

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

**Aerofytické sinice z provincie Madang a z Mount
Wilhelm, Papua Nová Guinea**

Bakalářská práce

Nela Maredová

Školitel: RNDr. Tomáš Hauer, Ph.D.

České Budějovice 2016

Maredová, N. 2016. Aerofytické sinice z provincie Madang a z Mount Wilhelm, Papua Nová Guinea. [Aerophytic Cyanobacteria from Madang Province and Mount Wilhelm, Papua New Guinea. Bc. Thesis, in Czech.] The University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, 54 pp.

Anotation:

Cyanobacteria present an important part of global biodiversity. Despite this fact their species richness and distribution are understudied. This current work is focused on diversity of aerophytic Cyanobacteria in Papua New Guinea. The samples were collected in the vicinity of Wanang, Ohu and Mt. Wilhelm from soil, stones, trees and wet walls. Microscopic analysis of samples and determination of present cyanobacterial morphotypes were carried out. Where possible, unialgal cyanobacterial strains were isolated from fresh samples. A review on aerophytic Cyanobacteria of Southeast Asia and New Guinea was made.

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 22. 4. 2016

.....
Nela Maredová

Poděkování:

Děkuji sinicím, že nám umožnily žít na této planetě.

Obsah:

1. Úvod.....	- 1 -
1.1. Cíle práce	- 1 -
1.2. Charakteristika zájmové oblasti	- 1 -
1.2.1. Jihovýchodní Asie.....	- 2 -
1.2.2. Papua Nová Guinea.....	- 2 -
2. Aerofytické sinice ostrova Nová Guinea a jihovýchodní Asie	- 5 -
2.1. Nová Guinea.....	- 5 -
2.2. Singapur	- 7 -
2.3. Hong Kong.....	- 8 -
2.4. Indonésie	- 9 -
2.5. Vietnam.....	- 11 -
2.6. Woody Island	- 11 -
2.7. Tchaj-wan.....	- 12 -
2.8. Kambodža	- 12 -
3. Materiál a metody	- 15 -
3.1. Odběr vzorků.....	- 15 -
3.2. Mikroskopická analýza, kultivace, izolace, determinace	- 15 -
4. Výsledky.....	- 18 -
4.1. Vyizolované kmeny	- 21 -
4.2. Ostatní nalezené taxony	- 38 -
5. Diskuze.....	- 43 -
6. Závěr	- 48 -
Literatura	- 49 -

1. Úvod

Aerofytické (subaerofytické, aerické, subaerické, aeroterestrické) sinice žijí v přímém kontaktu se vzdušným prostředím, tedy mimo výhradně vodní prostředí.

Jsou přizpůsobeny k životu v prostředí s mnohem drsnějším, nestabilnějšími a proměnlivějšími podmínkami, než jaké panují v prostředí vodním. Dokážou se vypořádat s vysokou intenzitou dopadajícího záření, suchem, výkyvy a extrémy teplot, nepředvídatelnou a omezenou dostupností vody, minimálním množstvím dostupných živin. Díky jejich mimořádné adaptabilitě jsou schopné osídlit téměř veškerou zemskou pevninu, dokonce i tak nehostinná místa, jako jsou ledovce či pouště.

Mohou žít na povrchu půdy, na smáčených skalnatých stěnách nebo na povrchu kamenů (sinice epilittické), uvnitř kamenů (sinice endolittické), obecně na rostlinách (epifytické sinice) nebo konkrétně na stromech (epixylické sinice), na zvířatech (epizooické sinice) nebo v jejich částech (endozooické sinice), ale také na sněhu či v jeskyních.

V porovnání se sladkovodními jsou sinice aerofytické mnohem méně prostudovány. Obzvláště množství poznatků o aerofytických sinicích tropického podnebného pásu je značně omezené. Míra znalosti druhové rozmanitosti aerofytických sinic tropů je v dnešní době stále neuspokojivá, a proto je nutné tuto znalost dále prohlubovat.

1.1. Cíle práce

- 1) Literární rešerše zabývající se aerofytickými sinicemi Nové Guiney a jihovýchodní Asie.
- 2) Mikroskopická analýza vzorků aerofytických sinic z Papuy Nové Guiney.
- 3) Kultivace aerofytických sinic z Papuy Nové Guiney a izolace jednodruhových kultur.

1.2. Charakteristika zájmové oblasti

Zájmová oblast, pro kterou byly hledány literární prameny k rešeršní části o aerofytických sinicích ostrova Nová Guinea a jihovýchodní Asie, je vymezena na obr. 1.

V této části práce je stručně charakterizována jihovýchodní Asie a detailněji pak Papua Nová Guinea, potažmo celý ostrov Nová Guinea, kde proběhl vlastní odběr vzorků aerofytických sinic.



Obr. 1: Vymezení zájmové oblasti – jihovýchodní Asie a ostrov Nová Guinea. Daná oblast je zvýrazněna žlutou barvou. (Zdroj: <http://online.seterra.net/mapimage/3033.png>)

1.2.1. Jihovýchodní Asie

Jako jihovýchodní Asie bývá nejčastěji označováno území zahrnující státy Filipíny, Singapur, Indonésie, Východní Timor, Brunej, Vietnam, Barma, Laos, Thajsko, Kambodža a Malajsie. V mém pojetí je jihovýchodní Asie definovaná jako veškerá pevnina nacházející se mezi Indií, Čínou, Novou Guineou a Pacifickým oceánem, bez zřetele na mocenské jednotky. Tudíž do jihovýchodní Asie zahrnuji například i Hong Kong a Paracelské souostroví.

Podnebí této oblasti je převážně tropické, jen sever Vietnamu a Barmy spadá do subtropického podnebného pásu. Právě podnebí spolu s malou vzdáleností mezi těmito oblastmi jsou hlavními důvody, proč předpokládám, že sinicová flóra Nové Guiney a jihovýchodní Asie by se mohla podobat.

1.2.2. Papua Nová Guinea

Ostrov Nová Guinea se nachází v jihozápadní oblasti Tichého oceánu. Zaujímá část zemského povrchu o rozloze přibližně 786 000 km², a je tak druhým největším ostrovem na světě. Politicky je tento ostrov členěn na dva státy, Západní Novou Guineu a Papuu Novou Guineu. Součástí Papuy Nové Guiney je asi 600 přilehlých ostrovů nebo souostroví.

Mezi největší z nich patří Bismarckovo souostroví, Šalamounovy ostrovy, d'Entrecasteauxovy ostrovy či souostroví Louisiady.

Ostrov Nová Guinea leží celou svou rozlohou v tropickém podnebném pásu. Spadá do oblasti tzv. intertropické konvergenční zóny. Tato zóna se vyznačuje nízkým tlakem vzduchu, vysokým úhrnem srážek a vysokou oblačností během celého roku (Menzies, 2006).

Průměrný roční úhrn srážek Papuy Nové Guiney se pohybuje v rozmezí od 2500 do 3500 mm. Pouze v několika oblastech dopadá srážek méně. Například kolem hlavního města, Port Moresby, a pobřežního města Popondetta je průměrný roční úhrn srážek menší než 1000 mm. Obě tyto oblasti leží ve srážkovém stínu. Oproti tomu v mnoha místech Centrální vysočiny může průměrný úhrn srážek dosahovat hodnot od 4000 mm až do více než 10 000 mm za rok (McAlpine et al., 1983). Množství srážek v průběhu roku není příliš variabilní, ale přesto můžeme označit sezónu od listopadu do dubna jako období dešťů a zbylou část roku jako období sucha.

Meziroční výjimku z výše zmíněného výskytu a množství srážek tvoří nepravidelně periodický klimatický jev El Niño – jižní oscilace. Tento fenomén zahrnuje změny atmosférického tlaku a zároveň změny teploty povrchové vrstvy oceánu. Tím dojde k značným změnám klimatu na pevnině. El Niño – jižní oscilaci můžeme rozdělit na tři fáze, na neutrální fázi a extrémní El Niño a La Niña. Na Papui Nové Guineji nastává během El Niño nebývalé sucho a během La Niña naopak razantně přibývá srážek (Anonym, 2011). Oba tyto výkyvy klimatu mají značný dopad na život všech organismů na zasaženém území. Naposledy byla Nová Guinea ovlivněna jevem El Niño v roce 2015.

Teplota vykazuje v průběhu roku pouze malou variabilitu. Průměrné denní teploty v nížce položených oblastech dosahují hodnot od 30 do 32 °C (McAlpine et al., 1983). S každými 100 výškovými metry klesá teplota vzduchu průměrně o 1 °C. S poměrně vysokým úhrnem srážek a teplotou souvisí i vysoká relativní vlhkost vzduchu, která jen málokdy klesne pod 75 % (Menzies, 2006).

Z hlediska geologického má ostrov Nová Guinea zajímavou historii. Při rozpadu Gondwany se od Antarktické tektonické desky oddělila deska Australská a začala se pohybovat severním směrem. Při tomto driftu došlo k nesčetnému množství srážek s fragmenty pevniny. Nakonec se Australská deska podsunula pod desku Pacifickou. Tyto interakce daly vznik ostrova Nová Guinea. Jižní část ostrova je tedy tvořena Australskou tektonickou deskou, severní část Pacifickou tektonickou deskou a mezi nimi se nachází tzv. mobilní pás (Dow, 1977).

Povrch větší části ostrova je tvořen prvohorními krystalickými horninami, které byly v průběhu druhohor a třetihor překryty šelfovými usazeninami, zejména vápencovými (Dow, 1977).

Geologický původ ostrova má dopad nejen na povrch ostrova, ale i na biogeografii. Zatímco z pohledu fytogeografů a zoogeografů studujících bezobratlé se jedná o Indomalajskou biogeografickou oblast, zoogeografové zabývající se obratlovci ji řadí k Australské biogeografické oblasti (Paijijmans, 1976).

34 % rozlohy Papuy Nové Guiney leží výše než 1000 m n. m. (Menzies, 2006). Napříč od severozápadu k jihovýchodu se táhne Centrální vysočina, kde se nachází i nejvyšší hora Papuy Nové Guiney, Mount Wilhelm (4509 m n. m.). Na jihovýchodě se nachází pohoří Owen Stanleyovo a na východě pohoří Finisterre. Hory vykazují charakteristický ráz – příkré srázy a údolí hluboce vyříznutého tvaru. V severní a jižní části Papuy Nové Guiney se rozprostírají rozsáhlé nížiny, kterými protékají největší řeky, Sepik a Fly.

Terestrická i marinní část Nové Guiney hostí neobyčejně širokou a pestrou škálu organismů, a je tak jedním z míst s nejvyšší biodiverzitou na světě. Tento fakt může být dán izolovaností ostrova, klimatem, variabilitou půdních typů či heterogenním reliéfem. Značná část novoguinejských druhů je endemická.

Tři čtvrtiny území ostrova jsou pokryty lesy, především stálezelenými deštnými (Womersley, 1995). Dalšími typy lesů jsou mokřadní nebo horské mlžné lesy. Zbývající část tvoří ekosystémy, jakými jsou travinné ekosystémy, mangrove, mokřady, korálové útesy, alpská vegetace nad hranicí lesa (4000 m n. m.).

Odhaduje se, že na Papui Nové Guineji roste přes 20 000 druhů vyšších rostlin (Womersley, 1995). Shaw (1984) zde zaznamenal 2390 druhů hub, ale odhaduje se, že je jich šestkrát víc než rostlin (Sekhran a Miller, 1995).

Flannery (1995) na Papui Nové Guineji zaznamenal 225 druhů savců. Allison (1997) zde našel 462 druhů obojživelníků a plazů. Počet druhů ptáků je 762, z čehož 53 % je endemických (Coates, 1985). V moři obklopujícím Novou Guineu se vyskytuje 300 druhů korálů (Sekhran a Miller, 1995). Dle studie z roku 1991 žije ve sladkovodních biotopech Papuy Nové Guiney kolem 3000 druhů ryb (Allison, 1997).

Obecně však můžeme říct, že znalost většiny skupin novoguinejských organismů není zdaleka kompletní a vyžaduje si další studie. Mezi takovou skupinu, o níž existuje velmi málo poznatků, patří sinice.

2. Aerofytické sinice ostrova Nová Guinea a jihovýchodní Asie

2.1. Nová Guinea

Schumann a Lauterbach (1901) na počátku minulého století vypracovali komplexní studii flóry Papuy Nové Guiney. Tato studie v sobě zahrnuje nejen semenné rostliny, ale i sinice, řasy, kaprad'orosty, mechorosty, houby a hlenky.

Z celkového počtu 222 zaznamenaných druhů tvořily sinice jednu desetinu. Zástupce aerických sinic představovaly *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet et Flahault 1888, *Anabaena sphaerica* Bornet et Flahault 1886, *Microchaete vitiensis* Askenasy ex Bornet et Flahault 1887, *Scytonema figuratum* Agardh ex Bornet et Flahault 1886, *Porphyrosiphon kaernbachii* (Hennings) De Toni 1892, *Scytonema hofmannii* Agardh ex Bornet et Flahault 1886 či *Stigonema lauterbachii* Schmidle 1897.

Weber-Van Bosse (1913) v rámci expedice Siboga našla na Nové Guineji *Gloeocapsopsis magma* (Brébisson) Komárek et Anagnostidis ex Komárek 1993, *Plectonema wollei* Farlow ex Gomont 1892, *Stigonema minutum* Hassall ex Bornet et Flahault 1888 a *Stigonema hormoides* Bornet et Flahault 1888.

Během expedice podél toku největší řeky Papuy Nové Guiney, Sepik, uskutečněné v roce 1913, našel Frémy (1932) řadu aerických sinic. Těmi byly například *Scytonema hofmannii* var. *symplocoides* Bornet et Thuret 1886, *Scytonema mirabile* Bornet 1889, *Scytonema varium* Kützing ex Bornet et Flahault 1887, *Scytonema stuposum* (Kützing) Bornet ex Bornet et Flahault 1887, *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli 1849, *Gloeotheca kriegeri* Frémy 1932, *Gloeocapsa ralfsii* (Harvey) Lemmermann 1907, *Stigonema hormoides* var. *tenue* West et G. S. West 1894, *Stigonema informe* Kützing ex Bornet et Flahault 1886, *Stigonema panniforme* Bornet et Flahault 1888. Frémy také zkoumal cyanobionty lišejníků. Nejčastěji nacházeným druhem sinic vstupujícím do symbiózy s houbami byla *Scytonema stuposum*.

Johnson (1962) determinovala sinice a řasy z několika vzorků půdy, které obdržela z lokalit Chimbu a hory Daulo Pass. Ve vzorcích výrazně převažovaly sinice nad zelenými řasami. Zástupci jiných skupin řas nebyli zaznamenáni. V Chimbu byla nalezena *Symploca elegans* Kützing ex Gomont 1892. Ve výšce od 1800-2400 m n. m. se na povrchu půdy hory Daulo Pass vyskytovaly například *Chroococcus varius* A. Braun in Rabenhorst 1876, *Phormidium jadinianum* Gomont 1893, *Scytonema pseudopunctatum* Skuja 1949, *Nostoc*

linckia Bornet ex Bornet et Flahault 1888 a *Nostoc microscopicum* Carmichael ex Bornet et Flahault 1888.

Sinice vyskytující se v nadmořské výšce více než 3 700 m n. m. zkoumali na hoře Mt. Wilhelm Watanabe et al. (1979). Výzkum byl z větší části soustředěn na jezera Piunde a Aunde a jejich blízké okolí. Celkem bylo zaznamenáno 49 druhů sinic, vodních i aerofytických. V následujícím výčtu jsou uvedeny některé druhy nalezených aerických sinic.

Na granodioritovém podkladu potoka tekoucího z jezera Aunde se nacházely *Dichothrix gypsophila* Bornet et Flahault 1886, *Dichothrix orsiana* Bornet et Flahault 1886, *Microcoleus violaceus* Frémy 1930 a *Cylindrospermum caucasicum* Voronichin 1923. Na skále ostříkované vodou z téhož potoka se vyskytovaly *Gloeocapsa atrata* Kützing 1843, *Calothrix braunii* Bornet et Flahault 1886 a *Scytonema mirabile*. Na kamenech u břehu jezera Piunde byly nalezeny *Stigonema mamillosum* Agardh ex Bornet et Flahault 1887 a *Symploca muscorum* Gomont ex Gomont 1892. V okrajové části jezera Piunde byly na meších přisedlé *Gloeocapsa ralfsii*, *Dichothrix compactata* Bornet et Flahault 1886 a *Symplocastrum penicillatum* (Gomont) Anagnostidis 2001 a na povrchu vlhké půdy se vyskytovaly *Schizothrix bioretii* Frémy 1924, *Schizothrix symplocoides* (Gardner) Geitler 1932, *Gloeotheca membranacea* Bornet 1892, *Chroococcus tenax* (Kirchner) Hieronymus 1892 a *Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli 1849. Na kamenech v horském potoce se nacházely *Gloeocapsa compacta* Kützing 1845, *Gloeocapsa arenaria* (Hassall) Rabenhorst 1865, *Chroococcus turgidus* a *Scytonema mirabile*. V okolí „Ridge Camp of Mt. Wilhelm“ byly povrchu vlhkých kamenů nalezeny na *Aphanothece castagnei* (Kützing) Rabenhorst 1865, *Aphanocapsa grevillei* (Berkeley) Rabenhorst 1865, *Gloeocapsa atrata* Kützing 1845, *Gloeocapsa granosa* (Berkeley) Kützing 1845, *Gloeotheca confluens* Nägeli 1849, *Tolypothrix penicillata* Thuret ex Bornet et Flahault 1886.

Hoffmannovi (1990) se podařilo znovuobjevit druh *Loriella osteophila* Borzì 1892. Byl prvním, kdo tento druh našel od doby jeho popsání. *Loriella osteophila* byla původně popsána z lidské lebky nalezené na ostrově Woodlark ležícím nedaleko Papuy Nové Guiney. Hoffmann ji našel na dvou místech v provincii Madang – v roce 1986 na fosilních pozůstatcích korálů v nížinném pralese a v roce 1988 u vstupu do vápencové jeskyně.

Hoffmann tím prokázal, že kosti obratlovců nejsou výhradním habitatem pro život *Loriella osteophila*, jak se Borzi domníval. Nicméně potvrdil, že je vápnomilná. Hoffmann se domníval, že tento druh je endemitem Melanésie. Tato domněnka byla ovšem pozdějšími nálezy v jiných lokalitách vyvrácena (Bellezza et al., 2005).

Hoffmann (1991a, 1991b) se při svých výzkumných výpravách na Papuu Novou Guineu konaných v letech 1986 a 1987 zaměřil na zástupce rodu *Stigonema*. Lokalitami sběru materiálu byly Mt. Wilhelm, Mt. Giluwe a provincie Madang. Daný rod se vyskytoval především v horách, na kyselém substrátu, zatímco v madangské nížině na vápencovém podloží jen zřídka. To koreluje s tím, že zástupci rodu *Stigonema* upřednostňují habitaty s nízkým pH.

Ze vzorků odebraných z kůry stromů, z povrchu půdy či kamene bylo determinováno šest druhů řádu Stigonematales – *Stigonema minutum*, *Stigonema ocellatum* Thuret ex Bornet et Flahault 1888, *Stigonema panniforme*, *Stigonema hormoides*, *Stigonema* cf. *minutissimum* Borzi 1917 a nově popsáný rod *Cyanobotrys* s typovým druhem *Cyanobotrys lambinonii* Hoffmann 1991.

Cyanobotrys lambinonii byl nalezen na povrchu půdy v provincii Madang. Vyznačuje se pro vláknité sinice netypickým způsobem reprodukce, a to tvorbou reproduktivních buněk, tzv. fragmocyty.

Korelusová et al. (2009) popsala nový sinicový rod *Geminocystis* s typovým druhem *Geminocystis papuanica* Korelusová, Kaštovský et Komárek 2009. Jak už druhový název napovídá, tento druh byl popsán z Papuy Nové Guiney. Typovou lokalitou byl povrch vlhké půdy nížinného deštného lesa v okolí Wanangu. Rod *Geminocystis* je geneticky velmi podobný rodu *Cyanobacterium*, ale liší se od něj tvarem buněk a způsobem rozmnožování.

