

Symbiotické vztahy mezi houbami a prokaryoty mimo kontext mykorhizních symbióz jsou jen velmi skromně probádané, přesto známe několik zajímavých příkladů. V houbovém oddělení Glomeromycota najdeme jediný druh, který nevytváří mykorhizu s rostlinami, *Geosiphon pyriforme*. Ani ten ale není žádným samotářem. Jeho vlákna tvoří na povrchu půdy mnohojaderné měchýřky velké až 2 mm, které obsahují vnitrobuněčně symbiotické řetězky sinic rodu *Nostoc* (obr. 6). Sinice v měchýřku jsou fotosynteticky aktivní a zároveň provádějí fixaci vzdušného dusíku. Kromě sinic obsahuje *Geosiphon* druhý typ intracelulárních bakterií, připomínajících zmíněné symbionty arbuskulárně mykorhizních hub oddělení Glomeromycota. Přítomnost těchto bakterií je možná starobylým společným znakem celé skupiny a může souviset se speciací hostitelů. Symbióza *Geosiphon*–*Nostoc* představuje zajímavý hraniční typ, který nese znaky mykorhizy i lišejníkové

symbiózy. S mykorhizou sdílí vnitrobuněčné rozhraní mezi symbionty, s lišejníky zase fakt, že jde o mikroskopické řasy uvězněné uvnitř většího houbového partnera.

Když už jsme u lišejníků, je třeba zmínit, že zhruba 10 % z nich neobsahuje coby fotosyntetického partnera eukaryotickou řasu, ale právě sinici. Další lišejníky vznikly ve skutečnosti trojitou symbiózou mezi houbou, eukaryotickou řasou a sinicí, která je zdrojem dusíkatých látek. Oba typy nazýváme cyanolišejníky. Sinicovým partnerem zde může být opět *Nostoc* a jeho příbuzní, nebo i jednodušší sinice, např. z rodu *Gloeo-capsa*. Příkladem dvojčetného cyanolišejníku je hávnatka měkká (*Peltigera malacea*) a obecně je často najdeme mezi druhy s lupenitou stélkou. K trojčetným cyanolišejníkům patří třeba pevnokmínek (*Stereocaulon*) nebo terčoplodek (*Solorina*).

Symbiotické bakterie mohou být i prostředkem patogeneze hub. Rýžová sněť je choroba klíčících semenáčků rýže (*Oryza*

sativa), způsobovaná spájivými houbami rodu *Rhizopus*. Houba napadá semenáčky prostřednictvím toxinu rhizoxinu, který inhibuje dělení buněk, čímž rostliny oslabuje a činí náchylnými k infekci. Rhizoxin je natolik silný a univerzální inhibitor mitózy, že přitáhl i pozornost vědců hledajících nové přípravky proti rakovině. Není to ale houba, kdo produkuje tak zajímavou látku, nýbrž její endosymbiotická bakterie rodu *Burkholderia*. Připomeňme, že endosymbionti arbuskulárně mykorhizních hub jsou právě burkholderiím blízké příbuzní, a není tedy vyloučeno, že tyto případy symbióz spolu souvisejí.

V druhém dílu článku si představíme symbiózy prokaryot s mnohobuněčnými živočichy a téma uzavřeme nejtěsnější symbiózou ze všech – semiautonómními organelami.

Seznam doporučené literatury a pracovní listy najdete na webové stránce Živy.

