

Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

Katedra Ekologie a životního prostředí



Sinice minerálních pramenů lázní Slatinice a potoka Slatinka

Diplomová práce
Bc. Alena Čeplová

Studijní program: Hydrobiologie

Studijní obor: Hydrobiologie

Forma studia: Prezenční

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala sama pod vedením doc. RNDr. Petra Hašlera, Ph.D. a čerpala jsem pouze z uvedené odborné literatury.

V Olomouci dne:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce doc. RNDr. Petru Hašlerovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace a cenný čas, který mi při psaní práce věnoval. Další velké díky patří mé rodině a kamarádům, kteří mi byli po celou dobu studia velikou podporou. V neposlední řadě patří velké díky mým spolužákům za vytvoření dobrého kolektivu.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	Alena Čeplová
Název práce:	Sinice minerálních pramenů lázní Slatinice a potoka Slatinka
Typ práce:	Diplomová práce
Pracoviště:	Katedra botaniky, PřF UP Olomouc Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc – Holic
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D.
Rok obhajoby práce:	2023
Anotace:	Magisterská práce je zaměřena na studium druhové bohatosti perifytických sinic v minerálních pramenech lázní Slatinice a v potoce Slatinka. Sinice budou sbírány z ponořených substrátů a ze smáčených povrchů, zejména z kamenů, písku a ponořené vegetace. Vzorky budou studovány v optickém mikroskopu. Bude sledována druhová bohatost a morfologická variabilita jednotlivých druhů. Vzorky budou kultivovány v mediu Z a sinice budou izolovány do kmenových kultur. Morfologická variabilita izolovaných kmenů bude studována ve světelném mikroskopu. Budou vyhodnoceny rozdíly mezi studovanými lokalitami a morfologická variabilita kmenů bude srovnána s údaji v dostupné literatuře.
Klíčová slova:	sinice, minerální prameny, perifyton, potok Slatinka, lázně Slatinice
Počet stran:	54
Jazyk:	český

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Alena Čeplová

Title of thesis: Cyanobacteria in the mineral springs of the Slatinice spa and in the Slatinka brook

Type of thesis: Master thesis

Department: Department of Botany, Faculty of Science,
Palacký University in Olomouc Šlechtitelů 27,
783 71 Olomouc – Holic

Supervisor: doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D.

The year of presentation: 2023

Annotation: Master thesis aims at study of the species richness of periphytic cyanobacteria in the mineral springs of the Slatinice spa and in the Slatinka brook. Cyanobacteria will be taken from the submerged substrates and from the wetted surfaces, especially stones, sand and submerged plants. Samples will be investigated through the light microscope. The species richness will be studied and morphological variability of species. Samples will be cultivated in medium-Z and strains of cyanobacteria will be isolated. Morphological variability of strains will be investigated through the light microscope. Differences among sampled sites will be analyzed and morphological variability of strains will be compared with available data in the literature.

Keywords: cyanobacteria, mineral springs, periphyton, Slatinka brook, Slatinice spa

