

## Nejstarší stopy života

*O prvních organismech, které žily na naší planetě, víme zatím tak málo, že všechny současné znalosti shrneme do několika řádků. Mohly by se však brzy rozšířit o nové objevy paleobiologie a astrobiologie. I když zatím neexistuje žádný doklad o mimozemském životě, bylo by velmi zvláštní, kdyby alespoň v minulosti neexistoval jinde než na Zemi. Řád v živých organismech vzniká spontánně, není výsledkem selekce, ale může selekci i vzdorovat.*

Vznik Země se klade do období před 4,6 miliardy let. Prvních 600 milionů let, které tvoří období zvané hadeán, byla naše planeta bez života. Těžké kovy při akreci (shlukování zemské hmoty) utvořily její jádro, a tak vzniklo magnetické pole, zabraňující dopadu pro život nebezpečného kosmického záření. Sluneční vítr odvál původní lehkou atmosféru z vodíku a helia a vulkanickou aktivitou pronikly na povrch mladé Země nové plyny – dusík, oxid uhličitý, vodní pára a metan. Tuto těžší atmosféru si již planeta podržela gravitací.

Ochlazená vodní pára vytvořila někdy před 4,3 miliardy let oceán. Z této doby totiž pochází z naleziště v Jack Hills v Západní Austrálii nejstarší minerál na Zemi – zirkon (křemičitan zirkoničitý), který může vzniknout pouze ve vodním prostředí. Protože v tomto období byla Země vystavena těžkému bombardování meteority, život se na ní mohl usídlit až před čtyřmi miliardami let. Napomohly tomu kromě přítomnosti vody a příznivé teploty ještě další okolnosti – přítomnost velkého Měsíce, náklon zemské osy a desková tektonika zemské kůry udržovaná teplem zemského nitra. Tyto faktory zajistily stabilní mírné klima planety.

Život se objevil patrně na počátku archaika (období před 4–2,5 miliardy let). První formy buněčného života byly prokaryotické, tedy bezjaderné mikroorganismy – eubakterie a *Archaea* (archebakterie). *Archaea* tvoří i dnes velkou část mořského mikrop planktonu, pokrývají mořské dno, produkují metan, zpřístupňují dusík a síru dalším organismům a zapojují se do chemických cyklů uhlíku. Mezi archebakterie-

Stuart Kauffman, The Origins of Order

mi nebyli nalezeni paraziti – jsou to buď neškodní komenzálové (kdy jeden ze dvou organismů má ze symbiomy užitek) nebo mutualisté žijící v oboustranně prospěšné symbióze s jinými organismy.

Paleontologie hledá stopy prvních mikroorganismů v nejstarších horninách, např. v buliznicích. Tyto tmavé křemité horniny lemují třeba údolí Divoké Šárky v Praze, ale zde jsou mladší (550–580 milionů let). Mikrofosilie se svou ultrastrukturou podobají bakteriím, tyto nálezy však někteří vědci zpochybňují. Hodnověrnějším důkazem dávného života na Zemi jsou biologické stopy v chemickém složení hornin. Nejstarší takovou stopou je nálezy mikročástic ochuzených biologickou aktivitou o izotop uhlíku C<sup>13</sup> oproti izotopu C<sup>12</sup> v archaických sedimentech v oblasti Issua Greenstone Belt v jihozápadním Grónsku. To svědčí podle současných znalostí chemie o přítomnosti živých organismů již před 3,8 miliardy let.

V Přírodovědeckém muzeu ve Washingtonu najdeme zajímavou expozici fosilii označenou Evoluce života. Její první vitrina obsahuje nenápadné kameny s vrstevnatou kresbou. Tímto reliktem pradávných mikroorganismů jsou australské stromatolity, které představují někdejší biofilm fotosyntetizujících bakterií. Jsou staré 3,5 miliardy let a zachovaly se na dnes nejstarší lokalitě zemské kůry v Pilbara v Západní Austrálii. Pilbara spolu s Kaapvaalem, geomorfologickým tělesem na severovýchodě Jihoafrické republiky, představují jedině dva pozůstatky prvního kontinentu na Zemi, jenž dostal podle těchto lokalit název Vaalbara. Stromatolity jsou

páskovité vrstvy biomasy, které k životu postačovalo sluneční záření, oxid uhličitý a voda obsahující biogenní prvky. Před miliardou let začalo stromatolitů ubývat. Možná je spásali eukaryontní predátoři, snad první prvoci. Stromatolity, které se tvoří na mnoha místech dodnes (např. ve Žraločích zátoce, Shark Bay v Austrálii, viz obr. 1, ale i ve sladkovodním prostředí – třeba ve vulkanicky aktivních oblastech Kamčatky), jsou pro nás vzácným dokladem dávné činnosti fotosyntetických cyanobakterií (sinic).

