

# EKOLOGIE LIŠEJNÍKŮ VE VZTAHU S FUNKČNÍ DIVERZITOU A VELIKOSTÍ GENOMU

## Lichen ecology in the relationship to functional diversity and genome size



Eliška Konečná

*Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, katedra botaniky, Benátská 2, CZ-128 01 Praha 2, email: konecnael@natur.cuni.cz*



### Abstract:

The relationship between functional traits and diversity is an interesting topic in lichenology. Although it has been addressed by only a few studies, some interesting patterns have already been observed. There are only scant data on the genome size of lichen symbionts, but future studies might reveal a similar ecological pattern as have already been found for other groups of organisms.



**Key words:** flow cytometry, functional traits, mycobiont.

## ÚVOD

Stejně tak jako u jiných skupin organismů se i u lišejníků v rámci ekologických studií někdy využívá pozorování jejich funkčních znaků, a to zpravidla v kontextu prostředí, ve kterém rostou. Funkčním znakem se většinou rozumí dobře popsatelná vlastnost organismu, která je proměnlivá mezi jedinci nebo druhy a má přímý vliv na fungování organismu či jeho interakci s prostředím (Díaz & Cabido 2001, McGill et al. 2006). S fungováním organismu se dále pojí pojem funkční diverzita, která zkoumá rozmanitost funkčních znaků v populaci nebo společenstvu v určitých ekosystémech (Tillman 2001). V porovnání se studiem cévnatých rostlin je ovšem u lišejníků míra prozkoumání tohoto tématu na daleko nižší úrovni (Prieto et al. 2017). Přesto se v již uskutečněných studiích ukázalo sledování funkčních znaků (potažmo funkční diverzity) v lichenologii přínosné, skýtající nové možnosti v porozumění procesům ovlivňujících ekologii lišejníků (Lewis & Ellis 2010). Další metodou, která by mohla být ve výzkumu ekologie lišejníků použita tak jako u jiných skupin organismů (Thompson 1990), je zahrnutí informace o velikosti

genomu. Samotná metodika měření je ovšem v lichenologii na samém počátku (Armaleo & May 2009), natož aby již byla využita v ekologických studiích. Je to proto téma skýtající potenciál pro budoucí výzkumy.

Jako podklad tohoto článku posloužila bakalářská práce „Ekologie lišejníků ve vztahu s funkční diverzitou a velikostí genomu“, obhájená na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v roce 2018.

## FUNKČNÍ ZNAKY LIŠEJNÍKŮ

Nejčastěji studovaným funkčním znakem lišejníků je typ stélky. Ten může být například spojen svým výskytem s určitými vlhkostními podmínkami, kdy vysoký poměr povrchu vůči objemu u keříčkovitých lišejníků vede k rychlejšímu vysychání a zavodňování stélky, pročež může být jejich výskyt spojen s vlhkým prostředím nebo s vlhkostí proměnlivou (Nash 2008). Lišejníky s vyvinutým prothalem mohou pomocí něho zadržovat vodu i ji lépe přijímat do stélky (Lakatos et al. 2006). Rychleji rostoucí stélka (například keříčkovitá) může být výhodou v kompetici o světlo, ovšem znevýhodněná ve stresových podmínkách oproti odolnějšímu, pomaleji rostoucímu (např. korovitému) typu (Rogers 1990).

Jako funkční znak je také některými autory (Koch et al. 2013, Bässler et al. 2016, Benítez et al. 2018) označován typ fotobionta. Například některé cyanolišejníky potřebují pro správné fyziologické fungování přítomnost vody v tekutém stavu (Lange et al. 1986). Také bylo pozorováno, že lišejníky s trentepohlioidním fotobiontem se vyskytují v místech s vyšší teplotou oproti těm s fotobiontem trebouxioidním (Aptroot & van Herk 2007, Marini et al. 2011) a také v nižších nadmořských výškách (Giordani et al. 2012, Bässler et al. 2016).

Pro různé typy rozmnožování, které lišejníky využívají, byl pozorován vztah s ekologickými strategiemi (Rogers 1990). Ve vyšší nadmořské výšce je častěji pozorován výskyt druhů s převažujícím asexuálním rozmnožováním (sorédiemi nebo izídiemi) oproti níže položeným stanovištím (Giordani et al. 2012).

Jako funkční znak je u lišejníků někdy používána přítomnost sekundárních metabolitů (Hauck & Jürgens 2008) nebo morfologie spór a askomat (Bässler et al. 2016). Někteří autoři považují za funkční znaky také třeba měřitelné charakteristiky fotosyntézy, množství obsažených látek i prvků apod. (Asplund & Wardle 2017), které však nepatří mezi funkční znaky v jejich úzkém pojetí.

## VELIKOST GENOMU LIŠEJNÍKŮ

Doposud bylo publikováno jen pár dat o velikostech genomů lišejníkových fotobiontů (Armaleo & May 2009). Také znalosti velikosti genomu mykobiontů se pohybují kolem desítky údajů (Kullman et al. 2005).

Několikero údajů pochází z celogenomového sekvenování, např. druhy *Cladonia grayi*, *Endocarpon pusillum*, *Xanthoria parietina* nebo *Tripethelium elutariae* (Kullman et al. 2005, Wang et al. 2014, Anonymus 2018). Většina údajů však byla naměřena pomocí průtokové cytometrie, kterou je možné používat způsobem, jak jej upravila Kullman et al. (2005) pro houby. Známé velikosti haploidních genomů se u lichenizovaných hub pohybují mezi 15–80 Mb (tj. milionů párů bází).

