

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

Bakalářská práce

Aerofytické sinice z Filipín

Michaela Pocová

Školitel: Doc. RNDr. Jan Kaštovský, Ph.D.

České Budějovice

2014

Pocová, M. (2014): Aerofytické sinice z Filipín. [Aerophytic Cyanobacteria from Philippines., Bc. Thesis, in Czech] - 47p, Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

The samples of aerophytic cyanobacteria from Philippines have been cultivated in the laboratory. The samples were collected from different habitats by Pavel Hrouzek in 2008. The isolated cyanobacteria have been determined and described using a light microscope. This cyanobacteria have been documented by photos and drawings. Part of this work is a review on tropical aerophytic cyanobacteria and typical habitats in tropics.

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 24. 4. 2014

.....

Michaela Pocová

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat všem algologům za ochotu pomáhat mi. Zejména Hanysovi za velkou trpělivost a ochotu. Pepovi, který se mi vždycky snažil pomoci a vše vždycky vysvětlil a všem ostatním, kteří mi ochotně radili a pomáhali. V neposlední řadě chci poděkovat mojí rodině, která mě podporovala do poslední chvíle.

1. Úvod	1
1.1. Cíle práce	1
2. Literární rešerše	1
2.1. Aerofytické sinice	1
2.1.1. Obrana sinic proti vysychání	2
2.1.2. Obrana sinic proti UV přezáření	2
2.2. Život na skalách v tropech	3
2.2.1. Přírodní habitaty	4
2.2.1.1. „Inselberges“	4
2.2.1.2. Stolové hory	5
2.2.2. Umělé habitaty	6
2.3. Půdní krusty	8
2.4. Epifytické sinice	10
2.5. Endolitické sinice	11
3. Materiál a metody	13
3.1. Popis lokalit	13
3.1.1. Ostrov Minadanao	13
3.1.1.1. Malasag Eco Village / Cugman	14
3.1.1.2. Mapawa Nature Park	14
3.1.1.3. Augusan Marsh	14
3.1.2. Ostrov Bohol	15
3.1.2.1. Baclayon	16
3.1.2.2. Loboc	16
3.1.2.3. Antequera	16
3.2. Metodika	17
4. Výsledky	18
5. Diskuze	24
5.1. Determinace vykultivovaných kmenů	24
5.2. Porovnání diverzity	29
6. Závěr	30
7. Seznam literatury	31
8. Přílohy	37

1. Úvod

Tropické aerofytické sinice jsou tak málo probádané, že jsem se rozhodla ve své bakalářské práci věnovat právě těmto organismům. Mé vzorky pocházejí z Filipín, z této oblasti nebyly prováděny skoro žádné studie. Práce se zabývá hlavně důkladným popisem vykultivovaných kmenů a následné determinaci. Součástí je také literární rešerše, která je o aerofytických tropických sinicích a o jejich nejtypičtějších habitatech.

1.1. Cíle práce

- Literární rešerše pramenů zabývajících se tropickými sinicemi na různých stanovištích.
- Kultivace filipínských vzorků, izolace kmenů, mikroskopická analýza, morfologický popis kmenů a determinace.

2. Literární rešerše

2.1. Aerofytické sinice

Sinice jsou velmi staré a jednoduché organismy. Umí přežít prakticky ve všech biotopech a to i ve velmi extrémních podmínkách. Tato fotosyntetická prokaryota dokážou syntetizovat chlorofyl *a*, což je hlavní pigment fotosyntézy. Obsahují velké množství fykocyaninu, pigmentu, který je součástí fykobilizómu a slouží jako světlosběrná anténa vedoucí ke chlorofylu *a* (Whitton a Potts, 2000). Další důležitý pigment je fykoerythrin, který má dvě odlišné funkce: jako zásobárna dusíku a jako světlosběrná anténa (Wyman *et al.*, 1985). Díky těmto pigmentům mají sinice typickou modro – zelenou barvu (Whitton a Potts, 2000).

Sinice jsou dobře známy jako vodní organismy moří i sladkých vod, ale neméně důležité jsou v terestrických podmínkách. Právě zde jsou podmínky pro jejich život daleko více proměnlivé než ve vodním prostředí (Hoffmann, 1989). Terestrické sinice se vyskytují na rozhraní dvou prostředí: země a vzduch a vystavují se stejným podmínkám, ve kterých vznikl suchozemský život (Mühlsteinová, 2011).

V terestrických podmínkách se setkáváme se sinicemi na skalách, na jiných rostlinách, uvnitř kamenů, na povrchu půdy atd. Podmínky jsou ve většině těchto stanovištích extrémní. Sinice často čelí vysychání, vysokým (nebo naopak velmi nízkým)

teplotám nebo vysokým hladinám UV atd. Žijí i v místech, kde nedopadá prakticky žádné světlo a je velký nedostatek dusíku. V takovém případě můžou sinice vázat vzdušný dusík, nejčastěji pomocí heterocytů. Nejčastějším stresorem pro terestrické sinice je ale vysychání a přemíra UV záření (Pouličková, 2011).

2.1.1. Obrana sinic proti vysychání

Klíčem úspěchu těchto organismů je, že mají schopnost vratně aktivovat metabolismus a růst v období, kdy mají dostatek vody a naopak zpomalit metabolismus v období dehydratace (Harel *et al.*, 2004). Vysoušení buněk vede k vysychání cytoplasmatických komponent, kondenzaci nukleoidů, oxidaci proteinů a jsou vytvářeny produkty Maillardovou reakcí, kdy se kříží karbonylové skupiny redukujících cukrů a primární aminy nukleových kyselin a proteinů. Právě tyto rozsáhlé škody limitují mnohé organismy na vodní prostředí. Jedním mechanismem proti vysychání je produkce extracelulárních polysacharidů. Polysacharidy regulují ztrátu vody z buněk a zároveň tok vody do buňky, což spouští další mechanismy, které ji chrání (například ochranné pigmenty proti UV) (Potts, 1999).

2.1.2. Obrana sinic proti UV přezáření

Sinice potřebují sluneční záření jako primární zdroj energie. Jenže ztenčování stratosférické ozónové vrstvy vede ke zvýšení dopadu ultrafialového záření B, které inhibuje plno fotochemických a fotobiologických procesů v sinicových buňkách. Nejen zvýšený dopad UV záření inhibuje fotochemické a fotobiologické procesy, je to například sucho, nedostatek živin, vysoké teploty nebo naopak nízké. Některé sinice si vytvořily mechanismy proti škodlivým účinkům ultrafialového záření B, jako je například syntéza fotoprotektivního scytoneminu a jeho derivátů. Scytonemin je hnědožlutý lipidový pigment, který se nachází v extracelulárních polysacharidových pouzdrech. Absorbuje nadměrné UV záření a díky tomuto mechanismu sinice přežily dobu, kdy v atmosféře nebyla vytvořena ozónová vrstva. (Singh *et al.*, 2010). Nejenom scytonemin je účinná ochrana proti ničivé nadmíře UV záření. Například u *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet et Flahault jsou ochrannými pigmenty flavonoidy a anthokyany (Scherer *et al.*, 1998).

Další látky, které sinice shromažďují, jako ochranu proti UV záření jsou aminokyseliny mikosporiny (MAA). Jedná se o sloučeniny s nízkou molekulovou hmotností, které jsou dobře rozpustné ve vodě a absorbují UV záření v rozsahu 310-365 nm.

Shromažďování těchto látek není jen proti UV záření, ale má i další funkce například mohou být antioxidačními molekulami, které zachycují toxické kyslíkové radikály nebo se ve větší míře produkují při nadbytku solí, které neutralizují (Oren a Gunde-Cimerman, 2007).

Cílem mé práce je především se věnovat terestrickým sinicím z nejrůznějších habitatů Filipín. Tyto habitaty v tropech jsou následující: obnažený povrch skály, kam se řadí i povrchy budov, půdní krusty a povrchu rostlin.

2.2. Život na skalách v tropech

Habitat skály je velmi zajímavý a důležitý. Nacházejí se zde společenstva organismů, které dokážou žít na pevných minerálních podkladech vystavených atmosféře. Tyto tzv. biofilmy obsahují mnoho skupin organismů jako například sinice, řasy, houby a heterotrofní bakterie. Tato společenstva nalezneme na budovách, holých skalách v pouštích a horách a ve všech zeměpisných šířkách. Biofilmy na exponovaných terestrických površích jsou charakteristické nerovnoměrným pomalým růstem. Hlavní metabolická aktivita těchto organismů se soustřeďuje na hospodaření s vodou, ochranu buňky před kolísáním podmínek vnějšího prostředí, na ochranu před slunečním zářením a na prodloužení vegetativního života. Jako zdroj živin slouží především atmosférické aerosoly a plyny. Jsou to sice mikroorganismy, ale mají nepostradatelnou funkci v přírodních cyklech. Společenstva skal způsobují bio-zvětvávání jejich povrchů fyzikálními a chemickými změnami. Prostupují dovnitř puklin a rozrušují minerální substrát. Díky pomalému růstu nám mohou sloužit jako bioindikátory životního prostředí a jako ukazatelé klimatických změn (Gorbushina, 2007).

Nárasty na skalách tvoří barevné zóny nejčastěji zbarvené do černa, jsou tvořeny především sinicemi *Gloeocapsa* Kützing, *Scytonema* Vaucher ex Bornet et Flahault a *Stigonema* Agardh ex Bornet et Flahault. Jak je tomu u všech organismů obecně, tak platí i u sinic, že s rostoucí vzdušnou vlhkostí roste i abundance a diverzita aerofytických sinic. Aerofytické sinice se ale také hojně vyskytují i na zdech budov, na sochách a kašnách a také rostou na kůře stromů a méně často i na jiných rostlinách (Pouličková, 2011).

Tato společenstva se mohou vyvíjet nejen na přírodních stanovištích, ale i na stanovištích vytvořených lidmi. Zde lze zařadit sinice obývající zdi chrámů, sochy, kašny, památníky a fasády budov (Pouličková, 2011).

2.2.1. Přírodní habitaty

Záznamy z tropických oblastí se v podstatě týkají vždy dvou podivných fenoménů, kterými jsou izolované skály – „inselberges“ (jelikož není český ekvivalent tohoto slova, budu používat dále anglický výraz) nebo „stolové hory“. Tyto útvary vznikly již před několika milióny let. Jelikož jsou odolné vůči erozi, zůstaly v původním stavu a pláně kolem nich vznikly rozrušením kolem skály (čili jsou to reliкty). Většinou se jedná o pozůstatek nějaké vrchoviny (Porembski, 2007). Nejsou prakticky vůbec prozkoumané, jelikož na většinu z nich je velmi špatný přístup, většinou pouze helikoptérou (Lakatoš *et al.*, 2001).

2.2.1.1. „Inselberges“

„Inselberges“ se zdaleka nenacházejí pouze v tropech. Můžeme je najít v mnoha různých klimatických pásmech. Naprostá většina se nachází v Americe a to například v Kanadě (Gaff Topsails), v Brazílii (Pedra Agulha), v USA (Mount Monadnock), ve Venezuele (Piedra del Cocuy) a v Columbii (El Peñón de Guatapé). Další můžeme najít v Austrálii (Uluru) a v Africe například v Nigerii (Wase Rock). Z evropských je to italská Rocca di Cavour, v Asii je to např. Mount Tabor v Izraeli (http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_inselbergs).

Tyto izolované skalnaté kopce jsou většinou tvořené žulou nebo pískovcem. Tyčí se z tropických a subtropických plání a jsou na nich úplně odlišné životní podmínky než v okolním prostředí. Nenachází se na nich žádný substrát pro vegetaci nebo jen tenká chudá vrstva. Můžeme zde najít 4 různé habitaty: 1) obnažený povrch skály, 2) odvodňovací kanály, 3) sezónní kaluže, 6) vrcholové lesy (Büdel *et al.*, 2002). Nejzajímavější habitat je obnažený povrch skály. I přes drsné podmínky zde můžeme najít velká společenstva sinic.

Na exponované skále jsou extrémní podmínky k životu. Teplota přes den dosahuje až 65°C, je zde vysoká intenzita slunečního záření a organismy musí čelit neustálému vodnímu stresu. Černá barva „inselberges“ v deštných lesech a ve vlhkých savanách je způsobena právě biofilmy a krustami sinic a někdy přimíšenými lišejníky. „Inselberges“ v suchých savanách a v polopouštích mají typickou okrovou barvu způsobenou přítomností lišejníků rodu *Peltula* Nyl spolu s oxidací povrchu samotné skály (Büdel, 1999).

Samotný biofilm může být dále stratifikován a v každé vrstvě se nacházejí různé sinice. Ve východní části Brazílie (oblast Serrados Amores) byly nalezeny tři vrstvy v biofilmu. V nejspodnější endolitické vrstvě se nacházeli *Chroococcidiopsis sp.* Geitler a

Gloeocapsa sanguinea (Agardh) Kützing. Nad ní je epilitchká vrstva, která byla rozdělena na dvě: spodní s výskytem kapsálních forem př.: *G. sanguinea* a *Xenotholos kernerii* Hansgirg a vrstva obsahující vláknité sinice *Scytonema myochrous* (Dillwyn) Agardh ex Bornet ex Flahault, *Scytonema ocellatum* (Dillwyn) Lyngbye ex Bornet et Flahault, *Stigonema mamillosum* Sarthou et al. a *Stigonema hormoides* (Kützing) Bornet et Flahault (Büdel *et al.*, 2002).

Ve Venezuele v roce 1991 skupina B. Büdela sbírala vzorky v Orinocké nížině a v Guyánské vysočině. Vzorky byly odebrány z „inselberg“ Piedra del Cocuy. Ve vzorkách se nejvíce vyskytovaly vláknité sinice *Stigonema ocellatum* Thuret ex Bornet et Flahault a *Scytonema crassum* Nägeli in Kützing ex Bornet et Flahault. Nejběžnější jednobuněčná sinice byla *Gloeocapsa sanguinea* (Büdel *et al.*, 1994).

Na „inselberg“ Nouragues ve Francouzské Guyaně se prováděl výzkum fotosyntetických strategií. Výzkumníci si rozdělili sinice podle místa, kde se nacházejí. První společenstvo je v strouhách, kde během deště proudí voda. Můžeme zde najít kompaktně rostoucí jednobuněčné formy *Gloeocapsa sanguinea* a krátce se větvící *Stigonema mamillosum*, která je během deště načervenalá. Druhé společenstvo obývá boční svahy odtokových struh. Tady můžeme najít především tlustostěnnou *Stigonema ocellatum*. Ta způsobuje tmavě zelené zbarvení v období dešťů a černé zbarvení, když je suchá. Poslední společenstvo se rozprostírá na volném prostranství skal, ale většinou jen do nějaké určité vzdálenosti od struh. Hlavní sinicí je *Scytonema myochrous*, která je zabarvena do temně černé barvy a to bez ohledu na to, jestli je vyschlá nebo má přísun vody (Rascher *et al.*, 2003).

2.2.1.2. Stolové hory

Podobné podmínky jako můžeme nalézt na „inselberges“, se vyskytují na stolových horách. Stolové hory jsou považovány za izolované ostrovy, které se tyčí nad krajinou. Vytvářejí velmi izolovaný habitat v poměrně vlhkém klimatu. Často je načervenalý pískovec a světlá žula zbarvená do černa díky sinicovým filmům a krustám (Lakatoš *et al.*, 2001). Nejedná se pouze o záležitost Jižní Ameriky, můžeme je nalézt na prakticky na všech kontinentech včetně Antarktidy (Ivy-Ochs *et al.*, 1995).

Na stolových horách se mohou nacházet velké jeskyně z pískovce. Stolové hory hostí dokonce i největší komplexy těchto jeskyní, které se nacházejí na Churi-Tepui a Roraima-

Tepui. Studie Aubrecht *et al.*, 2011 ukazuje, jakými mechanismy tyto jeskyní komplexy vznikají a že to není jen kvůli rozpouštění křemene a uvolňování zrníček písku. Jedním faktorem, který přispívá k tvorbě jeskyní, je dle mínění autorů zvyšování alkalinity způsobené sinicemi.

Na vrcholcích stolových hor se často nachází velké množství endemitů. Ve Venezuele se dělal výzkum na nejvyšší stolové hoře Roraima. Nachází se na hranicích tří států: Venezuela, Brazílie a Guyany. Je vysoká 2806 m a plošina nahoře má 40 m² a je 800-1100 m nad okolní savanou, což je pravděpodobně důvod velkého počtu zdejších endemitů. To, že podmínky tu jsou opravdu extrémní, dokazují naměřené teploty během jednoho dne v lednu. Ráno byla teplota povrchu skály 7°C a v dopoledních hodinách už dosahovala 42°C. Celkově zde bylo nalezeno 44 druhů sinic. Nejčastěji zastoupený byl rod *Stigonema* speciálně *S. ocellatum* a rod *Gleocapsa* s hlavním zástupcem *G. sanguinea* (Kaštovský *et al.*, 2011).

