

Vymírání v prekambriu a kambriu

Vznik a postupný vývoj jednotlivých skupin organismů jsou od samého počátku existence života nedílně spojeny s více či méně rozsáhlými vymíráními. Studium a stupeň poznání procesů vymírání v jednotlivých časových úsecích se však zásadně odlišují. Charakter paleontologického záznamu je odlišný pro období, kdy organismy ještě nevytvářely zpevněné části těl, a období, kdy jsou v organismech již zpevněné části obsaženy.

Paleontologický záznam ve fanerozoiku

V posledních téměř 550 milionech let, tedy v období fanerozoika (zahrnuje úseky dříve označované jako prvohory až čtvrthory), jsou organismy schopny zpevnit jednotlivé části rostlinných i živočišných těl velmi pestrou škálou vnějších i vnitřních koster a různých výztuh. Tyto zpevněné části pak mají mnohem větší šanci přečkat fosilizační procesy, a proto se mnohem častěji a nesrovnatelně lépe zachovávají. Ve fosilním záznamu pak dávají možnost podrobně sledovat změny jednotlivých forem života včetně kvantifikace, kolik taxonů a jak rychle mizí. Díky studiu pevných částí těl jsou tedy vymírání v průběhu fanerozoika dobře dokumentována, ze starších období však máme k dispozici jen velmi neúplný záznam.

Situace před fanerozoikem

Vzhledem k tomu, že v prvních více než třech miliardách let od vzniku života neměly organismy schopnost vytvářet pevné části těl, jsou naše znalosti o tehdejších rostlinách a živočišných poměrně skromné. I přes omezené možnosti zachování je však z prekambria (proterozoika i archaika, dříve starohory a prahory) k dispozici poměrně rozsáhlý fosilní záznam prokaryotických a eukaryotických organismů, v mnoha aspektech srovnatelný se záznamem těchto „měkkotělých“ organismů v horninách fanerozoického stáří (tzv. Lagerstätte, lokality s mimořádně zachovalými fosiliemi).

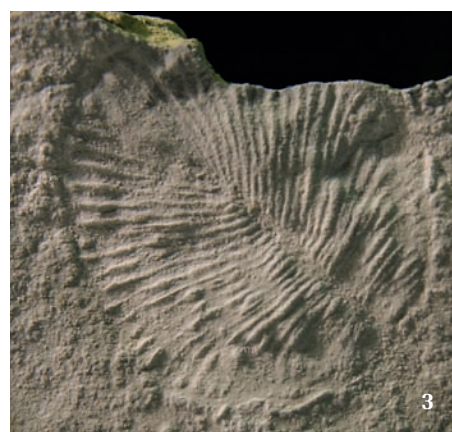
Navzdory výše zmíněnému handicapu lze konstatovat, že k masovému vymíráním zcela nepochybně docházelo již před fanerozoikem, tedy během období archaika a proterozoika. Paleontologický záznam se v průběhu předfanerozoických období výrazně liší; celkově můžeme říct, že čím starší období studujeme, tím méně informací je k dispozici a tím těžší a náročnější (tím spekulativnější) jsou možnosti studia, tedy možnosti zjistit a prokázat náhlou změnu – vymírání. Před 40 lety, před zdůrazněním významu fanerozoických vymírání v publikacích amerického paleontologa Jacka Sepkoskiho, nikdo vymírání v předfanerozoických dobách nejen nestudoval, ale ani je nepředpokládal (blíže na str. 203).

Paleontologický záznam ukazuje, že v prvních stovkách milionů let existence života na Zemi všem ekosystémům bez-

výhradně dominují převážně anaerobní mikroskopické organismy (nejspíše blízké dnešní skupině archeí – Archea), bakterie (byla mezi nimi jistě i forma blízká hypotetickému jednobuněčnému organismu, poslednímu společnému předku všech eukaryotických buněk – LUCA – Last Universal Common Ancestor), a následně také cyanobakterie (sinice), které se rozšířily po celém tehdejší světě. Šlo o společenstva výhradně mikroskopických organismů s nízkou diverzitou a podle současných znalostí bez výrazné biogeografické diverzifikace. Pro značnou část anaerobních organismů představoval kyslík v prostředí silně toxickou látku. Ke zvyšování jeho obsahu v atmosféře i ve vodě dochází díky stále se rozšiřující fotosyntéze, jejímž odpadním produktem je právě kyslík. Rané vymírání přežily především formy, které dodnes charakterizují refugia s nízkým obsahem kyslíku (oxygen-poor habitats), prostředí označovaná jako disoxická. Z původních forem se nejspíše díky mutacím jen některé dokázaly přizpůsobit a staly se alespoň částečně tolerantními na volný kyslík. Z výše řečeného vyplývá, že jedno z prvních, v paleontologickém záznamu těžce doložitelných, o to však významnějších vymírání můžeme předpokládat ve spojení s tzv. kyslíkovou revolucí (oxygen revolution) před 2,5 až 1,9 miliardy let.