Velikost genomu má přímý vliv na fungování buňky. Organismy s větším genomem mají větší jádro a dělení jejich buněk probíhá pomaleji v důsledku množství informace (Hof & National 1963) a také mají větší buňky (Cavalier-Smith 1982). Ekologické dopady různých velikostí genomů jsou známy u cévnatých rostlin (Grime et al. 1985, Thompson 1990, MacGillivray & Grime 2009) i u hub (Kausrud et al. 2008, Veselská & Kolařík 2015). Lišejníky však na výzkum vztahu mezi ekologií a velikostí genomů teprve čekají.

## LITERATURA

- Anonymus (2018): JGI Fungi Portal. – <https://genome.jgi.doe.gov/programs/fungi/index.jsf> [15. 8. 2018].
- Aptroot A. & van Herk C. M. (2007): Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with *Trentepohlia* phycobionts. – *Environmental Pollution* 146: 293–298.
- Armaleo D. & May S. (2009): Sizing the fungal and algal genomes of the lichen *Cladonia grayi* through quantitative PCR. – *Symbiosis* 49: 43–51.
- Asplund J. & Wardle D. A. (2017): How lichens impact on terrestrial community and ecosystem properties. – *Biological Reviews* 92: 1720–1738.
- Bässler C., Cadotte M. W., Beudert B., Heibl C., Blaschke M., Bradtka J. H., Langbehn T., Werth S. & Müller J. (2016): Contrasting patterns of lichen functional diversity and species richness across an elevation gradient. – *Ecography* 39: 689–698.
- Benítez A., Aragón G., González Y. & Prieto M. (2018): Functional traits of epiphytic lichens in response to forest disturbance and as predictors of total richness and diversity. – *Ecological Indicators* 86: 18–26.
- Cavalier-Smith T. (1982): Skeletal DNA and the Evolution of Genome Size. – *Annual Review of Biophysics and Bioengineering* 11: 273–302.
- Díaz S. & Cabido M. (2001): Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. – *Trends in Ecology & Evolution* 16: 646–655.
- Giordani P., Brunialti G., Bacaro G. & Nascimbene J. (2012): Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. – *Ecological Indicators* 18: 413–420.
- Grime J., Shacklock J. M. L. & Brand S. R. (1985): Nuclear DNA contents, shoot phenology and species co-existence in a limestone grassland community. – *The New Phytologist* 100: 435–445.
- Hauck M. & Jürgens S.-R. (2008): Usnic acid controls the acidity tolerance of lichens. – *Environmental Pollution* 156: 115–122.
- Hof J. V. & National A. S. (1963): A relationship between DNA content, nuclear volume, and minimum mitotic cycle time. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 49: 897–902.
- Kausrud H., Colman J. E. & Ryvarden L. (2008): Relationship between basidiospore size, shape and life history characteristics: a comparison of polypores. – *Fungal Ecology* 1: 19–23.

- Koch N. M., Martins S. M. A., Lucheta F. & Müller S. C. (2013): Functional diversity and traits assembly patterns of lichens as indicators of successional stages in a tropical rain forest. – *Ecological Indicators* 34: 22–30.
- Kullman B., Tamm H. & Kullman K. (2005): Fungal Genome Size Database. – <http://www.zbi.ee/fungal-genomesize/> [11. 8. 2018].
- Lakatos M., Rascher U. & Büdel B. (2006): Functional characteristics of corticolous lichens in the understory of a tropical lowland rain forest. – *New Phytologist* 172: 679–695.
- Lange O. L., Kilian E. & Ziegler H. (1986): Water vapor uptake and photosynthesis of lichens: performance differences in species with green and blue-green algae as phycobionts. – *Oecologia* 71: 104–110.
- Lewis J. E. J. & Ellis C. J. (2010): Taxon- compared with trait-based analysis of epiphytes, and the role of tree species and tree age in community composition. – *Plant Ecology & Diversity* 3: 203–210.
- MacGillivray C. W. & Grime J. P. (2009): Genome size predicts frost resistance in British herbaceous plants: implications for rates of vegetation response to global warming. – *Functional Ecology* 9: 320–325.
- Marini L., Nascimbene J. & Nimis P. L. (2011): Large-scale patterns of epiphytic lichen species richness: Photobiont-dependent response to climate and forest structure. – *Science of the Total Environment* 409: 4381–4386.
- McGill B. J., Enquist B. J., Weiher E. & Westoby M. (2006): Rebuilding community ecology from functional traits. – *Trends in Ecology and Evolution* 21: 178–185.
- Nash T. H. I. [ed.] (2008) *Lichen biology*. – Cambridge University Press, Cambridge.
- Prieto M., Martínez I., Aragón G. & Verdú M. (2017): Phylogenetic and functional structure of lichen communities under contrasting environmental conditions. – *Journal of Vegetation Science* 28: 871–881.
- Rogers R. W. (1990): Ecological strategies of lichens. – *Lichenologist* 22: 149–162.
- Thompson K. (1990): Genome size, seed size and germination temperature in herbaceous angiosperms. – *Evolutionary Trends in Plants* 4: 113–116.
- Tillman D. (2001): *Functional diversity* – Academic Press, New York.
- Veselská T. & Kolařík M. (2015): Application of flow cytometry for exploring the evolution of *Geosmithia* fungi living in association with bark beetles: the role of conidial DNA content. – *Fungal Ecology* 13: 83–92.
- Wang Y.-Y. et al. (2014): Genome characteristics reveal the impact of lichenization on lichen-forming fungus *Endocarpon pusillum* Hedwig (Verrucariales, Ascomycota). – *BMC Genomics* 15: 34 [18 p.].