

nejšia a doteraz bez úspechu je izolácia cyanel napr. u koreňonožca *Paulinella chromatophora* alebo u *Chalarodora azurea*. Aj v prípade endosymbiontov sa veľa sľubuje od získania molekulárnych údajov, ktoré ukážu na ich fylogenetické postavenie v systéme živých organizmov. Osobitnú pozornosť pri tom treba venovať tzv. kryptickým druhom, ktoré sú morfológicky podobné niektorým známym druhom, ale geneticky sú odlišné.

PodĎakovanie

Práca bola financovaná s podporou projektov VEGA 2/130/10 a 2/0073/13.

Literatúra

- FOTT, B. 1967. Sinice a řasy. Academia, Praha, 520 pp.
- HINDÁK, F. 2008. Colour atlas of cyanophytes. Veda, Bratislava, 253 pp.
- HINDÁK, F. & HINDÁKOVÁ, A. 2012. *Chalarodora azurea* Pascher 1929 – a rare glaucophyte found in the peat-bog Klin (Orava, northern Slovakia), pp. 53-60. In: WOŁOWSKI, K., KACZMARSKA, I., EHRMAN J.M. & WOJTAL, A.Z. (eds), Current advances in algal taxonomy and its applications: phylogenetic, ecological and applied perspective. Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- RAI, A.M., BERGMAN, B. & RASMUSSEN, U. 2002. Cyanobacteria in symbiosis. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 355 pp.
- ROUND, F.E. 1981. The ecology of algae. Cambridge Univ. Press, 653 pp.
- SKUJA, H. 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Sweden. Symb. Bot. Upsal. 9(3): 1-399.
- STARMACH, K. 1966. Cyanophyta – sinice, Glaucophyta – glaukofity. Flora slodkowodna Polski, Warszawa 2: 1-807.

Masový rozvoj fototrofných mikroorganizmov v okolí termálneho gejzíra v Gánovciach

Mass development of phototrophic microorganisms near a thermal geyser at Gánovce

František HINDÁK & Alica HINDÁKOVÁ

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

Abstract

Communities of phototrophic microorganisms of a thermal geyser at Gánovce near Poprad, C. Slovakia, were studied. Three main groups of organisms were producing macroscopic masses near geyser: cyanobacteria, green algae and diatoms. From cyanobacteria, *Phormidium beggiatoforme* formed yellow to brown masses, *P. tenue* green to black masses, nostocalean species *Rivularia haematites* dark brown to black colonies. Filaments of a zygnematacean alga *Spirogyra* sp. steril. were accommodated in a shallow pool forming huge green masses. Diatoms in spite of their small cells were responsible for dark yellow to brown color on the surface of flooded soil near geyser or occurred solitary among other cyanobacteria and algae.

Keywords: thermal geyser, cyanobacterial and algal communities, Gánovce, Slovakia

Úvod

Termálne žriedla, ako ekologicky vyhranené biotopy, oddávna priťahovali pozornosť algológov. Na Slovensku to boli najmä horúce pramene v Piešťanoch a Sklených Tepliciach, ale tiež aj na Spiši (Vilhelm 1924; Prát 1929; Bílý 1934; Lhotský et al. 1974; Hindák 1978, 2008; Hindák & Hindáková 2006, 2007). V tejto podtatranskej oblasti sa stále recentne utvára travertín v okolí Sivej brady a Gánoviec činnosťou mikroorganizmov vo vyvierajúcich minerálnych vodách.