2.2. Singapur

Johnson (1973) se na území Singapuru zabývala výzkumem sinic a řas vyskytujících se na povrchu půdy. Z odlišných biotopů (např. les, zemědělsky obhospodařovaná půda, travinné ekosystémy) odebírala půdní nárosty sinic a řas. Zaznamenala celkem 41 druhů sinic. Dominantními rody byly *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Anabaena* a *Chroococcus*.

V nížinném deštném lese v Singapuru byla zkoumána diverzita epixylických řas a sinic (Neustupa a Škaloud, 2010). Cílem této studie bylo mimo jiné zjistit, jaké jsou rozdíly v alfa-diverzitě mezi společenstvy řas a sinic rostoucími na kůře stromů a na holém

dřevě. Chtěli také zjistit, jak se liší kompozice epixylického společenstva řas a sinic a alfa-diverzita mezi odlišnými biotopy, mezi sekundárním a primárním pralesem, vzdálenými od sebe přibližně deset km.

Z deseti vzorků získaných z kůry náhodně vybraných živých stromů a z deseti vzorků z náhodně vybraných kusů holého hnijícího dřeva z primárního i sekundárního deštného lesa bylo determinováno 57 druhů sinic a řas. Převážně se jednalo o druhy patřící do skupiny zelených řas, kterou v počtu druhů následovaly sinice. Z nich to byly konkrétně *Aphanothece* cf. *conglomerata* Rich 1932, *Cyanosarcina* sp., *Gloeocapsa* sp., *Gloeocapsopsis* sp., *Gloeothece* sp., *Leptolyngbya* cf. *cebennensis* (Gomont) Umezaki et Watanabe 1994, *Leptolyngbya* sp., *Nostoc* sp., *Phormidium* cf. *lividum* (Hansgirg) Forti 1907, *Scytonema* sp.

Byly signifikantně prokázány rozdíly v druhovém složení mezi společenstvy sinic a řas žijících na kůře stromů a společenstvy rostoucími na holém dřevě. Signifikantní byl i rozdíl mezi složením společenstev řas a sinic v primárním a sekundárním pralese.

Pham et al. (2011) sepsali souhrnný seznam všech řas a sinic, které byly do té doby zaznamenány na území Singapur. Celkem se jedná o 1054 taxonů. 90 z nich patří do oddělení Cyanobacteria. Většina sinic pochází ze sladkých vod nebo moře. Pouze pět druhů bylo nalezeno v terestrickém prostředí – *Aphanothece conglomerata*, *Phormidium lucidum* Kützing ex Gomont 1892, *Geitlerinema acutissimum* (Kufferath) Anagnostidis 1989, *Leptolyngbya cebennensis* a *Gloeothece rupestris* (Lyngbye) Bornet in Wittrock et Nordstedt 1880.

2.3. Hong Kong

Hill et al. (2000) se zabývali studiem společenstev řas a sinic půdních krust v Hong Kongu. Soustředili se nejen na samotnou druhovou kompozici, ale i na její proměnlivost v průběhu roku, kdy dochází k výrazným sezónním změnám klimatu. Jako lokality pro tento výzkum byly zvoleny svahy poblíž Wong Chuk Yuen, kde je půda kyselá a převážně jílovitá.

Celkem bylo v půdních krustách nalezeno 33 druhů sinic. Ze dvou třetin se jednalo o sinice vláknité, patřící především do rodů *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Anabaena*, *Scytonema* a *Tolypothrix*. Nejvíce zástupců kokálních sinic bylo z rodů *Gloeocapsa*, *Aphanothece* a *Chroococcus*.

V průběhu roku byla zaznamenána variabilita v druhovém složení ovlivněná proměnou klimatu. Zástupci rodů *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Microcoleus*, *Phormidium*, *Schizothrix* a *Spirulina* se v půdních krustách vyskytovali pouze v zimním období trvajícím

od prosince do března, kdy klima je výrazně chladnější a sušší oproti klimatickým podmínkám panujícím po zbývající část roku.

Druhy s největší frekvencí zastoupení ve vzorcích v období zimy byly *Coleofasciculus chthonoplastes* (Thuret ex Gomont) Siegesmund, Johansen et Friedl 2008, *Phormidium tenue* Gomont 1892, *Phormidium corium* Gomont ex Gomont 1892, *Oscillatoria tenuis* Agardh ex Gomont 1892, *Jaaginema subtilissimum* (Kützing ex Forti) Anagnostidis et Komárek 1988 či *Lyngbya aestuarii* Liebman ex Gomont 1892.

Dominantními druhy v letním období od května do září byly *Scytonema hofmannii*, *Trichormus anomalus* (F. E. Fritsch) Komárek et Anagnostidis 1989, *Desmonostoc muscorum* (C. Agardh ex Bornet et Flahault) Hrouzek et Ventura 2013, *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing 1843, *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komárek 1976, *Chroococcus turgidus* a *Chroococcus minutus*.

2.4. Indonésie

Rozsáhlá algologická studie ostrova Jáva byla vypracována De Wildemanem (1900). Ve své práci se zabýval sladkovodními, mořskými i terestrickými sinicemi a řasami, zejména z oblasti soustředěné kolem města Bogor.

Aerofytické sinice byly nalezeny na rozličných typech substrátu. Na povrchu vlhké půdy byly nalezeny *Stigonema hormoides*, *Scytonema varium*, *Nostoc calcicola* Brébisson ex Bornet et Flahault 1886, *Nostoc commune*, *Nostoc minutissimum* Kützing ex Bornet et Flahault 1886, *Cylindrospermum muscicola* Kützing ex Bornet et Flahault 1886, *Symplocastrum friesii* (Gomont) Kirchner 1898. Mezi zástupce epixylických sinic patřily *Scytonema dubium* De Wildeman 1897 a *Scytonema intermedium* De Wildeman 1897. Nárůsty na kamenech v horkých pramenech tvořily *Tolypothrix tjipanasensis* De Wildeman 1897, *Schizothrix calida* De Wildeman 1897 či *Symploca thermalis* Gomont 1892. Mezi druhy, které obývaly široké spektrum habitatů, patřily *Gloeocapsa aeruginosa*, *Stigonema minutum*, *Scytonema stuposum*, *Scytonema guyanense* Bornet et Flahault 1888, *Scytonema javanicum* Bornet ex Bornet et Flahault 1886, *Scytonema ocellatum* Lyngbye ex Bornet et Flahault 1886 či *Scytonema hofmannii*.

Na přelomu 19. a 20. století se uskutečnila expedice Siboga. Cílem této nizozemské výpravy bylo probádat území Indonésie z hlediska zoologického, botanického, geologického a oceánografického.

Řasy a sinice z pevniny indonéských ostrovů i z moří je obklopujících podrobně zkoumala Weber-Van Bosse (1913). Mezi nespočet nalezených zástupců subaerických sinic patřily například *Chroococcus turgidus*, *Cylindrospermum majus* Kützing ex Bornet et Flahault 1888, *Scytonema stuposum* a *Scytonema javanicum*.

Geitler (1933) v letech 1928-1929 studoval sinice ostrovů Jáva, Sumatra a Bali. Zabýval se sinicemi sladkých vod, termálních pramenů i terestrických habitatů. V této práci Geitler popsal nové variety, druhy, rody, a dokonce i čeledi sinic. Z travertinu popsal nové variety *Gloeocapsa rupestris* var. *maior* Geitler 1933, *Chroococcus schizodermaticus* var. *incoloratus* Geitler 1933. Mezi nově popsané druhy patřila epifytická *Fischerella reptans* Geitler 1933 nebo u vodopádu nalezená *Scytonematopsis calotrichoides* Geitler 1933.

Flóru javánského stratovulkánu Pangrango zkoumali Kolkwitz a Krieger (1936). Zaměřili se na studium sinic a řas. Na této sopce, relativně chudé na obsah živin, zaznamenali téměř 100 taxonů sinic a řas na gradientu od 2400 m n. m. až k vrcholu 3022 m vysokému. Většina z 24 popsaných sinic byla subaerická.

Na povrchu kamenů byly nalezeny *Aphanocapsa muscicola* (Meneghini) Wille 1919, *Chondrocystis dermochroa* (Nägeli) Komárek et Anagnostidis 1995, *Cylindrospermum goetzei* Schmidle 1901, *Scytonema hofmannii*, *Scytonema mirabile*, *Stigonema minutum*. Zelené nárosty na půdě ve výšce 2900 m n. m. tvořily *Gloeocapsa atrata*, *Nostoc calcicola* nebo *Stigonema hormoides*. Ze dna sopečného kráteru byla mimo jiné determinována *Schizothrix fuscescens* Kützing ex Gomont 1892. *Gloeocapsa kuetzingiana* Nägeli ex Kützing 1849, *Trichormus variabilis* (Kützing ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagnostidis 1989, *Lyngbya confervoides* Agardh ex Gomont 1892 a *Jaaginema homogeneous* (Frémy) Anagnostidis et Komárek 1988 byly nalezeny v meších.

Neustupa a Škaloud (2008) ve své algologicko-ekologické studii zkoumali diverzitu společenstev epixylických řas a sinic v horském deštném lese v oblasti Cibodas. Hlavním cílem bylo zjistit, zda se liší diverzita společenstev sinic a řas mezi těmi rostoucími na kůře stromů na lokalitách v uzavřeném primárním lese a těmi, která se vyskytují na stromech v otevřených antropogenních lokalitách. Dále bylo zkoumáno, zda se kompozice společenstev sinic a řas liší na stromech s rozdílným typem drsnosti kůry a zda nějaké taxony vykazují specializaci na druh hostitelského stromu.

Bylo determinováno osmnáct morfotypů zelených řas a deset morfotypů sinic, které patřily do rodů *Nostoc*, *Leptolyngbya* a *Scytonema*. Byly signifikantně prokázány rozdíly ve složení mezi společenstvy sinic a řas žijících na kůře stromů v otevřených antropogenních lokalitách a mezi těmi z primárního pralesa. V primárním pralesu byla diverzita nižší. Vztah mezi drsností kůry stromů či druhem hostitele nebyl signifikantně prokázán.

2.5. Vietnam

Phung et al. (1992) studovali sinice z okolí delty Mekongu. Vzorky byly odebírány především z vodních biotopů (rýžová pole, odvodňovací kanály), ale i terestrických. Z povrchu vlhké půdy popsali novou varietu *Anabaena variabilis* var. *vietnamensis* Phung, Couté et Bourrelly 1992. Nový druh *Tolypothrix hatienensis* Phung, Couté et Bourrelly 1992 byl objeven na vápencové stěně jeskynního chrámu Chua Hang. Na témže místě se vyskytovala *Scytonema hofmannii*, *Gloeocapsa atrata* a *Geitleria calcarea* Friedmann 1955. Na stěně u vchodu do vápencové jeskyně Thạch Dong byla nalezena *Aphanocapsa muscicola*.

Složení společenstev půdních sinic bavlníkových a kávovníkových plantáží v provincii Dak Lak a Dak Nong zkoumal Hạng (2010). Na plantážích bavlníku bylo nalezeno dvakrát více taxonů sinic než na kávovníkových. Řád Oscillatoriales byl zastoupen nejvyšším počtem nalezených druhů. Na plantážích bavlny byly nalezeny například *Scytonema hofmannii*, *Scytonema millei* Bornet ex Bornet et Flahault 1886, *Fischerella muscicola* Gomont 1895. Mezi druhy nalezené na kávovníkových plantážích patřily *Gloeocapsa atrata*, *Scytonema crispum* Bornet ex De Toni 1907.

2.6. Woody Island

V Jihočínském moři se nachází souostroví Paracelské ostrovy tvořené přibližně 130 malými korálovými ostrovy. Jedním z nich je Woody Island. Ley (1948) se chtěl zabývat výzkumem marinních a sladkovodních řas a sinic zde žijících. Z původního záměru studovat řasy a sinice ze sladkovodních těles na ostrově musel ustoupit, jelikož zde žádná nejsou přítomna. Všechna studovaná společenstva sinic a řas pevninské části ostrova byla tedy výhradně subaerická.

Povrch ostrova je tvořen odumřelými částmi korálů spolu s fragmenty schránek jiných mořských živočichů. Na většině ostrova je tato anorganická vrstva kryta ještě různě silnou organickou vrstvou guána – nahromaděného trusu mořských ptáků.

Z odebraných vzorků guána byly determinovány *Leptolyngbya angustissima* (West et G. S. West) Anagnostidis et Komárek 1988, *Scytonema ocellatum*, *Pseudophormidium phormidioides* (Hansgirg ex Forti) Anagnostidis et Komárek 1988 a nově popsaná forma *Dactylococcopsis rupestris* f. *sigmoides* Ley 1948. Na kůře stromů *Pisonia alba*, tvořících hustý porost pokrývající velkou část ostrova, bylo nalezeno 23 druhů sinic a nově popsaná varianta *Lyngbya ceylanica* var. *hyalina* Ley 1948.

2.7. Tchaj-wan

Lin et al. (2013) zkoumali diverzitu půdních sinic a řas žijících na různých typech zemědělsky obhospodařované půdy v Tchaj-wanu. Pomocí mikroskopické i molekulární analýzy zjišťovali složení půdního společenstva řas a sinic rýžových polí, citrusových sadů, plantáží čaje a třtiny cukrové a polí, na kterých se pěstuje zelenina. Sinice z rýžových polí, která jsou většinou trvale zaplavená, nepovažují za typicky půdní, tedy jako podmnožinu sinic aerofytických, proto se o nich dále zmiňovat nebudou.

Největší diverzita sinic byla zjištěna na polích se zeleninou, kde bylo nalezeno jedenáct druhů sinic. Dominoval zde druh *Microcoleus vaginatus* Gomont ex Gomont 1892. Osm druhů sinic bylo nalezeno na půdě citrusových sadů. Pouze čtyři druhy sinic se vyskytovaly na plantážích čaje, nejvíce abundantní byla *Gloeocapsa* sp. Plantáže třtiny cukrové nehostily žádné sinice.

2.8. Kambodža

V Kambodži se nachází jedna z nejvýznamnějších kulturních památek jihovýchodní Asie, angkorský chrámový komplex. Více než 100 chrámů, rozprostřených na ploše 400 km², bylo vybudováno khmerskou civilizací v období od 9. do 13. století. V dnešní době jsou stavby do značné míry postiženy procesem deteriorace a degradace, na němž se podílí faktory fyzikální, chemické i biologické.

Jako hlavní materiál pro stavbu chrámů byl použit pískovec a laterit, který sloužil pouze k vyplnění spár. Porézní struktura pískovce a příznivé klimatické podmínky této oblasti, jako je vysoká teplota, vlhkost a časté dešťové srážky, vytvářejí vhodné podmínky pro osídlení různými organismy. Těmi mohou být bakterie, sinice, řasy, houby, lišejníky a vyšší rostliny.

Přítomnost a činnost těchto organismů způsobuje biodeterioraci a neestetické vzezření staveb. Získání poznatků o struktuře a fungování společenstva biofilmů je nezbytné pro vytvoření účinných metod pro ochranu památek před jejich poškozením organismy.

Gaylarde et al. (2011) zkoumali složení společenstev mikroorganismů v biofilmech vyskytujících se na stěnách chrámu Angkor Wat, Preah Khan, Bayon a West Prasat. Neinvasivní metodou odebrali na různých místech staveb vzorky biofilmů, které se od sebe makroskopicky lišily. Biofilmy nabývaly širokou škálu barev. Zelená až tmavě hnědá barva byla charakteristická pro biofilmy vyskytující se především na vnitřních stěnách budov. Zatímco šedé, černé a růžové biofilmy se tvořily na vnějších stěnách.

Byla provedena molekulární i mikroskopická analýza složení biofilmů. Jejich výsledky se shodovaly. V biofilmech dominovaly sinice, především kokální. Podle analýzy genu 16S rRNA byl hlavním kolonizátorem organismus, jehož sekvence uvedeného genu byla nejpodobnější kmenům rodu *Chroococcidiopsis*, avšak s velmi nízkou shodou – menší než 95 %. Dalšími nalezenými kokálními sinicemi byly *Myxosarcina* sp., *Stanieria* sp., *Pleurocapsa* sp., *Xenococcus* sp., *Chroococcus* sp., *Gloeocapsa* sp. a *Synechocystis* sp. Vlákňité sinice *Microcoleus* sp., *Leptolyngbya* sp. a *Scytonema* sp. byly nalezeny pouze v biofilmech v interiéru budov, které byly výrazně vlhčí než biofilmy na vnějších stěnách budov. Dalšími komponenty biofilmů byly bakterie, houby a řasy. Zelená řasa *Trentepohlia* sp. se vyskytovala v růžově zbarvených biofilmech, a to pouze na vnějších stěnách chrámů.

Kusumi et al. (2013) charakterizovali pomocí sekvence 16S rRNA bakteriální složení biofilmů chrámu Bayon a porovnávali ho se společenstvem bakterií vyskytujících se v okolním vzduchu. V biofilmu lososově růžové barvy dominovaly bakterie příbuzné rodu *Rubrobacter*. Zatímco zelené, modrozelené, šedočerné a fialové biofilmy byly tvořeny převážně zástupci skupin Cyanobacteria a Chloroflexi. Výsledky studie ukázaly, že bakterie nalezené v biofilmech se výrazně liší od bakterií vyskytujících se ve vzdušném prostředí. Tyto vzduchem přenášené bakterie se tedy zdají být neschopné kolonizovat povrch budov.

Caneva et al. (2015) studovali, jak ovlivňuje míra okolního zalesnění kompozici organismů v biofilmech. Lesní porost se jeví jako důležitý environmentální faktor rozhodující o kolonizaci mikroorganismů, neboť má vliv na vlhkost vzduchu, teplotu a intenzitu dopadajícího záření v okolním prostředí.

Pro svou studii si vybrali chrámy lišící se od sebe mírou okolního zalesnění a mikroklimatickými podmínkami – chrám Ta Prohm obklopený hustým porostem, a zajišťující tak vlhké a stinné prostředí, částečně zastíněné chrámy Bayon a Ta Nei a chrám Ta Keo, který je kvůli odlesnění vystaven vysoké intenzitě dopadajícího slunečního záření a suchu.

Z výsledků jsou patrné rozdíly ve složení biofilmů. *Trentepohlia* dominovala na místech stinných, kde byla zároveň minimální dostupnost vody. S přibývajícím množstvím vody a slunečního záření se hlavní složkou biofilmů stávaly sinice, především zástupci rodů *Scytonema* a *Gloeocapsa*. Na lokalitách bez přímého ozáření a s vyšší dostupností vody se začaly objevovat lišejníky.

3. Materiál a metody

3.1. Odběr vzorků

Pro účely této bakalářské práce byly použity vzorky aerofytických sinic pocházející z Papuy Nové Guiney. 110 vzorků bylo odebráno Bc. Kateřinou Delawskou, DiS, v červenci 2013 a 120 vzorků bylo odebráno mnou v srpnu 2015 v rámci Terénního cvičení z tropické ekologie pořádaného Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Lokalitami odběru vzorků bylo okolí Wanangu, Ohu a Mt. Wilhelm (obr. 2)

V části rozsáhlého nížinného deštného lesa kolem vesnice Wanang vyhlášené jako chráněné území „Wanang conservation area“ se nachází výzkumná stanice Swire Research Station (5°13'40" S, 145°4'47" E). V jejím okolí byly sbírány vzorky sinic z povrchu půdy, listů, kůry stromů, kamenů, hnilého dřeva a z písčité půdy na břehu řeky Wanang.

Další vzorky byly odebrány ze smáčené vápencové stěny pod vodopádem vzdáleným několik set metrů od vesnice Ohu (5°13'42" S, 145°41'21" E).

Několik set metrů pod vrcholem Mt. Wilhelm (5°46'48" S, 145°1'45"E) se nachází ve výšce více než 3 700 m n. m. jezero Aunde. Voda z něj odtéká po příkrém svahu do jezera Piunde. Ze smáčených skalnatých stěn tvořených granodioritem v dostřikové zóně tohoto toku byly odebírány vzorky sinic. V okolí jezer byly odebrány vzorky z povrchu půdy.

Vzorky byly po odebrání ze substrátu vloženy do mikrozkušavek, které byly ponechány otevřené na stinném a teplém místě, aby došlo k důkladnému vysušení vzduchem. Případně byl k vysušení použit silikagel.

3.2. Mikroskopická analýza, kultivace, izolace, determinace

Celkem bylo ke zpracování použito 111 vzorků. Vzorky byly před dalším zpracováním mikroskopicky zanalyzovány. Vzorky odebrané v nížinném deštném lese byly pozorovány optickým mikroskopem v čerstvém stavu, ostatní až po usušení.

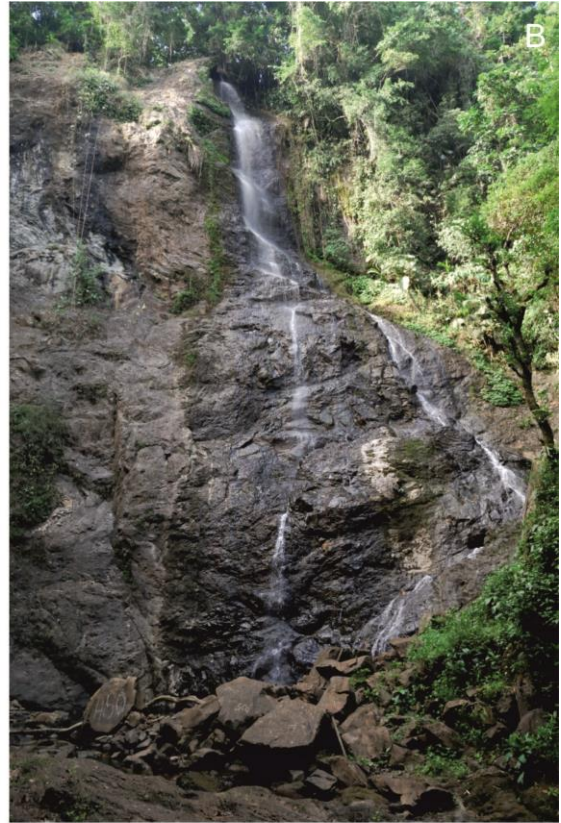
Vzorky byly kultivovány na Petriho miskách v mediu Z8 (Kotai, 1972) s 1,5 % agaru nebo v mediu BG 11 (Stanier et al., 1971) bez obsahu dusíku. Některé vzorky byly kultivovány ve zkumavkách s tekutým médiem Z8 na laboratorní třepačce. Kultivace probíhaly při teplotě 19-23,5 °C pod umělým osvětlením o světelném toku $22 \mu\text{mol fotonů} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ za světelného cyklu 12 h světlo a 12 tma.

Vykultivované nárosty byly podrobovány mikroskopické analýze pod optickým mikroskopem Olympus BX 51. Nalezené sinice byly fotograficky zdokumentovány digitální kamerou Olympus DP 71.

Byly vyizolovány jednodruhové kultury sinic. Kmeny byly umístěny do uzavíratelných zkumavek s médiem Z8 s 1,5 % agaru. Kmeny byly zdokumentovány fotografií a popisem. U slovního popisu kmenů byl pro vyjádření barev použit vzorník barev RAL (Wikipedia).

U 18 kmenů, které se podařilo vyizolovat do prosince 2015, byl po dobu 6 týdnů sledován a pomocí fotografií zaznamenán jejich životní cyklus. Jedná se o kmeny: *Calochaete cimrmanii*, *Calothrix* sp. 1-5, *Cylindrospermum badium*, *Fischerella* sp. 1-2, *Hapalosiphon* sp. 1-3, *Microchaete* sp., *Nostoc* sp. 1-4, *Roholtiella bashkiriorum*. Pokud byla zpozorována změna morfologie během životního cyklu jednotlivých kmenů, je uvedena v jejich popisech.

Sinice byly determinovány podle Komárek a Anagnostidis, 1998, Komárek a Anagnostidis, 2005, Komárek, 2013, Hauer et al., 2013, Johansen et al., 2014, Bohunická et al., 2015.



Obr. 2: Lokality odběru vzorků aerofytických sinic – nížinný deštný les u Wanangu (A), vodopád u Ohu (B), okolí Mt. Wilhelm (C).

4. Výsledky

Celkem bylo nalezeno 51 taxonů aerofytických sinic. Seznam všech nalezených taxonů a lokality jejich nálezů je uveden v tabulce 1. Druhy, které byly již zaznamenány v oblasti jihovýchodní Asie nebo na Nové Guineji, jsou uvedeny v tabulce 2.

Do kultur bylo vyizolováno 21 jednodruhových kmenů sinic. Jejich popis a fotografická dokumentace jsou uvedeny v následující kapitole.

Taxonů sinic, které se nepodařilo vykultivovat, byly fotograficky zdokumentovány (obr. 21-25).

Tabulka 1: Seznam nalezených taxonů sinic a lokality jejich nálezů. Vysvětlivky: PŮ = půda, PŮ – Ř = půda u řeky Wanang, KÁ = kámen, KŮ = kůra stromu, LI = list stromu, DŘ = hnijící dřevo, SS = smáčená stěna. Zeleně jsou zvýrazněny vyizolované kmeny. Druhy zaznamenané v rešeršně zpracované literatuře o aerofytických sinicích jihovýchodní Asie a Nové Guiney jsou označeny hvězdičkou.

Nalezené taxony	Lokalita a habitat								
	Wanang						Ohu	Mt. Wilhelm	
	PŮ	PŮ – Ř	KÁ	KŮ	LI	DŘ	SS	PŮ	SS
<i>Anabaena sphaerica</i> Bornet et Flahault 1886 *	x								
<i>Brasilonema epidendron</i> Sant'Anna et al. 2011				x			x		
<i>Brasilonema octagenarum</i> Anguiar, Fiore, Franco, Ventrella, Lorenzi, Vanetti et Alfenas 2008							x		
<i>Brasilonema</i> sp.									x
<i>Calochaete cimrmanii</i> Hauer, Bohunická et Mühlsteinová 2013				x					
<i>Calothrix</i> cf. <i>capitularis</i> Uher 2007				x					
<i>Calothrix</i> sp. 1			x						
<i>Calothrix</i> sp. 2				x					
<i>Calothrix</i> sp. 3		x							
<i>Calothrix</i> sp. 4				x					
<i>Calothrix</i> sp. 5	x								
<i>Cyanosarcina huebeliorum</i> Komárek et Anagnostidis 1995	x								
<i>Cylindrospermum badium</i> Johansen et Hřčková 2014	x								

<i>Cylindrospermum majus</i> Kützing ex Bornet et Flahault 1888	x								
<i>Cylindrospermum skujae</i> Komárek 2012								x	
<i>Dichothrix subdichotoma</i> Woronichin 1923									x
<i>Fischerella</i> sp. 1				x					
<i>Fischerella</i> sp. 2					x				
<i>Gloeotheca palea</i> (Kützing) Nägeli 1849							x		x
<i>Hapalosiphon</i> sp. 1					x				
<i>Hapalosiphon</i> sp. 2			x						
<i>Hapalosiphon</i> sp. 3			x						
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849								x	
<i>Chroococcus turicensis</i> (Nägeli) Hansgirg 1887 *									x
<i>Leibleinia epiphytica</i> (Hieronymus) Compère 1985									x
<i>Leptolyngbya</i> sp. 1	x			x					
<i>Leptolyngbya</i> sp. 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Microcoleus vulgaris</i> Strunecký, Komárek et Johansen 2013							x		
<i>Microchaete</i> sp.		x							
<i>Nostoc</i> sp. 1			x						
<i>Nostoc</i> sp. 2	x								
<i>Nostoc</i> sp. 3	x								
<i>Nostoc</i> sp. 4	x								
<i>Nostoc</i> sp. 5								x	
<i>Nostoc</i> sp. 6						x			
<i>Nostoc</i> sp. 7				x					
<i>Nostoc</i> sp. 8				x					
<i>Nostoc</i> sp. 9									
<i>Nostoc</i> sp. 10	x								
<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Strunecký, Komárek et Johansen 2013	x								
<i>Phormidium corium</i> Gomont ex Gomont 1892 *						x			
<i>Phormidium</i> sp. 1	x								
<i>Phormidium</i> sp. 2	x								

<i>Plectonema wollei</i> Farlow ex Gomont 1892 *								x	
<i>Pseudanabaena</i> sp.								x	
<i>Roholtiella baskhiriorum</i> Gaysina et Bohunická 2015	x								
<i>Scytonema hofmannii</i> Agardh ex Bornet et Flahault 1886 *								x	
<i>Scytonema stuposum</i> Bornet ex Bornet et Flahault 1886 *	x								
<i>Scytonematopsis calothrichoides</i> Geitler 1932 *	x								
<i>Scytonematopsis ghazipurensis</i> Pandey et Mitra 1972	x								
<i>Stigonema robustum</i> Gardner 1927									x

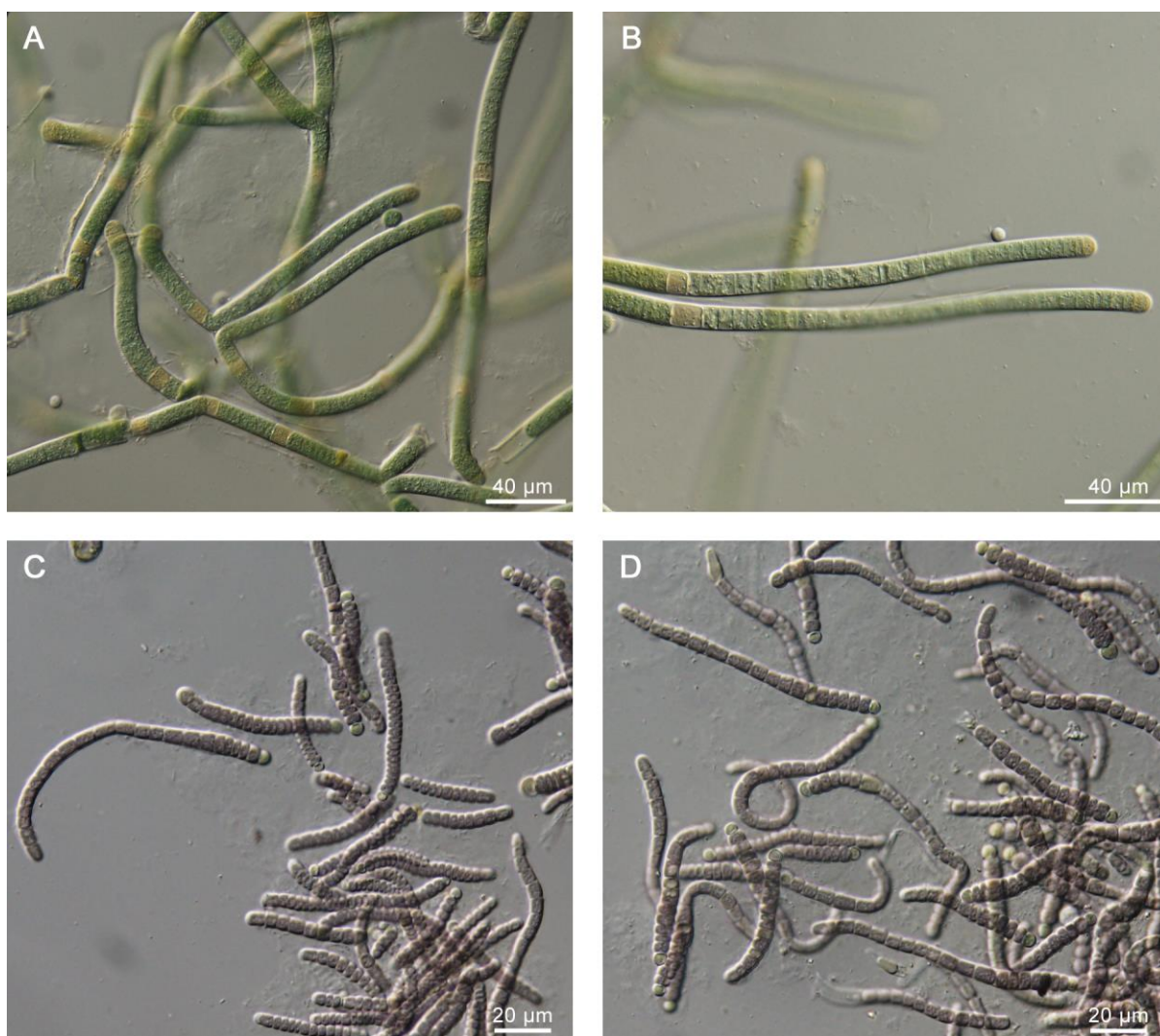
4.1. Vyizolované kmeny

Brasilonema epidendron (obr. 3)

Morfologie a ekologické nároky tohoto kmenu přesně odpovídají popisu druhu *Brasilonema epidendron* v literatuře (Komárek, 2013).

Calochaete cimrmanii (obr. 3)

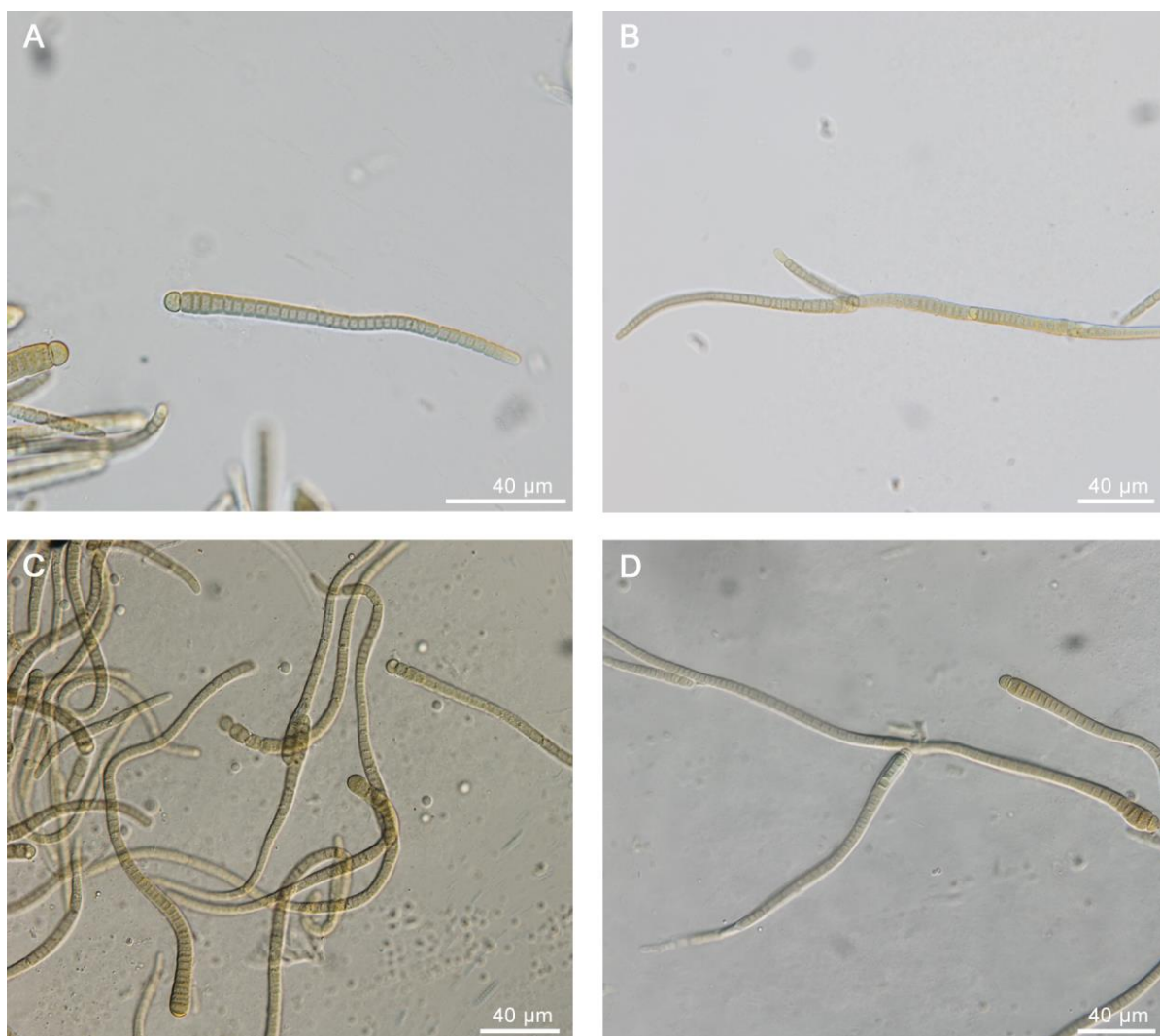
Morfologie a ekologické nároky tohoto kmenu přesně odpovídají popisu druhu *Calochaete cimrmanii* v literatuře (Hauer et al., 2013).



Obr. 3: *Brasilonema epidendron* (A-B), *Calochaete cimrmanii* (C-D).

Calothrix sp. 1 (obr. 4)

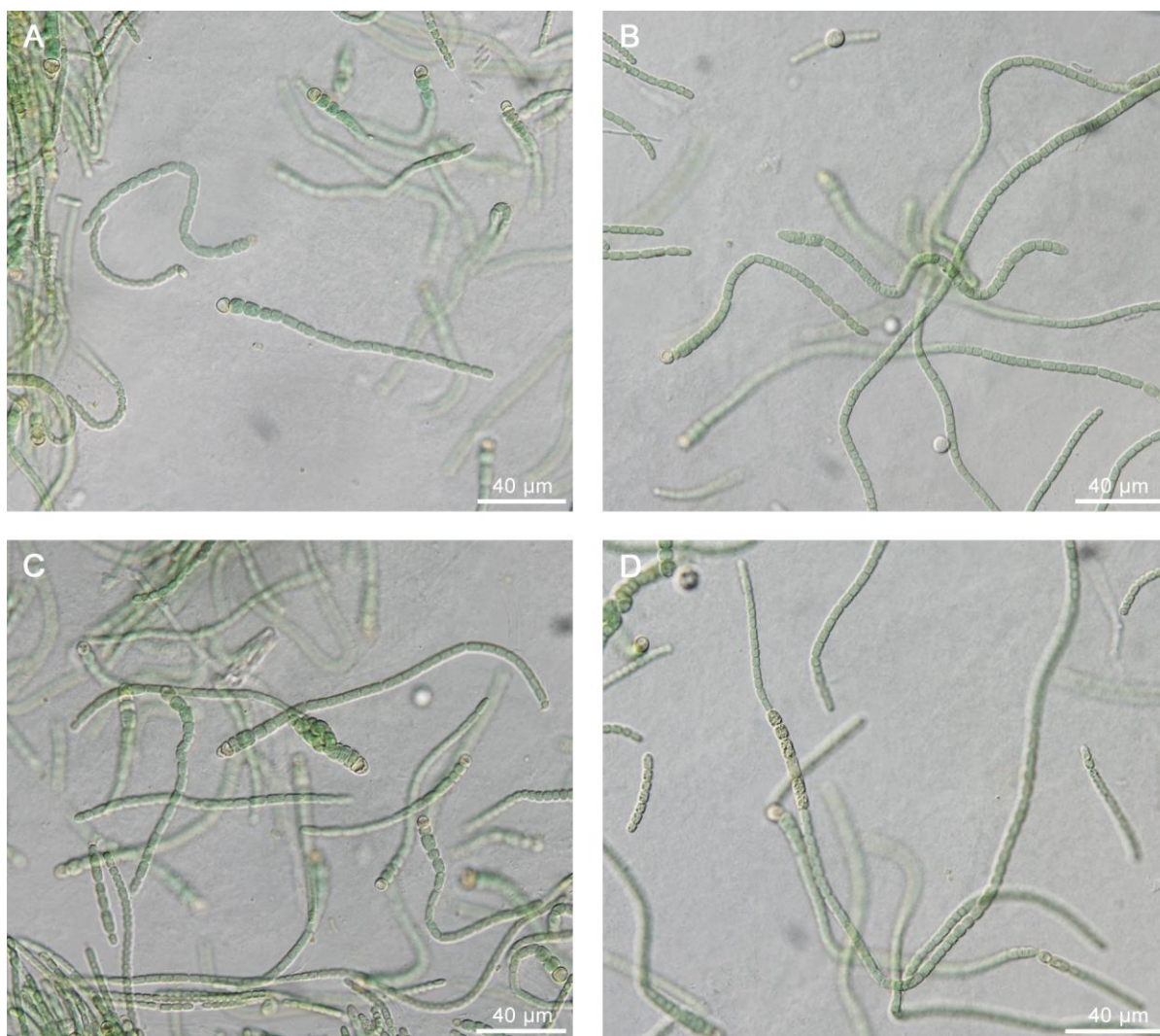
V rané fázi životního cyklu se heteropolární vlákno kontinuálně zužuje směrem od polokulovitěho heterocytu, buňky na bázi nejsou ztlustlé. V pozdní fázi životního cyklu mohou buňky na bázi tvořit výraznou ztlustlinu. Slizové pochvy nejsou v kultuře patrné. Vlákna se mohou nepravě větvit. Vlákno není zakončeno vláskovou strukturou. Trichomy nejsou výrazně zaškrcované na přepážkách. Běžové zelené buňky jsou kratší než širší nebo izodiametrické. Rozměry buněk na bázi: šířka 7-9,5 μm , délka 4 μm . Zaoblená koncová buňka je výrazně delší než ostatní buňky a je 4 μm široká. Rozměry polokulovitých heterocytů: šířka 6,5-8 μm , délka 5-6,5 μm .



Obr. 4: *Calothrix* sp. 1. Raná fáze životního cyklu (A-B). Pozdní fáze životního cyklu (C-D).

Calothrix sp. 3 (obr. 6)

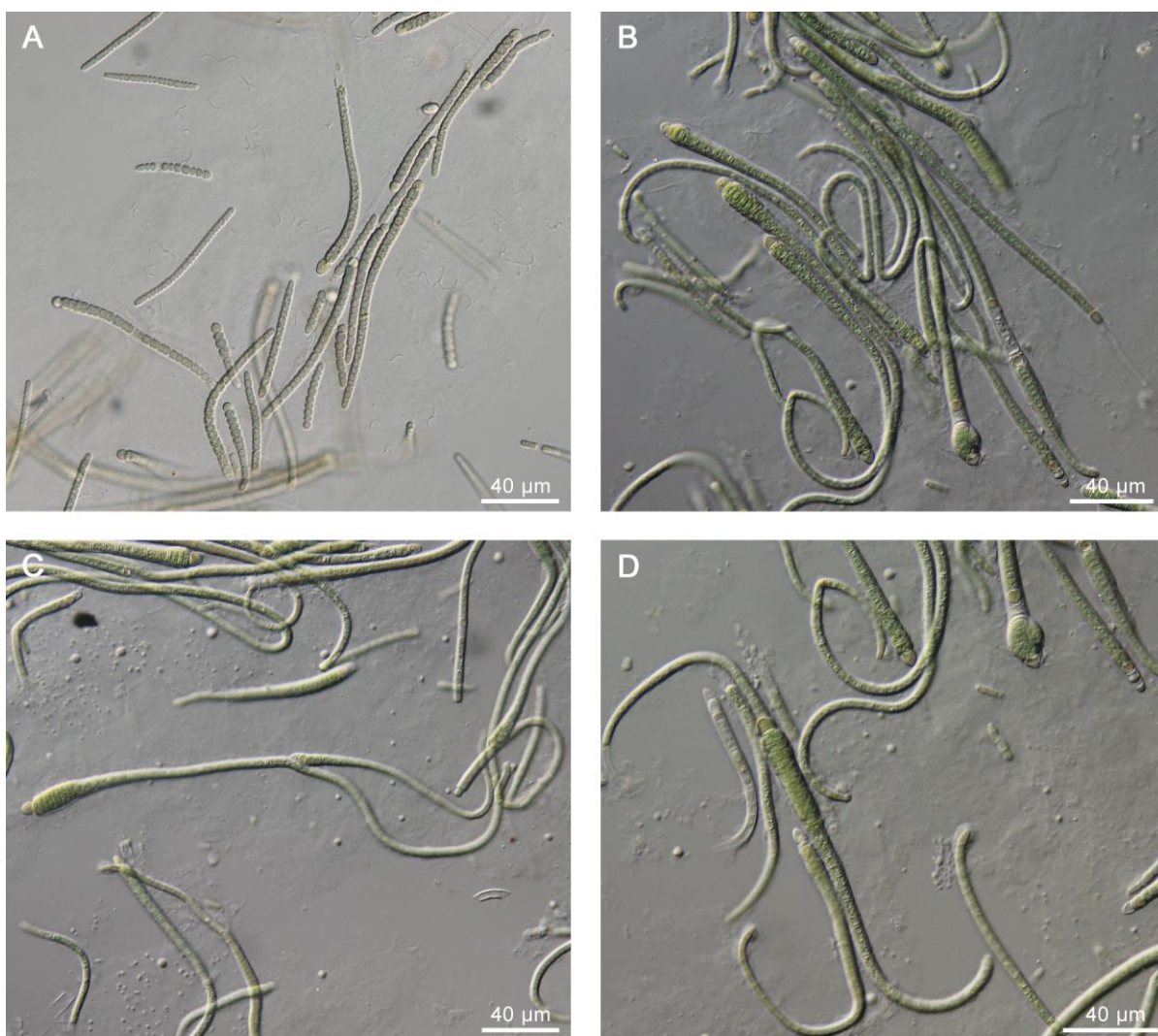
Barva buněk je smaragdová zelená. Pochva je průhledná, těsně přiléhá. Trichom je na bázi tvořen ztlustlými cylindrickými buňkami a je výrazně zaškrcovaný na přepážkách. Rozměry buněk na bázi: šířka 6,5 μm , délka 5-6,5 μm . Ve zbylé části trichomu je zaškrcování nevýrazné. Cylindrické buňky jsou izodiametrické nebo delší než širší. Vlákno se na konci výrazně nezužuje. Rozměry buněk mimo bázi a konec vlákna: šířka 4,5-5 μm , délka 4,5-6 μm . Koncová buňka je kónická, široká 3,5-4 μm . V bazální části trichomu se mohou utvářet polyseriální nahloučeniny buněk. Kulovité nebo polokulovité heterocyty mají rozměry: šířka 5-7,5 μm , délka 4-6 μm . V pozdní fázi životního cyklu se mohou ve vláknu tvořit artrospory řazené za sebou o rozměrech: šířka 5 μm , délka 6-7 μm .



Obr. 6: *Calothrix* sp. 3. Raná fáze životního cyklu (A-C). Pozdní fáze životního cyklu (D).

Calothrix sp. 4 (obr. 7)

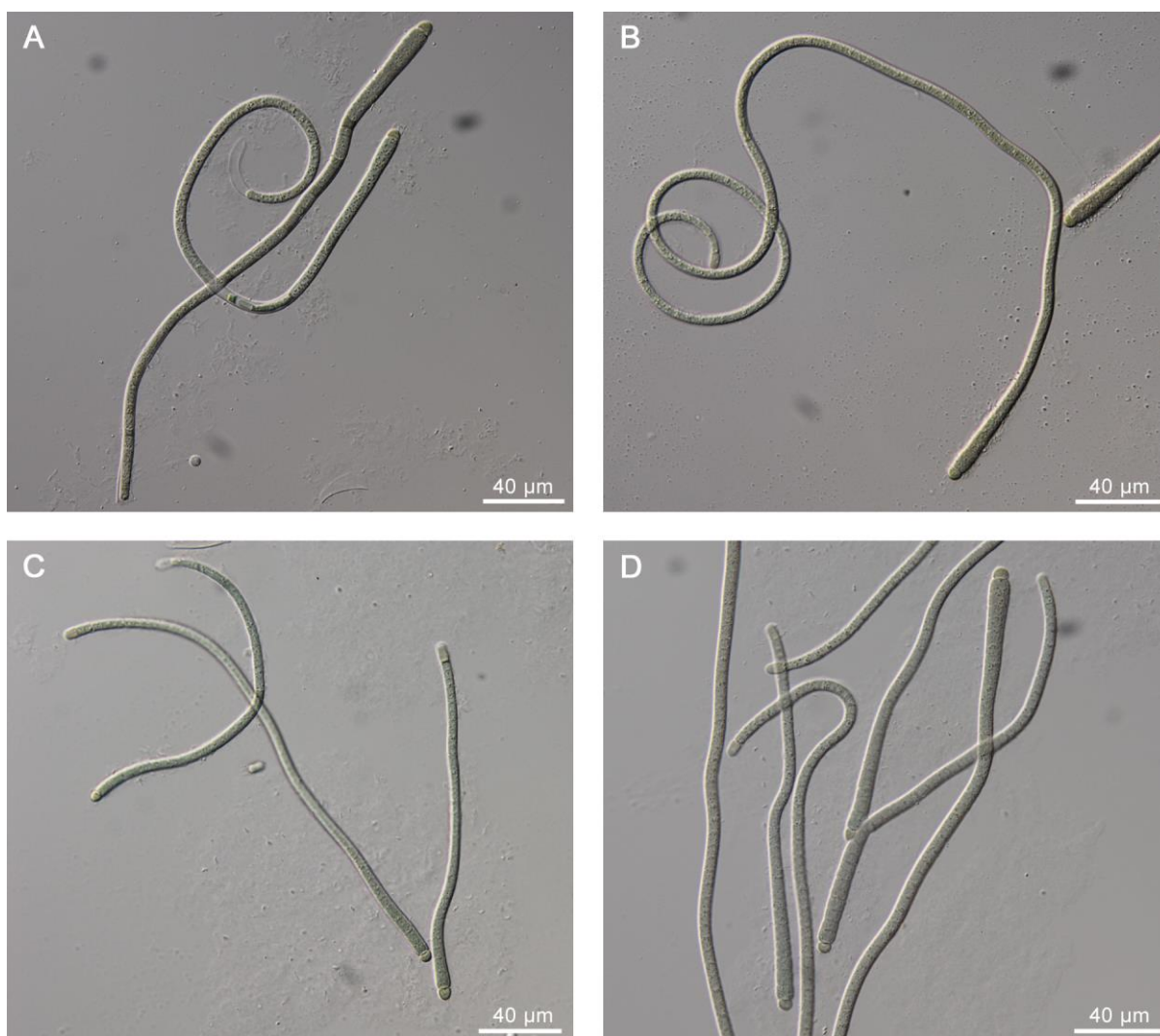
V rané fázi životního cyklu jsou trichomy tvořeny buňkami cementové šedé barvy s výrazně granulovaným obsahem. Pochva těsně přiléhá k trichomu. Vlákno se kontinuálně zužuje. Cylindrické buňky jsou kratší než širší. Rozměry buněk na bázi: šířka 5,5-7 μm , délka 3,5-5 μm . Koncová buňka je kónická, široká 4-4,5 μm . Heterocyty jsou kulovité nebo kónické. Rozměry heterocytů: šířka 5-5,5 μm , délka 5-7 μm . V pozdní fázi životního cyklu je barva buněk májová zelená. Pochva je zřetelná, přesahuje konec trichomu. Buňky na bázi tvoří ztlustlinu a jsou výrazně kratší než širší. Rozměry buněk na bázi: šířka 8,5-10,5 μm , délka 3,5-4 μm . Koncová buňka je kónická, 4 μm široká. Heterocyty jsou polokruhovitě až kónické o rozměrech: šířka 7-9,5 μm , délka 4-7 μm . Vlákna se mohou nepravě větvit.



Obr. 7: *Calothrix* sp. 4. Raná fáze životního cyklu (A). Pozdní fáze životního cyklu (B-D).

Calothrix sp. 5 (obr. 8)

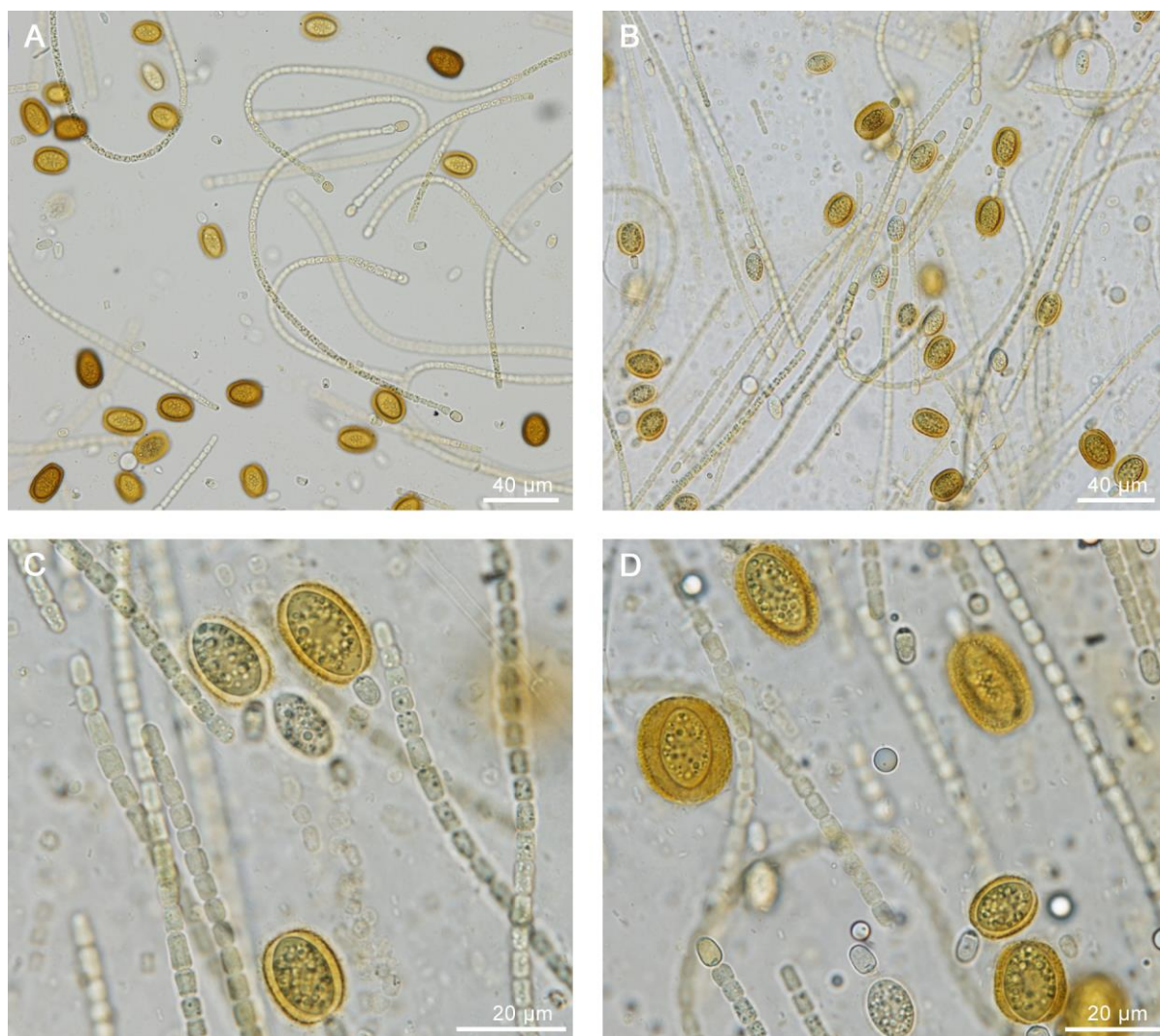
Barva buněk je rezedová zelená. Pochva není zřetelná. Trichom se kontinuálně zužuje. Zaškrcování na přepážkách není zřetelné. Obsah buněk je výrazně granulovaný. Rozměry buněk na bázi: šířka 6-7 μm , délka 4,5-5,5 μm . Kónická koncová buňka má šíři 4-4,5 μm . Její obsah není granulovaný. Polokulovité heterocyty mají rozměry: šířka 5,5-6 μm , délka 4-4,5 μm . Vlákna se mohou nepravě větvit. V průběhu životního cyklu se morfologie výrazně nemění.



Obr. 8: *Calothrix* sp. 5 (A-D).

Cylindrospermum badium (obr. 9)

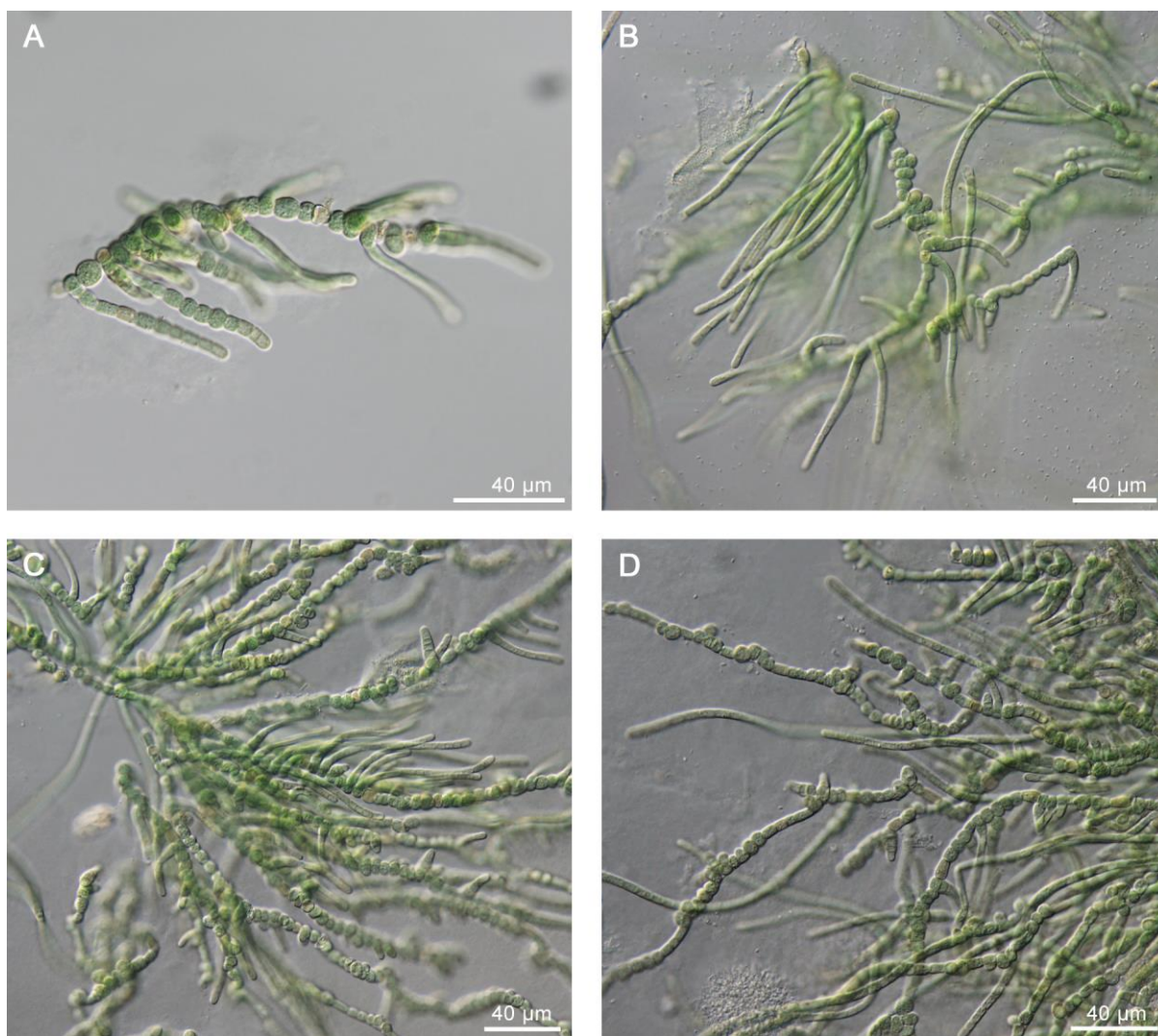
Morfologie a ekologické nároky tohoto kmenu přesně odpovídají popisu druhu *Cylindrospermum badium* v literatuře (Johansen et al., 2014).



Obr. 9: *Cylindrospermum badium* (A-D).

