

ODBORNÉ PRÍSPEVKY I.

Sinice a riasy v minerálnych prameňoch na travertínovej kope Sivá Brada (Spiš, východné Slovensko)

Cyanobacteria and algae of mineral springs on a travertine pile of Sivá Brada (Spiš/Zips, Eastern Slovakia)

František HINDÁK & Alica HINDÁKOVÁ

Botanický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava
e-mail: frantisek.hindak@savba.sk; alica.hindakova@savba.sk

Abstract

Microflora of cyanobacteria and algae of mineral springs on a travertine pile of Sivá Brada (E Slovakia) was investigated in 2012–2013. Dominant species of cyanobacterial mats were filamentous species *Phormidium carboniciphilum* (Prát) Anagnostidis et Komárek, *Ph. beggiatoiforme* (Gomont) Anagnostidis et Komárek, *Ph. tergestinum* (Kützing) Anagnostidis et Komárek and *Ph. amoenum* Kützing, while other species of filamentous cyanobacteria such as *Microcoleus*, *Leptolyngbya*, *Pseudanabaena*, *Scytonema*, as well as coccoid cyanobacteria from the genera *Cyanobacterium*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Myxosarcina* were sporadic. Solitary cells or small colonies of *Mantellum commune* Hindák and *Chamaesiphon amethystinus* (Rostafínski) Lemmermann were attached on detritus or on filamentous algae. Representatives of algae were found only occasionally, except of the diatoms which formed yellow colonies (mats) on travertine surface.

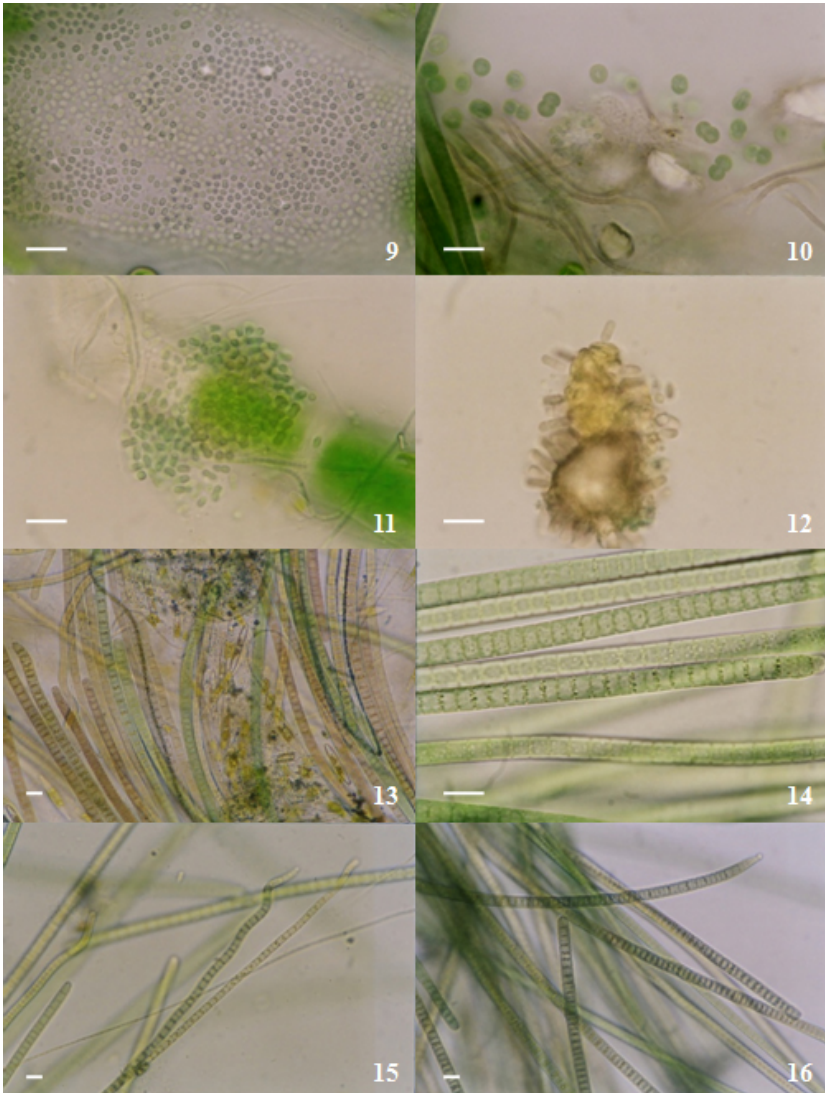
Keywords: phototrophic microorganisms, diatoms, thermal springs, E Slovakia