Dalším důkazem přítomnosti živých organismů v archaiku je nálezy chemických stop bakterií redukujících sírany před 3,5 miliardy let a také stop bakterií před 2,7 miliardy let, které produkovaly metan (metanogenní archebakterie), nebo ho rozkládaly (metanotrofní eubakterie), a stopy syntézy sterolu (2,7 miliardy let).

Teplota na Zemi dosahovala v archaiku mnohem vyšších hodnot než dnes. Vysoké koncentrace metanu v ovzduší, plynu, který má 25x vyšší potenciál pro globální oteplení než oxid uhličitý, způsobily, že se teploty na zemském povrchu pohybovaly mezi 60 a 80 °C. Koncem archaika se však počala zemská atmosféra měnit. Pozorovatel by zaznamenal změnu jejího zbarvení z původní oranžové na modrou a chemik by zjistil nový plyn – kyslík, vedlejší produkt fotosyntézy. To mělo za následek dvě významné události: vznik ozonového štítu, který ochránil život na souši před ultrafialovým zářením, a tím mu otevřel novou obrovskou niku, ale také postupné ochlazení planety, neboť metan se měnil oxidací na oxid uhličitý. Před 2,3 miliardy let dosáhlo ochlazení takového stupně, že nastalo globální zalednění planety známé jako Huronský glaciál (podle současných poznatků však pravděpodobně ledovce nepokrývaly mořské tropické oblasti). V tomto období došlo také k oxidaci dvojmocného železa a ke vzniku páskovaných železitých formací. Volného kyslíku se v ovzduší nacházelo velmi málo, většinou byl pohlčen vodou a horninami. Tato doba znamená počátek proterozoika (před 2,5 až 0,54 miliardy let) a je spojována s nálezem nejstarší fosilie eukaryot – několikacentimetrové řasy *Grypania spiralis* objevené v páskovaných železných rudách magnetitu a hematitu v severoamerickém Michiganu. Její stáří bylo stanoveno na 2,1 miliardy let (Han a Runnegar 1992).

Eukaryota jsou organismy s buněčným jádrem, jednobuněční prvoci nebo většinou mnohobuněčné rostliny, houby a živočichové. Ti poslední jako konzumenti kyslíku udržují koncentraci tohoto velmi reaktivního prvku v dynamické rovnováze s jeho producenty – sinicemi a zelenými rostlinami. Původ eukaryot v evoluci je vysvětlován opakovanou endosymbiózou, tedy procesem splývání několika druhů bakterií (snad *Archaea*, proteobakterie, sinice). Vynořují se i další teorie jejich vzniku,

**1** Fosilní stromatolity – bochníkovité útvary tvořené vrstvami fotosyntetických bakterií, sinic – představují nejstarší fosilní organismy na Zemi. Na obr. recentní stromatolity ve Žraločích zátoce v Západní Austrálii asi 600 km na sever od města Perth. Foto S. Bílý



jako je možnost účasti velkých virů při vzniku jádra. Bakterie *Planctomycetales*, jež obsahují membrány kolem své DNA, by mohly být také potenciální předchůdci eukaryotické buňky. Steroly, sloučeniny typické pro eukaryota, byly nalezeny již v horninách starých 2,7 miliardy let.

Je otázkou, zda se mají do řady živých organismů počítat také viry. Dogma o tom, že jsou neživými parazitickými strukturami, se pomalu opouští. Nedávno byly v amébách objeveny obří DNA viry, které mají své vlastní viry zvané virofágy a genom větší než některé malé bakterie (Bernard La Scola a kol. 2008). Viry mají specifické proteiny i geny, jež se nevyskytují u jiných organismů. Existují i neparazitické viry, např. GTA (Gene Transfer Agents), které jsou v biosféře významnými přena-

šeči genetické informace. Mohou být prastarými či prvními organismy.

Nemohly by se takové prastaré formy života dostat na Zemi potom, co se na ní vytvořily příznivé podmínky pro život? Na tuto otázku asi nebudeme schopni odpovědět nikdy. Je však zřejmé, že biosféra vznikla na Zemi geologicky záhy poté, co to dovolily chemické a fyzikální podmínky a tyto prastaré bakteriální buňky byly vyba-veny již velmi složitými metabolickými systémy. Protože o předbuněčném období života na Zemi se pravděpodobně rovněž nikdy nedozvíme, bude velmi důležité zjistit, v jakém stadiu vývoje se zastavil život (pokud tam vůbec byl) na jiných místech sluneční soustavy, kde podmínky nebyly tak příznivé jako na Zemi. Jde zejména o polární ledové čepičky Marsu a jeho

sedimenty přes tři miliardy let staré Terra Meridiani. Také šestý měsíc Jupitera Europa by mohl obsahovat vodu a obrovské množství peroxidu vodíku, objevené nedávno v této nehostinné části sluneční soustavy, by mohlo představovat významný zdroj energie pro autotrofní mikroorganismy.

Nález mimozemského života (pozn.: v r. 1969 dopadl na Zemi meteorit Murchison, v němž bylo zjištěno přes 70 aminokyselin nepozemského původu a další stavební prvky živých organismů) by osvětlil vznik života na Zemi, ale také by přinesl nové odpovědi na staré filozofické otázky, které se však svou metafyzickou povahou již vymykají přírodovědeckému způsobu myšlení – proč vznikl život?