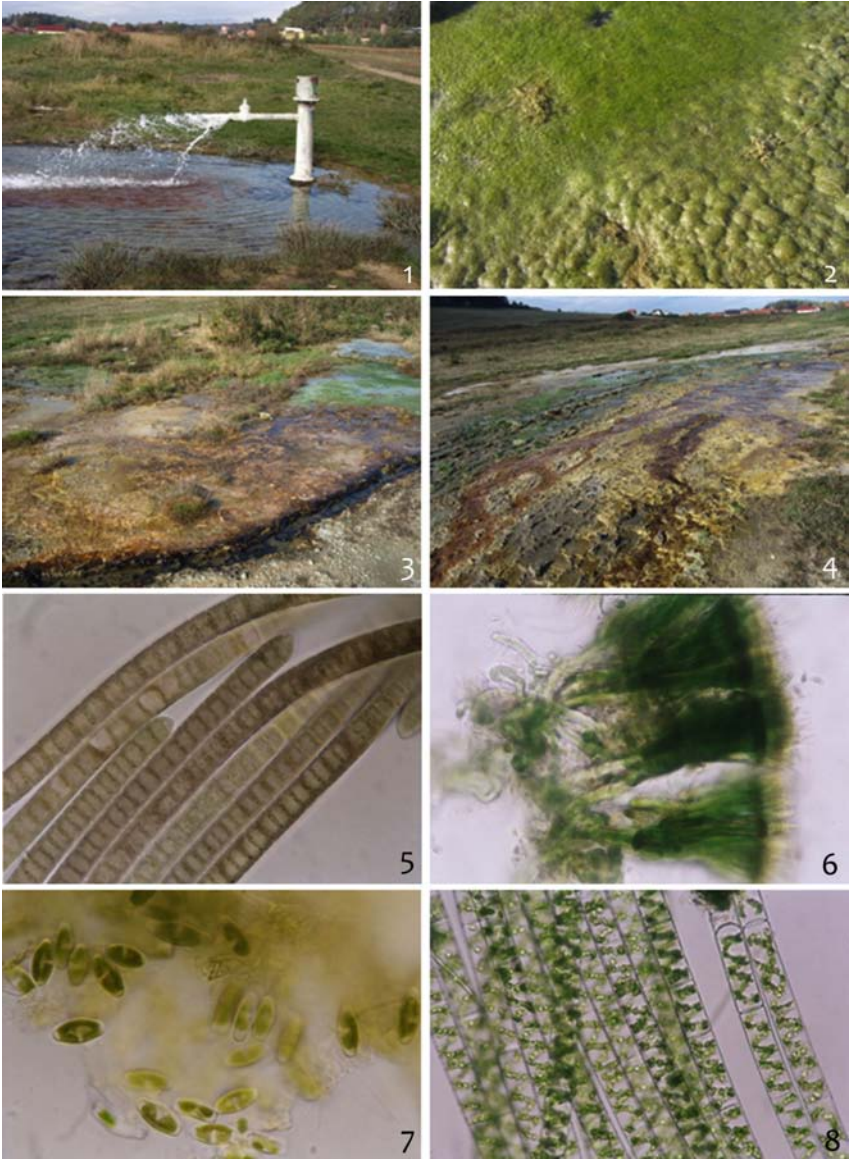
V rámci štúdia termálnych cyanobaktérií na Slovensku sme v minulom roku navštívili aj tieto travertínové lokality. Pre rozsiahlosť študovanej problematiky tu chceme prezentovať výsledky nášho štúdia o cyanobaktériách a riasach iba v okolí gejzíra v Gánovciach. Jeho okolie je mimoriadne atraktívne rozlične zafarbenými makroskopickými kolóniami týchto organizmov na veľkej ploche a iste vzbudí pozornosť aj iných limnológov a biológov.

O spoločstvách fototrofných mikroorganizmov v areáli kúpeľov v Gánovciach máme údaje iba od Vilhelma (1924) a Práta (1929), ktorí uviedli výskyt spolu 21 taxónov (cf. Lhotský et al. 1974). Staré kúpele s pitnými fontánkami, kde rástli cyanobaktérie a riasy voľne pod holým nebom, už neexistujú, na ich mieste vyrástol nový moderný areál, ktorého systém privádzania termálnej vody do kúpeľov je uzatvorený a použitá termálna voda odtieká do kanalizácie. Významné z algologického hľadiska sú však hydrogeologické vrty a termálne pramene na území Gánoviec, ktorých voda sa dostáva na povrch a je osídľovaná špecifickou flórou cyanobaktérií a rias.

