ. Sám Oparin sa vyjadril, že život je už svojou povahou materiálny. Možno ho chápať i ako zvláštnu, od anorganickej prírody kvalitatívne odlišnú formu pohybu hmoty.

Vzniká otázka, ktoré názory Oparin-Darwinovej teórie možno experimentálne podložiť a v akých bodoch sú niektoré predstavy stále hypotetické. Oparin zovšeobecňoval pri tvorbe svojej teórie poznatky z rôznych vedných oblastí, ale najmä biochémie a biofyziky. Navrhol rôzne možnosti modelového riešenia (známe modelové experimenty s fázovo vyhranenými systémami alebo probiontmi — koacervátovými kvapkami), ktoré svojimi pokusmi však definitívne nepotvrdil.

Možno teda súhlasiť s J. Dvořákom a kol., že táto teória je veľmi pravdepodobná (i keď nie definitívna), nakoľko mnoho etáp jeho syntézy života bolo už laboratórne overených. Podobne M. Calvin (nositeľ Nobelovej ceny za objavy v oblasti fotosyntézy rastlín) ju považoval za jednu z najpravdepodobnejších. Známe sú jeho experimenty, ktorými potvrdil niektoré etapy Oparinovej syntézy života. Keď ožaroval zmes  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_2$  (ako katalyzátora) héliovými iontami, urýchlenými v cyklotróne, dostal formaldehyd, kyselinu mravčiu a ďalšie zlúčeniny. Keby bol pridal vtedy ešte amoniak (ako o niekoľko rokov neskôr urobil S. Miller), získal by i aminokyseliny. Abiotický vývoj takto vytváraných uhlíkatých organických látok nazval všeobecne chemickým dejom.

S. Millerova koncepcia [1952] o možnosti vzniku života chemickým vývojom za primitívnych redukujúcich podmienok bola taktiež experimentálne dokazovaná. Vykonával nasledovné pokusy: na zmes metánu, vodnej pary, čpavku a vodíka (predstavujúce modelovú predbiotickú zemskú atmosféru) nechal pôsobiť po desiatky hodín elektrický výboj. Po krátkej dobe dostal merateľné množstvo viac než dvadsiatich organických látok, vrátane aminokyselín. Liebl [3, s. 134] ho hodnotí veľmi pozitívne ako jeden z prvých experimentov, dokazujúcich reálnosť chemického vývoja. Považuje ho za klasický dôkaz možnosti vzniku organických monomérov za abiotických geologických podmienok (známa tzv. Kyanhydrinova syntéza).

Svetoznáme sú taktiež pokusy S. W. Foxa, amerického biochemika, ktorý so svojím pracovným kolektívom vytvoril zmes plynov (ako modelu primitívnej zemskej atmosféry), nechal túto zmes prechádzať cez hliník alebo silikagel, ktoré boli zahriate na 1 000°C. Reakčné produkty tejto termálnej syntézy po ochladení analyzovali chromatograficky a určili medzi nimi rad organických látok, vrátane aminokyselín.

Mohli by sme uviesť ešte množstvo experimentov, ktorých závery vyúsťujú do rôznych koncepcií. Prítom nové koncepcie spravidla nie sú zdôvodnené na všeobecnej filozoficko-metodologickej báze. Vymedzenie čisto prírodovedného obsahu bez ujasnenia filozofických prístupov (filozof nemá možnosť experimentálne dokázať vznik života), ktoré objasňujú filozoficko-metodologické aspekty problematiky, vyvoláva často vágnosť, kde novovznikajúce koncepcie v rámci evolučnej abiogenézy zaradiť. Historicky podnetný je v tomto zmysle napríklad Oparinov prístup [6, s. 373], ktorý sa neobmedzuje len na prírodovedné spracovanie problému. V jeho názoroch nájdeme negatívny postoj k teleologickému chápaniu vzniku a podstaty života vo vtedajšej dobe a k rôznym mechanisticko-redukcionistickým tendenciám uvedených výskumov. V rámci svojej teórie nastolil i filozoficko-metodologické a svetonázorové problémy vzniku a podstaty života. Z filozofického hľadiska možno pozitívne hodnotiť aj niektoré súčasné novovznikajúce koncepcie, ktoré tým, že dokazujú uzlové body Oparinovej teórie, dodávajú jeho teórii širší rámec, pričom stavajú na vlastných metodologických základoch tejto teórie.