Fischerella sp. 1 (obr. 10)

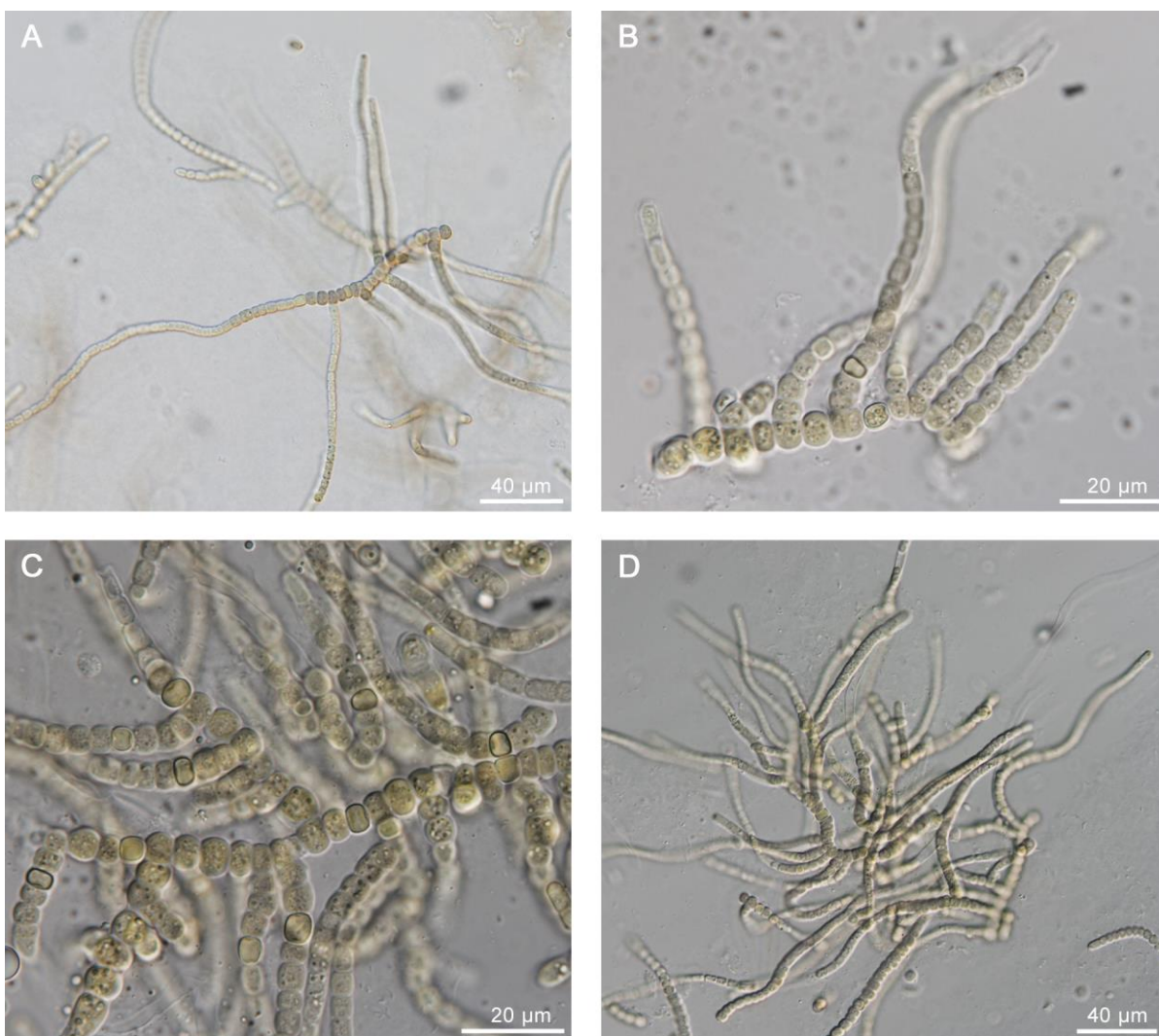
Barva buněk je trávová zelená. Obsah buněk je výrazně granulovaný. Intenzivně se větví, sekundárně i terciárně. Hlavní vlákno může být v některých částech polyseriátní. Tvoří ho buňky oválného nebo kulovitého tvaru. Rozměry buněk: šířka 8-9 μm , délka 7-11 μm . Interkalární heterocyty se tvoří v hlavních i sekundárních vláknech. Jejich tvar je kulovitý, občas cylindrický. Rozměry heterocytů: šířka 4-5,5 μm , délka 3,5-5 μm . První 1-2 buňky na bázi sekundárního vlákna jsou stejně široké jako buňky hlavního vlákna, buňky na konci vlákna se zužují až na 2,5 μm . Směrem od báze ke koncům sekundárního vlákna se buňky prodlužují a mohou být až dvakrát delší než širší. V průběhu životního cyklu se morfologie výrazně nemění.



Obr. 10: *Fischerella* sp. 1 (A-D).

Fischerella sp. 2 (obr. 11)

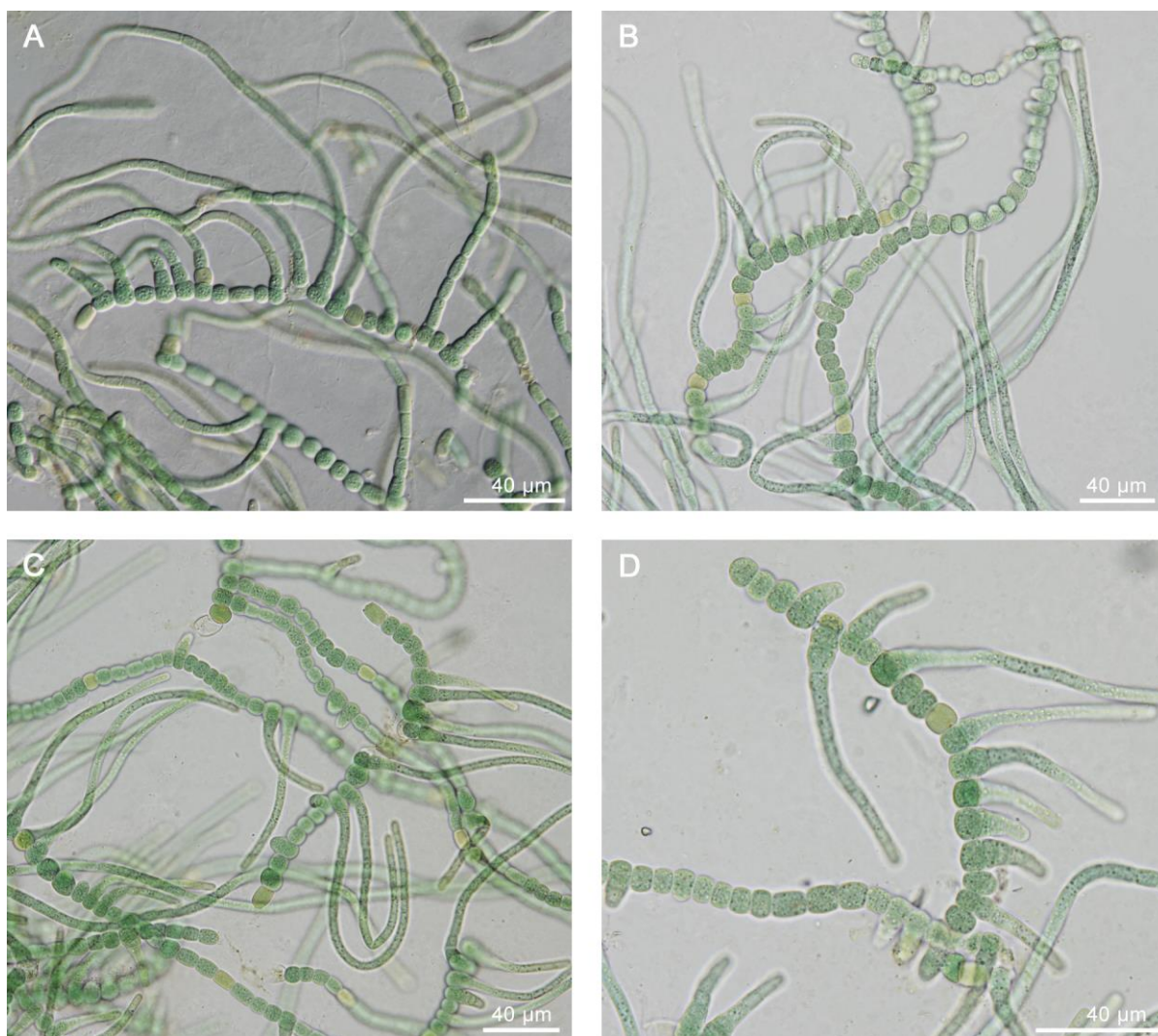
Barva buněk je rákosová zelená. Obsah buněk je výrazně granulovaný. Často se pravě větví, a to i terciárně. Hlavní vlákno je tvořeno z jedné řady buněk oválného nebo soudečkovitého tvaru. Buňky jsou kratší než širší nebo izodiametrické. Rozměry buněk: šířka 6-6,5 μm , délka 3,5-5,5 μm . Interkalární heterocyty se tvoří v hlavních i sekundárních vlákních. Tvarem se podobají ostatním buňkám. Rozměry heterocytů: šířka 5 μm , délka 3,5-5 μm . V celé délce sekundárního vlákna jsou buňky téměř stejně široké, vlákno se směrem ke koncům výrazně nezúžuje. Délka buněk sekundárního vlákna je variabilní, často se ale buňky v koncové části vlákna prodlužují. V průběhu životního cyklu se morfologie výrazně nemění.



Obr. 11: *Fischerella* sp. 2 (A-D).

Hapalosiphon sp. 1 (obr. 12)

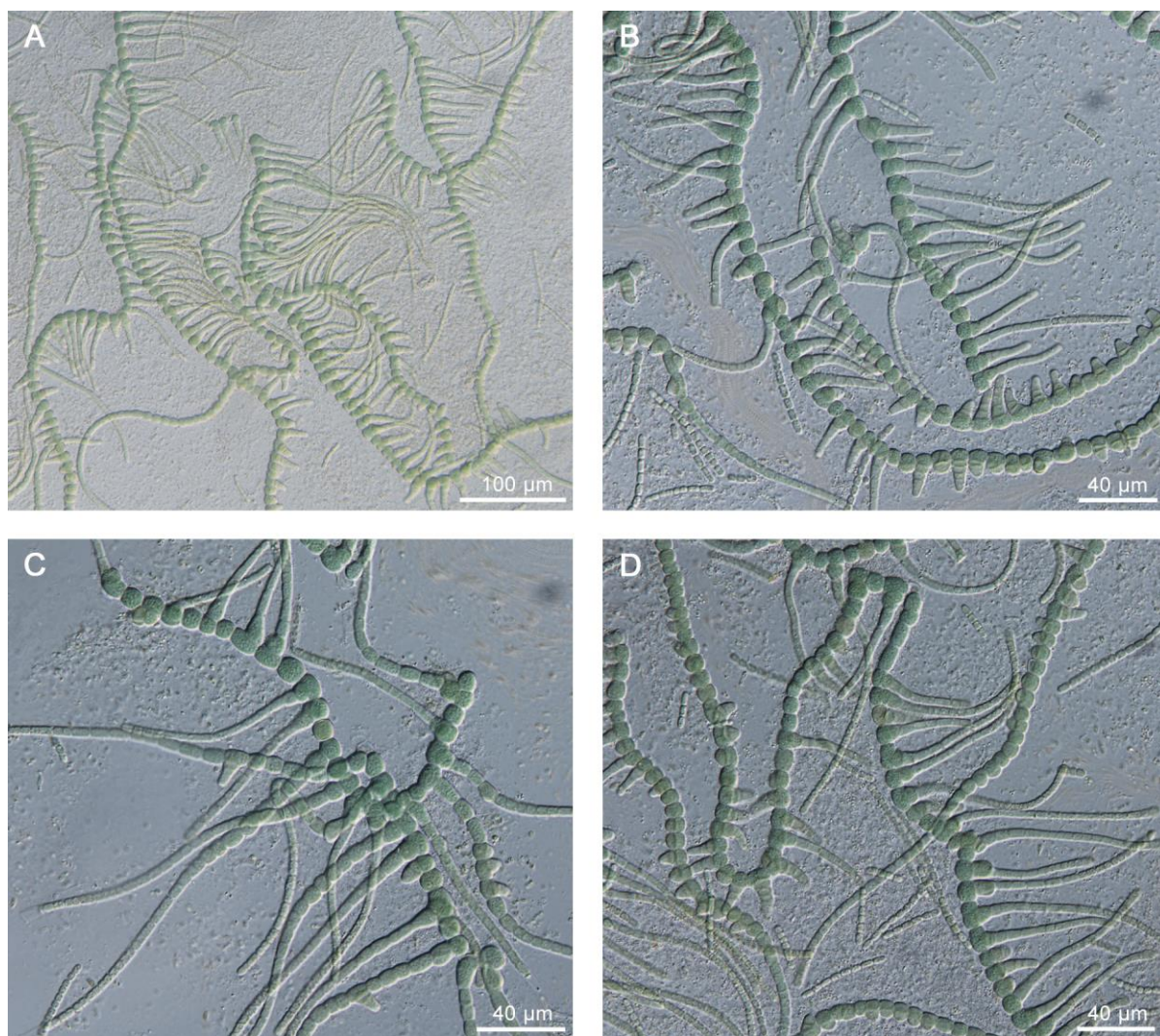
Barva buněk je bledězelená až trávová zelená. Obsah buněk je výrazně granulovaný. Často se pravě větví. Hlavní vlákno je tvořeno z jedné řady buněk variabilního tvaru – oválného, soudečkovitého nebo cylindrického. Rozměry buněk: šířka 6,5-10,5 μm , délka 5-8,5 μm . Interkalární heterocyty se tvoří v hlavních i sekundárních vláknech. Jejich tvar vykazuje stejnou variabilitu jako u ostatních buněk. Rozměry heterocytů: šířka 5,5-8 μm , délka 6,5-10 μm . Buňky sekundárního vlákna jsou na bázi stejně široké jako buňky hlavního vlákna, konec vlákna se zužuje až na 3,5 μm . Na bázi sekundárního vlákna jsou buňky kratší než širší, v ostatních částech vlákna mohou být až dvaapůlkrát delší než širší. V průběhu životního cyklu se morfologie výrazně nemění.



Obr. 12: *Hapalosiphon* sp. 1 (A-D).

Hapalosiphon sp. 2 (obr. 13)

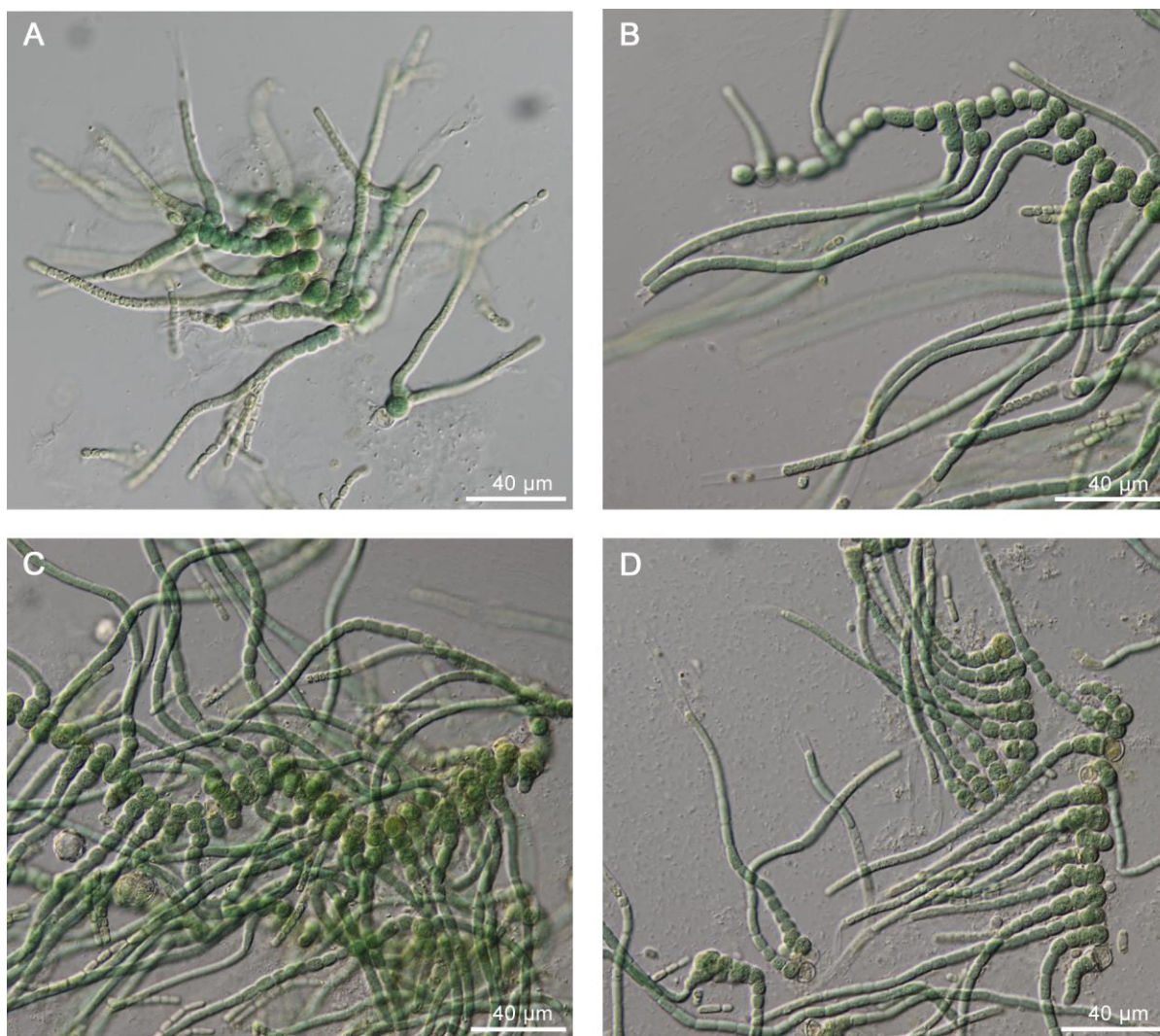
Barva buněk je rezedová zelená. Obsah buněk je granulovaný. Velmi často se právě větví. Na úseku hlavního vlákna složeného z 20 buněk může vznikat až 25 sekundárních vláken. Hlavní vlákno je tvořeno z jedné řady buněk kulovitého nebo soudečkovitého tvaru. Rozměry buněk: šířka 8-11,5 μm , délka 8-11,5 μm . Tvar interkalárních heterocytů je kulovitý nebo soudečkovitý. Rozměry heterocytů: šířka 9 μm , délka 9-11 μm . První 1-2 buňky na bázi sekundárního vlákna jsou stejně široké jako buňky hlavního vlákna, buňky na konci vlákna se zužují až na 2,5 μm . Směrem od báze ke koncům sekundárního vlákna se buňky prodlužují a mohou být až čtyřikrát delší než širší. V průběhu životního cyklu se morfologie výrazně nemění.



Obr. 13: *Hapalosiphon* sp. 2 (A-D).

Hapalosiphon sp. 3 (obr. 14)

Barva buněk je mátová zelená. Obsah buněk je granulovaný. Často se právě větví. Polyseriální hlavní vlákno je tvořeno z buněk kulovitého, občas oválného tvaru. Rozměry buněk: šířka 6-8,5 μm , délka 5-10,5 μm . Interkalární heterocyty kulovitého tvaru se tvoří pouze v hlavních vláknech. Rozměry heterocytů šířka: 6-9 μm , délka 5,5-8,5 μm . Báze sekundárního vlákna je tvořena 2-3 buňky stejně širokými a tvarovanými jako buňky hlavního vlákna, ostatní buňky jsou výrazně užší, cylindrického tvaru až třikrát delší než širší, konec vlákna se zužuje na 3 μm . V průběhu životního cyklu se morfologie výrazně nemění.