Pokorný ve své studii o stolových horách venezuelské Guyany popisuje velmi okrajově flóru na Kukeán-Tepui. Tato hora má v porovnání s ostatními v Guyaně vyšší stěny, má více srážek a skalnatější povrch. Stěny jsou vysoké 600 až 900 m a na plošině se nachází obrovské pískovcové město, kde jsou stěny zbarvené do černa. Na stěnách je souvislá vrstva sinic rodů *Gleocapsopsis* Geitler, *Chondrocystis* Lammermann a *Stigonema* (Pokorný, 1996).

Na stolové hoře Auyan, která se nachází také ve Venezuele, se prováděl výzkum karotenoidů v roce 2000. Byly zde popsány nejfrekventovanější druhy: *Stigonema ocellatum*, *Stigonema hormoides*, *Scytonema crassum* a *Gleocapsa sanguinea*. Z výsledků výzkumu se zjistilo, že karotenoid canthaxantin má pravděpodobně fotoprotektivní funkci u terestrických sinic v přirozených podmínkách (Lakatoš *et al.*, 2001).

2.2.2. Umělé habitaty

Biofilmy na fasádách budov obsahují také organismy jako řasy, sinice, bakterie, houby a mnoho dalších. Jejich přítomnost způsobuje „kosmetické“ vady na historických i moderních budovách. Často dochází ke změně barvy budov, způsobené tvořením pigmentů sinic a hub (Gaylarde *et al.*, 2004). V roce 1995 byl zaveden nový pojem v ekologii bioreceptivita. Bioreceptivita nám udává schopnost materiálu být kolonizován živými

organismy. Toto je velmi důležité například pro výběr materiálu při rekonstrukci památek (Miller *et al.*, 2012).

Ve studii prováděné v Izraeli se snažili zjistit, jestli biofilmy na budovách ovlivňují okolní mikroklima ve městech a na vesnicích. Využili metody mikroskopické a infračervené zobrazovací radiometrie. Na povrchu maltových stěn žila hlavně sinice *Gloeocapsa biformis* Ercegović. Tam kde se zdi kvůli sinicím barvily do černa, se naměřily teploty o 8 °C vyšší než u zdí, které nejsou kolonizovány. To nám dokazuje, že mikroorganismy mají pravděpodobně vliv na mikroklima budov (Garty, 1990).

V jižní Brazílii s typickým vlhkým klimatem se dělal průzkum na 58 místech a bylo celkem identifikováno 816 organismů. Vzorky byly sebrány z náhodně vybraných omítnutých budov. Ve vzorcích se nejvíce vyskytovaly sinice rodu *Synechocystis* Sauvageau, které tvořily největší biomasu a druhým nejpočetnějším rodem byl rod *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont. Sinice byly ve vzorcích nejdůležitější a nejpočetnější skupinou. Celkem 62% detekovaných organismů patřilo do této skupiny (Gaylarde *et al.*, 1999). V další studii v Brazílii bylo 22 sinic izolovaných ze vzorků, které byly odebrány z moderních i historických budov, sekvenováno za použití specifických primerů. Tyto sekvence byly srovnávány se sekvencemi uloženými ve veřejné databázi NCBI. Podobnosti sekvencí mezi členy téže skupiny byly malé. Shody s terestrickými sinicemi byly pouze ve dvou případech a to se sinicemi horkých pouští *Microcoleus sociatus* W. et G. S. West sensu Serpette a *Anabaena variabilis* Kützing ex Bornet et Flahault (Gaylarde *et al.*, 2005).

V různých částech Indie bylo sesbíráno 108 vzorků z fasád budov a památek. Substráty, na kterých sinice rostly, byly z různých materiálů jako například vápenec, cement, beton, cihly, kámen a vápno. Vzorky odebírali během období monsunu, po něm a v létě. Během celého roku našli sinice *Chroococciopsis kashayi* Friedmann, *Pseudophormidium indicum* (Dixit) Anagnostidis et Komárek, *Plectonema puteale* (Kirchner) Hansgirg a *Scytonema geitleri* Bharadwaya. Na místech vysokých teplot a trvalého vysušení v létě nacházeli rody: *Chroococcus* Nägeli, *Asterocapsa* Chu, *Cyanosarcina* Kováčik, *Gloeocapsa*, *Gloeothece* Nägeli a *Scytonema*. Během deštivé sezóny, kdy je klima vlhké a teplé se nejvíce vyskytovaly rody *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Chroococciopsis*, *Phormidium* Kützing ex Gomont, *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komárek, *Nostoc* Vaucher ex Bornet et Flahault a *Scytonema* (Samad a Adhikary, 2008).

V Mexiku byly dělány studie na mayských památkách. Gaylarde *et al.* v roce 2000 sebrali vzorky z mayských budov v Uxmalu a Tulumu v Mexiku. Budovy byly postaveny z kamene a na vnějších stěnách bylo vidět šedočerné zbarvení. Na obou místech byly zjištěny rody, které dle mínění rozrušují skály: *Synechocystis* a *Gleocapsa* (Gaylarde *et al.*, 2000).

2.3. Půdní krusty

To, že se sinice objevují i na povrchu půdy je ovlivněno dostatečnou vlhkostí půdy, vyhovujícím pH, dostatkem minerálních živin a hlavně dusíku. Při srovnání s ostatními terestrickými habitaty jsou v podstatě půdní krusty celkem příjemným a stabilním prostředím.

Nejdůležitější a největší role sinicových půdních krust je právě v pouštích. V těchto oblastech jsou téměř jedinými primárními producenty (Harel *et al.*, 2004). Půdní krusty jsou často v pouštích jediným zdrojem dusíku. V jihovýchodním Utahu v USA byla měřena během 2 let schopnost fixace dusíku v půdních krustách. Celkem byly vybrány tři druhy krust. Světlé krusty, kde dominoval z 98% *Microcoleus vaginatus* Gomont ex Gomont, dále tmavé krusty, kde byl v dominanci také *Microcoleus vaginatus*, ale z 20% je tvořil ještě *Nostoc commune* a *Scytonema myochrous* a poslední typ, který byl tvořen půdním lišejníkem *Collema* sp. Wigg. Největší nitrogenázová aktivita byla pozorována u lišejníkové krusty *Collema* sp. Zjistilo se, že tmavé krusty mají větší nitrogenázovou aktivitu než světlé krusty. U všech stejně se prokázala závislost fixace dusíku na klimatických podmínkách (Belnap, 2002).

V tropech jsou sinice na půdách více frekventované než řasy, i přes nízké pH půd. Možná je to způsobeno tím, že sinice mají teplotní optimum vyšší než řasy. Sinice rostoucí na povrchu půdy mají často tmavé zbarvení, které je způsobeno hnědými pochvami. (Whitton a Potts, 2000).

Sinicové krusty na písčinych pouštích jsou známé po celém světě. Sehrávají velmi důležitou roli ve stabilizaci těchto písčinych ekosystémů a ovlivňují složení další vegetace. Tyto krusty v extrémních podmínkách vznikají díky přilnavosti extracelulárních polysacharidů k písku, které jsou produkovány hlavně vláknitými sinicemi. (Harel *et al.*, 2004). Na pouštích bylo dokonce prokázáno, že jednobuněčné sinice vápenatí a vytváří struktury, jako mají například stromatolity (Whitton a Potts, 2000).

Na Kolorádské plošině se dělal průzkum pouštních krust. Ve vzorcích po mikroskopické analýze jasně převažoval *Microcoleus vaginatus*. Dále se našly sinice *Phormidium* sp. a *Schizothrix* sp. Kützing ex Gomont (Nübel *et al.*, 2001).

Při sběru biologických krust na poušti Tehuacán ve středním Mexiku, se shromáždilo celkem 87 vzorků. Pokud byly krusty zbarvené trošku do žluta, dominovaly mechy a pokud do tmavě hnědé až černé tak dominovaly sinice. Ve všech vzorcích byly přítomné sinice. Nejběžnější druhy byly *Scytonema javanicum* (Kützing) Bornet et Thuret ex Bornet et Flahault, *Microcoleus paludosus* Gomont ex Gomont, *Chroococcidiopsis* sp (Rivera–Aguilar *et al.*, 2006).

Při průzkumu biologických půdních krust v Severní Americe na pouštích, tým J. Belnap přišel na to, že na různých pouštích jsou druhové odlišnosti ve složení. Některé druhy jsou pouze místní nebo regionální endemity. I přes to našel mnoho druhů, které se nacházely na všech místech. Všude přítomné druhy sinic a řas v půdních krustách byly: *Calothrix parietina* Thuret ex Bornet et Flahault, *Microcoleus vaginatus* Gomont ex Gomont, *Nostoc commune*, *Pinnularia borealis* Ehrenberg, *Schizothrix calcicola* Gomont, *Scytonema hofmannii* Agardh ex Bornet et Flahault a *Tolypothrix tenuis* Kützing ex Bornet et Flahault (Rosentreter a Belnap, 2003).

V Orinocké nížině a v Guyánské vrchovině se popisovaly sinicové druhy na půdách v savaně. Druh, který zde dominoval, byla vláknitá sinice *Schizothrix telephoroides* Gomont. Tento druh měl jasně žluté pochvy (Büdel *et al.*, 1994)

V Indii se dělal výzkum na půdních krustách na různých místech po celé zemi. Sledovala se hlavně vrstva nejvíce na povrchu (jen několik mm), která měla jasnou černo-hnědou barvu. Mikroskopickou analýzou byly zjištěny nejběžnější druhy. V Bhubaneswar to byla zejména *Lyngbya arboricola* Brühl et Biswas. Na hnědých půdách se vyskytovala *Scytonema ocellatum*, na aridních *Scytonema chiasmum* Geitler a na písčinych půdách *Plectonema notatum* Schmidle (Turkey a Adhikary, 2005).

V jižní Africe se analyzovaly chemické a fyzikální vlastnosti půdních krust. Na nekonsolidovaných půdách byl nalezen vždy *Microcoleus* Desmazières ex Gomont, většinou s ním i *Scytonema*. Na konsolidovaných půdách se vyskytoval také v převaze *Microcoleus*. Na půdách jasně zbarvených černo – hnědě se navíc vyskytuje *Nostoc* (Thomas a Dougill, 2006).

Ve výzkumu na Papui Nové Guinei se zkoumaly terestrické sinice a hlavně rod *Stigonema*. V půdních krustách bylo zaznamenáno celkem 6 druhů: *Stigonema hormoides*, *Stigonema* cf. *minutissimum* Borzí, *Stigonema minutum* (Agardh) Hassall ex Bornet et Flahault, *Stigonema ocellatum*, *Stigonema panniforme* (Agardh) Bornet et Flahault, *Stigonema* sp. (Hoffmann, 1991). Ze vzorků z Papui Nové Guinei L. Hoffmann popsal nový druh *Cyanobotrys lambinonii*. Sinice roste hlavně na vápencových půdách (Hoffmann, 1991).

2.4. Epifytické sinice

Sinice mohou obývat i jiné rostliny v terestrickém prostředí. Typickým příkladem jsou sinice na kořenech rostlin skupiny *Orchideaceae* Jussieu. Většina z nich patří mezi epifyty, které jsou na jiných rostlinách, ale nejsou parazity. Vzdušné kořeny těchto rostlin jsou pokryty hygroskopickou vícevrstevnou pochvou mrtvých buněk, která je speciálním habitatem pro různé mikroorganismy (Tsavkelova *et al.*, 2003). Na rostlinách můžeme sinice najít na kůře stromů nebo na listech. Většinou se zde nenacházejí samy, ale ve společnosti mechů, lišejníků nebo kapradin. Spolu s nimi hrají klíčovou roli v cyklech živin a vody v těchto ekosystémech. Hostitelská rostlina nemá vliv na složení sinicového společenstva, ale ovlivňuje druhové složení mechů, které pak následně může ovlivnit druhové složení dalších organismů. Je to hlavně kvůli tomu, že větší množství mechů zpomaluje vysychání listů (Mühlsteinová, 2011).

Při výzkumu sinic, které jsou epifyty na kořenech orchideí, použili společenstva ze vzdušných kořenů orchidejí *Acampe papillosa* (Lindley) Lindl, *Phalaenopsis amabilis* Blume a *Dendrobium moschatum* (Buchanan-Hamilton) Swartz a ze substrátových kořenů orchidejí *Acampe papillosa* a *Dendrobium moschatum*. Vzorky kultivovaly na médiu BG-11. Skoro ze všech vzorků vyrostly v převaze sinice rodu *Nostoc*. Ze vzdušných kořenů *Acampe papillosa* byly izolovány sinice *Nostoc*, *Anabaena* Bory ex Bornet et Flahault a *Calothrix* Agardh ex Bornet et Flahault a ze substrátových kořenů *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Lyngbya* Agardh ex Gomont, *Phormidium* a *Plectonema* Thuret ex Gomont. V ostatních vzorcích se nacházelo podobné složení (Tsavkelova *et al.*, 2003).

V Brazílii byl popsán nedávno (Fiore *et al.*, 2007) rod *Brasilonema*, který se vyskytuje hlavně v tropickém a subtropickém deštném lese. Roste na různých substrátech jako například na kůře stromů, kamenech i železitých substrátech. Rod je popsán na základě molekulárních i morfologických kritérií. Typový druh *Brasilonema bromeliae* Fiore *et al.* je

vymezen mimo jiné i díky svému speciálnímu habitatu. Nacházejí se v phytotelmu, a žijí epifyticky na mrtvých i živých listech velkých bromélií a to těsně nad nebo přímo v linii hladiny vody. Dalším zajímavým rodem je *Brasilonema epidendron* Sant'Anna et al., která roste na kůře stromů mezi mechy a lišejníky (Sant'Anna et al., 2011). *Brasilonema octagenarum* Aguiar et al. je další druh, který roste na jiných rostlinách. Zjišťovalo se, co může za vážná poškození na rostlině *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Jedná se o vážná poškození růstu a vývoje celých rostlin. Po kultivaci se jasně ukázalo, že se jedná o *B. octagenarum*. Tenké řezy listu se analyzovaly elektronovou mikroskopií a ukázalo se, že vlákna sinice pronikají až do mezofylu listu. Mechanismus čím přesně škodí, není známý, ale hlavní příčiny jsou špatné pronikání světla k listu a špatná výměna plynů, jelikož vlákna zasahují do průduchů (Aguiar et al., 2008).

V Kostarice při studium v deštném pralese, které trvalo rok a půl, bylo celkem nalezeno sedm druhů epifytních sinic. Nejčastější dvě vyskytující se v podrostu byly *Scytonema javanicum* a *Sc. hofmannii*. Nalézaly se na různých starých listech. *Sc. hofmannii* byla často nalézána na listech, kde se vyskytoval velký porost mechorostů. *Scytonema javanicum* rostla nezávisle na růstu mechorostů (Freiberg, 1999).

V jihozápadní Asii, v deštném pralese poblíž Cibody (západní Jáva), se dělal výzkum složení řas, sinic a ostatních organismů na kůře stromů. Převažovaly zde zelené řasy a druhou nejpočetnější skupinou byly sinice. Při výzkumu jaká společenstva preferují uzavřený primární prales a jaká otevřenou antropogenní krajinu, se jasně ukázalo, že sinice preferují otevřené prostory s větší intenzitou světla a řasy přesně naopak. Velké množství kmenů a morfotypů bylo dosud pro vědu neznámých. Sinice, které se našly, patřily do rodů *Leptolyngbya*, *Nostoc* a *Scytonema* (Neustupa a Škaloud, 2008). Další studii na kůře stromů a dřevě provedli v tropickém deštném lese v Singapuru. Zabývali se odlišností ve složení a v beta-diversitě mezi různými lokalitami a různými habitaty. Celkem analyzovali 20 vzorků, ze kterých vykultivovali 57 druhů. Sinice byly druhou nejpočetnější skupinou. Našli zde například: *Leptolyngbya* sp., *Nostoc* sp., *Aphanothaece* cf. *conglomerata* Rich, *Cyanosarcina* sp., *Gloeocapsa* sp., *Gloeocapsopsis* sp. Geitler (Neustupa a Škaloud, 2010).

2.5. Endolitické sinice

V mnohých extrémně suchých oblastech je už příliš sucho a příliš velké množství záření i pro sinice. Proto je méně často nacházíme na povrchu kamenů, ale spíše jsou několik milimetrů pod povrchem kamene, kde se jim dostává ochrany od teplotních výkyvů a UV

záření. Obývají prostory mezi krystaly. Mezi nejčastějším rodem, který se vyskytuje v těchto extrémních podmínkách, je rod *Chroococidiopsis* (Wierzchos *et al.*, 2006).

L. Hoffmann ve svém review rozděluje endolitické sinice do tří skupin: chasmoendolitické, cryptoendolitické a euendolitické. Chasmoendolitické sinice kolonizují trhliny a štěrby v kamenech a skalách. Kryptoendolitické sinice zase kolonizují dutinky v pórovitých horninách a poslední euendolitické, které pronikají aktivně dovnitř hornin a vytváří tunely přesně podle tvaru jejich těla (Hoffmann, 1989).