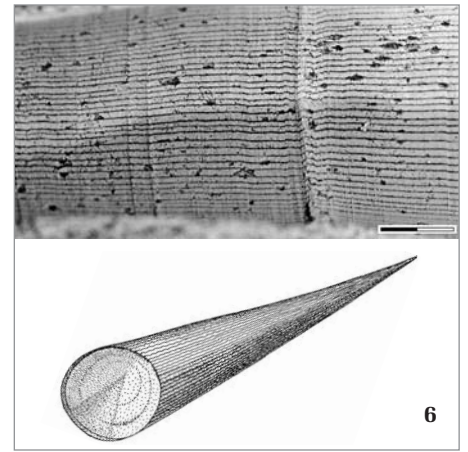
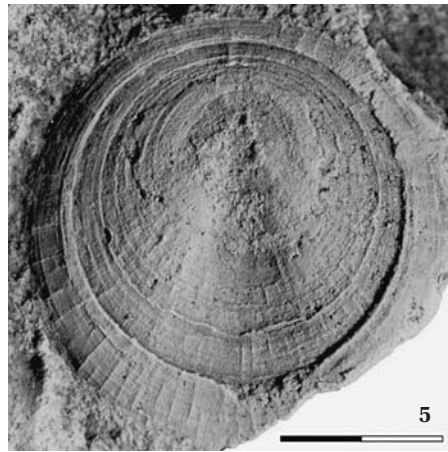
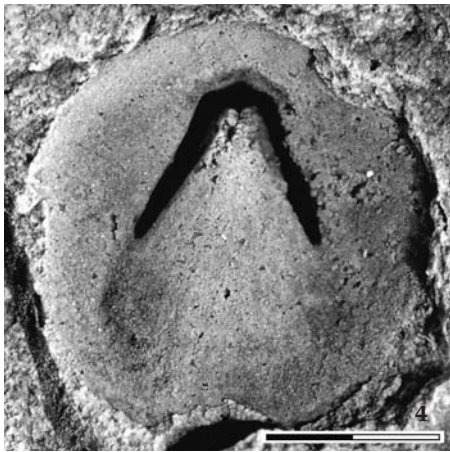
Z vyhodnocení existujícího záznamu jde na první pohled o evoluční stázi (období bez velkých evolučních změn). Je však pouze zdánlivá. V nejrannějších obdobích zcela jistě musely proběhnout zásadní změny ve fyziologii buněk, které však paleontologický záznam nezachytil. Tyto procesy shrneme pod termínem endosymbiotická planeta (viz např. Živa 2016, 6: 299–301).

V období zhruba před dvěma miliardami let se začíná projevovat zvyšující se obsah volného kyslíku v tehdejší atmosféře i hydrosféře. To je velmi dobře doloženo rychlým nástupem oxidace volného železa, což má za následek usazování tzv. red beds (BIF – Banded Iron Formation). Obecně se předpokládá, že někdy před 1,9 miliardy let dosahuje obsah kyslíku kolem 3 % (pětiny současné úrovně). A z hlediska geologického času krátce nato jsou známy i fosilní nálezy nejstarších zbytků interpretovaných jako eukaryota (sférická akritarcha) – stáří kolem 1,8 miliardy let.



1 až 3 Vendobionti. Otisky přibližně kruhového obrysu (obr. 1 a 2), některými autory interpretované jako přisedací orgány vzpřímených filtrátorů, jinými autory jako otisky medúz. Bilaterálně souměrná fosilie *Dickinsonia costata* (3), s neznámým systematickým postavením. Foto M. Košťák (obr. 1–3)

Zhruba před 1,2 miliardy let se ve fosilním záznamu ukazují zbytky prvních mnohobuněčných organismů řazených k řasám. Signalizují, že dochází ke zvýšení biologické diverzity spojené s nástupem řas, hub, živočichů a rostlin oddělujících se od eukaryotických předků. Přibližně před 900 miliony let máme velmi vzácně doloženy nejstarší zbytky makroskopických měkkotělých organismů (soft-bodied animals). Stávají se hojnými kolem období před 650 miliony let; jejich nálezy pocházejí z Austrálie, Ruska, Číny, Kanady, Indie, Britských ostrovů či Ukrajiny. Nejznámějším nalezištěm jsou Ediacara Hills v jižní Austrálii. V horninách starých kolem 565 milionů let se vyskytují různé



typy ichnofosilií, stop po činnosti organismů podobných červům a „vějířovité listy“ (fronds), medúzovci i další více či méně z hlediska určení a systematického zařazení problematické zkameněliny.