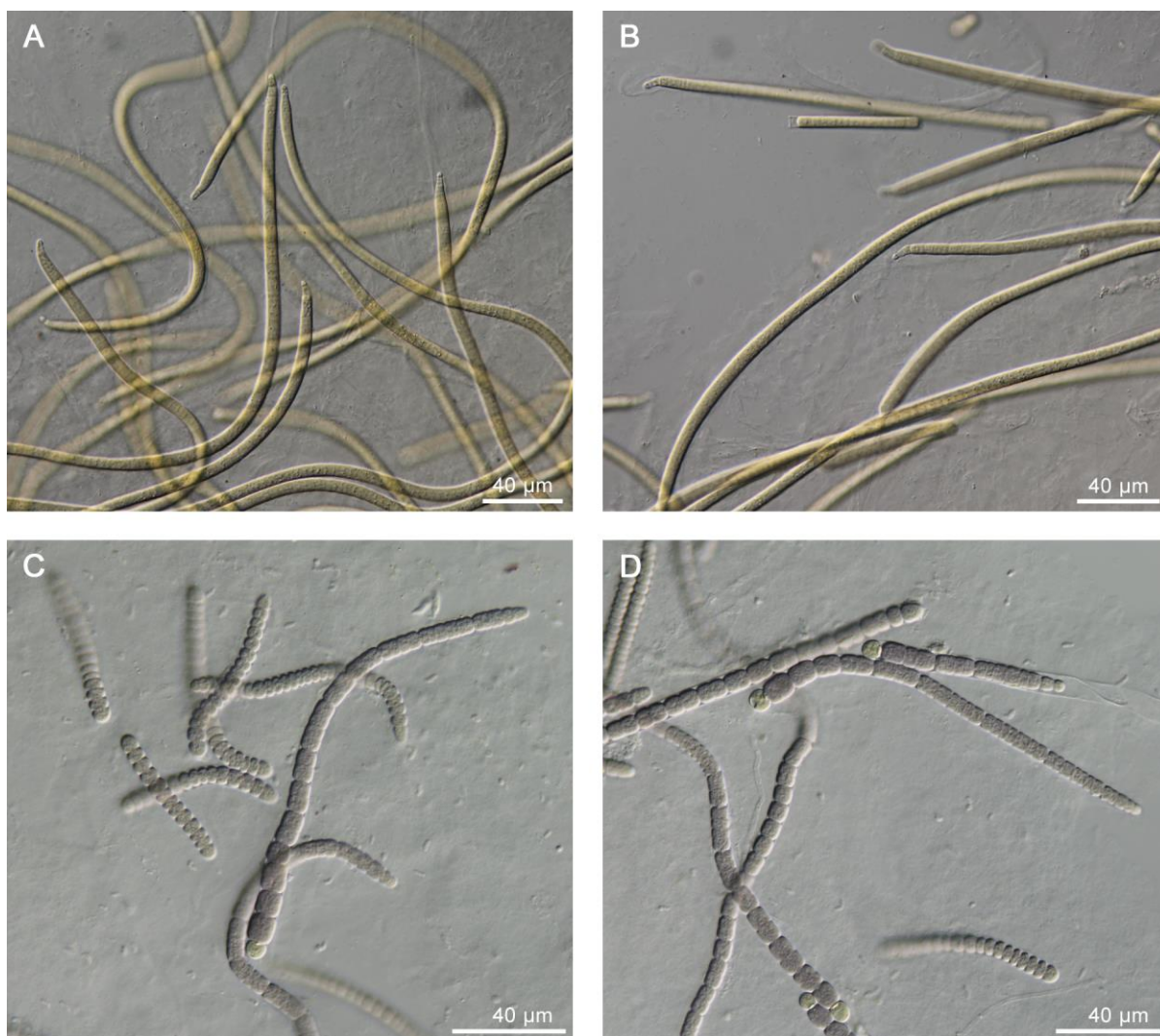
Obr. 14: *Hapalosiphon* sp. 3 (A-D).

Microcoleus vulgaris (obr. 15)

Morfologie a ekologické nároky tohoto kmenu přesně odpovídají popisu druhu *Microcoleus vulgaris* v literatuře (Komárek, 2013).

Microchaete sp. (obr. 15)

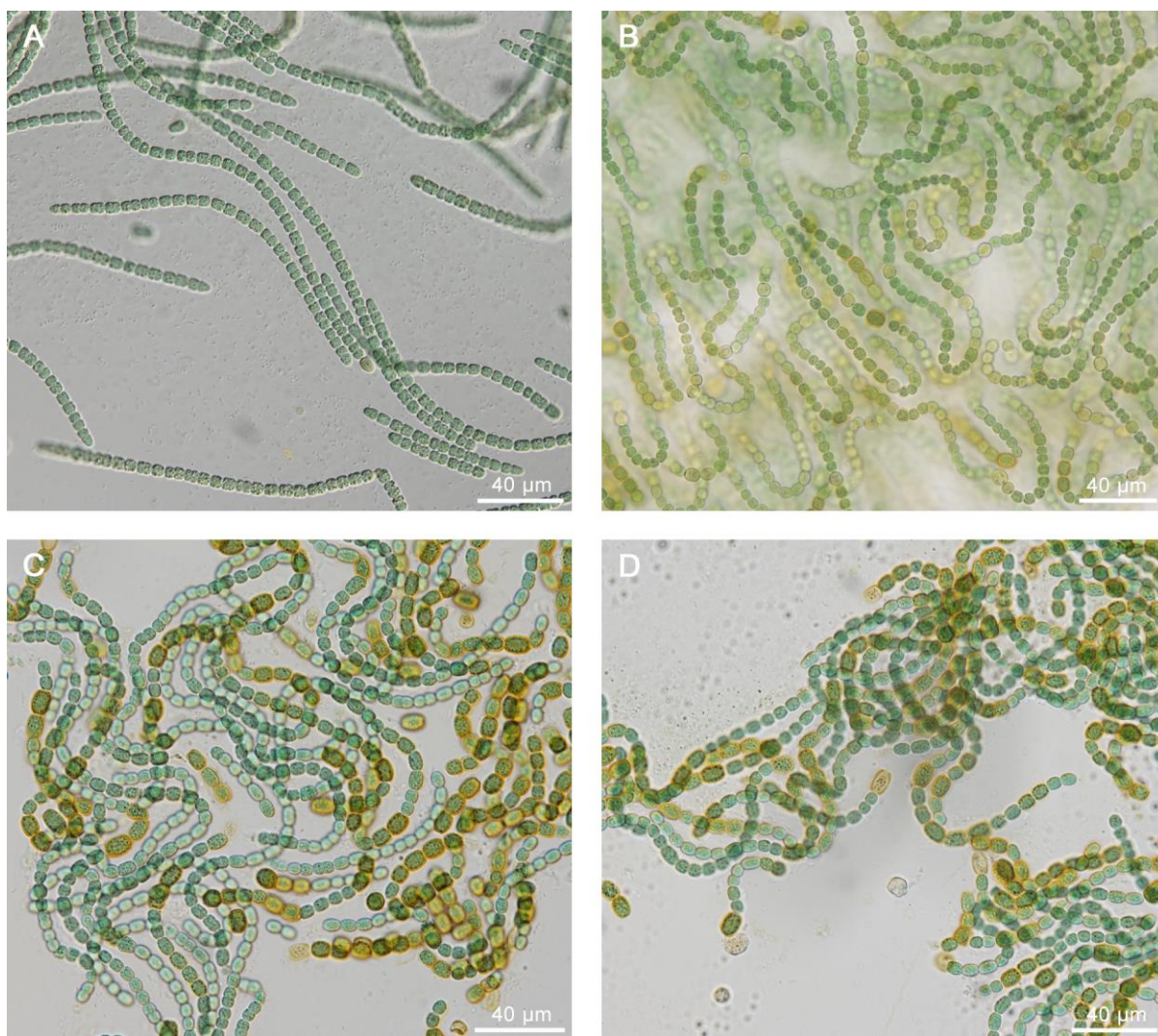
Barva buněk je cementová šedá až perleťová ostružinová. Pochva těsně přiléhá. Trichom se kontinuálně zužuje a je výrazně zaškrcovaný na přepážkách. Rozměry buněk na bázi: šířka 8-9,5 μm , délka 6-7,5 μm . Koncová buňka je kónická, široká 5 μm . Polokulovité až kulovité heterocyty mají rozměry: šířka 7-8,5 μm , délka 6-8,5 μm . Vlákna se mohou nepravě větvit. V průběhu životního cyklu se morfologie výrazně nemění.



Obr. 15: *Microcoleus vulgaris* (A-B), *Microchaete* sp. (C-D).

Nostoc sp. 1 (obr. 16)

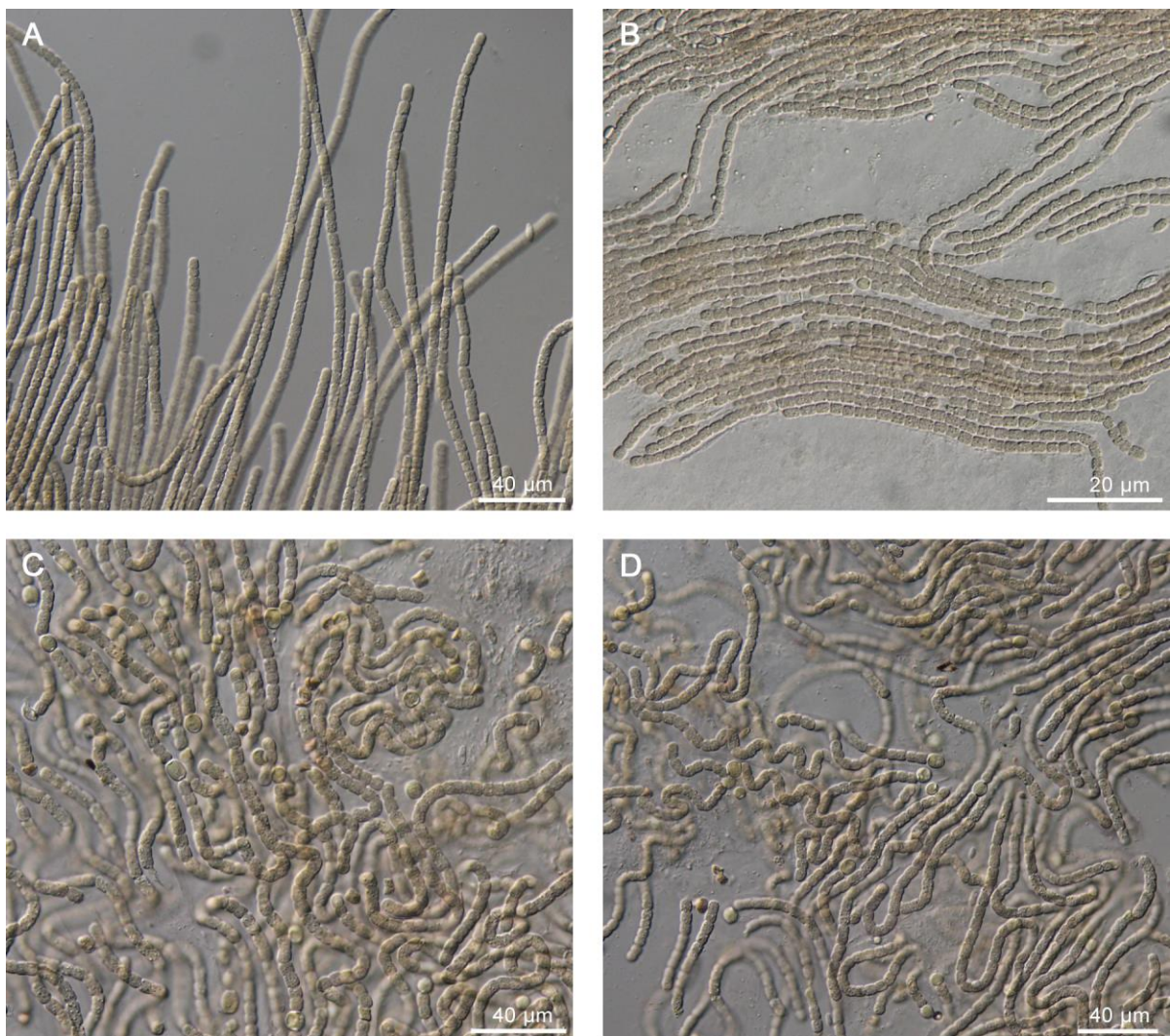
Buňky jsou rezedové zelené a jejich obsah je výrazně granulovaný. V rané fázi životního cyklu jsou vlákna tvořena z cylindrických buněk, izodiametrických nebo delších než širších. Rozměry buněk: šířka 5-5,5 μm , délka 5-6 μm . Trichom je zřetelně zaškrcovaný na přepážkách. Oba konce vláken jsou zakončeny kónickými buňkami. V pozdní fázi životního cyklu jsou vlákna tvořena buňkami soudečkovitého tvaru, které mohou být kratší než širší, izodiametrické nebo delší než širší. Rozměry buněk: šířka 5-5,5 μm , délka 5-6 μm . Často se tvoří interkalární heterocyty kulovitého nebo oválného tvaru o rozměrech: šířka 6-7 μm , délka 6-8 μm . Akinety oválného tvaru mají melounovou žlutou barvu a hladký povrch. Rozměry akinet: šířka 7-10 μm , délka 9-10 μm .



Obr. 16: *Nostoc* sp. 1. Raná fáze životního cyklu (A). Pozdní fáze životního cyklu (B-D).

Nostoc sp. 2 (obr. 17)

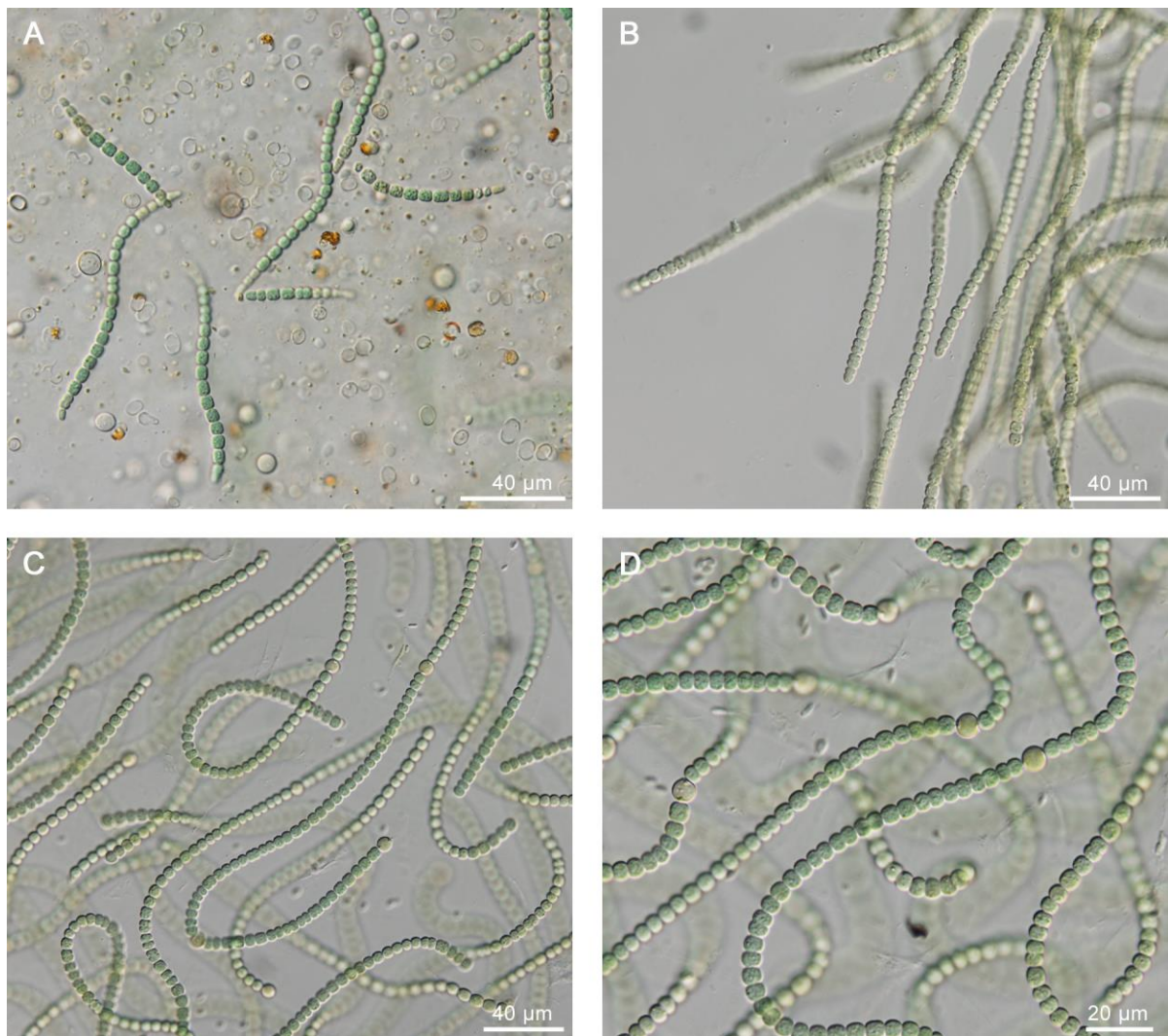
Buňky jsou olivově šedé a jejich obsah je výrazně granulovaný. V rané fázi životního cyklu jsou rovná vlákna tvořena cylindrickými buňkami. Buňky jsou izodiametrické nebo delší než širší. Jejich rozměry jsou: šířka 5,5 μm , délka 5,5-7 μm . V další fázi životního cyklu se vlákna krouží do tvaru sinusoidy. Tvoří se bazální i interkalární heterocyty, kulovité nebo oválné. Rozměry bazálních heterocytů: šířka 6 μm , délka 6-6,5 μm . Rozměry interkalárních heterocytů : šířka 6,5-8 μm , délka 6,5-9 μm . Tvorba akinet nebyla zaznamenána.



Obr. 17: *Nostoc* sp. 2. Raná fáze životního cyklu (A-B). Pozdní fáze životního cyklu (C-D).

Nostoc sp. 3 (obr. 18)

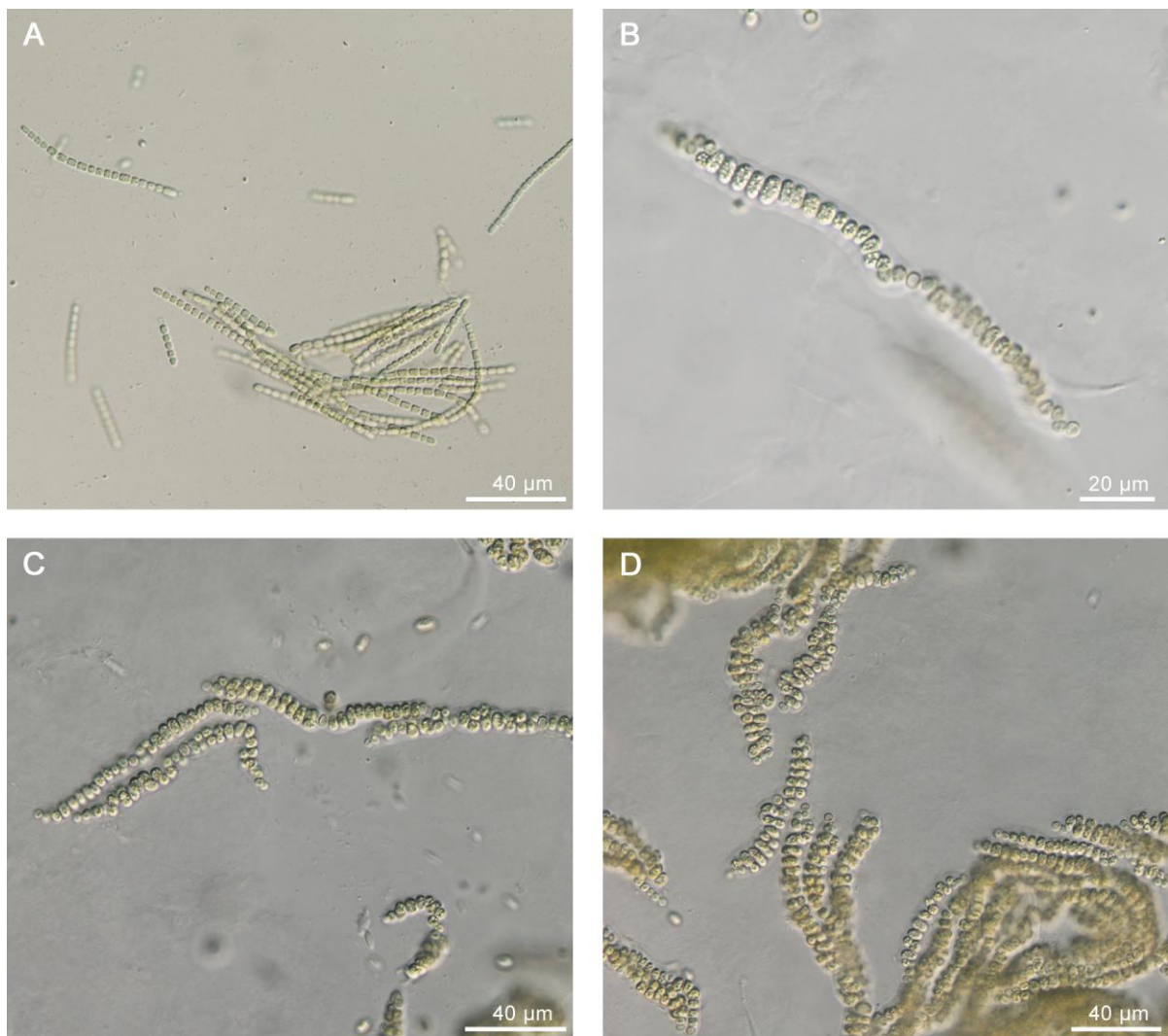
Buňky jsou májové zelené a jejich obsah je granulovaný. Vlákna jsou tvořena ze soudečkovitých nebo kulovitých buněk. Buňky jsou izodiametrické nebo kratší než širší. Jejich rozměry jsou: šířka 5,5-6 μm , délka 5-6 μm . V pozdější fázi životního cyklu se tvoří kulovité heterocyty a vlákna se zvolna krouží. Rozměry heterocytů: šířka 6,5-7 μm , délka 6,5-7 μm . Tvorba akinet nebyla zaznamenána.