V mořských dostřikových zónách se nacházejí epilitické a endolitické sinice. Toto skalnaté pobřeží je během odlivu vystaveno intenzivnímu slunečnímu záření, což limituje mnohé organismy. Sinice, které zde žijí, mají polysacharidové pochvy, které jsou často pigmentovány. Tyto pigmenty je chrání právě proti slunečnímu záření. Endolitické sinice dokáží aktivně rozrušovat různé materiály jako například uhličitany. Sinice, jako fototrofní organismy, potřebují světlo a tak se provrtávají dovnitř hornin pouze do vrstev, kam ještě dokáží projít sluneční paprsky. Příklady druhů epilitických sinic na Dalmátském pobřeží jsou: *Calothrix contrarenii* (Zanardini) Bornet et Flahault, *Cyanoduction* sp. Pascher, *Cyanosarcina thalassia* Anagnostidis et Pantazidou, *Dichothrix rupicola* Collins, *Hormothamnion* sp. Grunow ex Bornet et Flahault. Druhy endolitické jsou například: *Solentia* cf. *steatosa* Ercegović, *Mastigocoleus testarum* Lagerheim ex Bornet et Flahault, *Hyella balani* Lehmann (Hesounová, 2011).

Studium epilitických sinic proběhlo na skalnatém pobřeží v Hong-Kongu. Výzkum probíhal v různých ročních obdobích a odběr vzorků byl prováděn v různých výškách, to pak bylo zohledňováno v prezentaci výsledků. Bylo identifikováno celkem 33 druhů sinic například: *Gloeocapsa pleurocapsoides* Nováček, *Lyngbya* spp., *Oscillatoria* spp., *Calothrix* spp. Bohatost sinic byla největší v zimě a převažovaly neheterocytózní sinice (Nagarkar a Wiilams, 1999)

V nejsušších místech pouště Atacama se ukázalo, že prakticky jediným životem, kromě jednoduchých bakterií, je život pár milimetrů pod povrchem krystalů solí. Při průzkumu těchto solných hornin se zjistilo, že hlavním rodem vyskytujícím se v těchto horninách je *Chroococidiopsis*. Toto zjištění podporuje starší hypotézy, že by na Marsu byl možný život v podobných podmínkách (Wierzchos, 2006).

V letech 1954 – 1964 tým s I. Friedmannem odebíral vzorky z Negevské pouště v Izraeli. Vzorky poté kultivovali a podrobili mikroskopické analýze. Endolitické sinice nerostly na kultivačním médiu a nebylo možné je blíže určit, většina byla velmi malých rozměrů. Přímou mikroskopickou analýzou vzorků byla naprostá většina chroococcidiového typu. Zkoumali i chasmoendolitické sinice a našli zde například: *Chroococcus* sp., *Chroococciopsis* sp., *Gleocapsa* sp., *Lyngbya* sp., *Nostoc* sp., *Scytonema ocellatum* a další (Friedmann *et al.*, 1967).

3. Materiál a metody

3.1. Popis lokalit

3.1.1. Ostrov Minadanao

Ostrov Mindanao je součástí ostrovního obloukového systému, který zahrnuje Filipíny a východní Indonésii. Tuto lokalitu charakterizuje aktivní vulkanická činnost, silná seismická aktivita a značná izostatická nerovnováha. Hlubokomořské příkopy se táhnou rovnoběžně s ostrovním obloukem, což způsobuje právě tyto aktivity. U ostrova Mindanao jsou na východním pobřeží hned dva hlubokomořské příkopy: Philippine Trough a Emden Deep. Podle Van Bemmelenovi teorie jsou Filipíny části zatopeného pohoří, které se tvořilo podél hlubokomořských příkopů (Wernstedt a Spencer, 1967).

Mindanao je druhým největším ostrovem Filipín s rozlohou 104 630 km². Má 99 miliónů obyvatel (<http://www.popcom.gov.ph/>). Jeho největším vrcholem je Mount Apo (2 954 m. n. m.). Většina ostrova je stále pokryta hustým tropickým deštným pralesem, ale přibývá narušení kulturními poli, a mýtinami. Klima je velmi vlhké s častými dešti a nevykazuje žádnou sezonalitu. Tyto srážky dělají starosti hlavně zemědělcům, přesto existují izolovaná místa jako například Sarangani Bay, kde v určité sezóně mohou být podmínky jako na polopouštích. Na Mindanau jsou různé zdroje minerálních ložisek: měď, uhlí, zlato, mangan a železo (Wernstedt a Spencer, 1967).

Vzorky na tomto ostrově sbíral Pavel Hrouzek v roce 2008. Tyto vzorky byly na místě usušeny a poslány do České republiky. Sbíráno bylo v následujících lokalitách.



Obr. 1: Mapa lokalit Mindanao (Zdroj: <http://www.muslimpopulation.com/asia/Philippines>)

3.1.1.1. Malasag Eco Village / Cugman

Nachází se na severním pobřeží ostrova Mindanao v provincii Metro Cagayan de Oro (Mercado a Baladra 1998). V této oblasti se nacházejí četné vrcholky včetně aktivních vulkánů (Kalatungan Mountain Range), lemované deštným pralesem (<http://www.silent-gardens.com/philippines-volcanoes.php>). Ve východní části provincie se nachází Cugman. Asi dvacet minut od centra tohoto města se rozkládá Malasag Eco Village. Jedná se o botanickou zahradu, ve které je malá vesnička, vzdělávací centrum pro ekoturistiku, etnické umění, flóry a fauny endemitů severního Mindanaa (<http://www.cagayan-de-oro.com/AttractionsMalasag.htm>)

Z této oblasti byly odebrány 2 vzorky a to z betonového chodníku v parku.

3.1.1.2. Mapawa Nature Park

Asi 8 km od Malasag Eco Village se rozprostírá na 2500 hektarech Mapawa Nature Park. Tato oblast je přísně chráněna a spravována Emmanuel Pelaez Ranch Incorporated. Je to lokalita s četnými vodopády a s bohatou faunou a flórou. Je tu napočítáno více než 200 druhů stromů. Raritou je 200-letý *Parashorea malaanonan* (Blanco) Merr a 400-letý *Dracontomelon dao* (Blanco) Merr et Rolfe (www.mapawa.com).

Z této oblasti bylo odebráno 12 vzorků a to z koryta řeky na břidlicovém podkladu.

3.1.1.3. Augusan Marsh

Jedná se o velký komplex bažin a vodních toků s početnými jezery a rybníky. Nachází se ve východní části ostrova Mindanao a rozprostírá se kolem horního toku řeky Augusan River.

Najdeme tu sladkovodní lesní bažiny, sekundární křoviny, jezera, řeky, rýžová pole a močály. Oblast patří mezi památky UNESCO. V trvalých jezerech najdeme mnoho vzácných vodních rostlin (lekníny, hyacinty) a živočichů (želvy, krokodýly) (<http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5023>). Součástí Augusan Marsh je také "Wonderland", kde můžeme vidět přírodou vytvořené bonsaie (http://en.wikipedia.org/wiki/Agusan_Marsh_Wildlife_Sanctuary).

Z této oblasti bylo odebráno 8 vzorků a to z kůry stromů, z mechu a z bultu. Stromy se nacházely v kulturní krajině mezi rýžovišti.

3.1.2. Ostrov Bohol

Střední část Filipín je nazývána jako Visayan Islands, tato část zahrnuje několik ostrovů a jedním z nich je ostrov Bohol. Visayan Islands se rozkládá přesně mezi ostrovy Luzon a Mindanao. Bohol je desátý největší ostrov Filipín s rozlohou 4 117 km². Na tuto oblast působí několik odlišných geologických podmínek než na ostrovy Mindanao a Luzon. Ostrov Bohol je hornatý, tvořený vápencem, což svědčí o přítomnosti korálových útesů v době ledové. Velmi známé jsou Chocolate Hills, které jsou jednou z hlavních turistických atrakcí. Ostrovem protékají celkem 4 velké řeky Loboc, Inabanga, Abatan a Ipil (Wernstedt a Spencer, 1967).



Obr. 2: Mapa lokalit Bohol (Zdroj: <http://roadtoendeavour.wordpress.com>)

3.1.2.1. Baclayon

Bacalyon je jeden z okresů ostrova Bohol. Je to zároveň první správní jednotka založená zde Španěly. Tato oblast je známá hlavně kvůli historickému katolickému kostelu. Je považován za jeden z nejstarších kostelů na Filipínách (http://en.wikipedia.org/wiki/Baclayon,_Bohol).

Z této oblasti pochází jeden vzorek, který byl odebrán ze stěny kostela. Povrch byl tedy vápencový a suchý.

3.1.2.2. Loboc

Loboc je další okres ostrova Bohol. Turisté sem přijíždějí, aby viděli jednoho z nejmenších primátů světa nártouna filipínského (*Carlito syrichta* Linnaeus). Nachází se zde jeden z nejkrásnějších kostelů Loboc Church (<http://en.wikipedia.org/wiki/Loboc>).

Tady byly sebrány celkem 2 vzorky a právě z vlhké stěny kostela. Substrátem je opět vápenec.

3.1.2.3. Antequera

Antequera je také jedním z okresů, nacházející se 18 km od města Tagbilaran. Nejznámějším místem z této oblasti jsou vodopády Mag-Aso Falls. Je to několik vodopádů vytvářející přírodní bazének (http://en.wikipedia.org/wiki/Antequera,_Bohol).

Z toho místa pochází jeden vzorek, který byl sebrán z vápencového kamene, který se nacházel u vstupu do tamějšího kostela.

Všechny lokality, místa odběru a typ substrátu každého vzorku jsou zaznamenány v tabulce I.

Číslo vzorku	Substrát	Biotop	Lokalita
F57A	Beton	chodník v parku	Malasag Eco Village/Cugman
F57B	Beton	chodník v parku	Malasag Eco Village/Cugman
F58A	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F58B	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F58C	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F59A	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park

F59B	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F59C	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F59D	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F59E	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F60	kůra stromu	strom mezi rýžovišti	Augusan Marsh
F61	kůra stromu	plovoucí les	Wonderland/ Augusan Marsh
F62A	kůra stromu	plovoucí les	Wonderland/ Augusan Marsh
F62B	kůra stromu	plovoucí les	Wonderland/ Augusan Marsh
F62C	kůra stromu	plovoucí les	Wonderland/ Augusan Marsh
F63	povrch bultu	plovoucí les	Wonderland/ Augusan Marsh
F64	povrch mechu	plovoucí les	Wonderland/ Augusan Marsh
F65	kůra stromu	plovoucí les	Wonderland/ Augusan Marsh
F66A	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F66B	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F66C	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
F66D	břidlice	koryto řeky	Mapawa Nat. Park
16	vápenec	stěna kostela	Loboc
18	vápenec	stěna kostela	Baclayon
19	vápenec	stěna kostela	Loboc
30	vápenec	Kámen	Antequera

Tab.I: Přehled vzorků

3.2. Metodika

Celkem jsem tedy zpracovávala 22 vzorků, které sbíral Pavel Hrouzek a dopravil je vysušené do České republiky. Vzorky jsem pěstovala na agarovém médiu v Petriho miskách. Jako agarové médium mi sloužil 1,5% roztok agarů s médiem BBM (Bold-Basal/Bristol Medium) (Bischoff a Bold, 1963) a Z8 (Staub, 1961). Nejprve jsem nechávala sinice růst na médiu BBM. Jelikož jsem získala jen málo kmenů, zkoušela jsem dále jiná média a nechávala jsem vzorky přes noc v destilované vodě nebo v tekutém médiu BBM. Nakonec jsem zkusila bezdusíkaté médium BBM, abych zvýšila pravděpodobnost růstu heterocytických sinic. Vzorky rostly při teplotě 20 – 21 °C a vždy po 12 hodinách se střídalo světlo a tma. Misky jsem nedávala růst dnem vzhůru.

Čisté kultury byly přeočkovány do uzavíratelných zkumavek se šikmým agarem a byly uchovány pro případné molekulární práce. Všechny vykultivované kmeny jsem podrobila mikroskopické analýze ve světelném mikroskopu Olympus BX 51 s digitální kamerou Olympus DP 71 a softwarem DP Controller (Olympus Inc.). Kmeny nebyly jen foceny, ale i dokumentovány pomocí kreseb. Z fotografií a kreseb jsem poté sestavila obrazové tabule pomocí programu Inscap (Inscap cor.). Takto jsem zpracovala i další čtyři filipínské kmeny, které jsem dostala od Jana Mareše a nevykultivovala sama. Jedná se o kmeny ze vzorků 16, 18, 19, 30.

Sinice jsem určovala podle prací Süsswasserflora von Mitteleuropa – Cyanoprokaryota I., II. a III. (Komárek a Anagnostidis, 1998, Komárek a Anagnostidis, 2005, Komárek, 2013).

4. Výsledky

Kmen: F57B – *Brasilonema* sp. (příloha 1)

Lokalita: Malasag Eco Village (Cugman), chodník v parku, beton

Nárůst na médiu mají jasně zelenohnědou barvu a rostou do prostoru (vytváří shluky na agarové plotně). Makroskopicky na agarových plotnách tvoří neuspořádané shluky silných vláken. Pod mikroskopem mají jednotlivá vlákna fialovo-červenou barvu. Vlákna se nepravě větví (obr. 1E, G, D). Pochvy jsou bezbarvé a poměrně silné (obr. 1F). V určitém stádiu je na vláknech viděna vakuolizace, kdy v jednotlivých buňkách jsou vidět bezbarvé kulovité útvary, které zabírají většinu prostoru v buňce (obr. 1C). Vlákna jsou široká 17-20 μm . Vlákno je tvořeno cylindrickými buňkami spíše širšími než delšími, (13) 15-17 μm na šířku a 6-11 (17) μm na délku. Kmen tvoří nekridické motýlkovité buňky (obr. 1B). Vlákno začíná a končí většinou čepičkou, která je světle zelená a průhledná (obr. 1I). Heterocyty jsou interkalární a mají tvar obdélníkovitý a také jsou světle zelené s jasně viditelnými póry. Na šířku mají heterocyty (12) 13-16 μm . V délce je velká variabilita od hodně tenkých až po dlouhé obrovské heterocyty (6) 10-15 (17) μm (obr. 1A, H).

Kmen F58B - *Hapalosiphon* sp. (příloha 2)

Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

Na agarové plotně se vytváří zelenomodré nárosty, které ale nikdy nedorostou větších velikostí než 1 cm. Ve zkumavce se šikmým médiem vlákna prorůstají i dovnitř média. Pod mikroskopem mají vlákna světle zelenomodrou barvu a tvoří husté svazky. Vlákna jsou schopná se větvit pravě i nepravě. Nepravé větvení bylo viděno na sekundárních větvích (obr. 2G, C), nikoliv na primárních a vzniká tvořením vypouklin, které jsou stále pokryté pochvou. Posléze se vypouklina v půlce od sebe oddělí a z každé části roste samostatné vlákno. Primární vlákno se vždy větví pravě (obr. 2A, D, E). Vlákna jsou široká (6) 8-10 μm . Sekundární větve směřují na obě strany (obr. 2F). I sekundární větve si zachovaly schopnost se dále větvit, terciární větve jsem pozorovala, ale ne příliš často (obr. 2I). Pochva je vyvinutá, patrná zejména na primárním vlákně, tenká, bezbarvá (obr. 2B). Buňky primárního vlákna jsou velmi nepravidelného tvaru (jak delší, tak kratší než je jejich šířka) i velikosti, na přepážkách jsou zaškrcované. Jsou široké (6) 8-10 μm a dlouhé (5) 6-8 μm (obr. 2E). Sekundární a terciární větve mají buňky sjednocené tvarově i velikostně, jsou cylindrické, na přepážkách zaškrcované, na konci vláken jsou buněčné přepážky nezřetelné a vlákno se mírně zužuje na 4-5 (6) μm . Heterocyty jsou interkalární, žluté až žlutohnědé. V primárním vlákně jsou stejně široké nebo mírně širší než vegetativní buňky, 8-9 (10) μm , jejich délka je ale velmi variabilní (od 5 do 18 μm) (obr. 2E). V sekundárních větvích jsou heterocyty cylindrické (obr. 2H). Tvorba heterocytů v terciárních vlákněch nebyla pozorována. Hormogonie se tvoří za pomoci nekruidických buněk (obr. 2G). Tento kmen se podařilo vykultivovat na bezdusíkatém médiu. Na médiu Z8 a BBM se vůbec neobjevil.