Napríklad, na základe Oparinovej koacervátovej teórie sformulovali pracovníci Laboratória evolučnej biológie ČSAV (Novák, Liebl) tzv. teóriu koacervát v koacerváte [3, s. 140—142]. Podľa tejto teórie bunky nevznikli premenou prvotného koacervátu, ale sa v ňom vyvinuli ako v živom prostredí. Počiatkom života potom neboli nejaké primitívne bunky, ale ako uvádza Novák a Liebl, molekuly nukleových kyselín. Tieto molekuly sa začali rozmnožovať vo vnútri prvotného koacervátu z jeho zložiek, pôsobením prvotnej enzymatickej (protoenzymatickej) aktivity proteinoidov, ktoré ich tvorili tak, ako sa rozmnožujú vírusy v dnešných bunkách. Až okolo týchto prvotných replikujúcich sa molekúl sa začal vytvárať nový koacervát, teda koacervát v koacerváte. Bielkovinové lát-

ky, z ktorých vznikali, sa už nevytvárali náhodile, ale boli podmienené a utvárané štruktúrou molekúl replikujúcich sa nukleových kyselín. Tieto potom postupnými premenami, mutáciami, vytvorili dedičný kód. Okolo každej molekuly tak vznikali stále zložitejšie bielkovinové koacerváty a postupne zložitejšie bielkovinové telieska, podobné kapsidom dnešných vírusov. Po vzniku povrchovej membrány sa z nich pozvoľnými premenami vytvorili prvotné bunky (euobionty alebo probionty), neskôr prokaryotické a z nich jaderné eukaryotické bunky.

Teória koacervát v koacerváte vysvetľuje vývoj prvého stupňa v evolúcii organizmov, t. j. prokaryontnej bunky. Evolúcia sa zakladá na piatich resp. šiestich hierarchických úrovniach. Podľa autorov je tento proces založený na tzv. princípe sociogenézy, ktorý vyjadruje jednu z najvšeobecnejších evolučných zákonitostí, týkajúcej sa vývoja všetkých organizmov. Každá vyššia úroveň vznikla postupným združovaním jedincov predchádzajúcej nižšej úrovne do spoločenstiev (kolónií) a postupnou integráciou takejto kolónie na jedinca vyššieho stupňa.

Tak vznikali postupne z jednomolekulárnych jedincov nultého stupňa (čo sú replikujúce sa molekuly nukleových kyselín) v priebehu evolúcie najskôr jednobunkové prokaryontné organizmy. Z tohto prvého stupňa potom vznikali jednobunkové jaderné organizmy (jednobunkové rastliny a jednobunkové živočíchy, t. j. prvoky) ako organizmy druhého stupňa. Obdobným spôsobom, t. j. združovaním a integráciou na jedinca vyššieho stupňa, vznikli prvé mnohobunkové nižšie rastliny (riasy) a nižšie nemitamérne živočíchy (živočíšne hubky, mechúrniky a červy). Princíp sociogenézy zahŕňa takto i bunkovú teóriu. Štvrtý stupeň predstavuje vyššie rastliny a vyššie článkované živočíchy. Do najvyššieho, piateho stupňa sociogenézy patria potom skupiny vyšších rastlín a spoločenstiev vyšších živočíchov, vrátane ľudskej spoločnosti.

Z filozofického hľadiska je pre nás teória koacervát v koacerváte zaujímavá tým, že zahŕňa i niektoré skôr známe teórie, najmä bunkovú. Ďalej ide o aplikáciu jednotného vývojového princípu na tej istej úrovni všeobecnosti a abstrakcie. I keď vo filozofickej rovine chápeme proces sociogenézy v omnoho širších súvislostiach, uvedený princíp sociogenézy vystihuje aj podľa autorov evolučné zákonitosti na tej istej úrovni všeobecnosti ako Darwinov princíp prírodného výberu, napriek tomu, že práve sociogenéza vytvára zložitejšie predpoklady pre pôsobenie prírodného výberu.

Uvedené názory autorov teórie koacervát v koacerváte nás inšpirujú k myšlienke, ktorá sa dotýka otázok pôsobenia prírodného výberu. Domnievame sa, že v súčasnosti pojem „prírodný výber“ nemožno chápať len v darvinovskom chápaní (biologický výber), ale je potrebné rozšíriť ho o chemický výber [7, s. 73—74]. Podobne ako sa na úrovni neživých koacervátov a proteinoidných mikrosfér uplatnil prírodný výber mechanizmom chemického molekulového výberu, predpokladáme, že aj pri vývoji probiontov mal hlavnú úlohu istý analóg chemického výberu,

ktorý sa v tejto etape vývoja postupne dopĺňal mechanizmom biologického výberu. Biologický alebo prírodný výber v užšom zmysle slova (darwinovský prírodný výber) začal pôsobiť až do vzniku fylogenetického vývoja organizmov. Určenie začiatku fylogenetického vývoja nie je v súčasnosti ešte jasné. Na túto otázku jestvujú dve odpovede. Prvá z nich považuje za začiatok fylogenetického vývoja vznik prvej autoreprodukčnej molekuly nukleovej kyseliny alebo nukleoproteidu, resp. čas, keď niektoré probionty nadobudli schopnosť syntetizovať vlastné polyamínokyseliny. Takéto formy sa podobajú súčasným v tom zmysle, že informácia prebieha od jedného pokolenia k inému prostredníctvom rodičovských foriem, a nie z monomérov a polymérov prostredia. Teda schopnosť probiontov syntetizovať štruktúrne polyméry nezávisle od prostredia vznikla a vyvíjala sa spolu s vývojom mechanizmu, za pomoci ktorého získavali nové pokolenia probiontov informácie od rodičovských foriem, a nie od okolitého prostredia. Druhá odpoveď považuje za začiatok fylogénzy vznik bunky.

O takto chápanom prírodnom výbere možno hovoriť teda až na úrovni bunky. Je pravdepodobné, že z prototypov bunky, ktoré jestvovali v rozličných variantoch, sa na základe selekcie v daných podmienkach udržali tie, ktoré mali najväčšiu adaptabilnú schopnosť. Predpokladá sa, že túto schopnosť podmieňovali najmä rýchlosťou autoreprodukcie a schopnosťou vytvárať semipremeabilné povrchy. A tie zabezpečili komunikovanie vyvíjajúceho sa systému, najmä s vonkajším prostredím a vznik vnútorných mechanizmov syntézy bielkovín, nukleových kyselín ako aj kódové väzby medzi obidvoma mechanizmami a inými elementmi vyvíjajúceho sa systému.

Odhaduje sa, že táto etapa vývoja prebiehala asi pred 3,5 miliardami rokov. Pretože tieto systémy postrádajú diskrétné morfológické znaky, neexistujú priame palentologické dôkazy z tohto obdobia. Z týchto dôvodov pravdepodobne nikdy nebudeme poznať všetky vlastnosti probiontov. Avšak na základe údajov mnohých experimentov s recentnými živými systémami možno predpokladať, že probionty jestvovali.

Aj J. Dvořák a kol. (3, s. 146) uznáva, že koacerváty a ďalšie útvary sa pokladajú za modely, za systémy, ktoré by mohli potvrdzovať ako vznikali, vyvíjali sa a zanikali predchodcovia živého. Napriek tomu, že sa jednotlivé etapy tohto vývoja overujú laboratórne, všetky takéto organizmy predstavujú vždy len možnosť, resp. pravdepodobnosť takého vývoja. Mikropaleontológia, najmä prekambrických hornín, na základe nájdených skamenelých pozostatkov organizmov, a najmä mikroorganizmov dokladá, upresňuje i mení predstavy o vzniku a najstaršom vývoji života na Zemi.

Uvedené problémy si teda vyžadujú zamyslieť sa nielen nad otázkami prírodného výberu, ale i organizácie živého a vývoja na bunkovej a iných úrovniach. V tomto kontexte môže byť pre nás určujúce vystihnutie myšlienky hraníc medzi živým a neživým. Proces prechodu neživého na

živé je potrebné objasniť i ako biologický problém, teda tak, aby bol pre biológiu základný a určujúci. Uviedli sme už problém vymedzenia všeobecného, ktoré je charakteristické pre všetko živé. Aby sme však mohli pochopiť biologické, ale i filozofické aspekty otázky vzniku života na Zemi, je potrebné aj poznanie špecifického, teda problém jednoty živého a neživého. Poznanie všeobecného nám potom umožní vystihnúť túto jednotu, teda toho, čo spája organickú a anorganickú prírodu.