Number of pages: 54

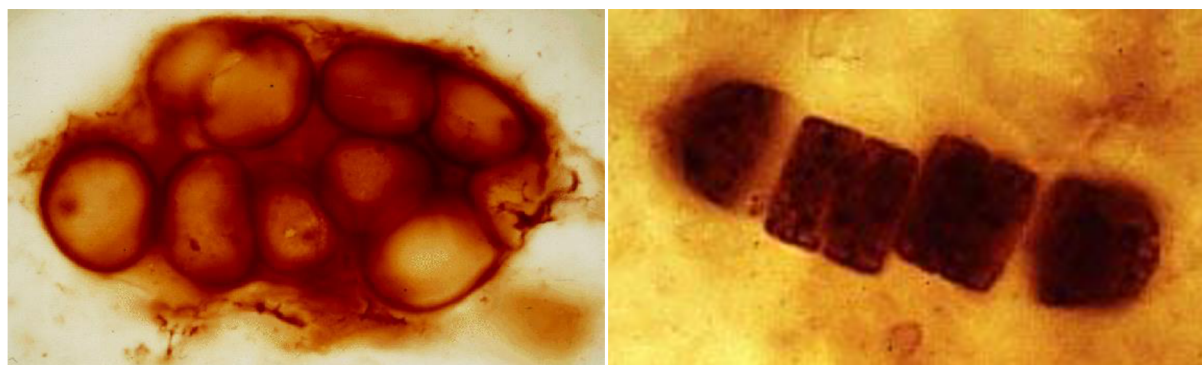
Language: Czech

Obsah

1	Úvod a cíle práce.....	7
2	Současný stav problematiky	9
2.1	Prameniště a prameny.....	9
2.2	Minerální prameny	12
2.3	Termální/minerální prameny ve světě	13
2.4	Význam sinic	16
2.5	Problematika taxonomie a determinace sinic	17
3	Popis lokality a metody práce	19
3.1	Substrát (obecně)	19
3.2	Slatinické sirné prameny	20
3.3	Metody práce	26
4	Výsledky	30
4.1	Popis kmenů	30
4.2	Obrazové tabule.....	39
5	Diskuze	47
6	Závěr	48
7	Použitá literatura	49

1 Úvod a cíle práce

Předpokládá se, že se sinice vyvinuly v prekambriu dlouho před paleozoickou hranicí, což je to potvrzeno existencí mikrofosilií ze středního a pozdního proterozoika. Nálezy jsou morfologicky takřka totožné s některými současnými sinicemi. Dále v období kambria se sinice staly na Zemi dominantními mezi organismy. Právě díky jejich dominanci se začalo zvyšovat množství kyslíku v atmosféře. Díky produkci kyslíku jako vedlejšího produktu oxygenní fotosyntézy sehrály sinice významnou roli při vzniku kyslíkaté atmosféry a vytvořily prostředí světa, jak jej známe nyní (Castenholz, 2015).



Obrázek 1: Starodávné fosilní sinice; Na obrázku jsou dva druhy sinic ze střední Austrálie, datované do pozdního proterozoika, staré cca 850 milionů let. Vlevo je koloniální forma *Chroococcus*, vpravo se nachází vláknitá *Palaeolyngbya*. Dostupné z: <https://ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanofr.html>

Cílem této diplomové práce je studium dosud nezkoumaných populací sinic v minerálních pramenech lázní Slatinice a potoka Slatinky. Zkoumané prameny z této práce se tedy nacházejí v obci Slatinice na Olomoucku. Voda z pramenů je přírodní středně mineralizovaná, sirá voda, hydrogenuhlčitano-chlorido-vápenato-sodno-hořečnatého typu, která je studená a hypotonická. V práci se zabývám podrobnou charakteristikou sinic nalezených v siránych pramenech a jejich rozdělení, morfologií, jejich významem a využitím.

Práce je zaměřena na studium druhové bohatosti periferytických sinic v minerálních pramenech lázní Slatinice a v potoce Slatinka. Sinice byly sbírány z ponořených substrátů a ze smáčených povrchů, především z kamenů, písku a ponořené vegetace. Vzorčky byly studovány v optickém mikroskopu. Dále byly kultivovány v Z médiu. Morfologická variabilita izolovaných kmenů byla studována ve světelném mikroskopu. Vyhodnocení rozdílů mezi

studovanými lokalitami a morfologická variabilita kmenů byla srovnána s údaji v dostupné literatuře.

2 Současný stav problematiky

2.1 Prameniště a prameny

Sladkovodní prameny jsou biotopy známé pro jejich unikátní vlastnosti, kterými se liší od ostatních povrchových vod. Jsou to relativně stabilní fyzikální a chemické podmínky (Glazier, 1991; Van der Kamp, 1995). Organismy žijící v pramenech jsou díky své stenotermii dobře adaptované na celoročně malé teplotní výkyvy a dostatečnému prokysličení vody (oproti např. nižším částem v toku) (Botosaneanu, 1998; Cantonati et al., 2006). S rostoucí vzdáleností od pramene k ústí se rychle mění fyzikálně-chemické parametry vody (teplota, obsah kyslíku a živin, zákal) a také charakter dna, šířka a hloubka toku, průtok. Kombinací těchto podmínek dochází k ovlivnění složení a struktury bentického společenstva (Smith et al., 2003; Von Fumetti et al., 2007; Barquin a Death 2011). Obecně platí, že v pramenech s vyšším průtokem je bentická fauna rozmanitější, protože zahrnuje druhy, které se nevyskytují v pramenech s malým průtokem (Lindegaard et al., 1998).

Prameny často patří k posledním z oligotrofních sladkovodních biotopů v hustě osídlených oblastech. Vzhledem k vysoké kvalitě jejich vod je hlavním dopadem ovlivňujícím prameny zachycování a odvádění srážkové vody. Snížení množství srážek v mnoha oblastech vyvolané změnou klimatu pravděpodobně vede ke zhoršení tohoto dopadu. Je proto důležité dokumentovat bohatou a zvláštní biodiverzitu pramenů a také stanovit referenční podmínky pro metody biologického hodnocení. Zejména v nekyselých pramenech s tekoucí vodou a hrubými litickými substráty jsou sinice často jednou z nejbohatších a nejhojnějších skupin fotoautotrofů (Cantonati et al., 2015).

Prameniště jsou oblasti s relativně stabilními fyzikálními a chemickými podmínkami, pro které je typická především teplotní stabilita během celého roku. Ačkoliv stálá teplota dává prameništím azonální charakter, prameniště nejsou homogenním prostředím, protože jsou tvořena množstvím mikrohabitátů a struktura je tedy mozaikovitá. Výsledkem je variabilita substrátů a díky tomu jsou prameniště charakteristická vysokou biodiverzitou a hustotou populací. Především kvůli malým rozměrům jsou prameniště velmi křehkým prostředím, které je citlivé k disturbancím, jako je například rozšlapání dobyt看em, zarůstání okolní vegetací nebo vyšším přísunem živin (Kubíková a Simon, 2009).

V ekologickém systému pramenů a pramenišť jsou významné různé taxony sinic, které jsou velmi rozmanité v závislosti na podmínkách prostředí, ale jsou také velmi variabilní u

různých typů pramenů. Prameniště jsou extrémně ohrožené v zalidněných zemích a studium dominující sinicové mikroflóry je důležité ve vztahu ke kontrole a ochraně vodních zdrojů (Glazier, 2009). Pramenná společenstva navíc zahrnují vysoký podíl vzácných taxonů a taxonů z červeného seznamu druhů, které jsou příliš citlivé na to, aby kolonizovaly jiná sladkovodní stanoviště, která jsou více ovlivněna v hustě osídlených a vysoce využívaných geografických oblastech (Cantonati et al., 2015).

Typologie pramenů a pramenišť

Prameny můžeme rozdělit podle různých kritérií, např. podle kritérií odvozených z hydrologie, geologie, hydrochemie, teploty vody, ekologie a lidského využití (Glazier, 2009). Nejběžnější způsob rozdělení je podle typu vyvěrání vody na povrch země. Prameny podle tohoto typu rozdělení dělíme na rheokren (= tekoucí pramen), limnokren (= bazénové prameny) a helokren (= průsak) (Hynes, 1970). Kromě těchto základních typů pramenů bylo přidáno několik dalších, z nichž hlavní jsou hygropetrické prameny nebo skalní průsaky a tzv. opukové prameny, které by měly lépe pojmenovat prameny spojené s vápencem (Sanders et al., 2010). Typy pramenů lze identifikovat a charakterizovat také pomocí bentických řas (Cantonati et al., 2012b).