Kmen: F58c – *Leptolyngbya* sp. (příloha 3)

Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

Makroskopické nárosty na agarové plotně mají tmavozelenou barvu s odstíny hnědé. Mikroskopicky jsou nárosty tvořeny vlákny, které tvoří neuspořádané shluky. Vlákna jsou víceméně rovná, na agarových plotnách jsem pozorovala občas i spirálovitě zatočená vlákna. Vlákna jsou široká 2,5-3 (4) μm , tenčí vlákna jsou spíše v mladších vzorcích. Nepravé větvení nebylo pozorováno. Často ve vzorcích viděna zlomená vlákna, která končí přečnívající pochvou (obr. 3A, E). Pochva je někdy samotná uprostřed vlákna, kde už není

živý obsah (obr. 3F, G). Pochvy jsou průhledné a bezbarvé. Jednotlivé buňky jsou širší než delší, na délku měří okolo 0,5-1 μm , na přepážkách silně zaškrcované s širokou buněčnou stěnou (obr. 3B). Koncová buňka je zaoblená, bez zúžení nebo kalyptry, někdy mírně delší než vegetativní buňky (obr. 3F, C). Tvoří nekridické buňky (obr. 3D).

Kmen F59c – *Oscillatoria* sp. (příloha 4)

Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

Makroskopicky tvoří na agarové plotně provazce, které mají modrozelenou barvu. Starší vlákna jsou nápadně světlejší a spíše zelená. Mikroskopicky jsou provazce tvořeny vedle sebe uspořádanými jednotlivými vlákny, které těsně naléhají na sebe (obr. 4D). Ve vzorcích byly často vidět jednotlivé úlomky vláken, které měly jasně viditelné zbytky přečnávající pochvy na koncích (obr. 4C). Pochva je velmi tenká a bezbarvá (obr. 4A). Kmen se nevětví pravě ani nepravě. Vlákna jsou široká 9-10 μm . Buňky jsou velmi nápadně širší než delší (obr. 4G). Rozměry buněk jsou kolem 2,5-3 μm na délku a 9-10 μm na šířku (obr. 4D). Koncová buňka je vždy zaoblená a na koncích nejsou žádné jiné útvary (obr. 4E). Jsou tvořeny nekridické buňky ve tvaru motýlka (obr. 4F, B). Tento kmen na médiu rychle umírá, je třeba ho neustále přepichovat na nové misky.

Kmen: F59c – *Calothrix* sp. (příloha 5)

Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

Makroskopicky jsou nárosty temně zelené. Poměrně rychle rostoucí, přerostou povrch celé agarové plotny. Pod mikroskopem jsou vidět solitérní vlákna nepravidelně uspořádaná. Mladí jedinci jsou temně zelení, ale světlejší než staří jedinci. Často je vidět, jak jsou dvě vlákna přiblížená heterocyty a stěna v místě dotyku je rozrušená (obr. 5A, G). Ve vzorcích jsou viděny velmi hojně jak dospělá vlákna tak hormogonie (obr. 5C). Hormogonie tvoří vlákna, která jsou všude stejně široká 5-6 μm . Až u starších stádií se část, kde se formuje heterocyt, začíná lehce rozšiřovat. Dospělá vlákna vždy začínají heterocytem. U něj jsou rozšířená a směrem ke konci se postupně zužují (obr. 5D, B). V nejširším místě dosahují rozměrů (6) 7-12 (15) μm . Vlákna nekončí vlasem, ale postupně přecházejí v trichom o šířce 4,5- 5,5 μm (obr. 5E). Hormogonie jsou tvořeny obdélníkovými buňkami o rozměrech na délku

7-8 μm a šířku 5-6 μm . Heterocyt ještě není jasně diferenciován, ale je vidět náznak na první buňce, zvláště na starších stádiích. Není kulatý, ale už se začíná zakulacovat (obr. 5F). Dospělá vlákna mají buňky cylindrické, někdy delší než širší zejména ke konci vláken. Na začátku jsou buňky kratší než širší. Heterocyt tvoří čepičku na první buňce (5) 6-8 μm dlouhý a 6-9 (10) μm široký. Koncová buňka se jemně zužuje a končí tupě (obr. 5E).

Kmen: F66a – *Leptolyngbya* sp. (příloha 6)

Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

Nárosty na médiu jsou sytě zelené a hustě propletenou celou agarovou plotnu. Kmen tvoří velmi tenká vlákna, někdy spirálovitě stočena (obr. 6G) nebo zvlněná (obr. 6C), hustě propletena do sebe (obr. 6B). Každé vlákno má světle zelenou barvu. Vlákna mají bezbarvé pochvy, které často na koncích přesahují (obr. 6E, D), ale jsou tenké a bezbarvé. Občas jsou buňky uprostřed vlákna pryč a je vidět pouze pochva (obr. 6G). Vlákna jsou velmi tenká pouze necelý 1-1,5 μm . Žádný typ větvení nebyl pozorován. Kmen netvoří nekridické buňky. Jednotlivé buňky jsou vidět až po zvětšení 100 \times , ale jsou jasně na přepážkách zaškrcované (obr. 6A). Buňky jsou delší než širší, většinou dlouhé 2 μm a těsně nasedají na sebe. Koncová buňka je zaoblená (obr. 6F).

Kmen: F66a – *Nostoc* sp. (příloha 7)

Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

Makroskopické nárosty mají tmavě zeleno-hnědou barvu. Porůstají povrch agarové plotny. Kmen tvoří vlákna, která jsou neuspořádané ve shlukách (obr. 7G). Vlákna jsou složena z jasně zaškrcovaných buněk. Kolem každého vlákna je silná vrstva jasně ohraničeného slizu. Sliz je bezbarvý (obr. 7A). Vlákno je nepravidelně stáčeno do širokých spirál (obr. 7D). Vlákno začíná a končí kulatým heterocytem (obr. 7C). Buňky jsou většinou kulovité, mohou být širší než delší. Na šířku mají 4-5 μm a na délku 3-5 μm . Heterocyty jsou zelenožluté a vlákna většinou začínají. Vlákna mají i interkalární heterocyty (obr. 7B). Počáteční heterocyt má oválný tvar a rozměry většinou 3-4 μm na šířku a 3,5-4 μm na délku. Heterocyty uprostřed jsou kulaté nebo oválné a mají rozměry 3-4 μm na šířku a 3-4 μm na délku (obr. 7E, F).

Kmen 16. – *Nostoc* sp. (příloha 8)

Lokalita: Bohol, Loboc, stěna kostela, vápenec

Makroskopicky na agaru má kmen světle zeleno-modrou barvu. Pod mikroskopem jsou vidět shluky hustě na sebe naskládaných buněk, tvořící jednotlivé kolonie. Jednotlivé kolonie tvoří větší neuspořádané shluky na agarové plotně (obr. 8A, B, H). Celá kolonie buněk tvoří krátké silné vlákno (obr. I). Kolem je silná slizová pochva, která je bezbarvá a poměrně silná (obr. 8D). Buňky v kolonii jsou těsně jedna vedle druhé a občas to vypadá, že tvoří vlákno, které se spirálovitě stáčí a jednotlivé otáčky se těsně dotýkají. Toto uspořádání není pravidelné (obr. 8C). Většinou kolonie začíná a končí heterocytem. Heterocyty mohou být i interkalární přímo uprostřed kolonie, zde se potom slizová pochva zaškrucuje (obr. 8E). Jednotlivé buňky jsou kulaté s rozměry 3-5 μm na délku i šířku. Počáteční heterocyty mají rozměry 4 - 4,5 μm na délku a 3,5 – 4 μm na šířku a je kulatý nebo se jemně zužuje do tupé špičky (obr. 8C). Interkalární heterocyty mají rozměry 4-5 μm na šířku i délku a jsou kulaté (obr. 8F, G). Oba typy jsou světle zelené a s dobře viditelnými póry.

Kmen: 18. – *Nostoc* sp. (příloha 9)

Lokalita: Bohol, Baclayon, stěna kostela, vápenec

Hustě prorůstá agarovou plotnu a má zelenou barvu. Pod mikroskopem jsou vidět velké shluky buněk, kde se některé jasně řadí za sebe a vytvářejí řetízky (obr. 9A). Celkem kmen tvoří tři morfologie. Nejprve se jednotlivé buňky řadí za sebou a vytvářejí řetízky (obr. 9F, G). Buňky nejsou úplně kulaté, což je způsobeno tím, že jsou na sebe těsně vázány. Dále jsou viděny shluky velkých kulatých buněk, které nejsou nijak pravidelně uspořádány (obr. 9C, H). Posledním morfotypem, který jsem pozorovala, je vlákno spirálně zatočené, buňky jsou kulaté a celé je to ve slizu, který je bezbarvý. Opět začíná a končí heterocytem, ale není to pravidlem (obr. 9E). Heterocyty jsou kulaté nebo vejčité o rozměrech 4 – 5 (6) μm (obr. 9B). Buňky jsou kulaté nebo nepravidelně kulovité o rozměrech 3,5 – 5 μm na šířku i délku (obr. 9D).

Kmen:19- *Cyanosacrina* sp. (příloha 10)

Lokalita: Bohol, Loboc, stěna kostela, vápenec

Makroskopicky tvoří kmen tmavě zelené nárosty a roste při povrchu agarové plotny. Mikroskopicky je uspořádán do balíčkovitých kolonií, které jsou složeny zase z balíčků (obr. 10A). Velikost jedné kolonie je (15) 25- 42 (44) μm na šířku a (15) 17- 37 (44) μm , jsou trojrozměrné a připomínají jakousi nepravidelnou zaoblenou krychli (obr. 10G, H). Mladší kolonie jsou kulovité a jejich buňky mají nepravidelný tvar (obr. 10E, F, I). Celá kolonie je v bezbarvé velmi tenké pochvě (obr. 10D). Jednotlivé buňky mají nepravidelně kulovitý tvar a rozměry 3-4 μm na šířku a (2,5) 3-5 μm na délku (obr. 10C). Heterocyty ani nekridické buňky nebyly pozorovány. Někde je jasně vidět, že buňky jsou po 4 ve skupině (obr. 10B).

Kmen 30. – *Tolypotrix* sp. (příloha 11)

Lokalita: Bohol, Antequera, vápencový kámen

Makroskopicky má kmen zeleno-modrou barvu. Nárosty pod mikroskopem tvoří vláknité, lehce propletené shluky, které tvoří jak dospělá vlákna, tak hormogonie bez heterocyty. Kmen tvoří vlákna, která se zužují jen velmi lehce od heterocyty k poslední buňce (obr. 11C, F). Celé vlákno je v celkem silné slizové pochvě, která je bezbarvá (obr. 11E). Vlákna jsou široká (8) 10-11 (12) μm . Pozorovala jsem nepravé větvení v místě heterocyty (obr. 11B, G). Hormogonie se nezužují, jen koncové buňky a jsou velice krátké 30 – 45 μm (obr. 11A). Postupně se vytvoří heterocyt a vzniká dospělé vlákno (obr. 11H). Buňky dospělých vláken jsou širší než delší, o rozměrech (6) 7-8 (9) μm na šířku a na délku 3-5 μm . Jsou cylindrické a na přepážkách jasně zaškrcované. Koncová buňka se na konci zužuje, končí tupě a je delší než ostatní (obr. 11D). Nekridické buňky nebyly pozorovány. Heterocyty jsou kulovité o rozměrech 7-9 μm na délku a 7-9 μm na šířku a jsou zelenožluté (obr. 11E).

5. Diskuze

5.1. Determinace vykultivovaných kmenů

Z uváděných tropických druhů v literatuře Komárek 2013, by se má *Brasilonema* sp. dala připodobnit k druhu *Brasilonema tolantongense* Bercerra- Absalón et Montejano, ale jsou zde značné odlišnosti. Jsou si podobné šířkou vláken, tenkými bezbarvými pochvami, které jsou u koncové buňky zaoblené. Shodují se i v popisu buněk, které jsou velmi variabilní v délce, ke konci se zkracují a jsou hnědé mírně do fialova. Rozměry buněk se lehce odlišují v délce (5,2 – 18,7 μm x 6-11 (17) μm), vypadá to, že u mého kmene jsou spíše kratší a větší délky dosahují výjimečně. Jasná odlišnost je v šířce heterocytů, kdy můj kmen je má širší (7,4 – 15,6 μm x (12) 13-16 μm), jinak délkou se shodují. *B. tolantongense* je popsána jako subtropický, subaerofytický druh na intenzivně smáčených stěnách v Mexiku (Tolantongo). Mírně se ekologicky odlišují, jelikož můj kmen byl sebrán z betonu v parku v Malasag Aco Village. Jelikož zde nejsou jasné záznamy o vakuolizaci, což má *Brasilonema* dělá a o nápadné koncové buňce s čepičkou nemyslím, že se jedná o tento druh. Jestliže výše uvedené odlišnosti jsou důvodem k diskuzi, tak právě nápadná koncová buňka u mého kmene je jasným rozdílem. Mírně podobnou koncovou buňku má podle kreseb *Brasilonema octagenarum* Aguiar et al., ale ta se zužuje na konci. Vakuolizace buněk se shoduje. Ovšem u tohoto druhu jsou úplně odlišné rozměry, vlákna mají veliký rozsah šířek a buňky zase délek. Hlavně ekologie je odlišná, jedná se o epifytický druh na rostlině *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. O vakuolizaci se ještě píše u druhu *Brasilonema bromeliae* Fiore et al.. U tohoto druhu jsou jinak příliš velké odlišnosti v rozměrech, ve tvaru heterocytů a v ekologii.

Hapalosiphon sp. se mi nepodařilo podle nejmodernější determinační literatury (Komárek, 2013) blíže určit. Podle stávajících popisů je morfologicky nejbližší druh *Hapalosiphon welweitschii* W. et G. S. West, ale odlišnosti od mého kmene jsou přesto evidentní. Shodují se barvou a tloušťkou pochvy, tvarem buněk a i tvarem heterocytů., uspořádáním primárních a sekundárních větví. Velká podobnost je i ve vědeckých kresbách. To čím se nejvíce odlišují, jsou rozměry primárního vlákna, kdy můj kmen je tvoří podstatně širší (5,5 – 7,5 μm x (6) 8-10 μm). *H. welweitschii* se vyskytuje zejména v malých potocích v Africe, Brazílii, Japonsku, Indii a Vietnamu, takže i ekologicky se odlišují. U tohoto druhu

byla popsána var. *major* Gonzalez et Kamat. Ta má stejné rozměry primárního vlákna s mým, ale zase má širší sekundární větve (5,2 – 6,4 μm x 4-5 (6) μm) a užší buňky. Rovněž se jedná o vodní druh vyskytující se v tropech. U žádného z těchto druhů jsem nenašla, že by měl i terciární větve, což u mého bylo občas viditelné.

Leptolyngbya sp. ze vzorku F58C se příliš nepodobá žádnému dosud popsanému druhu, což ovšem u tak neprobádaného rodu, jako je *Leptolyngbya*, s většinou dost mechanisticky popsanými druhy nemusí znamenat příliš. Je mírně širší, než běžné druhy *Leptolyngbya* (2,5-3 (4) μm) a má velmi krátké buňky (0,5-1 μm), tato kombinace širokých a zároveň velmi krátkých buněk je dost netypická. Z evropských subaerofytických druhů (Komárek a Anagnostidis, 2005) se mírně podobá (částečně rozměry, koncová buňka) *L. schmidlei* Anagnostidis et Komárek, která byla popsána ze skal ve Švýcarsku, ale kromě přece jen odlišných rozměrů se tento druh vyznačuje četným nepravým větvením, což kmen F58C nedělá nikdy. Jako nejpodobnější se mi jeví druh *Leptolyngbya cebennensis* (Gomont) Umezaki et M. Watanabe. Tento druh byl původně popsán jako *Phormidium cebennese* Gomont ze smáčených stěn z jihovýchodní Asie. Rozměry jsou ale poněkud odlišné (šířka *L. cebennensis* je poněkud větší (3,5 -4 μm) a zejména délka buněk je větší 1-2,5 (3)). Má však podobnou ekologii, shodují se i ve tvaru koncové buňky a zaškrcováním na buněčných přepážkách.

Oscillatoria sp. se mi nepodařilo určit podle stávající literatury (Komárek a Anagnostidis, 2005). Ze skupiny subaerofytických a sladkovodních druhů nejvíce odpovídá *Oscillatoria tenuis* Aghard ex Gomont. S tímto druhem se značně shodovala v popisu vláken, která jsou rovná na přepážkách lehce zaškrcovaná bez granulace a velmi zřídka stočená na koncích. Popis buněk se také shoduje s mým kmenem i rozměrově. Ekologie druhu je mírně podobná, i když primárně je popsán jako druh sladkovodní (bentos), ale záznamy jsou i ze smáčených stěn. Několik záznamů pochází z tropických oblastí. *O. tenuis* má velký rozsah v šířce vláken ((4) 6-11 (15) μm), což je odlišné od mého kmene, kde jsem naměřila vlákna 9-10 μm . U tohoto druhu je popsána apikální buňka jako zaoblená s lehce ztloustlou buněčnou stěnou, ale to je pozorovatelné jen na dobře vyvinutých vláknech. Já ztloustlou stěnu nepozorovala, ale je možné, že vlákna nebyla dobře vyvinutá. Podle vědecké kresby přesně odpovídá var. *levis* Gardner. Ta ale tvoří o dost užší vlákna (6,8-7,8 μm x 9-10 μm). Odlišuje se také ztloustlými koncovými buňkami a ekologií (Gardner, 1927).

