

Vliv hadcových substrátů na druhové složení fotobiontů lišejníků

Heda Ghlimová

V posledních letech se ukazuje, že pluralita fotobiontů v rámci jedné stélky lišejníku je nejspíš častějším jevem, než se dříve předpokládalo. Ve většině studií zabývajících se pluralitou fotobiontů bylo ve stélce lišejníku objeveno více druhů řas téhož rodu (Blaha et al., 2006; Molins et al., 2021), nikoli více rodů – avšak i takové případy jsou známy (např. Vančurová et al., 2018). V lišejníku *Lecanora rupicola* bylo potvrzeno více druhů fotobiontů rodu *Trebouxia* (Blaha et al., 2006). V rámci této studie jsem však ve dvou stélkách tohoto lišejníku objevila řasy dvou rodů – *Trebouxia* a *Coccomyxa*, a to jak na základě morfologické odlišnosti (odlišná velikost, barva a přítomnost/nepřítomnost pyrenoidu v buňkách, viz obr. 1), tak na základě molekulárních dat pocházejících z Illumina metabarcodingu.

Zatímco *Trebouxia* je ve stélce volně roztroušená a tvoří fotosyntetizující vrstvu, jakou známe z ostatních lišejníků s heteromerickou stélkou, *Coccomyxa* se vyskytuje ve „váčcích“ nebo je minimálně prostorově oddělená houbovými vlákny od buněk druhého fotobionta (viz obr. 2). Oba rody řas produkují stejný cukerný alkohol – ribitol (Richardson, 1973), důvodem pro její oddělení tedy nebude rozdíl v produktu fotosyntézy poskytovaném houbě. Řasy rodu *Coccomyxa* můžeme nalézt volně žijící, v takovém případě mohou buňky produkovat slizové pochvy – díky nim mohou vytvářet kolonie a pro jiné řasy by mohlo být obtížné růst mezi takovými buňkami. Díky tomu buňky tvoří kompaktní kolonii i v lišejníku a mohou tak vytvářet pomyslný váček. Na druhou stranu bylo pozorováno, že pokud se buňky tohoto rodu nacházejí v lišejníku v roli fotosyntetizujícího partnera, tento sliz vytvářejí v mnohem menší míře (Tschermak-Woess, 1988).

Nabízí se tedy otázka, zda je takto pozorovaná *Coccomyxa* opravdu druhým rovnocenným fotobiontem daného lišejníku, či zda se jedná pouze o epilichenicky rostoucí řasu, která využila např. drobné praskliny dřevě či jiného mechanického poškození dané areolky a vytvořila kolonii mezi houbovými vlákny. To by pro ni mohlo být výhodné – využívala by všech „služeb“ mykobionta (ochrana před UV zářením, vysycháním, těžkými kovy), ale nemusela by se dělit o své produkty fotosyntézy. Pokud by tomu tak bylo, mohl by se jí mykobiont snažit izolovat od zbytku stélky, aby nedocházelo k jejímu většímu rozrůstání. Proti této teorii však mluví hned několik skutečností. Řasu rodu *Coccomyxa* sice můžeme nalézt na povrchu některých areol dané stélky, avšak na areolách, které byly použity pro morfologické potvrzení její přítomnosti uvnitř stélky, žádná kolonie pozorována nebyla (přítomnost několika jednotlivých buněk však nelze zcela vyloučit, k pozorování došlo při přípravě příčných řezů stélky, tedy pouze pod binolupou). V některých případech byla *Coccomyxa* pozorována až hluboko ve dřevěné vrstvě, tedy pod vrstvou řasy rodu *Trebouxia* (obráz. 3). *Coccomyxa* byla také přítomna ve většině areol dané stélky, nejedná se tedy o náhodný výskyt v několika areolách. A zároveň byla tato řasa pozorována rostoucí i na dalších lišejnících z dané hadcové lokality, avšak uvnitř jejich stélek se nenacházela. Ostatní lišejníky mohou mít účinné mechanismy, jak se vniku „cizí“ řasy bránit (např. tvorbou sekundárních metabolitů), avšak takový fenomén zatím nebyl předmětem studií.

Volně žijící řasy rodu *Coccomyxa* můžeme nalézt rostoucí i přímo na substrátu, a to včetně substrátů s vysokým obsahem těžkých kovů nebo na radioaktivních substrátech. Z tohoto ohledu lze předpokládat, že buňky disponují účinnými mechanismy, jak se s vysokou koncentrací těžkých kovů vypořádat – např. tvorbou kyseliny askorbové (Kováčik et al., 2017), a mohly by tím pádem představovat efektivního fotobionta pro lišejníky rostoucí na substrátech s vysokým obsahem těžkých kovů. Je také možné, že *Coccomyxa* může představovat fotobionta, který je přítomný ve stélce, ale mykobiont jej začne využívat až ve chvíli, kdy jeho dosavadní fotobiont přestane fungovat např. právě z důvodu toxicity těžkých kovů. V tomto bodě je však nutné zmínit, že hodnoty Ni a Cr naměřené XRF analyzátořem přímo skřze stélky těchto pluralitních lišejníků nebyly nikterak vysoké, dokonce byly spíš silně podprůměrné, stejně jako celkově hodnoty

naměřené v rámci této lokality (viz graf 1). Na jiných lokalitách pluralita těchto dvou rodů objevena nebyla.

Díky SEM/EDS také víme, že se ve fotobiontí vrstvě nachází nejméně částic bohatých na těžké kovy. Fotobionti jsou tedy účinně chráněni před přímým kontaktem s těžkými kovy, a to z obou stran – ze svrchní strany zajišťuje ochranu před atmosférickou depozicí svrchní korová vrstva, ze strany spodní chrání před částicemi ze substrátu především vrstva dřevná, ve které je zachycena většina těchto částic (obr. 4). Toto se však týká pouze pevných částic, nikoli kationtů těžkých kovů, které se z těchto částic uvolnily a mohou putovat stélkou lišejníku, dokud nedojde k jejich detoxikaci. Biologická dostupnost těžkých kovů v hornině a celkový obsah těžkých kovů v lišejníku bude předmětem další studie, stejně jako ověření přítomnosti houbových vláken mezi buňkami řasy r. *Coccomyxa* pomocí konfokálního mikroskopu.