

Miliarda let nudy před velkým nadechnutím

Ondřej Vrtiška

Evoluce života na Zemi neprobíhá lineárně. V minulosti občas běžela závratným tempem, občas přešlapovala na místě. Období před 1,8 miliardy až 800 miliony let se dokonce přezdívá „nudná miliarda“, protože za tak dlouhou dobu se nestalo nic, co by stálo za pozornost. Studie publikovaná v Science nabízí vysvětlení tak dlouhé stagnace.

Zhruba před 2,5 miliardy let si první sinice osvojily umění fotosyntézy, jejímž odpadním produktem byl volný kyslík. Zpočátku v redukční atmosféře rychle reagoval a vázal se do sloučenin, teprve asi před 2,3 miliardy let začala jeho koncentrace v atmosféře stoupat. Pro většinu tehdejšího života to byla katastrofa. Kyslík se choval jako oxidační činidlo, které buňky likvidovalo stejně spolehlivě jako dnes manganistan nebo sloučeniny chlóru používané k desinfekci.

Během dalších stovek milionů let se procesem endosymbiózy vytvořily první eukaryotické buňky obsahující jádro, mitochondrie a další membránové organely, které byly původně samostatnými organismy. Byl to významný krok na cestě k mnohobuněčnosti, ale pak přišla ona podivuhodně dlouhá stagnace. První živočichové se vyvinuli až před 800 miliony let, následovala slavná kambrická exploze (542 milionů let), od níž se datuje existence prakticky všech dnešních živočišných kmenů.

Dnes převládající názor praví, že během „nudné miliardy“ se koncentrace kyslíku v atmosféře pohybovala mezi jedním a 40 procenty dnešní hodnoty. To by pro rozvoj vyšších forem života mělo stačit. Je možné, že podmínky pro další evoluční skok byly připraveny, ale život musel dlouho čekat, než mutacemi vznikly geny schopné vývoj a fungování složitějších životních forem řídit.

Nová studie, kterou v Science publikoval tým geologů z několika amerických výzkumných institucí, naznačuje, že genetická omezení za dlouhou stagnaci nemohou. Kyslíku totiž mohlo být v atmosféře významně méně, nanejvýš 0,1 % dnešních hodnot, což další vývoj blokovalo.

Izotopy chromu jako důkaz

Změřit přímo koncentraci kyslíku v pravěké atmosféře samozřejmě nejde a vědci se musí uchýlit k nepřímým metodám. Autoři nového výzkumu využili izotopy chromu, jejich poměrné zastoupení zjišťovali v sedimentech z pradávných mělkých moří na území dnešní Číny, Austrálie, Kanady a Spojených států.

Chrom je na koncentraci kyslíku v atmosféře velmi citlivý. V prostředí bez kyslíku je v horninách vázán v redukované formě Cr^{III} . Ale i nepatrné množství kyslíku vede k tvorbě oxidů manganu, které následně chrom oxidují na Cr^{VI} (ve formě CrO_4^{2-} a HCrO_4^-). Tyto chromany a hydrogenchromany jsou snadno rozpustné a déšť je z erodovaných hornin vyplavuje do oceánu, kde se ukládají v sedimentech.

Platí přitom, že lehčí izotop ^{52}Cr se redukuje zpět na Cr^{III} ochotněji než těžší izotop ^{53}Cr . V primárních zvětrávaných horninách by tedy měl být působením kyslíku mírně zvýšený podíl ^{52}Cr , kdežto v mořských sedimentech by naopak měl vzrůst podíl ^{53}Cr .

V sedimentech starých 1,7 až 0,9 miliardy let však vědci žádný posun poměru těchto dvou izotopů nezaznamenali, což odpovídá atmosféře s nulovým nebo zcela zanedbatelným množstvím kyslíku. Měřitelný rozdíl by se projevil už při koncentraci kyslíku odpovídající tisícině dnešních hodnot.

Autoři výzkumu z toho vyvozují, že množství kyslíku po prvotním vzestupu pokleslo výrazněji, než se dosud soudilo, například vlivem intenzivního zvětrávání hornin, na jejichž oxidaci mohl padnout téměř všechen kyslík produkovaný sinicemi.

Otázka však není definitivně rozhodnuta. Je možné, že zkoumané sedimenty neposkytují reprezentativní obraz globálních podmínek na tehdejší Zemi. Z období „nudné miliardy“ jsou například známy sádrovce, jejichž vznik se bez kyslíku neobejde. Další měření snad vnesou do problému více světla.

Článek navazuje na sloupek Žádná věda publikovaný 15. 11. 2014 ve Víkendu MF Dnes.

Titulní ilustrace: Živočichové zaznamenali prudký rozvoj během kambriické exploze před 542 miliony let. Zdroj: Katrina Kenny & Nobumichi Tamura



Spoluautoři studie Christopher Reinhard a Noah Planavsky při odběru vzorků v Číně. Zdroj: Yale University