Calothrix sp. se mi nepodařilo přesně určit z několika důvodů. Jednak nevytváří na konci dlouhý vlas, ale přechází rovnoměrně až po trichom široký přibližně 5 μm . Nemá žádnou zbarvenou, silnou, lamelovanou pochvu, ale pouze tenkou a bezbarvou. A poslední důležitá věc, nebyly pozorovány akinety. Z evropských druhů se mírně podobá *Calothrix aeruginosa* Voronichin, která se vyskytuje mezi vodními rostlinami v bažinách, nebo v litorálu jezer a je popsána z Georgie. Podobné si jsou v popisu vláken, které jsou delší jak 150 μm , zužující se ke konci, s bezbarvými pochvami a bez koncového vlasu. I popis buněk a heterocytů je podobný: buňky světle zeleno-modré, koncová buňka kulatá nebo konická, heterocyty basální. Vědecké kresby jsou také velmi podobné mému kmeni. *C. aeruginosa* má poměrně širší vlákna (9-12 μm x (6) 7-12 (15) μm), pochva je na konci otevřená a přečnává, u mé *Calothrix* se na konci pěkně zaoblí s koncovou buňkou. Odlišují se i v délce buněk, kde *C. aeruginosa* má vždy kratší než delší buňky. Já na mém kmenu pozorovala i buňky delší než širší. Ekologicky se liší, ale byla popsána f. *minor* Melnikova z vlhkých půd v Rusku. Ze skupiny druhů bez terminálního vlasu by se dala mírně připodobnit druhu *Calothrix conica* Gardner, jejíž nálezy jsou z Puerta Rico a Číny, kde jsou popsány jako subaerofytní druhy z kůry stromů. V Čadu jsou nálezy s trošku odlišnou ekologií, a z půdy ze Salvadoru byly nalezeny populace s odlišnou morfologií. Shoduje se s mým kmenem popisem vláken, pochvou, buňkami a i popisem heterocytů. Největší rozdily od mého kmenu jsou, že je schopna nepravého větvení a hlavně tvoří vlákna o dost užší než má *Calothrix* (6,8 – 7,5 μm x (6) 7-12 (15) μm).

Leptolyngbya sp., která pochází ze vzorku F66A, také nejde ztotožnit s žádným dosud popsaným druhem. Je jí složité přiřadit k jakémukoliv druhu, protože je tenká 1-1,5 μm , buňky jsou delší než širší a pochva je tenká a bezbarvá, což jsou nevýrazné znaky, které sdílí mnoho druhů. Znaky pro některý druh charakteristické nebyly pozorovány. Z evropských subaerofytických druhů s dlouhými buňkami (Komárek a Anagnostidis, 2005) se mírně podobá *Leptolyngbya hansgirgiana* Komárek, která se nachází na vlhkých půdách, u báze stromů. Je možné, že má širší rozšíření. Podobá se zejména makroskopickým popisem nárostů, kdy tvoří tenké rohože, olivově zelené s jemně propletenými vlákny. Dokáže tvořit o něco tenčí vlákna, než jsem naměřila já (0,5 – 1,5 μm x 1-1,5 μm). Vlákna jsou lehce zvlněná, to by odpovídalo popisu mého kmenu. Stejně jako u mé *Leptolyngbya* jsou buňky delší než širší se světle modrým obsahem. V čem se zásadně liší, je, že *L. hansgirgiana* má těžko viditelné buňky pravděpodobně nezaškrcované na přepážkách. U

mého kmenu jsou pod největším zvětšením buňky dobře viditelné a pravděpodobně zaškrcované na přepážkách.

Nostoc sp. ze vzorku F66A se mi nepodařilo určit do druhu. Uvažovala jsem o podobnosti s *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet et Flahault, který je subaerofytním druhem na vlhkých písčitých půdách, travnatých stanovištích i polopouštích. Je kosmopolitním druhem ve všech tropických, temperátních i polárních oblastech. Má velké množství genetických, morfologických, ekologických a geografických modifikací (Komárek, 2013). Je podobný v barvě nárostů, které jsou olivově zelené, žluto-hnědé až do tmavě hnědé. Také tvoří vlákna, která jsou do sebe propletená s viditelnými pochvami, které jsou patrné hlavně na okrajích kolonie. Popis buněk a heterocytů je také podobný s mým kmenem. Zásadně se liší v rozměrech heterocytů, kdy *N. commune* tvoří celkově větší heterocyty a může jich uspořádat více za sebou v řadě. U mého kmene jsem nepozorovala akinety, takže je nemohu porovnat s tímto druhem. Také u pochvy je mírná odlišnost, *N. commune* je může vytvářet zbarvené do žluto-hněda, já pozorovala pouze bezbarvé. Podle obrazových záznamů evropských druhů je mírně podobný s *Nostoc paludosum* Kützing ex Bornet et Flahault, ale jedná se o vodní druh. Neshoduje se jen vyobrazením, ale i makroskopickým popisem, pochvou, tvarem buněk a heterocytů. Zásadní odlišnosti jsou v rozměrech. Má větší rozsah v délce buněk než můj kmen, může tvořit i buňky kratší ((1,5) 2-6 μm x 3-5 μm). Heterocyty mohou být i prodloužené až 8,5 μm , to můj kmen netvoří, má zásadně kulovité heterocyty na délku 3-4 μm .

U tohoto *Nostoc* sp., pocházejícího ze vzorku 16, je problém s určením, jelikož zůstává pouze v jedné morfologické struktuře. V literatuře jsem zaznamenala podobný morfotyp, ale pouze jako přechodné stádium. Z evropských druhů (Komárek, 2013) bych ho mohla připodobnit druhu *Nostoc punctiforme* Kützing ex Hariot, který je typickým subaerofytním druhem na vlhkých půdách nebo jako symbiont rostlin. S mým druhem se shoduje v popisu vláken, pochvy, buněk, heterocytů. Rozměry buněk se také shodují s mým kmenem. Heterocyty tvoří *N. punctiforme* o trochu širší (4-6,5 μm x 4-5 μm). Jsou zde popsány akinety, které jsem nepozorovala. Podle nákresů je morfotypu mého kmene nejbližší Geitler, který ho popsal jako var. *populorum*. Podle vědeckých kreseb autora Kondratěva jsem našla naprosto stejnou strukturu uspořádání kolonie, jako stádium druhu *Nostoc linckia* Bornet. Vlákna stejně jako u mého kmene jsou hustě stáčená, pochvy jsou viditelné hlavně na okrajových částech kolonie a jsou bezbarvé. Odlišují se popisem buněk, které má sudovitě, kdežto můj kmen je má opravdu kulaté i délka je rozdílná, *N. linckia* má kratší

buňky. Můj *Nostoc* má zase menší heterocyty. V Evropě je *N. linckia* vodní druh, je zaznamenán i z tropických oblastí z rýžových polí z konce pěstitelské sezóny plující na hladině. Je považován za kosmopolitní, ale populace ze vzdálených oblastí mají trochu jinou ekologii a morfologii (například Sant' Anna 1991 z Brazílie jako *N. piscinale*).

Nostoc sp. vykultivovaný ze vzorku 18, bylo těžké určit do druhu kvůli jeho třem morfotypům. V současné literatuře jsem nenašla, že by všechny tři morfotypy dělal jeden druh (Komárek, 2013). Jeden morfotyp, co dělá můj *Nostoc* sp., je mírně podobný evropskému *Nostoc parmelioides* Kützing ex Bornet et Flahault. Shoduje se s mým kmenem ve velikosti i tvaru buněk a tvarem heterocytů. Na fotografickém záznamu jsou zobrazeny řetízky buněk stejného tvaru, jako tvoří můj kmen. Můj *Nostoc* tvoří heterocyty jen o něco menší (4,8 -6,5 μm x 4 – 5 (6) μm). Ekologicky se naprosto liší, tento druh je popsán jako vodní druh spíše horských potoků a jezer. Záznamy z tropů jsou, ale pravděpodobně se jedná o jiný druh (Frémy, 1930). Hlavně u něj nejsou popsány jiné morfotypy. Ze skupiny epifytických druhů je zajímavý *Nostoc cycadeae* Watanabe. Žije endofyticky v několika cykasech. Zajímavý je obrazový záznam izolovaných řetězců *Nostoc* sp. z různých cyklů, který zhotovil G. Caiola. Jsou zde přesné morfotypy, které se vyskytují u mého kmenu. Ale každý je určen jako samostatný druh nebo není určen do druhu. Samozřejmě ekologie je jiná a není moc dobře popsán, nejsou uvedené žádné rozměry.

Cyanosacrina sp. se mi nepodařila určit do druhu podle stávající literatury (Komárek a Anagnostidis, 1998). Mírně je podobná evropskému druhu *Cyanosacrina parthenonensis* Anagnostidis. Tyto druhy se podle tohoto klíče rozlišují dle ekologie. *C. parthenonensis* je popsán jako druh epilitický a chasmoendolitický rostoucí na vápenatém substrátu. Byl nalezen v Řecku na Parthenonu. Má *Cyanosacrina* sp. byla sebrána z vápencové stěny kostela. Takže ekologie je dost podobná jen malá odlišnost v místě výskytu. Tento druh se podobá mému jak obrazovými záznamy, tak popisy kolonií. Jsou popsány zpočátku 2-16ti buněčné, později složené a mnohobuněčné, více méně krychlové s bezbarvým, tenkým slizem kolem. Popis buněk se také shoduje s mým kmenem. Hlavní odlišnost je velikost kolonií a buněk, *C. parthenonensis* tvoří spíše menší kolonie (10-37 μm x (15) 17- 37 (44) μm) a menší buňky (2,5-4,5 μm x (2,5) 3-5 μm). V této literatuře (Komárek a Anagnostidis, 1998) jsou zmíněny i dva druhy pocházející z Indonesie: *C. regularis* Geitler a *C. spectabilis* Geitler. Tyto druhy mají větší buňky a oba jsou popsány z termálních pramenů, nejsou vůbec podobné mému kmenu.

Tolypothrix sp. bylo složité připodobnit nějakému druhu podle dostupné literatury (Komárek, 2013). U žádného druhu jsem nenašla takovou specifickou koncovou buňku, která je delší než ostatní vegetativní buňky a směrem ke konci se zužuje, jako má můj kmen. Jediné k čemu by se dala připodobnit je *Tolypothrix campylonemoides* Ghose, která je řazena mezi nejasné druhy. Bohužel tu není zmínka o koncové buňce a z nákresů není úplně patrné, jak vypadá, ale pravděpodobně je obyčejně vypouklá. Shoduje se s mým kmenem v popisu a rozměrech vláken, nepravidelném nepravém větvení, v barvě pochvy, v popisu buněk a heterocytů. *T. campylonemoides* tvoří širší buňky, než jsem naměřila u mé *Tolypothrix* (8-10 μm x (6) 7-8 (9) μm) a také má větší heterocyty (9,5 – 11 μm x 7-9 μm), tím se zásadně odlišuje od mého kmene. Byla původně popsána v Indii a to z kůry stromů, ze smáčených stěn a z půdy. Má *Tolypothrix* pochází ze vzorku, který byl sebrán ze suchého vápencového kamene, takže i ekologicky jsou si spíše nepodobné. Z evropských druhů by se dala připodobnit *T. rivularis* Hansgirg, která je vodní a je známa z potoků v Austrálii. Jsou si podobné popisem vláken, větvením, popisem pochev, popisem a rozměry buněk a popisem heterocytů. *T. rivularis* má ale užší vlákna (9-10 μm x (8) 10-11 (12) μm) a v popisu se uvádí, že má někdy koncové buňky zbarvené do červena, to jsem u mého kmene nikdy nepozorovala.

5.2. Porovnání diverzity

Na Filipínách nejsou doposud žádné studie o aerofytických sinicích. Probíhalo zde pouze několik studií na vodní sinice a řasy, například studium ruduch (Cordero a Paciente, 1977). Je to doposud neprobádaná oblast. V podstatě v celé jihovýchodní Asii neproběhly žádné studie, kromě studia epilitických sinic na pobřeží Hong-Kongu, jak již zmíněno v rešerši. (Nagarkar a Willams, 1999).

Srovnání s jinými oblastmi na základě mé práce je obtížné, v tomto případě se nedá o druhové bohatosti Filipín až tolik říci. Už při mikroskopování suchých vzorků bylo patrné, že jsou již úplně rozpadlé a nebylo možné z nich cokoliv určit. Ve srovnání s kultivacemi z čerstvých vzorků, které se v algologické laboratoři prováděly v posledních letech je jasné, že doba, která uplyne od sběru ke kultivaci, je rozhodující pro růst sinic. Mé vzorky pocházejí z roku 2008, což je celkem dlouhá doba, pravděpodobně přežily pouze odolné druhy. Izolace kmenů na umělých médiích je značně selektivní, určitě se lépe uchytí druhy, které rostou snadno a rychle a přerostou nám druhy, které potřebují delší čas.

V práci Evy Žiškové z roku 2007, která se zabývala vzorky z Brazílie, se podařilo vykultivovat 43 druhů sinic. V podobné práci Radky Mühlsteinnové z roku 2011 z Kostariky, bylo určeno celkem 55 druhů sinic. Není důvod myslet si, že Filipíny jsou druhově chudší než jiné oblasti. Jde pouze o správné uchování vzorků, jejich stáří a o kultivační postupy.

6. Závěr

Celkem se mi podařilo vykultivovat 11 kmenů sinic, které jsem podrobila mikroskopické analýze a podrobně popsala. Kmeny byly zdokumentovány fotkami a i vyobrazeny kresbami. S pomocí nejmodernější determinační literatury se mi nepodařilo ani jeden kmen určit do druhu. Pravděpodobně se jedná buď o nové variety druhů, nebo o nové druhy.

7. Seznam literatury

Aguilar, R., Montejano G., Rodríguez-Zaragoza, S., Durán-Díaz, A. 2006. Distribution and composition of cyanobacteria, mosses and lichens of the biological soil crusts of the Tehuacán Valley, Puebla, México. *Journal of Arid Environments* 67: 208 – 225.

Aubrecht, R., Láncoz, T., Gregor, M., Schlogl, J., Šmída, B., Lžiščák, P., Brewer-Carías, Ch., Vlček, L. 2011. Sandstone caves on Venezuela tepuis. Return to pseudokarst. *Geomorphology* 132 (3-4): 351 - 365.

Belnap, J. 2002. Nitrogen fixation in biological soil crusts from southeast Utah, USA. *Biol Fertil soils* 35: 128 - 135.

Bischoff, H. W., Bold, H. C. 1963. *Phycological Studies*. IV. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. *Univ. Texas Publ.*, 6318: 1 – 95

Büdel, B. 1999. Ecology and diversity of rock inhabiting cyanobacteria in tropical regions. *European Journal of Phycology* 34: 361 - 370

Büdel, B., Weber, H. M., Porembski, S. and Barthlott, W. 2002. Cyanobacteria of inselbergs in the Atlantic rainforest zone of eastern Brazil. *Phycologia* 41: 498 - 506.

Büdel, B., Luttge, U., Stelzer, R., Huber, O. and Medina, E. 1994. Cyanobacteria of Rocks and Soils of the Orinoco Lowlands and the Guayana Uplands, Venezuela. *Bot. Acta* 107: 422 - 431.

Cordero, J. R., Paciente, A. 1997. *Studies on Philippine Marine Red Algae*. Special Publications from the Seto Marine Biological Laboratory 4: 1 - 258.

Freiberg, E. 1999. Influence of Microclimate on the Occurrence of Cyanobacteria in the Phyllosphere in a Premontane Rain Forest of Costa Rica. *Plant Biology* 1: 244.252.

Friedmann, I., Lipkin, Y., Ocampo-Paus, R. 1967. Desert Algae of the Negev (Israel). *Phycologia* 6: 185 - 200.

- Garcia, P. F., López-Cortés, A. and Nübel, U. 2001. Phylogenetic and Morphological Diversity of Cyanobacteria in Soil Desert Crusts from the Colorado Plateau. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 1902 – 1910.
- Gardner, N. L. 1927. New Myxophyceae from Porto Rico. *Botanical Garden* 7: 1-144.
- Garty, J. 1990. Influence of epilithic microorganisms on the surface temperature of building walls. *Canadian Journal of Botany* 68: 1349 - 1353.
- Gaylarde, Ch. C. and Gaylarde, P. M. 2004. A komparative study of the major microbial biomass of biofilms on exteriors of buildings in Europe and Latin America. *International Biodeterioration and Biodegradation* 55: 131 - 139
- Gaylarde, Ch. C. and Gaylarde, P. M. 1999. Algae and cyanobacteria on painted surfaces in southern Brazil. *Revista de Microbiologia* 30: 209 - 213.
- Gaylarde, P. M., Crispim, C. A., Neilan, B. A., Gaylarde, Ch. C. 2005. Cyanobacteria from Brazilian Building Walls Are Distant Relatives of Aquatic Genera. *OMICS: A Journal of Integrative Biology* 9. 30 - 42.
- Gaylarde, Ch. C., Gaylarde, P. M., Guiamet, P. S, Gomez de Saravia, S. G. and Videla, H. A. 2000. Biodeterioration of Mayan Buildings at Uxmal and Tulum, Mexico. *Biofouling* 171: 41 - 45.
- Gorbushina, A. A. 2007. Life on the Rocks. *Environmental Microbiology* 9. 1613 - 1631.
- Harel, Y., Ohad, I. and Kaplan, A. 2004. Activation of Photosynthesis and Resistance to Photoinhibition in Cyanobacteria within Biological Desert Crust. *Plant Physiology* 136: 3070 – 3079.
- Hesounová, A. (2011): Cyanobacteria of the splashzone of the Dalmatic coast. Bc. Thesis, in Czech, Faculty of Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic, 23pp.
- Hoffmann, L. 1991. Terrestrial Cyanophyceae of Papua New Guinea. II. Cyanobotry *lambinonii* gen. Et spec. Nov. *Algological Studies* 64: 349 – 355.

Hoffmann, L. 1991. Terrestrial Cyanophyceae of Papua New Guinea. I. The genus *Stigonema*. *Algological Studies* 64: 333 – 348.

Hoffmann, L. 1989. Algae of terrestrial habitats. *The Botanical Review* 55: 77-105.

Ivy-Ochs, S., Schluchter, Ch., Kubik, P. W., Dittrich-Hannen, B., Beer j. 1995. Minimum Be exposure ages of early Pliocene for the Table Mountain plateau and the Sirius Group at Mount Fleming, Dry Valleys, Antarctica. *Geology* 23 (11): 1007 - 1010.

Kaštovský, J., Fučíková, K., Hauer, T., Bohunická, M. 2011. Microvegetation on the top of Mt. Roraima, Venezuela. *Fottea* 11 (1): 171 - 186.

Komárek, J., Anagnostidis, K. 1998. Cyanoprokaryota I. In *Süsswasserflora von Mitteleuropa 19/1*. (Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., & Mollenhauer, D., editors), 548. Gustav Fischer, Stuttgart – Jena.

Komárek, J., Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota II. In *Süsswasserflora von Mitteleuropa 19/2*. (Büdel, B., Krienitz, L., Gärtner, G., Schagerl, M., editors). 759. Elsevier/Spektrum, München

Komárek, J. 2013. Cyanoprokaryota III. In *Süsswasserflora von Mitteleuropa and Freshwater Flora of Central Europe 19/3*. (Büdel, B., Krienitz, L., Gärtner, G., Schagerl, M., editors). 1130. Springer Spektrum, Berlin.

Lakatoš, M., Bilger, W., Büdel, B. 2001. Carotenoid composition of terrestrial Cyanobacteria: response to natural light conditions in open rock habitats in Venezuela. *European Journal of Phycology* 36(4): 367 - 375.

Lakatoš, M., Bilger, W., Büdel, B. 2001. Carotenoid composition of terrestrial cyanobacteria: response to natural light conditions in open rock habitats in Venezuela. *European Journal of Phycology* 36. 367 - 375.

Miller, A. Z., San, M. P., Pereira, P. L., Dioníso, A., Saiz, J. C., Macedo, M. F., Prieto, B. 2012. Bioreceptivity of building stones: A review. *Science of The Total Environment* 426. 1 - 12.

Mühlsteinová, R. 2011. Aerophytic Cyanobacteria from San Gerardo de Rivas region, San José, Costa Rica., Bc. Thesis, in Czech. – University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, 61 pp.

Nagarkar, S., Willams, G.A. 1999. Spatial and temporal variation of cyanobacteria-dominated epilithic communities on tropical shore in Hong Kong. *Phycologia* 38: 385 - 393.

Neustupa, J., Škaloud, P. 2010. Diversity of subaerial algae and cyanobacteria growing on bark and wood in lowland tropical forests of Singapore. *Plant Ecology and Evolution* 143 (1): 51 - 62.

Neustupa, J., Škaloud, P. 2008. Diversity of subaerial algae and cyanobacteria on tree bark in tropical mountain habitats. *Biologia* 63: 806 – 812.

Oren, A., Gunde-Cimerman, N. 2007. Mycosporines and mycosporine-like amino acids: UV resistant secondary metabolites. *FEMS Microbiology Letters* 269. 1 - 10.

Pokorný, P. 1996. Stolové hory venezuelské Guyany aneb život ve druhém patře. *Vesmír* 75: 557.

Porembski, S. 2007. Tropical Inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Brazilian Journal of Botany* 30: online version: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84042007000400004&script=sci_arttext.
Staženo 17. 2. 2014.

Potts, M. 1999. Mechanisms of desiccation tolerance in cyanobacteria. *European Journal of Phycology*. 319 - 328.

Pouličková, A. 2011. Základy ekologie sinic a řas. 91. Univerzita Palackého v Olomouci.

Rascher, U., Lakatos, M., Büdel, B., Lüttge, U. 2003. Photosynthetic field capacity of cyanobacteria of a tropical inselberg of the Guiana Highlands. *European Journal of Phycology* 38. 247 - 256.

- Rosentreter, R., Belnap, J. 2003. Biological Soil Crusts of North America. *Ecological Studies* 150: 31 - 50.
- Samad, L. K., Adhikary, S. P. 2008. Diversity of Micro-algae and Cyanobacteria on Building Facades and Monuments in India. *Algae* 23. 91 - 114.
- Sant'Anna, C. L., de Paiva, A. M. T., Fiore, M. F., Lorenzi, A. S., Kaštovský, J., Komárek J. 2011. Subgeneric diversity of *Brasilonema*. *Brazilian Journal of Botany* 34: 51 – 62.
- Scherer, S., Chen T. W., Boger, P. 1998. A New UV-A/B Protecting Pigment in the Terrestrial Cyanobacterium *Nostoc commune*. *Plant Physiol* 88. 1055 - 1057.
- Singh, S. P., Kumari, S., Rastogi, R. P., Singh, K. L, Sinha, R. and Rajeshwar, P. 2010. Photoprotective and biotechnological potentials of Cyanobacterial sheath pigment, scytonemin. *African Journal of Biotechnology* 9: 580 - 588.
- Staub, R. 1961. Ernährungsphysiologisch-autökologische Untersuchungen an *Oscillatoria rubescens* DC., *Journal of Hydrology* 23: 82 – 198 p.
- Tirkey, J. and Adhikary, S. P. 2005. Cyanobacteria in biological soil crusts of India. *Current Science* 89: 515 – 521.
- Thomas, A. D. and Dougill, A. J. 2006. Distribution and Characteristics of Cyanobacterial Soil Crust in The Molopo Basin, Southern Africa. *Journal of Arid Environments* 64: 270 – 283.
- Tsavkelova, E. A., Lobakova, E. S, Kolomeitseva, G. L., Cherdyntseva, T. A., Netrusov, A. I. 2003. Localization of Associative Cyanobacteria on the Roots of Epiphytic Orchids. *Microbiology* 72: 86 - 91.
- Tsavkelova, E. A., Lobakova, E. S, Kolomeitseva, G. L., Cherdyntseva, T. A., Netrusov, A. I. 2003. Associative Cyanobacteria Isolated from the Roots of Epiphytic Orchids. *Microbiology* 72: 92 – 97.
- Wernstedt, F., Spencer, J. E. 1967. *Philippine Island World: A Physical, Cultural, and Regional Geography*. The Regents of the University of California. Edition 1978.

Whitton, B. A., Potts, M. 2000. The Ecology of Cyanobacteria. Their Diversity in Time and Space. 669. Kluwer Academic Publishers.

Wierzchos, J., Ascaso, C. and McKay, Ch. P. 2006. Endolithic Cyanobacteria in Halite Rocks from the Hyperarid Core of the Atacama Desert. Astrobiology 6.

Wyman, M., Gregory, R. P. F. and Carr, N. G. 1985. Novel Role for Phycoerythrin in a Marine Cyanobacterium, Synechococcus Strain DC2. Science 15: 818 - 820.

Internetové zdroje:

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_inselbergs

<http://www.cagayan-de-oro.com/AttractionsMalasag.htm>

www.mapawa.com

http://en.wikipedia.org/wiki/Agusan_Marsh_Wildlife_Sanctuary

<http://roadtoendeavour.wordpress.com>

http://en.wikipedia.org/wiki/Baclayon,_Bohol

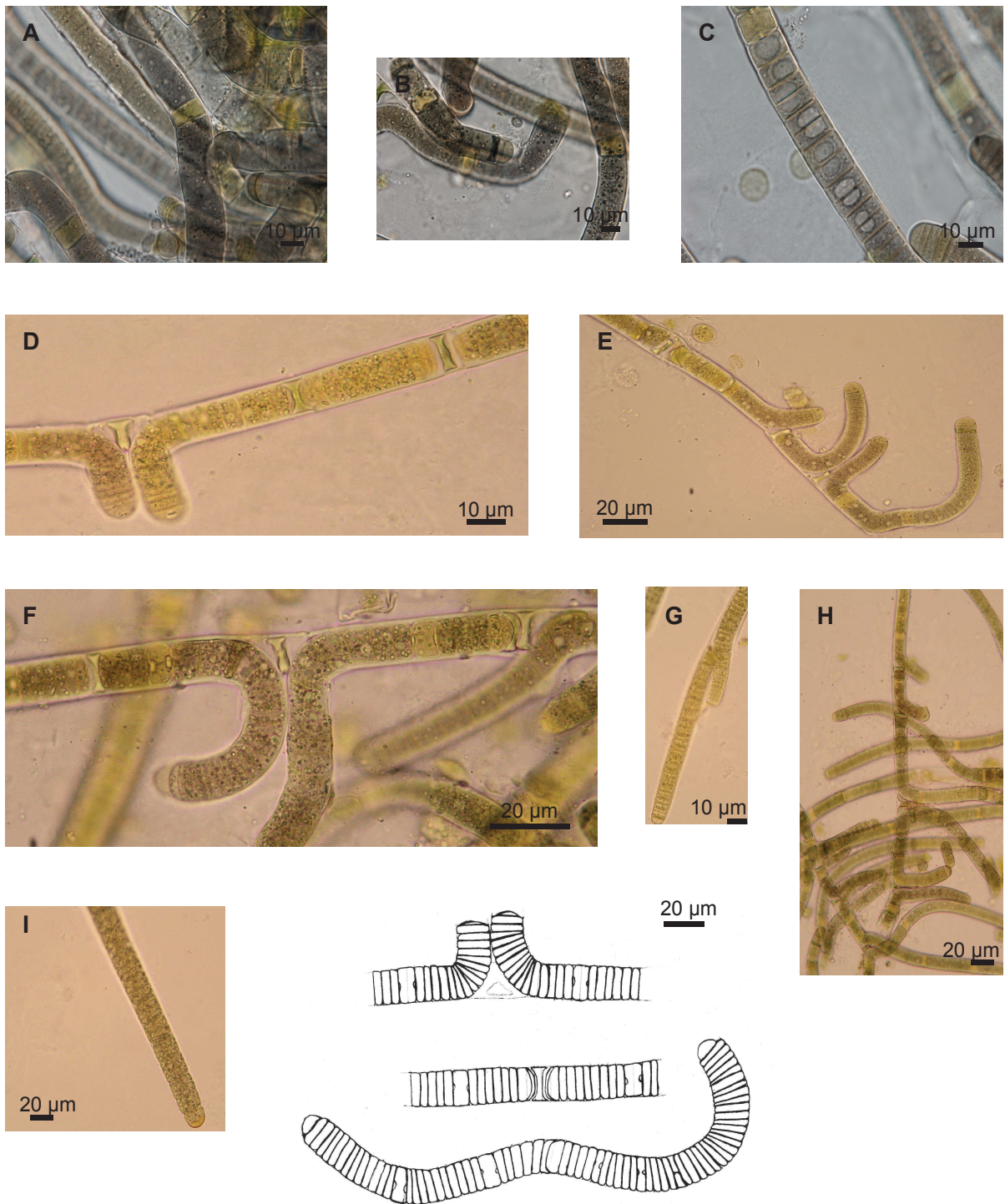
<http://en.wikipedia.org/wiki/Loboc>

http://en.wikipedia.org/wiki/Antequera,_Bohol

<http://www.popcom.gov.ph/>

8. Přílohy

Příloha 1:



Brasilonema sp.

Lokalita: Malasag Eco Village (Cugman), chodník v parku, beton

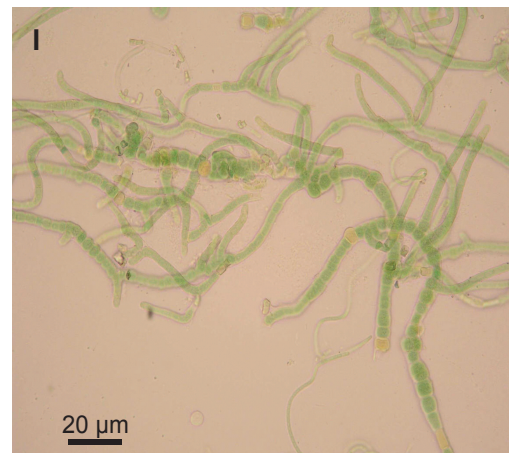
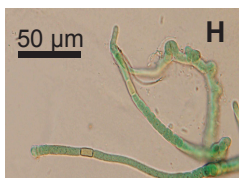
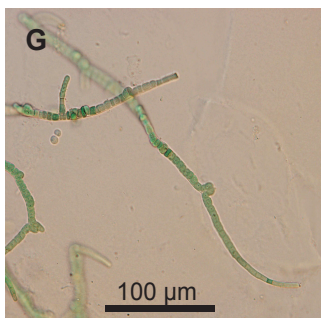
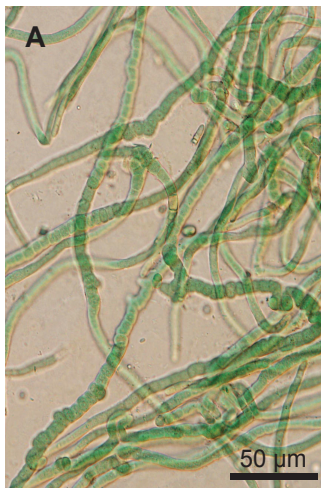
šířka vláken: 17-20 μm

délka buňky: 6-11 (17) μm , šířka buňky: (13) 15-17 μm

délka heterocytů: (6) 10-15 (17) μm , šířka heterocytů: (12) 13-16 μm

A: heterocyty, B: nekridická buňka a heterocyty, C: vakuolizace, nepravé větvení, nekridická buňka, E-G: nepravé větvení, H: celkový pohled, I: koncová buňka

Příloha 2:



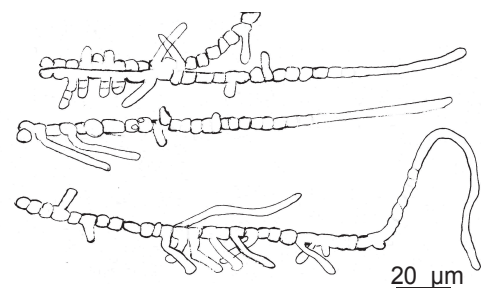
Hapalosiphon sp.

Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

šířka vlákn: (6) 8-10 μm

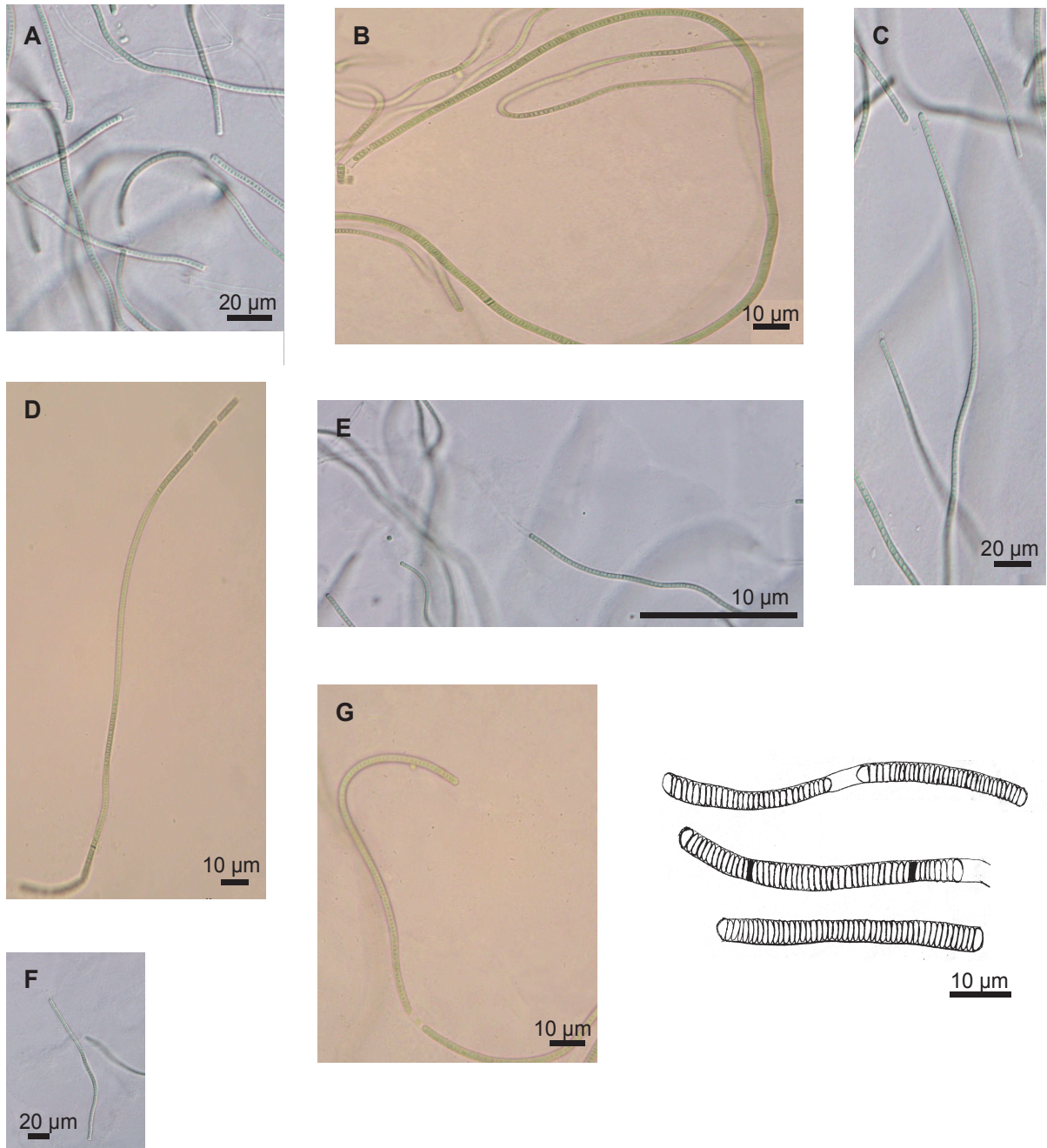
délka buňek: (5) 6-8 μm, šířka buňek: (6) 8-10 μm

délka heterocytů: variabilní, šířka heterocytů: 8-9 (10) μm



A: celkový pohled, B: heterocyt, C: heterocyt, nepravé větvení, D: vlákno, E: primární vlákno, F: celkový pohled, G: nepravé větvení, nekridická buňka, H: heterocyt sekundárního vlákna, I: terciální vlákna

Příloha 3:



Leptolyngbya sp. - ze vzorku F58c

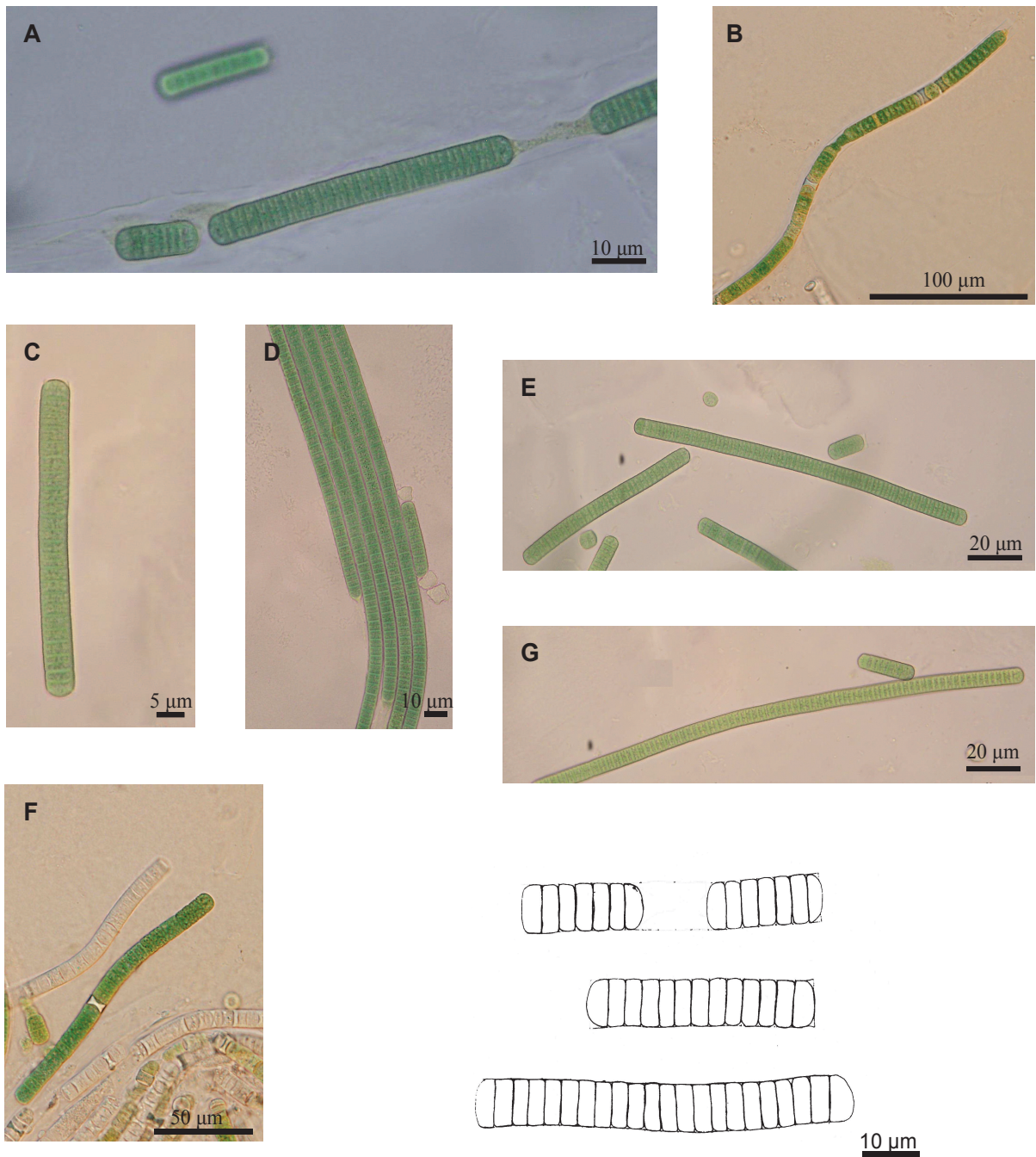
Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

šířka vlákna: 2,5-3 (4) μm

délka buňky: 0,5-1 μm , šířka buňky: 2,5-3 (4) μm

A: přečnávající pochva, B: vlákno, C: koncová buňka, D: nekridická buňka, E: přečnávající pochva, F: pochva viditelná uprostřed vlákna, G: přečnávající pochva

Příloha 4:



Oscillatoria sp.

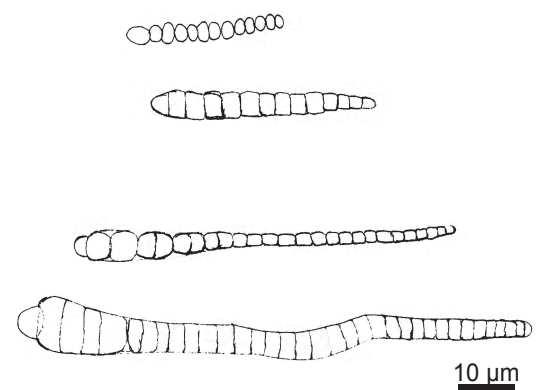
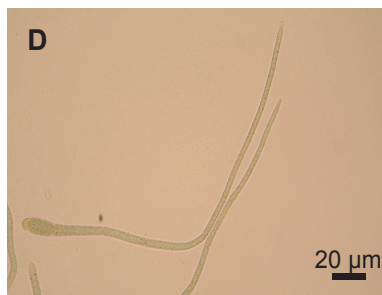
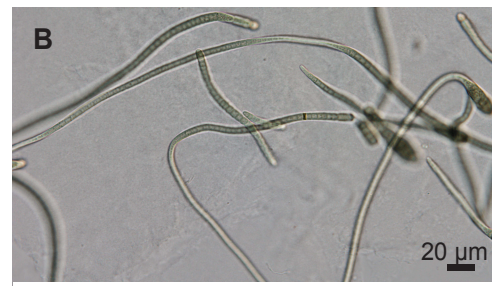
Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

šířka vláken: 9-10 μm

délka buňky: 2,5-3 μm, šířka buňky: 9-10 μm

A: rozpadající se vlákno, B: nekridické buňky, C: přečnávající pochva, D: uspořádaná vlákna, E: celkový pohled, F: nekridická buňka G: vlákno s úlomkem,

Příloha 5:



Calothrix sp.

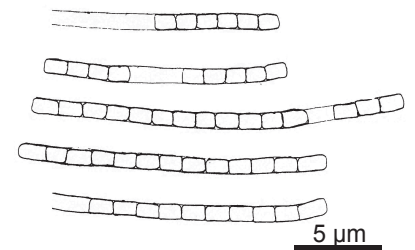
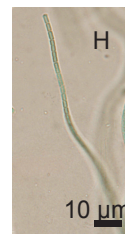
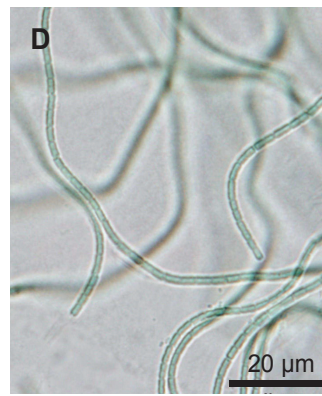
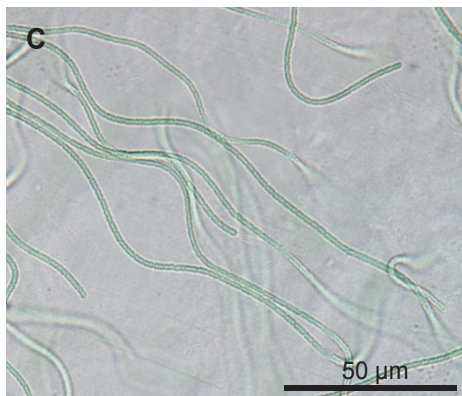
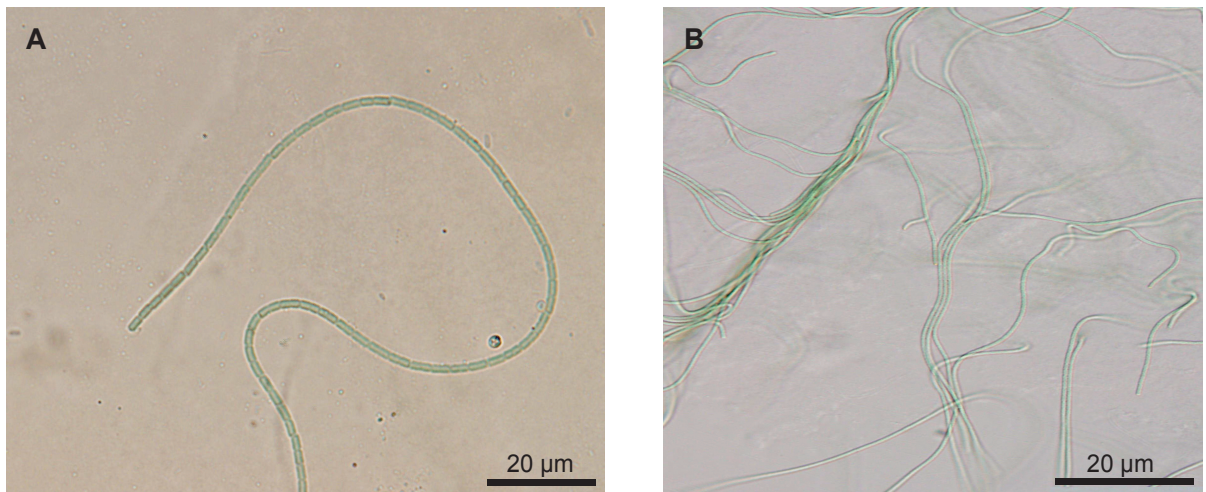
Lokalita: Mapava Nat. Park, kryto řeky, břidlice

šířka vlákn: (6) 7-12 (15) μm

délka heterocytů: (5) 6-8 μm dlouhý, šířka heterocytů: 6-9 (10) μm

A: vlákna spojená heterocytem, B: celkový pohled, C: vlákno a hormogonie, D: vlákno, E: koncová buňka, F: hormogonie, G: vlákna spojená heterocytem

Příloha 6:



Leptolyngbya sp. - ze vzorku F66a

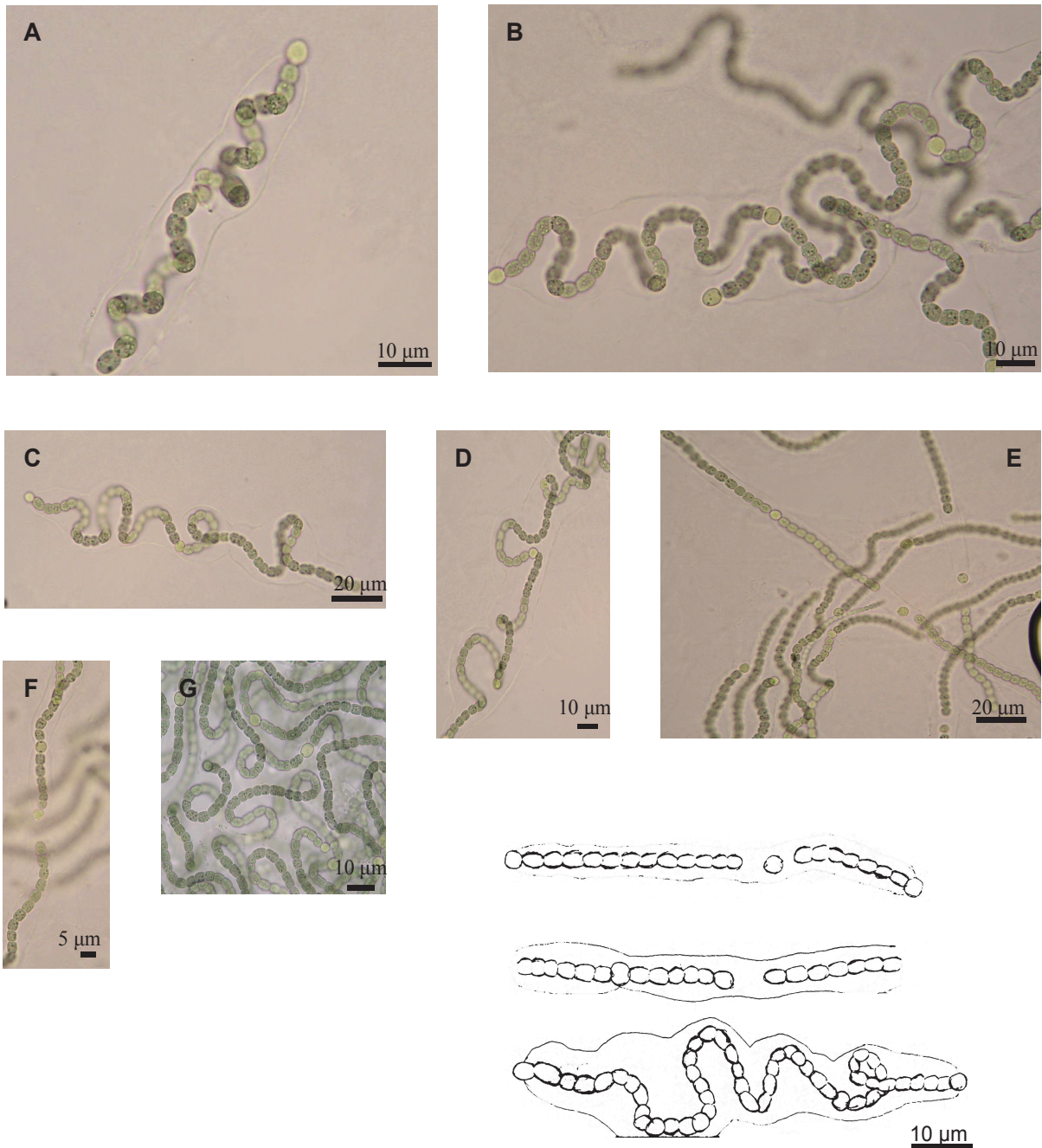
Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

šířka vlákn: 1-1,5 µm

délka buňky: 2 µm, šířka buňky 1-1,5 µm

A: vlákno, B-C: celkový pohled, D-E: přečnivající pochva, F: buňky, G: pochvy, H: koncová buňka

Příloha 7:



Nostoc sp.- ze vzorku F66a

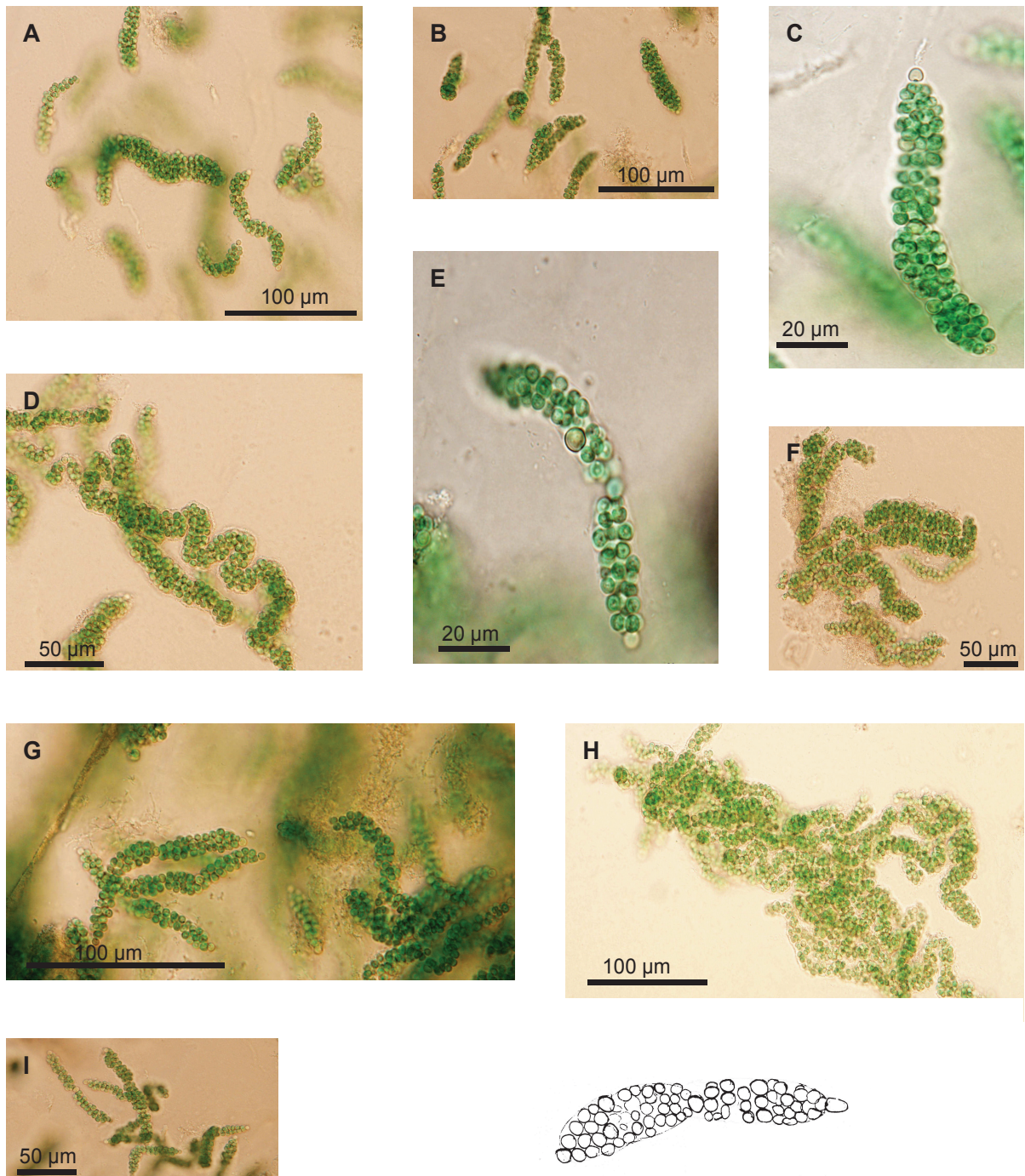
Lokalita: Mapawa Nat. Park, koryto řeky, břidlice

délka buňky: 3-5 μm, šířka buňky: 4-5 μm

délka heterocytů: 3-4 μm, šířka heterocytů: 3-4 μm

A: vlákno ve slizové pochvě, B: celkový pohled, C-D: vlákno ve slizové pochvě, E: celkový pohled, F-G: heterocyt

Příloha 8:



Nostoc sp.- ze vzorku 16

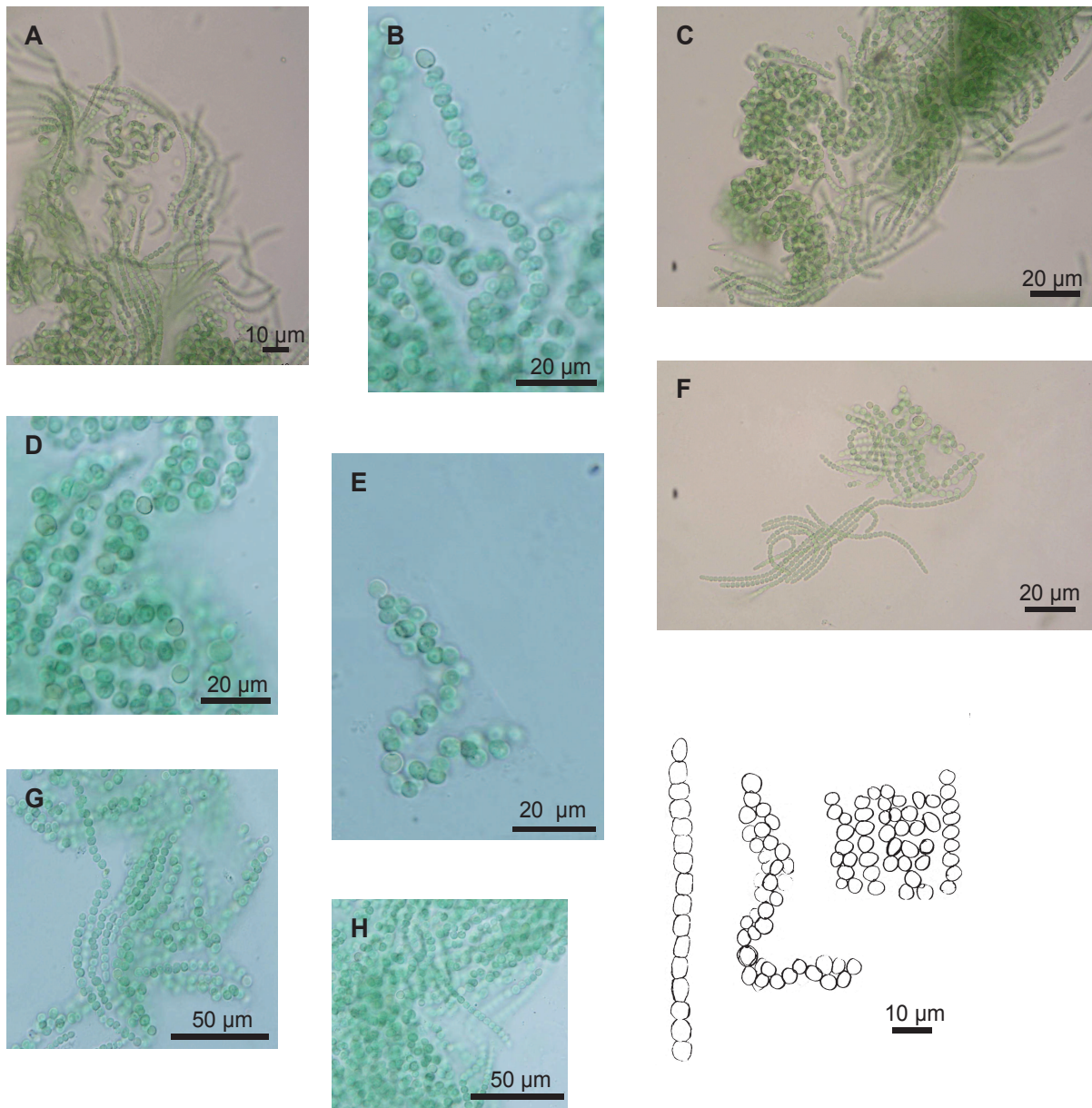
Lokalita: Bohol, Loboc, stěna kostela

délka buňky: 3-5 μm , šířka buňky 3-5 μm

délka heterocytu: 4-4,5 μm , šířka heterocytu: 3,5-4 μm

A-B: celkový pohled, C: kolonie, D: celková pohled, E: interkalární heterocyt, F-I: celkový pohled na kolonie

Příloha 9:



Nostoc sp.- ze vzorku 18

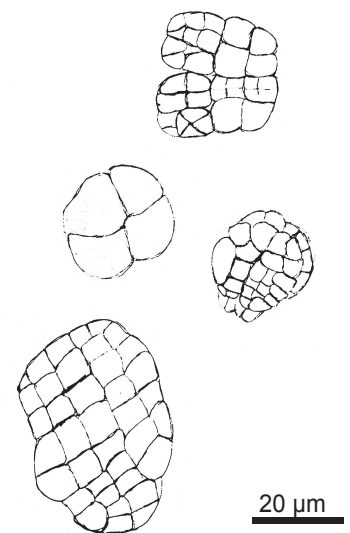
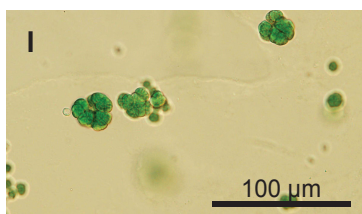
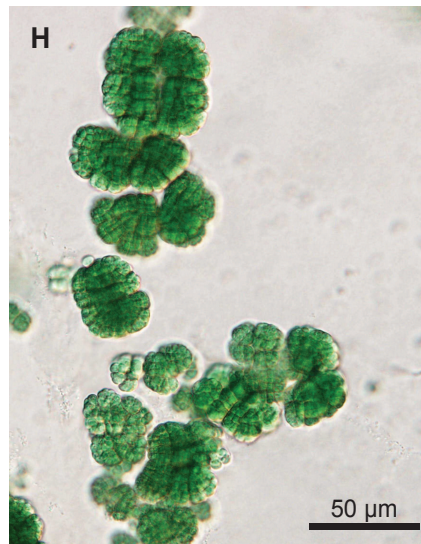
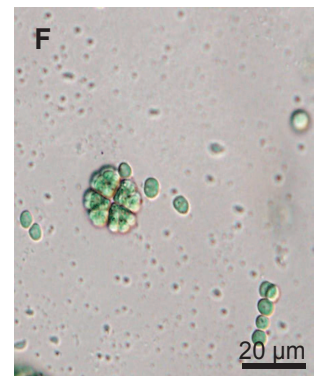
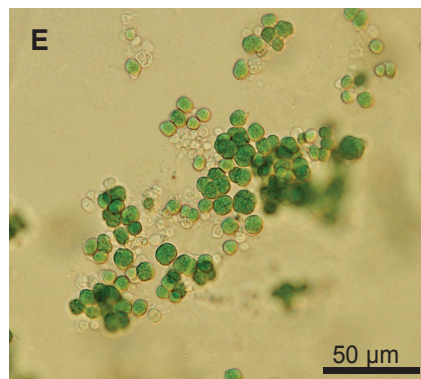
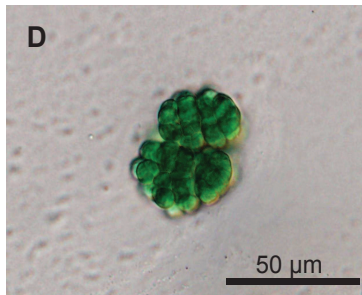
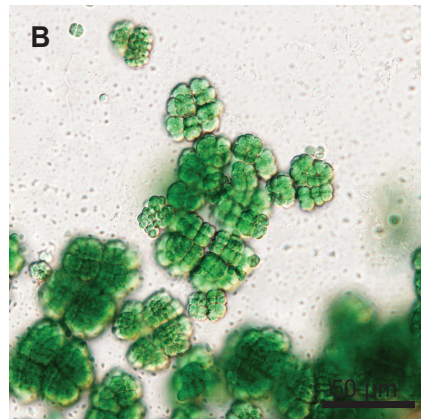
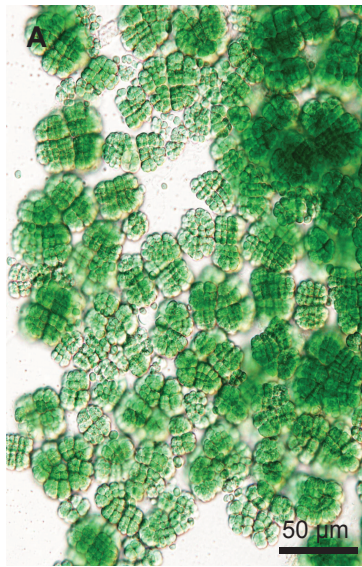
Lokalita: Bohol, Baclayon, stěna kostela

délka buňky: 3,5 - 5 µm, šířka buňky: 3,5 - 5 µm

délka heterocytu: 4-5 (6) µm, šířka heterocytů: 4-5 (6) µm

A: celkový pohled, B: počáteční heterocyt, C: řetízky buněk a neuspořádané shluky, D: interkalární heterocyty, E: stádium v pochvě, F-G: řetízky buněk, H: celkový pohled

Příloha 10:



Cyanosacrina sp.

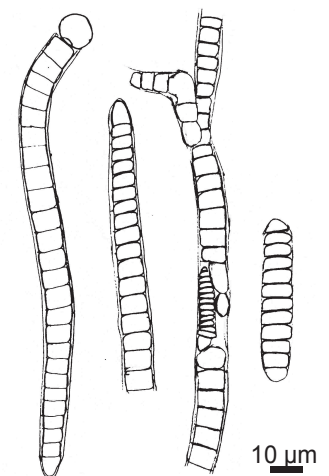
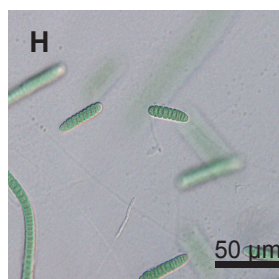
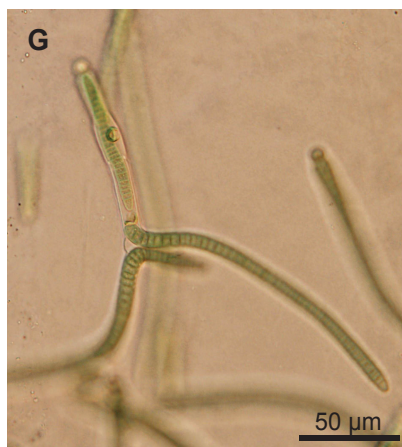
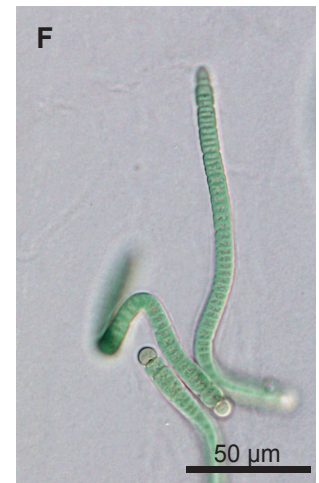
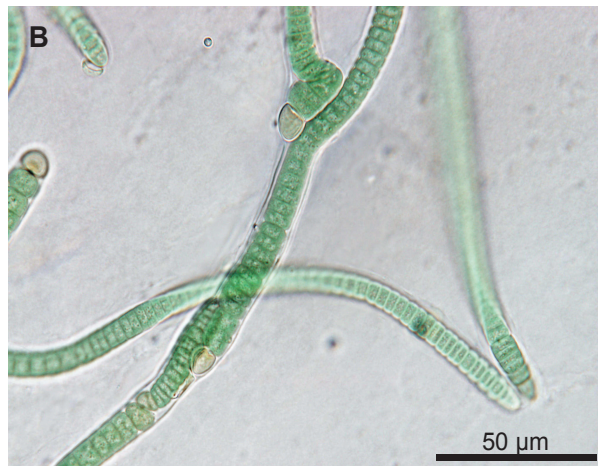
Lokalita: Bohol, Loboc, stěna kostela

velikost kolonie na šířku: (15) 25-42 (44) μm, velikost kolonie na délku: (15) 17-37 (44) μm

délka buňky: (2,5) 3-5 μm, šířka buňky: 3-4 μm

A -B: celkový pohled, C-D: starší kolonie, E: mladé kolonie, F: rozpadlá kolonie, G-H: celkový pohled, I: mladé kolonie

Příloha 11:



Tolypothrix sp.

Lokalita: Bohol, Antequera, vápencový kámen
 šířka vlákna: (8) 10-11 (12) μm
 délka buňky: 3-5 μm , šířka buňky: (6) 7-8 (9) μm
 délka heterocyty: 7-9 μm , šířka heterocyty: 7-9 μm

A: mladé vlákno, B: nepravé větvení, C: vlákno, D: koncová buňka, E-F: vlákna, G: nepravé větvení, H: hormogonie