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

## Medaile Akademie věd České republiky



Prestížní medaile převzali 2. prosince 2013 z rukou předsedy Akademie věd České republiky prof. Ing. Jiřího Drahoše, DrSc., dr. h. c., tři významní vědeckí pracovníci.

Prof. Ing. Dr. Pavel Chráska, DrSc., z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i., obdržel čestnou medaili Za zásluhy o Akademii věd ČR. V Akademii věd pracuje od poloviny 60. let, v Ústavu fyziky plazmatu (ÚFP) od r. 1985. Dokázal skloubit materiálový výzkum s plazmovým stříkáním a vytvořit kompaktní celek, který se stal jedním z pilířů ústavu. Díky jeho iniciativě a rozsáhlým zahraničním kontaktům se mu podařilo vybudovat renomované pracoviště (v letech 1998–2010 působil jako ředitel ústavu). Je autorem a spoluautorem více než 60 článků v recenzovaných časopisech. V r. 1999 se Česká republika pod vedením ÚFP stala členem Evropského společenství pro atomovou energii (EURATOM) a aktivně se zapojila do integrovaného výzkumu termojaderné fúze. Kromě vědecké práce se P. Chráska věnuje pedagogické činnosti na Českém

1 Držitelé medailí Akademie věd ČR. Zleva: Pavel Chráska, Pavel Mareš a Radim Šrám. Foto S. Kyselová, Archiv SŠČ AV ČR, v. v. i.

vysokém učení technickém v Praze. Byl členem Ekonomické a Legislativní rady AV ČR, členem Rady vlády ČR pro výzkum a vývoj i předsednictva Grantové agentury ČR. Má zásluhu na tom, že v ÚFP byly vybudovány dvě špičkové vědecké infrastruktury – výkonový laser PALS a tokamak COMPASS.

Čestnou oborovou medaili Jana Evangelisty Purkyně za zásluhy v biomedicínských vědách získali prof. MUDr. Pavel Mareš, DrSc., z Fyziologického ústavu AV ČR, v. v. i., a MUDr. Radim Šrám, DrSc., z Ústavu experimentální medicíny AV ČR, v. v. i.

Pavel Mareš se specializuje na vývojovou problematiku. Působil nejprve v Neurofyziologickém laboratoriu Ústavu výzkumu vývoje dítěte, kde byl spoluautorem práce o zrakových evokovaných potenciálech

u novorozenců. Po příchodu do Fyziologického ústavu Akademie věd (1967) začal studovat epileptické záchvaty v nezralém mozku; popsal řadu základních zákonitostí vzniku, šíření a ukončení epileptických záchvatů na různých stupních vývoje a změny účinků antiepileptik. Později se zaměřoval na vývoj úlohy jednotlivých neurotransmiterů v epileptických záchvatech a kombinované použití elektrofyziologických a behaviorálních metod. Je autorem nebo spoluautorem více než 400 publikací a podílil se na výuce na lékařských fakultách. V letech 1995 až 2003 byl ředitelem Fyziologického ústavu. Jako předseda České ligy proti epilepsii prosadil v r. 1999 pořádání Mezinárodního kongresu o epilepsii v Praze. V r. 1989 dostal cenu American Epilepsy Society Award, v r. 1995 čestný titul Ambassador for Epilepsy a v r. 2002 byl zvolen členem České lékařské akademie.

Radim Šrám je mezinárodně uznávaným odborníkem v oblasti genetické toxikologie, molekulární epidemiologie a studia vlivu znečištěného ovzduší na zdravotní stav populace. Problematicke se věnoval na různých pracovištích, od r. 1991 je vedoucím Oddělení genetické ekotoxikologie v Ústavu experimentální medicíny Akademie věd. Jeho výzkum byl zaměřen na oblast mutagenese zevním prostředím, studium genotoxicity na savčích modelech a lidské populaci. Výrazně se podílel na vytvoření systému laboratoří genotoxikologie v rámci hygienické služby. Pracoval i v oblasti ekologické genetiky a zabýval se účinky antioxidantů v procesu stárnutí a duševních chorob. Založil a koordinoval projekty studující působení znečištěného prostředí na lidské zdraví v pánevních oblastech a v Praze, od r. 2008 pak na Ostravsku. V pracích o vlivu znečištěného ovzduší na výsledky těhotenství jsou prioritní poznatky o vlivu karcinogenních PAU na nitroděložní růstovou retardaci a změny exprese genů u novorozenců. R. Šrám byl v letech 1993–95 prezidentem European Environmental Mutagen Society. V r. 2000 získal The EEMS Fritz Sobels Prize, v r. 2008 Cenu ministra životního prostředí a ocenění Česká hlava. Publikoval více než 250 prací v impaktovaných časopisech. Od r. 2001 je předsedou Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR.