

zda se jako první oddělily právě ruduchy, nebo glaukofyty. Plastidy obou skupin vykazují určité archaické rysy, které sdílejí se sinicemi, nikoli však se zelenými rostlinami. Obě např. mají fykobilizomy – válcovité světlosběrné struktury se speciálními pigmenty umístěné na membránách tylakoidů. Glaukofyty si zachovaly dokonce peptidoglykanovou stěnu kolem svého plastidu a pro tuto odlišnost se pro něj používá označení cyanela, aby se nepletl s klasickými chloroplasty.

Bez zajímavosti není ani zjištění, že většina evolučně dříve se větvících zástupců archaeplastid obsahuje právě jeden plastid na buňku, zatímco běžně známé rostliny jich v jedné buňce mají desítky až stovky. Zdá se, že monoplastidie (kdy na jednu buňku připadá jeden plastid) je vývojově původní a sloužila jako nutný předstupeň pro plnou integraci plastidu a přetvoření částečně nezávislého endosymbionta na organelu zcela pod kontrolou hostitelské buňky. Pro buňku s čerstvě získaným endosymbiontem bylo totiž naprosto zásadní naučit se synchronizovat své dělení s dělením budoucího plastidu, aby o něj některá z dceřiných buněk nepřišla. Teprve poté si mohla dovolit počet plastidů na buňku zvýšit a učinit koordinaci jejich dělení složitější. Alespoň tak to navrhuje teorie označovaná v angličtině monoplastidic bottleneck (bottleneck čili hrdlo lahve se v evoluční biologii používá jako metafora pro zúžený koridor, kterým musí vývoj určitého znaku projít, než může jeho diverzita znovu narůst).

U žádné jiné skupiny eukaryot není fotosyntéza tak univerzálně důležitá jako u Archaeplastida. Mnoho prvků (a dokonce i mnohobuněčných organismů) však vy-

nalezlo různé způsoby, jak se ji druhotně „naučit“ nebo si ji „vypůjčit“. Nejrozšířenější a evolučně nejvýznamnějším výdobytkem jsou v tomto směru sekundární plastidy a plastidy vyšších řádů, tedy získané nikoli z pohlcené sinice, ale z pohlcené eukaryotické buňky s plastidem, zelené nebo červené řasy. Najdeme je např. u krásnooček, obrněnek a skrytének (Živa 2016, 6: 299–301). Takové odvozené plastidy vznikly v evoluci minimálně pětkrát. Existují však i organismy, které sice vlastní plastidy nemají, ale umějí je krást ostatním. Takto získané organely nazýváme kleptoplastidy. „Zloději“ ale nejsou schopni plastidy replikovat a dlouhodobě udržet a musejí je proto průběžně doplňovat. V případě prvoků takový ekologický vztah asi tolik nepřekvapí, ale s tímto jevem se setkáme i v živočišné říši – u mořského plže *Elysia chlorotica*, který ve svých buňkách hostí kleptoplastidy původem z řas, jimiž se krmí (obr. 4).

Dlouhou dobu se mělo za to, že veškeré existující fotosyntetické organely lze, stejně jako mitochondrie, vystopovat k jediné evoluční události. Ukázalo se však, že to není úplně pravda. Botaničtí Birger Marin, Eva Nowacková a Michael Melkonian v r. 2005 zjistili, že měňavkovitý prvek *Paulinella chromatophora* (obr. 5, patří do skupiny Rhizaria, jako např. mřížovci – Radiozoa, dírkonošci – Foraminifera a nádorovky – Phytomyxea) má ve své buňce fotosyntetickou organelu, která rovněž vznikla primární endosymbiózou eukaryotické buňky se sinicí. Tato organela byla nazvána chromatofor a má prokazatelně jiný původ než všechny ostatní plastidy (viz Živa 2009, 5: 200–203). Je výrazně evolučně mladší, podle aktuálních odhadů vznikla přibližně

před 100–150 miliony let, a nejbližšími známými příbuznými jejího prokaryotického předka jsou rody *Prochlorococcus* a *Synechococcus*. Vzhledem k relativnímu evolučnímu mládí je chromatofor v nižším stadiu integrace do buňky než plastidy. Některé důležité fotosyntetické geny se už přesunuly do jádra, lze tedy bez obav mluvit o organelu, mimo hostitele by chromatofor nemohl fotosyntetizovat. Každopádně je však *Paulinella* dokonalým modelem, na němž lze studovat vznik organely takřka přímo v přímém přenosu.

Vznik a evoluci mitochondrií a plastidů, včetně jejich redukci a horizontálních přesunů mezi nepřibuznými skupinami, shrnuje barevné schéma (str. 84).

Nakročeno k přeměně v organelu mají i někteří symbionti, o nichž jsme psali v předešlých kapitolách, zejména obligátní vnitrobuněční symbionti předávaní vertikálně. Jde např. o dusík fixující sinici žijící v buňce rozsivky *Rhopalodia*, některé nutriční symbionty mšic s extrémně redukovánými genomy, nebo sulfan oxidující bakterie ze žaber hlubokomořského mlže rodu *Calyptogenia*. Na druhou stranu, příklad pradávne chemoautotrofní symbiózy u ploštěnky rodu *Paracatenula* a evoluční stabilita genomů většiny primárních endosymbiontů hmyzu (např. *Buchnera aphidicola* v kyjatce hrachové, viz výše) ukazuje, že symbionti mohou žít s hostitelem po stovky milionů let, aniž by se nutně plně integrovali a stali organelou v pravém slova smyslu. Zřejmě i stav „pouhého“ symbionta může být evolučně stabilní a k další redukci nemusí zákonitě docházet.

Seznam použité literatury a materiály k výuce najdete na webové stránce Živa.

Upoutávka na novou knihu

Jan Votýpka, Iva Kolářová, Petr Horák a kol.: O parazitech a lidech

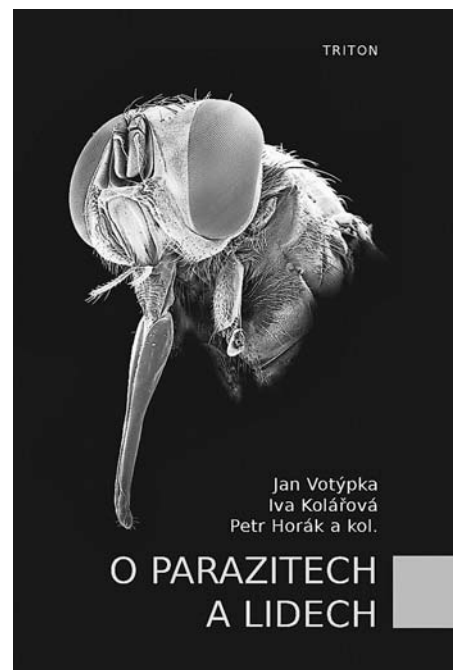
Na přelomu února a března 2018 vyšla nová populárně-naučná kniha věnující se parazitismu. Dvanáct autorů z 10 českých výzkumných, vzdělávacích a zdravotnických institucí seznamuje s cizopasnými žijícími v nás i kolem nás a pokouší se z různých úhlů pohledu, od lékařského a veterinárního přes biologický až po historický a umělecký, představit fenomén parazitického způsobu života, který je, pro mnohé z nás stále překvapivě, dominantní formou života na Zemi.

Proč nás paraziti tak zajímají, a proč se jich lidé bojí? Na tyto i další otázky kniha odpovídá, nejen slovem, ale i bohatým grafickým doprovodem. Lidské parazity, kteří by mohli ohrozit náš život, se v našich zeměpisných šířkách podařilo téměř vyhubit, ale ti méně nebezpeční jsou ve zdejším prostředí zcela běžní. Většina dětí se alespoň jednou nakazí vešmi, běžní jsou i roupi, a přibližně pětina naší populace je celoživotně infikována prvokem toxoplazmou, který možná ovlivňuje naše chování.

Také výskyt parazitů u domácích mazlíčků je velmi častý, stejně tak u hospodářských a volně žijících zvířat, kde paraziti mnohdy působí značné hospodářské ztráty. V některých případech se zvířecí paraziti mohou přenášet i na člověka. V současném globalizovaném světě také častěji dochází k zavlečení parazitů na nová území, kde vážně ohrožují místní ekosystémy.

V tropech a subtropích jsou lidští paraziti dosud velmi vážným zdravotním problémem a jsou každoročně zodpovědní za statisíce lidských životů. Chudé země třetího světa stále stojí stranou zájmu farmaceutického průmyslu, léky cílené proti parazitům představují spíše opomíjenou část globálního výzkumu. Tím je chvályhodnější, že v r. 2015 byla udělena Nobelova cena třem parazitologům za výzkum léčebné látky proti parazitickým hlísticím a za výzkum přispívající k léčbě malárie.

Jediné poznání umožní rozeznat hranici mezi oprávněnými a zbytečnými obavami. Skutečně nebezpečné parazity rozhodně



nelze podceňovat. Bylo by však chybné bát se všech cizopasných, dokonce i těch, kteří by mohli být našemu zdraví prospěšní.

**Nakladatelství Triton,
Praha 2018, 348 str.
Doporučená cena 399 Kč**