Jan Černý

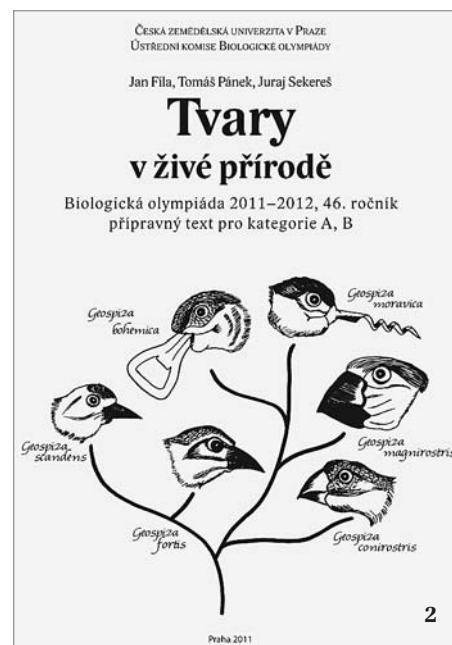
ŽIVÁ olympiáda

Biologická olympiáda je fenomén, který za více než 50 let své existence ovlivnil statisíce dětí v naší republice. Část z nich přivedl k profesionálnímu zájmu o přírodní vědy, ostatní přinejmenším podnítil k uvažování nad přírodovědnými tématy a ke kritickému myšlení o světě. Několik generací organizátorů a autorů soutěžních úloh za sebou zanechalo úctyhodné dílo – tisíce testových otázek, stovky praktických úloh a desítky rozsáhlých volně přístupných přípravných textů (knižních brožurek), které pokrývají informace přesahující standardní přírodovědné vzdělávání na základních a středních školách, nebo jsou s ním dokonce mimoběžné. Česká a původně československá Biologická olympiáda jsou v mnoha směrech unikát-

ní – a to i v celosvětovém měřítku (také Živa 2016, 3: LXVIII–LXIX). Už fakt existence čtyř soutěžních kategorií pokrývajících 8 let života zvědavých studentů, široká základna soutěžících (každoročně zhruba 20 tisíc účastníků), tematizace jednotlivých ročníků nebo obsahová a modelová širší kombinující obecnou biologii s biodiverzitou, evolucí a ekologií jsou bezprecedentní. V tomto případě nám svět opravdu může jen závidět dlouhou tradici letních odborných soustředění, v posledních letech dokonce rozšířených do dvou běhů pro různé věkové kategorie, a oba (jeden pro kategorie A, B patřící na čtyřletá gymnázia a druhý pro C, D – žáci posledních čtyř ročníků základních škol) probíhající v mimořádné symbióze s olympiádou chemickou. Díky propracovanému systému práce s mladými přírodovědnými talenty je tak každoroční reprezentační výprava České republiky konkurenceschopná i na mezinárodní úrovni – na poslední Mezinárodní biologické olympiádě jsme byli nejúspěšnější evropskou výpravou a Kateřina Kubíková z pražského Gymnázia Botičská byla pátou nejlepší soutěžící z téměř 300 účastníků.

Nechci srovnávat nesrovnatelné, ale časopis Živa je pro mne podobným fenoménem. Jde o nejstarší český přírodovědný časopis, s úctyhodnou tradicí a kolektivem lidí, kteří za ni „dýchají“. Živa neslevuje z mimořádné kvality, nerezignovala na racionalitu, nesnížila se kvůli obecnému vkusu. „Rodinné stříbro“ českého biologického písemnictví dodnes netriviálním způsobem propaguje přírodovědné poznatky v jejich kráse a rozmanitosti.

Nepřekvapuje tedy, že se nabízí logické spojení umožňující šíření zajímavých nápadů vzniklých původně pro soutěžní účely Biologické olympiády do pedago-



1 a 2 Titulní strany každoročních „brožurek“ určených jako přípravné texty pro kategorie A a B (blíže v textu), kde se autoři snaží poutavým a srozumitelným způsobem představit důležitá přírodovědná témata a propojit svět molekul, buněk, organismů i ekosystémů do jednoho celku.

gické praxe právě prostřednictvím Živy. Týká se to zejména každoročních originálních praktických úloh, které v mírných obměnách mohou dobře posloužit při výuce na různých stupních škol, často i pro mezipředmětové kombinace. Naším cílem je přinést na základní i střední školy nové zážitky spojené s experimentováním, nápady vysvětlující složité věci jednoduše a zábavnou formou. V ideálním případě může v tomto roce zahájený nepravidelný seriál příspěvků spojených s BiO napomoci vzniku komunity aktivních učitelů biologie sdílejících vzájemně své pedagogické „know-how“. Jako předseda Biologické olympiády bych takové propojení jedině uvítal.