Obr. 18: *Nostoc* sp. 3. Raná fáze životního cyklu (A-B). Pozdní fáze životního cyklu (C-D).

Nostoc sp. 4 (obr. 19)

Buňky jsou rezedové zelené a jejich obsah je granulovaný. V rané fázi životního cyklu jsou rovná vlákna tvořena cylindrickými buňkami o rozměrech $3 \times 3 \mu\text{m}$. V pozdní fázi životního cyklu tvoří hustě zkroucené trichomy ve slizovém obalu útvary podlouhle oválného tvaru, na jehož vrcholu vystupují bazální heterocyty. Rozměry oválných buněk: šířka $4,5\text{--}5 \mu\text{m}$, délka $4 \mu\text{m}$. Tvoří se i interkalární heterocyty kulovitěho nebo oválného tvaru. Rozměry heterocytů: šířka $3,5\text{--}5 \mu\text{m}$, délka $4 \mu\text{m}$. Tvorba akinet nebyla zaznamenána.



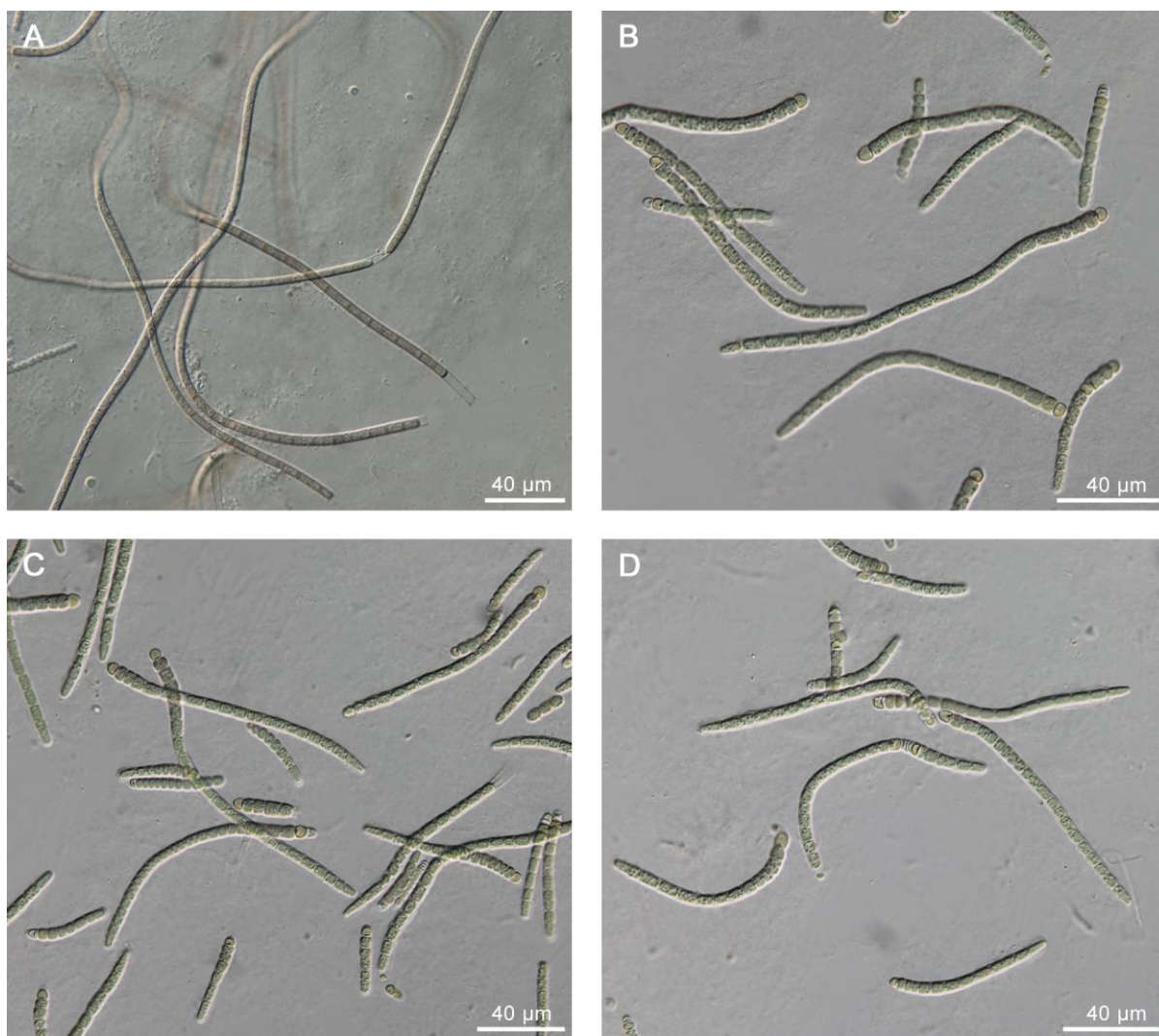
Obr. 19: *Nostoc* sp. 4. Raná fáze životního cyklu (A). Pozdní fáze životního cyklu (B-D).

Phormidium corium (obr. 20)

Morfologie a ekologické nároky tohoto kmenu přesně odpovídají popisu druhu *Phormidium corium* v literatuře (Komárek, 2013).

Roholtiella bashkiriorum (obr. 20)

Morfologie a ekologické nároky tohoto kmenu přesně odpovídají popisu *Roholtiella bashkiriorum* v literatuře (Bohunická et al., 2015).

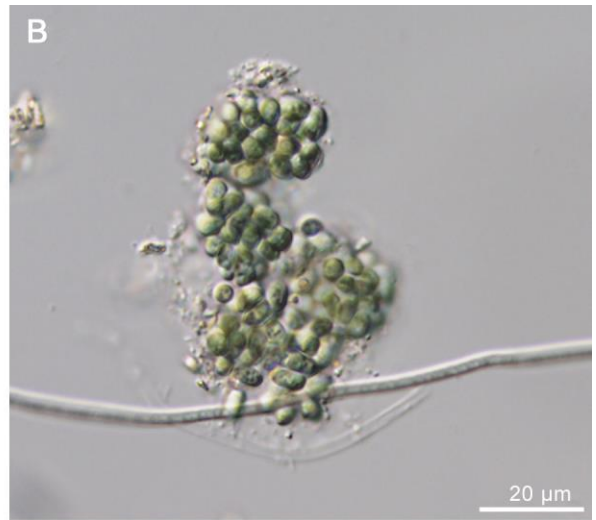


Obr. 20: *Phormidium corium* (A), *Roholtiella bashkiriorum* (B-D).

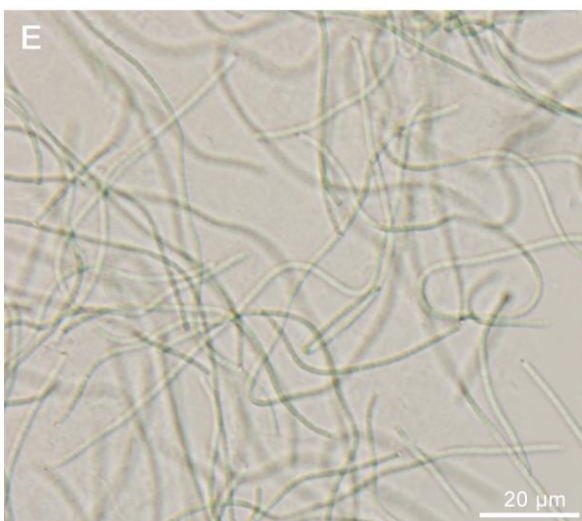
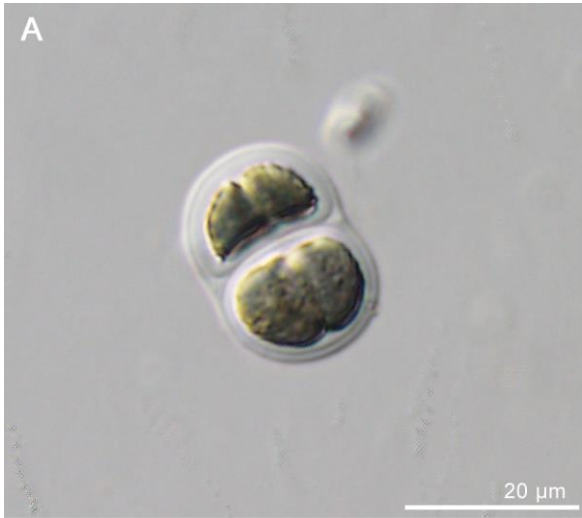
4.2. Ostatní nalezené taxony



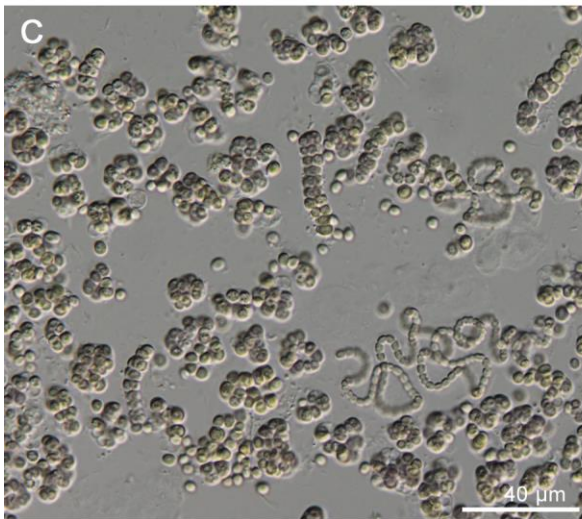
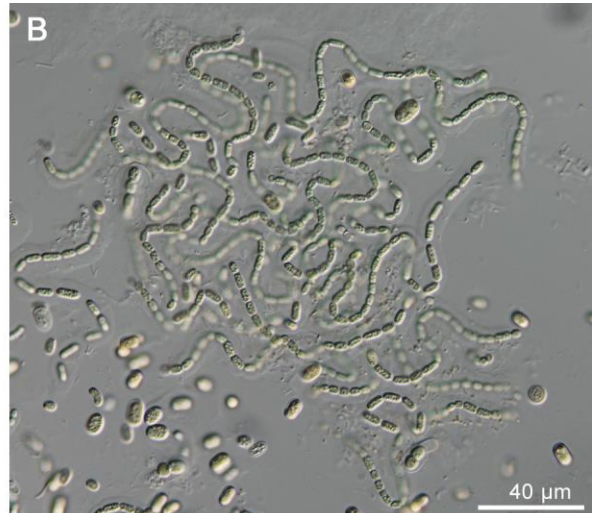
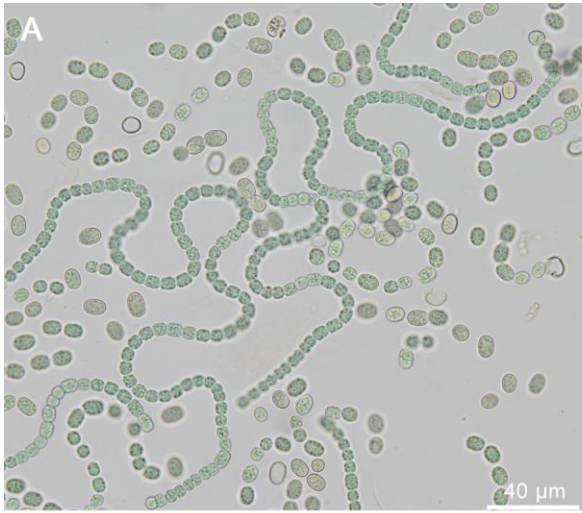
Obr. 21: *Anabaena sphaerica* (A), *Brasilonema* sp. (B-F).



Obr. 22: *Calothrix* cf. *capitularis* (A), *Cyanosarcina huebeliorum* (B), *Cylindrospermum majus* (C), *Cylindrospermum skujae* (D), *Dichothrix subdichotoma* (E), *Gloeothece palea* (F).



Obr. 23: *Chroococcus turgidus* (A), *Chroococcus turicensis* (B), *Leibleinia epiphytica* (C), *Leptolyngbya* sp. 1 (D), *Leptolyngbya* sp. 2 (E), *Nostoc* sp. 5 (F).



Obr. 24: *Nostoc* sp. 7 (A), *Nostoc* sp. 8 (B), *Nostoc* sp. 9 (C), *Nostoc* sp. 10 (D), *Phormidium* sp. 1 (E), *Phormidium* sp. 2 (F).



Obr. 25: *Plectonema wollei* (A), *Scytonema hofmannii* (B), *Scytonema stuposum* (C), *Scytonematopsis calothrichoides* (D), *Scytonematopsis ghazipurensis* (E), *Stigonema robustum* (F).

5. Diskuze

Výzkum sinic v oblasti jihovýchodní Asie a Nové Guiney je nejvíce soustředěn na sinice sladkovodních biotopů nebo na sekundární metabolity, které sinice produkují. Díky příznivým klimatickým podmínkám je v jihovýchodní Asii pěstování rýže základním zdrojem obživy, proto se podstatná část výzkumu zabývá i sinicemi na rýžových polích. Fixací vzdušného dusíku přispívají sinice k obohacení půdy o tento významný biogenní prvek, a tím k navýšení výtěžku z úrody rýže bez nutnosti aplikace velkého množství průmyslových hnojiv. Minoritní část výzkumu sinic je zaměřena na aerické sinice.

Přínosných prací zabývajících se aerickými sinicemi zájmové oblasti bylo nalezeno 24. Práce pocházejí z ostrova Nová Guinea a Woody Island, Indonésie, Singapuru, Hong Kongu, Kambodži, Tchaj-wanu a Vietnamu. Podle tématu bychom práce mohli rozdělit do tří hlavních kategorií – práce o sinicích do té doby neprobádaných nebo málo probádaných oblastí, o sinicích půdních a o sinicích rostoucích na památkách.

Nejvíce prací pochází z Nové Guiney a Indonésie. Přispěl k tomu mocenský vývoj těchto zemí v minulosti. Indonésie byla v období 1602-1949 kolonií Nizozemska a část Papuy Nové Guiney patřila v letech 1884-1920 Německu. Na počátku minulého století vypraveno několik velkých nizozemských a německých expedic do těchto neprozkoumaných oblastí, kde byly mimo jiné zkoumány aerofytické sinice (Schumann a Lauterbach, 1901, Weber-Van Bosse, 1913). Papuu Novou Guineu si jako místo pro výzkum sinic či řas oblíbil Hoffmann v 90. letech 20. století. Zabýval terestrickými i mořskými sinicemi a lišejníky Papuy Nové Guiney (Hoffmann, 1991a, 1991b, 1991c, Hoffmann a Büdel, 1992). Watanabe et al. (1979) zkoumali sinice z hory Mt. Wilhelm. Složení půdních společenstev sinic bylo zkoumáno

na Papui Nové Guineji, v Singapuru, Hong Kongu, Tchaj-wanu a Vietnamu, (Johnson, 1962, Johnson, 1973, Hill et al., 2000, Hạng, 2010, Lin et al., 2013). Diverzitou epixylických sinic se na území Singapuru a Jávy recentně zabývali Neustupa a Škaloud (2008, 2010). Sinice kolonizující stěny chrámového komplexu Angkor v Kambodži svou v současné době intenzivně zkoumány, protože jsou jedním z činitelů deteriorace a degradace těchto památek (Gaylarde et al., 2011, Kusumi et al., 2013, Caneva et al., 2015).

Celkem bylo v literárních pramenech zaznamenáno 213 taxonů aerofytických sinic, z čehož 57 bylo nalezeno na ostrově Nová Guinea. Rody s největším počtem zastoupených druhů v těchto pracích byly *Scytonema*, *Stigonema*, *Phormidium*, *Nostoc* a *Gloeocapsa*. Druhy, které se často vyskytovaly napříč celou zájmovou oblastí, byly *Chroococcus*

turgidus, *Scytonema javanicum*, *Scytonema stuposum*, *Scytonema hofmannii*, *Stigonema hormoides*, *Stigonema panniforme*, *Stigonema minutum*, *Calothrix braunii*, *Calothrix fusca*, *Calothrix parietina*, *Nostoc linckia*, *Nostoc commune*.

O správnosti determinace některých druhů v rešeršně zpracovaných pracích lze polemizovat. Například výskyt *Gloeocapsa ralfsii* v mechu u jezera Piunde, jak uvádí Watanabe et al. (1979), je krajně nepravděpodobný. Zástupci rodu *Gloeocapsa* osidlují výhradně skalnaté habitaty.

Z 51 mnou nalezených taxonů aerofytických sinic bylo vyizolováno 21 čistých jednodruhových kultur. Důvodů, proč nebyly všechny taxony vykultivovány, je několik.

Některé druhy byly konkurenčně slabé a v kultuře, kde se nacházely i jiné druhy sinic, byly potlačeny. Mezi sinice, které jsou schopné velmi úspěšně převládnout ve směsné kultuře, jednoznačně patří zástupci rodu *Leptolyngbya*.

Při odběrech na Papui Nové Guineji se do vzorků kromě sinic nevyhnutelně dostaly také houby, které se v přírodě nachází také v nárostech sinic. Tyto houby jsou schopné velmi dobře růst na sinicových kultivačních mediích a je těžké je z kultury odstranit. Při pokusech o jejich odstranění jsem kultury často přeočkovávala, použila cykloheximid nebo jsem kultury přeočkovala do zkumavek s tekutým médiem Z8, které jsem umístila na laboratorní třepačku. Shledala jsem, že použití cykloheximidu nemělo žádný účinek. Časté přeočkovávání a umístění kultur v tekutém mediu na laboratorní třepačku pomáhalo v odstranění hub, přesto bylo velmi obtížné docílit jejich absolutního vymizení.

Některé taxony sinic jsou obecně považovány za velice obtížně kultivovatelné nebo nekultivovatelné. Svědčí o tom nespočet marných pokusů o jejich kultivaci. Zářným příkladem jsou zástupci rodu *Stigonema*. Ve významných světových sbírkách existuje jediný kmen rodu *Stigonema*, a to *Stigonema ocellatum* SAG 48.90. Přičemž tento rod je zastoupen 90 validními druhy (AlgaeBase), které jsou přirozeně široce rozšířené po celém světě.

Z 51 nalezených aerických sinic bylo pouze 24 s jistotou zařazeno do druhu, vzhledem ke shodnému původnímu popisu morfologie, ekologických nároků i distribuce.

Calothrix cf. *capitularis* se s původním popisem *Calothrix capitularis* shoduje morfologicky i ekologickými nároky, avšak záznam o distribuci pochází pouze z Evropy. *Calothrix capitularis* byla popsána z vápencové stěny pod vodopády ve Slovenském ráji (Uher, 2007), což koreluje s mým nálezem na vápencové skále pod vodopádem u vesnice

Ohu. Abychom mohli potvrdit, že se jedná o totožné druhy, bylo by nezbytné použít molekulární analýzu.