Materiál a metódy

Gánovce ležia v Popradskej kotline asi 4 km juhovýchodne od Popradu v nadmorskej výške 642 m. Algologický materiál sme zbierali z okolia väčšieho činného gejzíra situovaného pri poľnej ceste a pri zoranom poli východne od dediny. Z oceleovej konštrukcie vrtu hlbokého 110 m ukotvanej v betónovom kvádri vystrekuje približne v hodinových intervaloch termálna voda zloženia: sírany 943,2; chloridy 35; pH 5,95; vodivosť 351; Ca 481 mg/l; Mg 306 mg/l; Na 62,7 mg/l; Mn 0,112 mg/l; Fe 0,41 mg/l; B 1,97 mg/l; As 0,486 mg/l; Hg 0,0004 mg/l; Pb 0,0001 mg/l; Cd 0,00003 mg/l; celková mineralizácia je 3830 mg/l; teplota sa pohybuje medzi 22,3 – 25,0 °C (bližšie pozri http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=2e19d1b5-8f13-4052-acc9-f95e01e35fa7.)

Vďaka silnému prúdu termálnej vody sa okolo konštrukcie vrtu vytvorilo menšie plytké jazierko (Obr. 1). Z neho voľne vytekala voda dole brehom v akomsi hlavnom prúde, ten sa ďalej vetvil na menšie prúdy, ktoré postupne slabli až zanikli. V spodných miestach termálna voda pri našej návšteve začiatkom októbra už zamrzala. Na odtoku sa vytvárali hrubé chumáče a nárusty mikroorganizmov, ktoré podľa druhového zloženia mali charakteristické zafarbenie: hnedé až čierne boli cyanobaktérie, zelenú farbu mali chary a spájavky, bledožlté až hnedé boli rozsievky. Vyzrážaný minerál pramenit bol bielej farby. Časť odobratých vzoriek sme fixovali priamo na



Obr. 1 – Gejzír v Gánovciach pri erupcii; 2 – chumáče spájavej riasy *Spirogyra* sp.; 3 – stredná časť masových nárastov pod výtokom gejzíra, zelená časť vpravo boli chumáče spájavej riasy *Spirogyra* sp., hnedé kolónie v strede tvorili cyanobaktérie *Phormidium beggiatoiforme*, čiernu farbu ryhy vpravo dole spôsobovali cyanobaktérie druhu *Phormidium tenue*; 4 – spodná časť riasových nárastov obmývaná minerálnou vodou; 5 – vlákna cyanobaktérie *Phormidium tenue*; 6 – kričkovité trsy nostokálnej cyanobaktérie *Rivularia haematites*; 7 – rozsievky rodu *Planothidium lanceolatum* a *Achnanthes thermalis*; 8 – vlákna spájavej riasy *Spirogyra* sp. (Foto: autor)

mieste 2% formaldehydom, časť sme preniesli do laboratória na ďalšie pozorovanie. Živý materiál sme determinovali na ústave pomocou svetelného mikroskopu Leitz Diaplan s fotografickým zariadením Wild Photoautomat MPS45. Rozsievky boli určované predovšetkým z trvalých preparátov, ktoré sme zhotovili štandardným postupom. Dokumentačný materiál je uložený na Botanickom ústave SAV.

Výsledky a diskusia

Jazierko v okolí hlavnej konštrukcie vrtu malo čiru vodu a na dne a na obvode bolo porastené väčšími či menšími chumáčmi makroskopickej zelenej riasy *Chara vulgaris* (syn. *Ch. foetida*, cf. Vilhelm 1924) a najmä po obvode trsmi *Schoenoplectus* sp. (Obr. 1). Voda vytekajúca z jazierka vytvorila hlavný kanál, na hladine ktorého splývali bohaté svetlozelené chumáče zelenej spájavej riasy *Spirogyra* (Obr. 2, 3). Po zvažujúcom brehu sa kanál rozlieval do šírky na viaceré časti (Obr. 3, 4), ktoré vytvárali hlbšie brázdy, teplota vody v nich dosahovala 12-18 °C. V týchto miestach sa viditeľne rozrastali predovšetkým cyanobaktérie. Rozsiahle kožovité chumáče vláknitých cyanobaktérií z rodu *Phormidium* boli rôzne sfarbené, zväčša do žltá až hnedá (*P. beggiatoforme*), alebo modrozelená až čierna (*P. tenue*, Obr. 5). Na okraji hlavného kanáliku sa utvárali čierne kompaktné hrudky kožovitého vzhľadu. Ukázalo sa, že sú to husté stromovité trsy vlákien nostokálnej cyanobaktérie *Rivularia haematites* (Obr. 6, cf. Hindák 2008). V kanáli našli podmienky pre svoj rast aj iné vláknité cyanobaktérie, ktoré obrastali drobné kamene vo forme trsov, napr. *Heteroleibleinia* sp., *Phormidium beggiatoforme*, alebo *Leptolyngbya* cf. *fragilis*. Nápadné boli husté chumáče žltozelenej riasy *Vaucheria*, ktorej vlákna boli oblepené kryštálkami uhličitanu vápenatého a rozličnými rozsievkami.

Rozsievky v eurytermách s teplotou 30-50 °C sú prítomné iba zriedka (Hindák & Hindáková 2007), naproti tomu v hliarotermách s teplotou 18-30 °C, akými sú gánovské termálne vody, sú druho vo aj početne hojné. Medzi vláknami cyanobaktérií s vyzrážanými kryštálkami CaCO_3 sa pohybovali rozsievky rodov *Achnanthes*, *Cymbella* a *Encyonopsis*. Uhličitan vápenatý sa v niektorých depresiách kanálu vyzrážal až do súvislých krehkých bielych krúst, odborne nazývaných pramenit, ktoré sa pri odbere javili bez prítomnosti rias. Pri mikroskopovaní sme však zistili, že zo spodnej strany sú posiate prichytenými rozsievkami rodu *Achnanthes* s.l. a medzi nimi sa pohybovali druhy rodov *Nitzschia* a *Encyonopsis*. Priestor medzi hustými stromčekovitými trsmi vlákien cyanobaktérie *Rivularia haematites* využívali na prichytenie rozsievky *Achnanthes thermalis*, *Achnantheidium gracillimum* a *Cymbella helvetica*. Obdobne vlákna žltozelenej riasy *Vaucheria* sp. oblepené kryštálkami uhličitanu vápenatého boli vhodným prostredím pre rozsievky *Navicula cincta*, *Caloneis silicula* a *Achnantheidium minutissimum*. Na kameňoch a dne sa tvorili hnedé až zelenohnedé povlaky, kde boli najmä *Achnanthes thermalis*, *Achnantheidium minutissimum*, *A. gracillimum*, *Planothidium lanceolatum*, *Navicula cincta*, *Craticula* (*C. buderi*, *C. halophila*), *Cymbella helvetica* v subdominancii s *Caloneis* (*C. silicula*, *C. bacillum*), *Encyonopsis* (*E. subminuta*, *E. falaisensis*)

a *Nitzschia* (napr. *N. communis*, *N. commutata*, *N. bulnheimiana*). Najspodnejšiu časť kanála obrostali hnedé povlaky, tieto patrili predovšetkým populáciám druhu *Planothidium lanceolatum*. V tomto ročnom období ich pokrýval sčasti aj ľad, ktorý sa pri intenzívnejšom slnku roztápal a poskytoval tak dočasne vlahu pre rozsievkové spoločenstvá.

Spoločenstvo rozsievok osídľujúcich gánovecký gejzír môžeme charakterizovať ako termofilné (napr. *Achnanthes thermalis*) a halofilné (napr. *Craticula buderi*, *C. halophila*, *Nitzschia communis*, *N. bulnheimiana*) (cf. Hofman et al. 2011; Kramer & Lange-Bertalot 1986). Mnohé z nich sa podľa literárnych údajov vyskytujú v biotopoch bohatých na vápnik (napr. *Achnanthidium gracillimum*, *Encyonopsis subminuta*, *E. falaisensis*), ktorého je v minerálnej vode v Gánovciach v podobe uhličitanu vápenatého dostatok. Prameň je udržiavaný, bez odpadkov a zjavného znečistenia obyvateľmi. V akom rozsahu ovplyvňuje kvalitu vody obrobeň neďaleké pole, zatiaľ nevieme posúdiť. K dispozícii sme mali aj náš materiál odobratý v r. 2004 z pitných fontánok v starých kúpeľoch, ktoré však dnes už neexistujú. Silne dominantné boli spoločenstvá rozsievky *Achnanthes thermalis*, a to oválne až podlhovastej formy.

Gánovecký gejzír je lokalita atraktívna pre algológov z viacerých hľadísk. Ponúka možnosti na štúdium jednotlivých skupín termofilných cyanobaktérií a rias, ich životných cyklov, druhovej variability a ich väzby na travertínové podložie obmývané minerálnou vodou. Veľkou výzvou sa javí štúdium závislosti týchto spoločenstiev od teploty okolitého prostredia, a to ako v rôznych ročných obdobiach, tak aj v závislosti od vzdialenosti termálneho žriedla. Teplota minerálnej vody vyvierajúca z vrtu mala začiatkom októbra teplotu 21 °C, potom na povrchu poľa sa postupne ochladzovala na 18 -12 °C až na 8 °C a na konci celkom zamrzala. Práve v týchto spodných častiach sú cyanobaktérie a riasy vystavené extrémnym výkyvom prostredia, ktorým sa musia prispôbovať.

Podakovanie

Terénne práce a výskum prebiehali v rámci projektov VEGA 2/0130/10 a VEGA 2/0113/11.

Literatúra

- BÍLÝ, J. 1934. Píšťanské rozsivky. (Additamentum ad floram Bacillariearum in thermis Píšťany crescentium). Práce Mor. přírodov. Společn. (Brno), 9: 1-17.
- HINDÁK, F. 1978. Coccal blue-green algae from the thermal spring at Piešťany and Sklené Teplice Spa in Slovakia. Arch. Hydrobiol./Suppl. 51, Algal. Studies, Stuttgart, 21: 359-376.
- HINDÁK, F. 2008. Colour atlas of cyanophytes. Veda, Bratislava, 253 pp.
- 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.
- HOFMANN, G., WERUM M. & LANGE-BERTALOT, H. 2011. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 908 pp.

- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., 1986. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1, Bacillariophyceae, 1. Teil Naviculaceae. Gustav Fisher Verlag, 876 pp.
- LHOTSKÝ, O., ROSA, K. & HINDÁK, F. 1974. Súpis siníc a rias Slovenska. VEDA, 204 pp.
- PRÁT, S. 1929. Studie o biolithogenesis. Praha, Česká Akad. Věd. a Umění, 187 pp.
- VILHELM, J. 1924. Thermální vegetace v Piešťanech a v jiných horkých vřídlech na Slovensku i její vztahy k radioaktivitě těchto therem. Spisy Přír. fak. Karlovy University 6: 1-39.
- http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=2e19d1b5-8f13-4052-acc9-f95e01e35fa7

KRONIKA II.

Hľadá sa antropocén! K prednáške geológa Peter IIsøe

Dánsky geológ, Prof. Peter IIsøe, ktorý v súčasnosti pôsobí na Kodanskej univerzite v Dánsku, zavítal v decembri na Katedru biológie a ekológie Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. Okrem pracovných záležitostí a konzultácií na rôzne pracovné témy a obliadky krás mesta Banská Štiavnica nás potešil aj vzrušujúcou prednáškou s názvom "In search of the Anthropocene" („Pri hľadaní antropocénu“), ktorá pritiahla značné množstvo študentov, ako aj pedagógov.

Prof. IIsøe sa zameriava na problematiku antropocénu, t.j. geologického obdobia, ktoré označuje časový úsek, pre ktoré je charakteristický vplyv človeka. Na to, aby sa „antropocén“, ktorý bol navrhnutý americkým ekológom Eugene F. Stoermerom, mohol začať používať ako platný geologický termín, musí spĺňať niekoľko kritérií. Okrem iného, jeho časové hranice sa musia jednoznačne definovať a musí byť identifikovateľný rôznymi metódami na rôznych častiach zemegule. Hlavná otázka Prof. IIsøe znela „je odtlačok ľudstva (*Homo sapiens*) v geologických vrstvách dostatočne silný na to, aby bol identifikovateľný ako samostatné geologické obdobie/ epocha/vek?“



Búrľivá debata s poslucháčmi; Čertovský Peter IIsøe (Foto: autor)