Rheokren

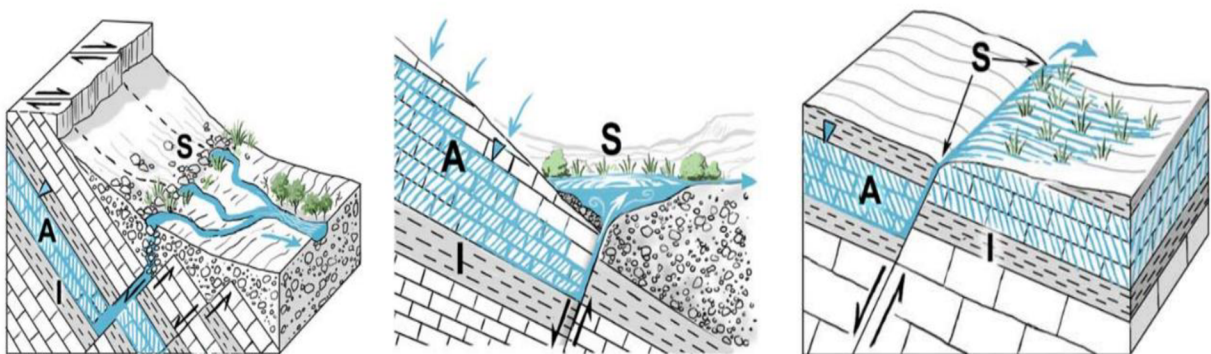
Termín rheokren popisuje prameny, které pocházejí z bodového zdroje (pramene) a tvoří rychle tekoucí pramenný potok s ponořenou vegetací. Jedná se o tok prvního řádu, s jemným sedimentem písku nebo štěrku, často obohacený o mechy (Di Sabatino et al., 2003; Kubíková a Simon, 2009).

Limnokren

Pramenný nebo difúzní zdroj vody se nahromadí a vytvoří malou či velkou vodní plochu (jezíčko), typická je pro tuto oblast bohatá vodní vegetace. Jezíčko je obvykle dostatečně hluboké, aby nebylo ovlivněné sezónními výkyvy (změna teploty, vlhkosti nebo přísunem živin) (Di Sabatino et al., 2003; Hynes, 1970).

