

Diskuze

Z výsledků této práce plyne jedno hlavní zjištění a to, že existuje signifikantní rozdíl v počtu fotobiontů ve stélce mezi sorediózními a nesorediózními druhy lišejníků rodu *Cladonia*. Tento výsledek potvrzuje hypotézu stanovenou v úvodu, tedy že typ rozmnožování lišejníků má vliv na výskyt různých fotobiontů ve stélce.

Možnosti vzniku plurality fotobiontů ve stélkách lišejníků v souvislosti s jejich typem rozmnožování byly již diskutovány v předešlých pracích (např. Ohmura et al., 2006; Werth & Sork, 2010; Mansournia et al., 2012). Někteří autoři navrhli hypotézu vertikálního přenosu, kdy se více fotobiontů šíří již v rámci vegetativní propagule společně se svým mykobiontem (např. Mansournia et al., 2012; Molins et al., 2013). Autoři Molins et al. v práci z roku 2013 totiž ve svých studiích zdokumentovali pomocí transmisní elektronové mikroskopie (TEM) výskyt dvou fotobiontů v jedné izidii. V naší práci jsme stejný fenomén zachytili taktéž pomocí TEM v několika sorediích. Protipól vertikálnímu přenosu je přenos horizontální, tedy získání několika fotobiontů nově. I tuto teorii nabídl v minulosti několik autorů (např. Dal Grande et al., 2014, 2018; Muggia et al., 2014). Pohlavně se rozmnožující jedinci analyzovaní v této diplomové práci vykazovali přítomnost většího počtu linií fotobiontů v jednotlivých stélkách než jedinci sorediózní. Tedy, studované sorediózní lišejníky měly užší vazbu na fotobionty než lišejníky rozmnožující se pohlavně. Dále, výskyt lišejníků s jediným fotobiontem byl mnohem častější u sorediózních lišejníků. Z těchto zjištění vyvozují, že častějším způsobem, jak dochází ke vzniku plurality fotobiontů ve stélce, je horizontální přenos. Pro mykobionta je, zdá se, jednodušší asociovat s vícero fotobionty naráz, případně přibrat další fotobionty do již vytvořené stélky, než vytvářet propagule, ve kterých by se vyskytovali různí fotobionti ze stélky najednou. Kromě toho bylo pomocí TEM zjištěno, že je v jedné soredii přítomno více fotobiontů jen velmi zřídka. Je však nutno mít na paměti, že jsme touto metodou analyzovali jen malou část náhodně vybraných soredií.

Nesmíme opomenout ještě vliv samotného mykobionta. Dle fylogenetické studie rodu *Cladonia* autorů Stenroos et al. z roku 2019, jsou si blízké příbuzné sorediózní druhy *C. fimbriata*, *C. rei* a nesorediózní druhy *C. pyxidata* a *C. gracilis*. *C. diversa* a *C. macilenta* jsou zbylým druhům v rámci fylogeneze vzdálenější (Stenroos et al., 2019). Z výsledků této práce je patrné, že množství fotobiontů uvnitř stélky na fylogenetické příbuznosti mykobiontů přímo nezávisí. Díváme-li se však na konkrétní linie fotobiontů, je jasné, že míra příbuznosti jednotlivých mykobiontů již nějakou roli hraje, neboť v *Tabulce 1* se nápadně často opakují u blízké příbuzných druhů hub tytéž linie řas. Z pohledu ekologa je třeba zmínit ještě roli prostředí. Materiál byl analyzován ze čtyř různých lokalit. Přesto při porovnání výsledků u jednotlivých druhů lišejníků vidíme jen minimální rozdíly v počtech fotobiontů uvnitř jednotlivých stélek mezi danými lokalitami.

Při sběru dat bylo použito několika různých metod pro možnost následného porovnání získaných informací. Výsledky hlavní metody, Illumina metabarcodingu, byly ověřovány následně pomocí světelné mikroskopie (LM), případně TEM a kultivace. Informace získané jednotlivými metodami se v některých případech lišily. Při konečném vyhodnocování dat tedy bylo třeba mít na paměti limity jednotlivých metod. Metabarcodingová data mohly mylně zahrnout sekvence řas, které ovšem v lišejníku nebyly fotobionty. Naopak kultivace a mikroskopie mohla výsledky velmi podhodnotit, neboť některé linie nejsou těmito metodami od sebe rozlišitelné. Konečné výsledky jsou tak kombinací dílčích dat z jednotlivých metod. Přesto je spolehlivost výsledků limitována kvantitou dat. Výsledky, které jsme získali, jasně ukazují určitý trend, nicméně i tak by bylo třeba zanalyzovat větší množství lokalit i druhů. Navíc je toto první studie, která se tomuto tématu hlouběji věnovala a nelze naše výsledky zatím s ničím kriticky porovnat. Pokud bychom dále chtěli zobecnit tvrzení: „Lišejníky rozmnožující se pohlavně mají více fotobiontů než ty, co se rozmnožují nepohlavně“, bylo by třeba zanalyzovat pluralitu fotobiontů v rámci různých taxonomických skupin lišejníků, typů stanovišť i dalších vegetativních způsobů rozmnožování.

Zdroje:

- Dal Grande F., Alors D., Divakar P.K., Bálint M., Crespo A. & Schmitt I. 2014. Insights into intrathalline genetic diversity of the cosmopolitan lichen symbiotic green alga *Trebouxia decolorans* Ahmadjian using microsatellite markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **72**: 54–60.
- Dal Grande F., Rolshausen G., Divakar P.K., Crespo A., Otte J., Schleuning M. & Schmitt I. 2018. Environment and host identity structure communities of green algal symbionts in lichens. *New Phytologist*. **217**: 277–289.
- Mansournia M.R., Wu B., Matsushita N. & Hogetsu T. 2012. Genotypic analysis of the foliose lichen *Parmotrema tinctorum* using microsatellite markers: association of mycobiont and photobiont, and their reproductive modes. *The Lichenologist*. **44**: 419–440.
- Molins A., García-Breijo F.-J., Reig Armiñana J., Del Campo E.M., Casano L. & Barreno Rodriguez E. 2013. Coexistence of different intrathalline symbiotic algae and bacterial biofilms in the foliose Canarian lichen *Parmotrema pseudotinctorum*. *Vieraea. Folia Scientiarum Biologicarum Canariensium*, 41, 349–370.
- Muggia L., Pérez-Ortega S., Kopun T., Zellnig G. & Grube M. 2014. Photobiont selectivity leads to ecological tolerance and evolutionary divergence in a polymorphic complex of lichenized fungi. *Annals of Botany*. **114**: 463–475.
- Ohmura Y., Kawachi M., Kasai F., Watanabe M.M. & Takeshita S. 2006. Genetic combinations of symbionts in a vegetatively reproducing lichen, *Parmotrema tinctorum*, based on ITS rDNA sequences. *bryo*. **109**: 43–59.
- Stenroos S., Pino-Bodas R., Hyvönen J., Lumbsch H.T. & Ahti T. 2019. Phylogeny of the family Cladoniaceae (Lecanoromycetes, Ascomycota) based on sequences of multiple loci. *Cladistics*. **35**: 351–384.
- Werth S. & Sork V.L. 2010. Identity and genetic structure of the photobiont of the epiphytic lichen *Ramalina menziesii* on three oak species in southern California. *American Journal of Botany*. **97**: 821–830.