Více než polovina nalezených sinic byla zařazena pouze do rodu. *Pseudanabaena* sp. nebyla určena do druhu, neboť se ve vzorku nenacházela v množství dostatečném k přesné identifikaci.

Zástupci rodu *Nostoc* nebyli klasifikováni do druhu, protože při odběru vzorků nebyl zaznamenán vzhled makroskopické kolonie, který je jedním z hlavních určovacích znaků druhů tohoto rodu.

Rod *Leptolyngbya* je druhově velmi rozmanitý a druhová determinace je problematická, neboť nejsou k dispozici natolik specifické determinační znaky, podle kterých by bylo možné daného zástupce spolehlivě přiřadit do druhu bez použití molekulárních metod.

Nalezení zástupci rodů *Hapalosiphon*, *Fischerella* a někteří z rodů *Calothrix*, *Phormidium* a *Microchaete* se neshodovali s taxony popsány v literatuře, pomocí které byly nalezené sinice určovány. Jak jsem již zmínila, aerofytické sinice tropického podnebného pásu byly dosud jen málo studovány, a tak neexistuje ani komplexní literatura k jejich determinaci. Nejčastěji používaná a zevrubná determinační literatura se týká sinic z mírného pásu. Domnívám se, že není správné se přehnaně snažit sinice nalezené v tropech zařadit do druhů popsanych z temperátu. O tzv. force-fittingu se zmiňují například i Sherwood (2007) a Komárek (1999). Nemůžeme vyloučit fakt, že v tropické oblasti se mohou vyskytovat sinice fylogeneticky odlišné od sinic mírného pásu, endemické.

Vyizolované kmeny *Hapalosiphon*, *Fischerella* a *Calothrix*, které nebylo možné dle dostupné literatury zařadit do druhu, budou dále zpracovány molekulárními analýzami, aby byla objasněna jejich fylogenetická příslušnost. To lze považovat za jeden z největších přínosů mé práce, neboť skupina právě se větvících sinic, jako jsou rody *Hapalosiphon* a *Fischerella*, a *Calothrix* je v procesu celkové taxonomické revize a příspěvek mnou vyizolovaných kmenů by mohl být velmi přínosný.

Další přínos své práce shledávám v objevu netypického zástupce rodu *Brasilonema* (ve výsledcích uváděného jako *Brasilonema* sp.) Od všech popsanych druhů se morfologicky liší natolik, že se s velkou pravděpodobností jedná o nový druh. Šířka vláken může dosahovat přes 30 μm (největší naměřená hodnota byla 34 μm). Z popsanych druhů rodu *Brasilonema* má největší šířku vláken *B. tolantongense*, její vlákna mohou dosahovat šířky až 25 μm . Mnou nalezený materiál se tedy odlišuje natolik výrazně, že lze uvažovat o tom, že se jedná o nový druh. Ač se ji dosud nepodařilo vyizolovat ze směsné

kultury, budu se o to nadále snažit. Po té, co bude získána čistá kultura, bude podrobena molekulárním analýzám.

Protože zástupci rodu *Brasilonema* se velmi podobají zástupcům rodu *Scytonema*, především morfologií vláken a přítomností interkalárních heterocytů (Fiore et al., 2007), je velmi pravděpodobné, že v minulosti byli klasifikováni právě jako druhy rodu *Scytonema*. *Brasilonema* se od *Scytonema* liší mimo jiné tím, že vlákna mohou nabývat fialové barvy. Komárek (2013) například v popisu *Scytonema stuposum* uvádí možné fialové zbarvení trichomů. Na základě tohoto popisu jsem i já jednu z nalezených sinic determinovala jako *Scytonema stuposum*. Jedná se opravdu o zástupce rodu *Scytonema*, nebo tento morfotyp patří do rodu *Brasilonema*? Jedině molekulární analýza by mohla na tuto otázku přinést jasnou odpověď. Proto se budu dále snažit daný morfotyp vykultivovat do podoby jednodruhového kmenu.

Srovnání mých nálezů s druhy zaznamenanými ve shromážděné literatuře nemůže být celistvé kvůli tomu, že 27 sinic z mých vzorků nemohlo být z výše zmíněných důvodů určeno do druhu. Z 24 do druhu determinovaných sinic bylo již osm druhů zaznamenáno v literatuře o aerofytických sinicích jihovýchodní Asie a Nové Guiney. Jedná se o druhy *Anabaena sphaerica* (De Wildeman, 1900, Schumann a Lauterbach, 1901, Weber-Van Bosse, 1913), *Cylindrospermum majus* (Weber-Van Bosse, 1913, Phung et al., 1992), *Chroococcus turgidus* (Weber-Van Bosse, 1913, Frémy, 1932, Johnson, 1973, Watanabe et al., 1979, Hill et al., 2000, Hạng, 2010), *Phormidium corium* (De Wildeman, 1900, Hill et al., 2000), *Plectonema wollei* (Schumann a Lauterbach, 1901), *Scytonema hofmannii* (De Wildeman, 1900, Schumann a Lauterbach, 1901, Frémy, 1932, Kolkwitz a Krieger, 1936, Johnson, 1962, Johnson, 1973, Phung et al., 1992, Hill et al., 2000, Hạng, 2010), *Scytonema stuposum* (De Wildeman, 1900, Weber-Van Bosse, 1913, Frémy, 1932, Phung et al., 1992, Hạng, 2010) a *Scytonematopsis calothrichoides* (Geitler, 1933). Zbylých 16 druhů sinic bylo na tomto území zaznamenáno poprvé.

U mnou nalezených zástupců recentně popsáných rodů *Calochaete* (Hauer et al., 2013) a *Roholtiella* (Bohunická et al., 2015) lze polemizovat, zda v zájmové oblasti byly již dříve zaznamenány, ale byl jim přidělen jiný název, nebo zda je můj nález úplně prvním.

Výskyt kokálních typů sinic je v literatuře této oblasti velmi často zaznamenán, obzvlášť výskyt zástupců rodu *Chroococcus* (Weber-Van Bosse, 1913, Frémy, 1932, Geitler, 1933, Johnson, 1973, Watanabe, 1979, Hill et al., 2000, Hạng, 2010) a *Gloeocapsa* (Frémy,

1932, Johnson, 1973, Watanabe, 1979, Phung et al., 1992, Hill et al., 2000, Hạng, 2010), přičemž já jsem našla pouze tři druhy kokálních sinic. Může to být v důsledku malého počtu vzorků odebraných ze skalních útvarů, kde bych výskyt zástupců minimálně rodu *Gloeocapsa* očekávala. Pozoruhodný je můj nález *Stigonema robustum*, neboť v celé zájmové oblasti bylo zaznamenáno deset zástupců rodu *Stigonema*, ale tento druh nikoliv. Ze 14 druhů, které jsem našla na hoře Mt. Wilhelm, se pouze *Chroococcus turgidus* shoduje s nálezem Watanabeho et al. (1979), který na této lokalitě sinice také zkoumal.

Negativní vliv El Niño na biotu zasaženého území jsem zaznamenala při odběru vzorků sinic v nížinném deštném lese. Kvůli extrémnímu suchu byly nárosty sinic na kůře a listech stromů makroskopicky téměř nerozeznatelné. Dle ústního sdělení Bc. Kateřiny Delawské, DiS, která zde odebírala vzorky o dva roky dříve, v neutrální fázi El Niño – jižní oscilace, byly sinicové nárosty makroskopicky jasně viditelné a často se vyskytující. Je tedy vidět jasný negativní dopad El Niño i na život mikroskopických organismů.

6. Závěr

Literárních pramenů zabývajících se aerofytickými sinicemi oblasti jihovýchodní Asie a Nové Guiney bylo nalezeno 24. Práce pocházejí z ostrova Nová Guinea a Woody Island, Indonésie, Singapuru, Hong Kongu, Kambodži, Tchaj-wanu a Vietnamu. V těchto pracích byl zaznamenán výskyt 213 taxonů sinic, z čehož 57 bylo nalezeno na Nové Guineji.

Na základě mikroskopické analýzy a kultivace vzorků aerofytických sinic z Papuy Nové Guiney bylo determinováno 51 taxonů. Z nich bylo 24 určeno do druhu.

Do jednodruhových kultur bylo vyizolováno 21 taxonů sinic. Jedná se zejména o zástupce rodu *Fischerella*, *Hapalosiphon*, *Calothrix* a *Nostoc*. Dané kmeny budou použity pro další studie, zejména taxonomické.

Literatura

ANONYM. 2011. Current and future climate of Papua New Guinea. In: *Papua New Guinea National Weather Service, Australian Bureau of Meteorology, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: http://www.pacificclimatechangescience.org/wpcontent/uploads/2013/06/14_PCCSP_PNG_8pp.pdf

ALLISON, A. (ed.). 1997. Zoogeography of amphibians and reptiles of New Guinea and the Pacific region. KEAST, A a S. E. MILLER. *The origin and evolution of Pacific Island biotas, New Guinea to Eastern Polynesia: Patterns and processes* [online]. Amsterdam: SPB Academic Publishing, s. 407-436 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.botany.hawaii.edu/basch/uhnpscesu/pdfs/sam/Allison1996AS.pdf>

BELLEZZA, S., P. ALBERTANO, R. DE PHILIPPIS a G. PARADOSSI. 2005. Exopolysaccharides in cyanobacterial biofilms from Roman catacombs. *Algological Studies*. **117**, 117-132.

BOHUNICKÁ, M., N. PIETRASIAK, J. R. JOHANSEN, E. BERRENDERO, T. HAUER, L. A. GAYSINA a A. LUKEŠOVÁ. 2015. *Roholtiella*, gen. nov. (Nostocales, Cyanobacteria) – a tapering and branching cyanobacteria of the family Nostocaceae. *Phytotaxa*. **197**(2), 84-103.

CANEVA, G., F. BARTOLI, S. CESCHIN, O. SALVADORI a L. SALVATI. 2015. Exploring ecological relationships in the biodeterioration patterns of Angkor temples (Cambodia) along a forest canopy gradient. *Journal of Cultural Heritage*. **16**, 728-735.

COATES, B. J. 1985. *The birds of Papua New Guinea: including the Bismarck Archipelago and Bougainville*. Brisbane: Dove Publications.

DE WILDEMAN, É. 1900. *Les algues de la flore de Buitenzorg: Essai d'une flore algologique de Java*. Leiden: E. J. Brill.

DOW, D. B. 1977. *A geological synthesis of Papua New Guinea* [online]. Canberra: Australian Government Publishing Service [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/90/Bull_201.pdf

- FIGLIORE, M. F., C. L. SANT'ANNA, M. T. P. AZEVEDO, J. KOMÁREK, J. KAŠTOVSKÝ, J. SULEK a A. S. LORENZI. 2007. The cyanobacterial genus *Brasilonema*, gen. nov., a molecular and phenotypic evaluation. *Journal of Phycology*. **43**, 789-798.
- FLANNERY, T. 1995. *Mammals of New Guinea*. Revised and updated edition. Sydney: Australian Museum/Reed Books.
- FRÉMY, P. 1932. Cyanophycées de la Nouvelle-Guinée. *Annales de cryptogamie exotique. Tome cinquième*. [online]. Paris: Muséum d'histoire naturelle. Laboratoire de cryptogamie, 5:190-197.
- GAYLARDE, C. C., C. H. RODRÍGUEZ, Y. E. NAVARRO-NOYA a B. O. ORTEGA-MORALES. 2012. Microbial Biofilms on the Sandstone Monuments of the Angkor Wat Complex, Cambodia. *Current Microbiology*. **64**, 85-92.
- GEITLER, L. 1933. Diagnosen neuer Blaualgen von den Sunda-Inseln. *Archiv für Hydrobiologie*. (12), 622-634.
- HANH, H. S. 2010. The species composition cyanobacteria in the cultivated soils of Dak Lak and Dak Nong provinces. *Tap chí Sinh học*. **32**(3), 44-51.
- HAUER, T., M. BOHUNICKÁ a R. MÜHLSTEINOVÁ. 2013. *Calochaete* gen. nov. (Cyanobacteria, Nostocales), a new cyanobacterial type from the “páramo” zone in Costa Rica. *Phytotaxa*. **109**(1), 36-44.
- HILL, R. D., S. NAGARKAR a M. R. PEART. 2000. Cyanobacterial Crust in Hong Kong and Comments on Future Research. *Algae*. **15**(2), 65-71.
- HOFFMANN, L. 1990. Rediscovery of *Loriella osteophila* (Cyanophyceae). *British Phycological Journal*. **25**(4), 391-395.
- HOFFMANN, L. 1991a. Terrestrial Cyanophyceae of Papua New Guinea. I: The genus *Stigonema*. *Archiv für Hydrobiologie*. **92**, 333-348.
- HOFFMANN, L. 1991b. Terrestrial Cyanophyceae of Papua New Guinea. II: *Cyanobotrys lambinonii* gen. et spec. nov. (Stigonemetales). *Archiv für Hydrobiologie*. **92**, 349-355.
- HOFFMANN, L. 1991c. Marine Cyanophyceae of Papua New Guinea 1: The genera *Arthrospira* and *Spirulina*. *Nova Hedwigia*. **52**(1-2), 141-148.

HOFFMANN, L. a B. BÜDEL. 1992. Cyanolichens of Papua New Guinea. 1. *Nova Hedwigia*. **55**(3-4), 429-436.

JOHANSEN, J. R., M. BOHUNICKÁ, A. LUKEŠOVÁ, K. HRČKOVÁ, M. A. VACCARINO a N. M. CHESARINO. 2014. Morphological and molecular characterization within 26 strains of the genus *Cylindrospermum* (Nostocaceae, Cyanobacteria), with descriptions of three new species. *Journal of Phycology*. **50**(1), 187-202.

JOHNSON, A. 1973. A Survey of the Occurrences of Epiterranean Soil Algae in Singapore Island. *The Garden's Bulletin, Singapore*. (36), 289–302.

JOHNSON, A. 1962. A short note on some soil algae from New Guinea. *The Gardens' bulletin, Singapore*. **19**, 375-377.

KOLKWITZ, G. R. a W. KRIEGER. 1936. Zur Ökologie der Pflanzenwelt, insbesondere der Algen, des Vulkans Pangerango in West-Java. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. **54**(2), 65-91.

KOMÁREK, J. 1999. Diversity of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) of King George Island, maritime Antarctica - a survey. *Algological Studies*. **94**, 181-193.

KOMÁREK, J. 2013. Cyanoprokaryota 3. Teil/Part 3: Heterocytous genera. BÜDEL, B., L. KRIENITZ, G. GÄRTNER a M. SCHAGERL (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/3*. Heidelberg: Springer Spektrum.

KOMÁREK, J. a K. ANAGNOSTIDIS. 1998. Cyanoprokaryota, 1. Teil/ 1st Part: Chroococcales. Ettl, H., G. GÄRTNER, H. HEYNIG a D. MOLLENHAUER (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

KOMÁREK, J. a K. ANAGNOSTIDIS. 2005. Cyanoprokaryota, 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. BÜDEL, B., L. KRIENITZ, G. GÄRTNER a M. SCHAGERL (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

KORELUSOVÁ, J., J. KAŠTOVSKÝ a J. KOMÁREK. 2009. Heterogeneity of the cyanobacterial genus *Synechocystis* and description of a new genus, *Geminocystis*. *Journal of Phycology*. **45**(4), 928-937.

- KOTAI, J. 1972. *Instructions for preparation of modified nutrient solution Z8 for algae, publication B-11/69*. Oslo: Norwegian Institute for Water Research.
- KUSUMI, A., X. LI, Y. OSUGA, A. KAWASHIMA, J.-D. GU, M. NASU a Y. KATAYAMA. 2013. Bacterial Communities in Pigmented Biofilms Formed on the Sandstone Bas-Relief Walls of the Bayon Temple, Angkor Thom, Cambodia. *Microbes and Environments*. **28**(4), 422-431.
- LEY, S.-H. 1948. The subaerial algae from Paracel islands in the South China Sea. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. **2**, 235-242.
- LIN, Ch.-S., Y.-H. LIN a J.-T. WU. 2012. Biodiversity of the epiphyllous algae in a *Chamaecyparis* forest of northern Taiwan. *Botanical Studies*. **53**, 489-499.
- MCALPINE, J., G. KEIG a R. FALLS. 1983. *Climate of Papua New Guinea* [online]. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in association with Australian National University Press [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.pacificdisaster.net/pdnadmin/data/original/JB_DM594_PNG_1983_Climate.pdf
- MENZIES, J. 2006. *The frogs of New Guinea and the Solomon Islands*. Sofia: Pensoft.
- NEUSTUPA, J. a J. ŠKALOUD. 2008. Diversity of subaerial algae and cyanobacteria on tree bark in tropical mountain habitats. *Biologia*. **63**(6), 806-812.
- NEUSTUPA, J. a P. ŠKALOUD. 2010. Diversity of subaerial algae and cyanobacteria growing on bark and wood in the lowland tropical forests of Singapore. *Plant Ecology and Evolution*. **143**(1), 51-62.
- PAIJIMANS, K. (ed.). 1976. *Vegetation of New Guinea*. Canberra: Australian National University Press.
- PHAM, M. N., H. T. W. TAN, S. MITROVIC a H. H. T. YEO. 2011. *A Checklist of the Algae of Singapore, 2nd Edition* [online]. Singapore: Raffles Museum of Biodiversity Research, National University of Singapore [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: https://lkcnhm.nus.edu.sg/nus/pdf/PUBLICATION/LKCNH%20Museum%20Books/LKCNHM%20Books/singapore_algae_checklist_second_edition.pdf

- PHUNG, T. N. H., A. COUTÉ a P BOURELLY. 1992. Les cyanophycées du delta du Mékong (Viet-Nam). *Nova Hedwigia*. **54**(3-4), 403-446.
- SEKHRAN, N. a S. E. MILLER (eds.). 1995. *Papua New Guinea country study on biological diversity: A Report to the United Nations Environment Program, Waigani, Papua New Guinea, Department of Environment and Conservation, Conservation Resource Centre*. Nairobi: Africa Centre for Resources and Environment.
- SHAW, D. E. 1984. Microorganisms in Papua New Guinea. *Research Bulletin of the Department of Primary Industries Port Moresby*. **33**, 1-344.
- SHERWOOD, A. R. 2007. Where Are We Now Regarding Hawaiian Stream Algal Systematics? (A Suspiciously Cosmopolitan Flora). *Bishop Museum Bulletin in Cultural and Environmental Studies*. **3**, 195-206.
- SCHUMANN, K. a K. LAUTERBACH. 1901. *Die Flora der deutschen Schutzgebiete in der Südsee* [online]. Leipzig: Verlag von Gebrüder Borntraeger.
- STANIER, R. Y., R. KUNISAWA, M. MANDEL a G. COHEN-BAZIRE. 1971. Purification and properties of unicellular blue-green algae (order Chroococcales). *Bacteriological Reviews*. **35**(2), 171-205.
- UHER, B. 2007. Morphological characterization of three subaerial *Calothrix* species (Nostocales, Cyanobacteria). *Fottea*. **7**(1), 33-38.
- WATANABE, M. M., M. WATANABE a T. YAMAGISHI. 1979. Freshwater algae of Papua New Guinea (3) Blue-green algae from Mt. Wilhelm. KUROKAWA, S. (ed.). *Studies on Cryptogams of Papua New Guinea*. Tokyo: Academia Scientific Book, Inc., s. 67-85.
- WEBER-VAN BOSSE, A. 1901. Liste des algues du Siboga: Myxophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae. WEBER, M. *Siboga-Expeditie. Uitkomsten op zoölogisch, botanisch, oceanographisch en geologisch gebied verzameld in Nederlandsch Oost-Indië 1899–1900 aan boord H.M. 'Siboga' onder commando van Luitenant ter zee le kl. G.F. Tydeman*. Leiden: E. J. Brill.

WOMERSLEY, J. S. (ed.). 1995. *Handbooks of the flora of Papua New Guinea. Volume 1* [online]. Melbourne: Melbourne University Press [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: http://www.pngplants.org/References/HandbooksPNG_1.pdf

<http://online.seterra.net/mapimage/3033.png> [online]. [cit. 2016-03-31].

AlgaeBase [online]. [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://www.algaebase.org/>

Wikipedia [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org>