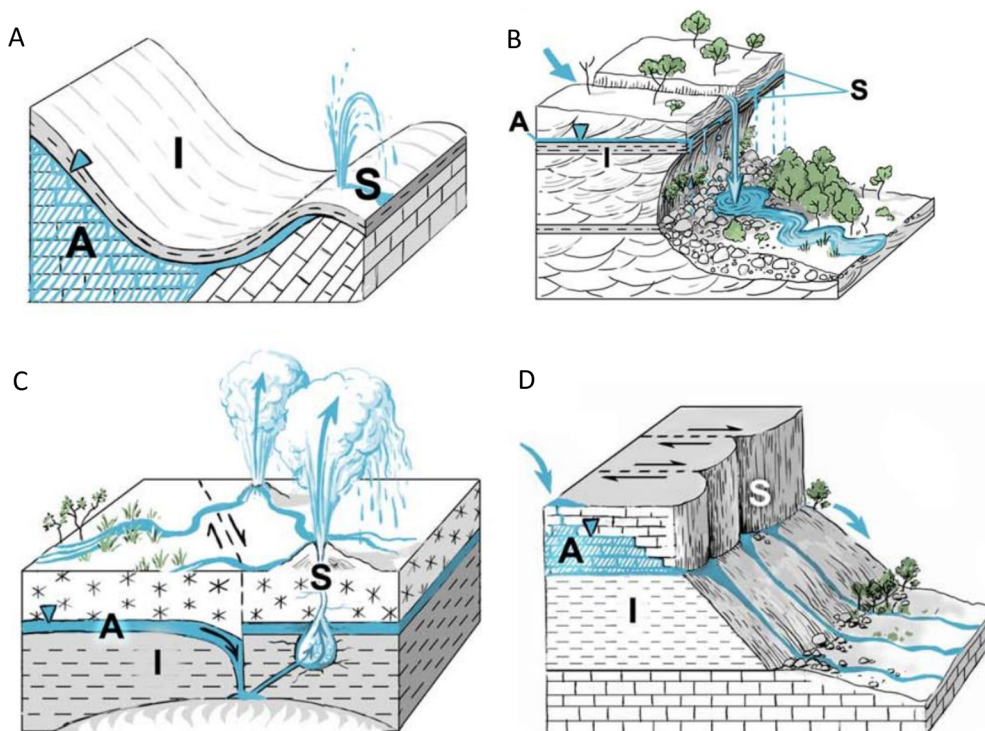
Helokren

Helokreny, neboli průsaky, se vytváří v místech s podmáčeným územím, které je bohaté na mokřadní vegetaci. Vzniká difúzně pomalým prosakováním množství podzemní vody, která vytéká do relativně velké a mírně se svažující oblasti. Tento typ pramene je u nás nejběžnější. Vegetaci tvoří převážně mokřadní rostliny, jako jsou např. rákosy nebo kapradiny (Di Sabatino et al., 2003; Kubíková a Simon, 2009).



Obrázek 2: Typy pramenů podle Hynese, zleva - rheokren, limnokren a helokren (Springer a Stevens, 2009).

Springer a Stevens (2009) se snažili o sjednocení klasifikace, a proto definovali a popsali celkem 12 pramenů. Vytvořili tím komplexnější a složitější systém členění, do kterého zahrnuli kromě těchto třech výše zmíněných druhů i prameny, které se objevují např. ve svazích, dále gejzíry, fontány či visuté zahrady (Obr. 3).



Obrázek 3: Příklady dalších pramenů klasifikované podle Springer a Stevens (2009) (A) gejzír, (B) visutá zahrada, (C) gejzír, (D) svah.

2.2 Minerální prameny

Prameny se „speciální“ hydrochemií, vyznačující se vysokou koncentrací jednoho nebo více iontů a/nebo prvků (např. arsen, měď, železo atd.), se nazývají minerální prameny (Cantonati et al., 2015). Sinice jsou dobře adaptované na oligotrofní prostředí a obecně patří mezi dominantní primární producenty v pramenech. Sinice jsou nejstaršími kyslíkatými fotoautotrofy a kolonizují širokou škálu biotopů včetně těch extrémních, a jsou významnými primárními producenty v celosvětovém měřítku (Sciuto a Moro, 2015). Výskyt a převaha sinic v obrovském množství biotopů je výsledkem několika obecných charakteristik a některých znaků, které jsou charakteristické pro určité skupiny sinic. Mnoho druhů jsou typičtí generalisté, a tím pádem tolerují širokou škálu podmínek prostředí, včetně extrémů, které obvykle eliminují výskyt eukaryotických řas. Teplotní optimum pro růst mnoha sinic je minimálně o několik stupňů vyšší než u většiny eukaryotických řas. Tato vlastnost hraje důležitou roli v letní dominanci sinic v mírných zeměpisných šířkách. Některé druhy sinic snášejí vysoké teploty, až okolo 74 °C a můžeme je najít v horkých pramenech, na povrchu hornin či v horkých pouštích (Castenholz, 2015).

Většina horkých pramenů jsou také minerálními prameny. Prameny jsou extrémně rozmanité ekotony (přechodná zóna mezi dvěma a více sousedními společenstvy). Mají speciální význam pro udržení biodiverzity díky rozmanitosti biotopů, kterou nabízí. Hlavní příčinou této vysoké diverzity je pravděpodobně vysoká rozmanitost podmínek prostředí, které mohou jednotlivé prameny představovat (např. od vysoce zastíněných po vystavené UV záření, od vysoce stabilního trvalého vývěru až po výrazně kolísavé nebo dokonce přerušované proudění, od stojaté vody po silně tekoucí, nebo od extrémně měkké po tvrdou vodu atd.), a proto jsou velmi důležitými stanovišti pro zachování biologické rozmanitosti (Cantonati et al., 2015).