Poznání morfologie těchto organismů je výrazně limitováno skutečností, že otisky jejich měkkých těl se zachovávají téměř výhradně v poměrně hrubozrnných horninách – pískovcích. Vzhledem k nedostatečné znalosti konstrukce těchto organismů je po dobu několika desítek let vedena diskuze, jak je klasifikovat. Někteří autoři je považují za samostatnou skupinu nazývanou vendozoa nebo také vendobionti (obr. 1–3; vend – samostatný útvar bezprostředně předcházející kambriu na východoevropské platformě; v době, kdy byl název vendozoa navržen, ještě nebyl ratifikován útvar ediakar). Jiní paleontologové upřednostňují postup, kdy se jednotlivé nálezy snaží začlenit do systematických kategorií dnes existujících organismů, do biologického systému. Oba přístupy mají své výhody i nevýhody. Skutečností však zůstává, že se začátkem fanerozoika (na začátku kambria) tyto organismy rychle ztrácejí z fosilního záznamu a jejich poslední nálezy známe ze středního kambria. Někteří zástupci vendozoi zřejmě tedy ještě nějakou dobu přežívali ve vzácných refugiích. Přesto jejich vymizení můžeme označit jako významný extinkční event – vendské vymírání.

V předfanerozoických obdobích je život vázán výhradně na vodní prostředí. Před-

pokládá se, že bohaté ekosystémy typu dnešních černých kuřáků (black smokers, kolem oceánských vývěřů horkých plynů a roztoků) musely být hojně zastoupeny již v prekambriu a život v jejich okolí jen vzkvétal (poskytují doslova záplavu vyvěrajících minerálních látek a dalších živin). Bohužel jejich velmi sporadická a nedokonalá paleontologická záznam neumožňuje definovat jakákoli vymírání. Podobně současná věda tápe i v pochopení změn spojených se vznikem ozonové vrstvy (předpokládá se někdy před 600 miliony let) nebo možných vymírání spojených s globálním zaledněním v nejvyšším proterozoiku (snowball Earth).

V nejmladším proterozoiku a v kambriu lze definovat čtyři eventy vymírání

- Bezprostředně před začátkem kambria (zhruba před 540 miliony let) proběhlo vymírání vendské (End-Ediacaran extinction), které je charakterizováno náhlým vymizením vendobiont. Velmi záhy po něm se objevují první organismy s inkrustací uhličitánem vápenatým, jmenovitě trubcovitý rod *Cloudina* (např. Chen a kol. 2008) a další. Postupně pak ve fosilním záznamu přibývají mikroskopické zbytky shrnované pod termínem SSF (Small Shelly Fossils; Junker 2014); jejich vztah k organismům známým z mladších období je nejasný. Ještě v průběhu spodního kambria následují první zástupci ramenonožců, trilobitů, ostnokožců, hyolitů a další skupiny tzv. kambrické fauny.

4 až 6 Zbytky schránky hyolita *Circotheca smetanaei*. Vnitřní povrch operkula (obr. 4), vnější povrch operkula (5) a detail skulptace vnějšího povrchu konchy (6, nahoře). Rekonstrukce konchy s operkulem (6, dole). Měřítko 1 mm, délka celé konchy je kolem 15 mm.

Podle: M. Valent a kol. (2012)

7 Akumulace tří úplných krunyřů trilobitů rodu *Conocoryphe* (velcí, nahoře) a několik úplných, nebo jen velmi slabě poškozených krunyřů rodu *Litavkaspis* (menší). Šířka záběru je 9 cm.

Střední kambrium, Jince (obr. 4 až 7). Podle: M. Nohejlová a O. Fatka (2016)

- První poměrně výrazné kambrické vymírání (již ve fanerozoiku) proběhlo ve spodním kambriu a je nazýváno vymíráním botomským (zhruba před 510–517 miliony let). Postihlo některé skupiny SSF, trilobitů, ramenonožců a hyolitů. Odhaduje se, že mělo za následek snížení diverzity na polovinu. Jeho příčiny jsou nejasné.

- Dalším významným eventem je vymírání dresbachienké (před 497–501 miliony let), dosud dokumentované především v oblasti severoamerického kontinentu. Lze vysledovat také především podle redukce ramenonožcových a trilobitových faun.

- Kambrium je pak ukončeno poněkud méně výrazným, avšak celosvětově zaznamenaným vymíráním kambro-ordovickým (stáří 488 milionů let). Postihlo opět především trilobity a ramenonožce.

Můžeme předpokládat, že k vymíráním v prekambriu zcela jistě opakovaně docházelo. Současné možnosti toho, jak vymírání studovat a prokázat, jsou však bohužel zcela zásadně limitovány nedostatkem dat i nedokonalostí paleontologického záznamu. Srovnáme-li úroveň znalostí o vymíráních před 50 lety se současným stavem, je vidět, že aplikace nových metodických postupů přinesla zásadní změnu v pochopení příčin vedoucích k vymírání. Můžeme proto očekávat, že v budoucnu se dozvíme mnohem více i o změnách v nejstarších obdobích vývoje života na naší planetě.

Použitou literaturu uvádíme na webové stránce Živý.