Súčasný riešenie otázky vzniku života musí teda integrovať ako všeobecné, tak i špecifické zvláštnosti živého. Vzniká problém, na ktorej úrovni hľadať kvalitu živého, či na úrovni makromolekúl, alebo hľadať hranicu medzi živým a neživým na úrovni mnohomolekulových systémov alebo až na úrovni bunky. Limitujúcim momentom pri odpovedi na formulovanú otázku je pre nás kvalita živého v porovnaní s neživým, ktorá je determinovaná špecifickými vlastnosťami živého, medzi ktorými rozhodujúcu úlohu má reprodukčná vlastnosť.

Podľa F. Čížeka (1, s. 58—59) možno konštatovať dve tendencie pri vysvetľovaní života pomocou údajov získaných na molekulárnej úrovni. Na jednej strane sa život redukuje na procesy pozorovateľné na nižších či vyšších úrovniach, na druhej sa javom molekulárnej úrovne pripisujú vlastnosti živého. Bernal napríklad definuje život ako formu „dynamickej realizácie kvantových charakteristík atómov“, takže sa tým život automaticky zaraďuje medzi objekty kvantovej fyziky. Oparin vymedzuje život ako prispôsobivosť živej látky, ako adaptáciu organizmu na podmienky vonkajšieho prostredia a prispôsobenosť jeho častí k funkciám, ktoré sa realizujú v živom organizme ako na molekulárnej, tak i na bunkovej úrovni. Všeobecne možno povedať, že ťažkosti pri vymedzovaní života ako biologického objektu sú späté s neurčitostou hraníc živého, a s tým, že pre vysvetlenie vlastností života je nutné stále hlbšie členenie živého a využitie údajov dosiahnutých výskumom nebiologických procesov. Zmena charakteru predstáv o špecifickosti biologického objektu spolu s rozšírením oblasti výskumu je daná aj komplikáciou prostriedkov, technickým vybavením experimentálnych výskumov, atď.

Otázka vzniku života teda veľmi úzko súvisí s vymedzením podstaty života. V súčasnej biológii prevláda názor na živé ako na istú hierarchiu úrovní organizácie (alebo úrovní skúmania živého), od nadorganizmových sústav k organizmom a ďalej cez bunku k atómom. Vzniká problém, ktorá z vyčlenených častíc (úrovní) je „elementárna“ a kde vzniká hranica medzi tým, čo je špecifické len pre živé, a tým, čo spojuje živé s neživým. História názorov na tento problém nájdeme spracovanú u F. Čížeka (1, s. 61—63).

V rámci klasickej biológie sa bunka a protoplazma pokladali za základné prvky živého, keďže prejavovali takmer všetky znaky životnej činnosti typické pre organizmus. Vznikom bunkovej teórie sa pozornosť biológov sústredila prevažne na výskum bunky. Myslelo sa, že všetky



biologické problémy je potrebné riešiť na úrovni bunky, resp. „dofahovať“ ich na bunkovú úroveň, ktorá sa takto stala základným objektom biologických výskumov.

Dnes je zrejmé, že prechodom výskumu na atomárnu molekulárnu úroveň, t. j. vyčlenením biologických objektov výskumu na tejto úrovni boli dosiahnuté veľké úspechy v chápaní špecifickosti živého. Vyčlenenie bunky síce poskytlo možnosť riešiť problém jednoty živého ako zo štruktúrneho tak i genetického hľadiska, perspektívne sú však i nové možnosti, ktoré v súčasnosti umožňuje skúmanie molekulárnej úrovne živého. V rámci tohto skúmania možno sformulovať teóriu o univerzálnych vlastnostiach životnej činnosti, ktoré sú natoľko všeobecné, že spájajú všetko živé a zahŕňajú i hraničné formy živého a neživého, dokonca i biochemické sústavy vyčlenené zo živého alebo umelo vytvárané. Aj Čížek upozorňuje, že na tejto úrovni sa problém jednoty živého rieši v širších súvislostiach. Odhaľujú sa nielen všeobecné rysy živého, ale i spoločné rysy živého a neživého, čo je z hľadiska ďalšieho poznania vzniku a podstaty živého veľmi perspektívne.