Úvod

Spiš je známy okrem množstva historických a kultúrnych pamiatok a prírodných zaujímavostí aj minerálnymi prameňmi a ťažbou travertínu, ktorý sa u nás využíva ako stavebný a obkladový kameň. Z tohto pohľadu sú známe travertínové kopy v okolí Spišskej Kapitoly, napr. Dreveník, Spišský hradný vrch a Sivá Brada (Obr. 1). Sivá Brada je v dôsledku činných minerálnych prameňov živou kopou, kde stále prebieha proces biolitogenézy, t.j. tvorby horniny – travertínu biologickou cestou (Prát 1929a, 1956). Voda v týchto prameňoch obsahuje kyslý uhličitán vápenatý, ktorý sa na povrchu zráža na uhličitán vápenatý, pričom sa uvoľňuje vodík a oxid uhličitý. Zrazeniny sa usádzajú na okraji jazierka a na svahu ako biely pramenit (Obr. 1, 2, 4), ktorý po stvrdnutí tvorí nové travertínové vrstvy kopy. V tomto vodnom prostredí sa darí siniciam a niektorým riasam, najmä rozsievkam, ktoré pri hromadnom rozmnožení tvoria makroskopické chuchvalce alebo povlaky. Kryštály vápnika a iné minerálne látky sa môžu akumulovať aj na povrchu prítomných mikroorganizmov, prípadne sa hromadia medzi nimi. Časom biologická hmota mikroorganizmov, prípadne aj iných zavlečených rastlín v hornine zanikne a po nej zostávajú v travertíne charakteristické medzery a duté priestory medzi vrstvami.



Obr. 1–8. Travertínová kopa NPR Sívá Brada: 1 – pohľad zo severovýchodu od prístupovej cesty, 2 – južná strana kopy s vyvierajúcou minerálnou vodou, 3 – veľká vyvieracia z hydrotermálneho vrtu, 4 – sivomodré chumáče siníc v škrape s minerálnou vodou, 5 – tmavosivé chumáče siníc na okraji jazierka, 6 – hnedočierne povlaky siníc na povrchu bieleho pramenitu, 7 – žltohnedé nárusty rozsviek v pramenite, 8 – rozsievky *Encyonopsis falaisensis* z pramenitu vo svetelnom mikroskope, mierka 10 μ m; foto autori, 11.10.2012.



Obr. 9–16. Kokálne a vláknité sinice v minerálnych prameňoch na Sivej Brade: 9 – *Mantellum commune*, bunky prichytené na vlákne riasy, 10 – solitárne bunky z rodu *Cyanobacterium*, 11 – *Cyanobium* cf. *diatomicola*, slizové kolónie buniek na vlákne riasy, 12 – *Chamaesiphon amethystinus*, bunky prichytené na detrite, 13 – *Phormidium carboniciphilum*, vlákna rozličnej farby, 14 – modrozelené vlákna *Ph. tergestinum*, 15 – *Ph. beggiatoiforme*, vlákna na konci skrutkovito stočené, 16 – modrozelené vlákna *Ph. amoenum*; mierka 10 µm; foto autori.

Prvé údaje o siniciach v prameňoch na Sivej Brade pochádzajú od Kalchbrennera (1866/1866), ktorý ako evanjelický farár pôsobil v Kežmarku. Uvádza druhy *Oscillatoria tenuis* a *O. limosa*, ktorú tam neskoršie našiel aj Vilhelm (1924). Sivá Brada je aj jedna z lokalít, odkiaľ bola opísaná vláknitá sinica *Oscillatoria carboniciphila* Prát 1929 = *Phormidium carboniciphilum* (Prát) Anagnostidis et Komárek 1988 (cf. Prát 1929a, Lhotský *et al.* 1974, Komárek & Anagnostidis 2005). Cyanobaktérie a rozsievky v termálnych vodách v Sklených Tepliciach na strednom Slovensku, kde sa tvoria travertínové vodopády, študovali Hindák a Hindáková (2007).

Naším príspevkom nadväzujeme na predchádzajúcu publikáciu v tomto časopise o masovom rozvoji fototrofných mikroorganizmov z travertínových lokalít v Gánovciach (Hindák & Hindáková 2013).

Materiál a metódy

Travertínová kopa Sivá Brada (GPS 49°0'26.10"N, 20°43'23.74"E) leží v Hornádskej kotline v nadmorskej výške 506 m, asi 2 km západne od Spišského Podhradia. Ako jediná na Slovensku je dodnes živou kopou, na ktorej permanentne vyviera minerálna voda z niekoľkých prameňov. Výška travertínovej kopy je asi 25 m, šírka pri úpätí až 500 m. Na vrchole kopy sa týči baroková kaplnka Sv. Kríža postavená r. 1675, ktorej siluetu možno vidieť už z diaľky (Obr. 1). Ešte pred rokom 1549 sa tu nachádzali malé kúpele, vyvierajúca voda údajne pomáhala pri chorobách tráviacej sústavy a látkovej premeny. Táto lokalita má mladý geologický vek, asi 10 tisíc rokov. Jej súčasná aktívna časť je stará dokonca iba niekoľko desiatok rokov, vznikla na úpätí staršej kopy pri hĺbení hydrogeologického vrtu na objednávkou kúpeľov. Navŕtaný pretlakový prameň vystrekuje v určitých časových intervaloch v podobe gejzíra do 2–3 metrovej výšky a vytvára kruhovitě jazierko s priemerom približne 3 m a hĺbkou 30 cm (Obr. 2). Takýto silný prúd minerálnej vody s teplotou po celý rok okolo 20 °C (voda je teda termálna) strieka zo zeme asi 30 minút, potom gejzír na hodinu ustane, ale naďalej nepretržite v jazierku buble. Vo vyvierajúcej minerálnej vode sa zrazeniny usádzajú na okraji jazierka a vytvárajú biely pramenit z diaľky pripomínajúci snehové či ľadové pole. Pramenit postupne tvrdne a vytvára tak nové vrstvy travertínu. Od r. 1979 je Sivá Brada Národnou prírodnou rezerváciou, ktorá je pod správou Národného parku Slovenský raj. Rozkladá sa na rozlohe 19,55 ha a okrem samotnej kopy chráni aj vzácnu slanomilnú, suchomilnú a močiarnu vegetáciu (Dítě *et al.* 2011, www.sk.wikipedia.org).

Vzorky sme odoberali v sledovanom období 2012–2013 tri razy, a to v hlavnom prameni na severnom svahu, v prameni na južnej strane kopy, v kanáli na konci kopy a v nárastoch pitnej studničky pri parkovisku. Časť algologického materiálu sme konzervovali formaldehydom s výslednou koncentráciou 4 % vo vzorke, zvyšnú časť sme previezli do laboratória Botanického ústavu SAV na ďalšie pozorovania druhového zloženia. Cyanobaktérie a riasy sme určovali v živom stave vo svetelnom mikroskope Leitz Diaplan, ktorý bol vybavený fotografickým zariadením Wild Photoautomat MPS45, rozsievky sme determinovali najmä z trvalých preparátov. Na

určovanie sa použila citovaná literatúra, trvalé preparáty rozsievok sme zhotovili čistením peroxidom vodíka (Houk & Marvan 1993). Materiál zo Sivej Brady konzervovaný formaldehydom, trvalé preparáty rozsievok a foto-dokumentácia nájdených organizmov sú uložené v Botanickom ústave SAV.

Výsledky a diskusia

Sinice tvorili makroskopické chumáče a nárasty modrozelenej farby už priamo na okraji gejzírového jazierka (Obr. 2, 3). Hnedočierne nárasty sa objavovali v odtokových plytkých škrapoch s vytekajúcou vodou z jazierka v povrchovej vrstve bieleho pramenitu (Obr. 4) a v dolných častiach škrapov už prevládali. Modrozelenú farbu makroskopických chumáčikov v jazierku spôsobovali druhy *Phormidium tergestinum* (Obr. 14), *Ph. beggiatoiforme* (Obr. 15), *Ph. amoenum* (Obr. 16), naproti tomu hnedočierne nárasty tvoril zväčša druh *Ph. carboniciphilum* (Obr. 13). Medzi vláknami týchto siníc sa sporadicky vyskytovali tiež iné sinice patriace do chrookokálnych rodov *Cyanobacterium* (Obr. 10), *Cyanobium* (Obr. 11), *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Myxosarcina*, a takisto vláknité sinice z rodov *Microcoleus*, *Leptolyngbya*, *Pseudanabaena* a *Scytonema*. Na drobné kamienky v detrite a na vlákna rias sa prichytávali kokálne sinice *Mantellum commune* (Obr. 9) a *Chamaesiphon amethystinus* (Obr. 12).

Rozsievky boli najpočetnejšou skupinou rias, na travertínovej kope sa vyskytovali výlučne penátné druhy. V makroskopicky hnedých kolóniach prichytených na substráte (Obr. 7) dominoval druh *Encyonopsis falaisensis* (Obr. 8) a *Achnanthes thermalis*, prípadne *Navicula cincta* a *Navicula* sp. Schránkami sa prichytávali aj na spodnú časť plátov vyzrážaného uhličitanu vápenatého, a to v početných skupinách. V subdominancii sa vyskytovali *Encyonopsis minuta*, *Encyonopsis* sp., *Craticula accomoda*, *Mastogloia grevillei*, *Cymbella lange-bertalotii* a *Nitzschia* cf. *hantzschiana*. Podľa našich pozorovaní možno označiť za typické rozsievky travertínovej kopy *Achnanthes thermalis* var. *thermalis* a druhy rodov *Encyonopsis* a *Navicula* (*N. cincta*, *Navicula* sp.). Podľa literárnych údajov (Krammer 1997, Hofmann et al. 2013) tieto druhy uprednostňujú vápenaté podložia a čistú vodu. Vo viacerých prípadoch sa rozsievky iba podobajú na doteraz známe taxóny, odlišujú sa od nich napr. variabilitou tvaru schránok alebo tvarom stredového poľa. V prípade *Encyonopsis* sp. je rozsievka najbližšia druhu *E. subminuta*, rozdiely sú však vo veľkosti stredového poľa, ako aj v stredovom zúžení schránok. Populácie *Navicula* sp. majú hlavovito vyťahnuté schránky pripomínajúce schránky *N. cryptocephala*, ale typom striácie pripomínajú skôr druh *N. rhynchocephala*. Na lokalite sa *Navicula* sp. vyskytovala v hojnom počte, čo umožnilo zachytiť variabilitu jej schránok, možno predpokladať, že ide o nový druh. Obdobne populácie *Navicula cincta* sa tvarom schránok a proporciou dĺžky a šírky odlišovali od literárnych údajov pre tento druh (Hoffmann et al. 2013). Navyše, ekologické údaje hovoria o tom, že rozsievka uprednostňuje eutrofné až polytrofné vody, a nie oligotrofné, kam spadá aj nami skúmaná lokalita.

Výrazne pestrejšie zastúpenie rozsievok sme zaznamenali v kanáli, ktorý obteká severnú časť travertínovej kopy zo strany diaľnice. Identifikovali

sme tu väčšinu druhov vyskytujúcich sa na tejto lokalite. Tu rástla aj *Chara vulgaris*, v čase nášho odberu 11.10.2012 sme našli iba jej zvyšky, medzi ktorými boli zelené slizové chumáče sinice *Nostoc* sp.

Z ostatných rias sme pozorovali dlhé sifóny makroskopickej riasy *Vaucheria* a slizové kolónie kokálnej žltozelenej riasy *Chlorobotrys polychloris*. Zo zelených rias sme sporadicky našli bunky rodov *Chlamydomonas*, *Chlorococcum* a rozkonárené vlákna *Trentepohlia* sp. Okolo pitného prameňa pri parkovisku boli dominantné nárasty nostokálneho druhu rodu *Dichothrix*.

Ako vidieť aj z nášho štúdia, mikroflóra minerálnych prameňov travertínovej kopy Sivá Brada je osobitá a špecifická. Jej úplné zloženie si však vyžaduje ďalšie sústavné štúdium. Na presnú determináciu mnohých siníc a rias je potrebné izolovať čisté kultúry pre molekulárne analýzy, na ktorých je založená súčasná taxonómia najmä siníc.

PodĎakovanie

Práca sa vypracovala v rámci projektov APVV SK-CZ-0064-11 a VEGA 2/0113/11, 2/0073/13. Autori ďakujú prof. RNDr. J. Komárkovi, DrSc. za odborné diskusie, RNDr. T. Lánczosovi a Mgr. T. Mihálikovej za pomoc pri zbere materiálu a p. J. Križanovej za technickú pomoc.

Literatúra

- DÍTĚ, D., DRAŽIL, T. & JANÁK, M. 2011. Manažmentový model pre Karpatské travertínové slanská (msc.) DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 17 pp.
- HINDÁK, F. 2002. *Mantellum commune*, a new sessile and/or neustonic species of the merismopedioid Cyanophyta/Cyanobacteria. *Biologia*, Bratislava 57: 51-57.
- HINDÁK, F. 2008. Colour atlas of cyanophytes. Veda, Bratislava.
- HINDÁK, F. & HINDÁKOVÁ, A. 2006. Cyanobaktérie a riasy termálnych vôd v Piešťanoch (záp. Slovensko). *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, Bratislava 28: 21-30.
- HINDÁK, F. & HINDÁKOVÁ, A. 2007. Cyanobaktérie a rozsievky termálnych vôd v Sklených Tepliciach (stredné Slovensko). *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, Bratislava 29: 10-16.
- HINDÁK, F. & HINDÁKOVÁ, A. 2013. Masový rozvoj fototrofných mikroorganizmov v okolí termálneho gejzíra v Gánovciach. [Mass development of phototrophic microorganisms near a thermal geyser at Gánovce]. *Limnologický spravodajca* 7, 2013/1: 11-16.
- HOFMANN, G., WERUM, M. & LANGE-BERTALOT, H. 2013. Diatomeen im Süßwasser – Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 908 pp.
- HOUK, V. & MARVAN, P. 1993. Klíč k určování našich centrických rozsivek. Zborník referátov – príloha, II. Hydrobiologický kurz – Planktón pitných a povrchových vôd, Senec (Slovakia), 41 pp.

- KALCHBRENNER, K. 1865/1866. A szepesi mozsatok jegyzéke. Math. és Term. Közlem., Budapest 4: 343-365.
- KOMÁREK, J. 2013. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 19/3, Cyanoprokaryota. 3. Teil/Part 3 Heterocytous genera. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1998. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 19/1, Cyanoprokaryota. 1. Teil, Chroococcales. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 19/2, Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- KRAMMER, K. 1997. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. *Encyonema* part., *Encyonopsis* and *Cymbellopsis*. Bibliotheca Diatomologica, Berlin, Stuttgart, 469 pp.
- LHOTSKÝ, O., ROSA, K. & HINDÁK, F. 1974. Súpis siníc a rias Slovenska. Veda VSAV, Bratislava.
- PRÁT, S. 1929a. Die Vegetation der kohlen-säurigen Quellen (Oscillatoria carboniciphila n. sp.). Arch. Protistenk., Jena 68: 415-421.
- PRÁT, S. 1929b. Studie o biolithogenesi. Česká Agad. Věd a Umění, Praha.
- PRÁT, S. 1956. Zur physiologie der Mineral- und Thermalvegetation. Hydrobiologia, Den Haag 8: 328-364.
- VILHELM, J. 1924. Thermální vegetace v Piešťanech a v jiných horkých vřídlech na Slovensku a její vztahy k rádioaktivitě therem. Spisy Přír. Fak. UK 8: 1-46.
<http://sk.wikipedia.org/wiki/>

PROJEKTY

Nepôvodná fauna v našich vodných ekosystémoch

Boris LIPTÁK

Bohunice 259, 018 52 Bohunice, Slovenská republika
e-mail: liptaq.b@gmail.com; Tel: +421 910 119 231

Nepôvodné zložky fauny predstavujú za určitých okolností značnú hrozbu. Môžu sa totiž zvrtnúť k inváznemu správaniu. Nepôvodné druhy boli a sú z veľkej časti využívané v oblasti hospodárstva. Pokiaľ sú druhy hospodársky využívané v rámci socioekonomických záujmov (ako napr. niektoré druhy rýb a rakov), je táto aktivita aj štátom podporovaná. Nie je to iba úmyselná introdukcia, ktorá má nepriaznivý vplyv na lokálnu biodiverzitu, aj keď má socioekonomický význam. Naším problémom sa stávajú aj introdukcie neúmyselné a samovoľný aktívny extenzný charakter susediacej fauny. Druhy, ktoré su introdukované neúmyselne, sú na nové územie ich výskytu zanesené náhodne. Avšak v dôsledku zmeny makro- a mikroklimatických podmienok, či interkonekciou doposiaľ izolovaných geografických celkov alebo povodí, sa pre druhy otvárajú nové možnosti pre expanziu. Je to práve súčasná interkonekcia jednotlivých geografických regiónov človekom, ktorá je do značnej miery za fenomén invázií zodpovedná. Vodné ekosystémy predstavujú ideálny príklad