Na základe uvedených odlišných smerov výskumu otázky vzniku života je potrebné zdôrazniť, že táto otázka nie je definitívne vyriešená. Aj v súčasnosti sa napriek nespočetným úspešným experimentom často diskutuje o správnosti či nesprávnosti vedeckého experimentovania v laboratórnych podmienkach. Pri získavaní vedeckých faktov pre teóriu evolučnej abiogenézy zohráva dôležitú úlohu kauzálne vysvetlenie jednotlivých etáp vývoja života, ktoré je odlišné od teleologického vysvetlenia a ktoré sa pokúsil prekonať už Oparin. Oparinov názor, že vznik života nie je náhodilý, ale nevyhnutný, zákonitý jav, a že tvorí neoddeliteľnú súčasť evolúcie kozmu, je jedným z významných ideových odkazov, ktorý poskytuje reálne východisko pre ďalšie skúmanie nastolených otvorených otázok.

1. ČÍŽEK, F.: Filosofie a biologická teorie. Praha 1981.
2. Dejiny filozofie. Praha 1976.
3. DVOŘÁK, J. — DVOŘÁK, I. — LIEBL, V.: Rok 2000. Poznáme tajemství života? Praha 1986.
4. ENGELS, F.: Dialektika přírody. Bratislava 1976.
5. Filozofia a súčasná biológia. Bratislava 1975.
6. OPARIN, A. I.: Vznik života na Zemi. Bratislava 1961.
7. SEKERKA, V.: Vznik živého z neživého. Bratislava 1980.

## СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Владимир Секерка, Яна Врabcова

В статье дан исторический обзор известных концепций возникновения жизни на Земле (от креационистических представлений через различные формы наивного абиогенеза и этернизма вплоть до теорий эволюционного абиогенеза). Авторы рассматривают и современную интерпретацию теории Опарин — Дарвина, где ставят вопрос об экспериментальной обоснованности и гипотетичности этой теории. Сосредоточив свое внимание на так наз. теории коацервата в коацервате (ЧСАН, Новак и Либл), авторы приступают к размышлениям о развитии первой ступени в эволюции организмов, о вопросах действия естественного отбора, но и об организации живого и развития на клеточном и других уровнях.

Современное решение вопроса возникновения жизни должно, следовательно, интегрировать как всеобщие, так и специфические особенности живого. С точки зрения дальнейшего познания возникновения и сущности жизни авторы считают весьма перспективным открытие не только общих черт живого, но и общих черт живого и неживого, что позволяет перейти в исследованиях на атомно-молекулярный уровень, где возможно отметить уже конкретные успехи в понимании возникновения и сущности жизни.

## ZEITGENÖSSISCHE KONZEPTIONEN DES ENTSTEHENS DES LEBENS AUF DER ERDE

Vladimír Sekerka — Jana Vrabcová

Der Aufsatz bietet einen Querschnitt durch bekannte Konzeptionen des Entstehens des Lebens auf der Erde (von kreationistischen Vorstellungen über verschiedene Formen von naiver Abiogenese und Äternismus bis zur Theorie evolutionärer Abiogenese). Die Vf. reflektieren auch die zeitgenössische Interpretation der Oparin-Darwinschen Theorie, wobei sie sich die Frage der experimentellen Begründung sowie der Hypothetizität dieser Theorie stellen. Die Konzentration auf die sog. Theorie von Koazervaten im Koazervat (TschAdW, Novák und Liebl) inspiriert die Vf. zu Überlegungen über die erste Stufe der Evolution von Organismen, zu Fragen der Wirkung der natürlichen Auslese sowie der Organisation von Lebendem und der Entwicklung auf Zellen- und anderen Ebenen.

Die zeitgenössische Lösung der Frage nach dem Entstehen des Lebens muss

deshalb sowohl allgemeine als auch spezifische Eigenschaften des Lebenden integrieren. Unter dem Gesichtspunkt eines weiteren Erkennens von Entstehen und Wesen des Lebens erachten die Vf. als ausschlaggebend die Erfassung nicht nur allgemeiner Eigenschaften des Lebenden, sondern auch gemeinsamer Eigenschaften von Lebendem und Nichtlebendem, was möglich gemacht wird die atom-molekulare Forschung, die schon erste konkrete Erfolge in der Erforschung von Entstehen und Wesen des Lebens verzeichnen kann.