2.3 Termální/minerální prameny ve světě

Označení pramene jako studený, teplý nebo horký jsou relativní. Pro ekologa nebo geologa, který pracuje ve vulkanických oblastech (např. vulkanická zóna Taupo, Nový Zéland), může mít průměrný horký pramen teplotu vody okolo $> 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je tedy pochopitelné, že pramen vyvěrající ve stejné oblasti s teplotou $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ může být považován pouze za „teplý pramen“. Naproti tomu pramen s teplotou $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ v oblasti, kde má okolní povrchová voda teplotu asi $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, se klasifikuje jako „horký pramen“. Tato skutečnost vedla k tomu, že mezi různými obory (geologie, ekologie, aj.) panovala nejednotnost ve vymezení pojmů. Bylo usouzeno, že definice „horko“ a „chlad“ se nejvíce blíží vnímání teplotě lidského těla a signálu zpracovávanému lidským mozkem, který vede právě k pocitu tepla nebo chladu. Vzhledem k tomu, že základní tělesná teplota se u zdravých lidí liší jen málo ($36,7\text{ }^{\circ}\text{C}$), byla považována za dobrý referenční bod díky svému univerzálnímu uznání. U termálních pramenů byla nejoblíbenější definice taková, že průměrná teplota vody byla vyšší než průměrná teplota vzduchu. Ovšem tato definice také byla kritizována, protože ke správnému výsledku by mělo být použito regionálních dat. Například Waring (1965) poznamenal, že v Evropě by měly termální prameny mít teplotu vyšší než asi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ve Spojených státech vyšší než $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, což je široké zobecnění založené na středních teplotách vzduchu v těchto oblastech (Pentecost et al., 2003). Glazier (2009) tvrdí, že prameny charakterizované teplotou, která se blíží průměrné roční teplotě vzduchu (MAAT = mean annual air temperature) v povodí, se tradičně nazývají studené prameny, ačkoliv by se měly přejmenovat na „okolní prameny“, protože studené prameny by měly být ty, které mají teplotu vody pod hodnotu MAAT. Naopak termální prameny mají teplotu vody zřetelně vyšší než MAAT a horké prameny mají teploty

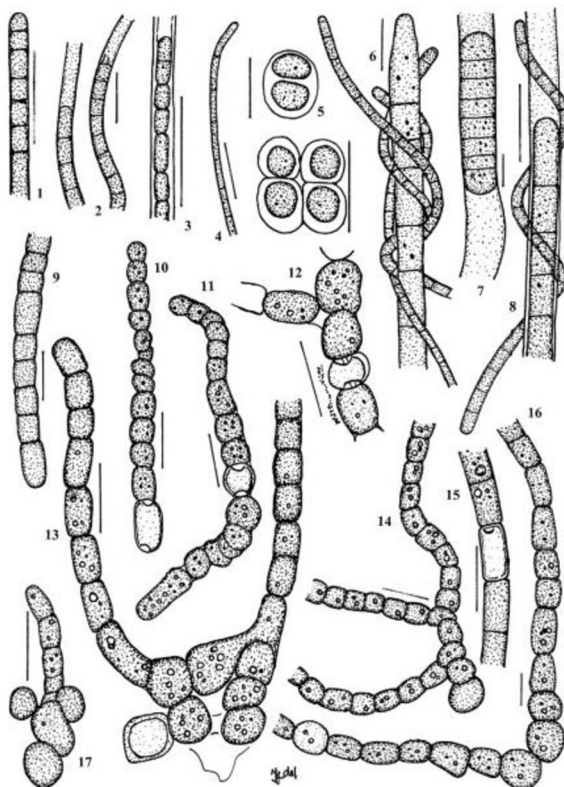
přesahující teplotu lidského těla (Glazier, 2009). Renaut a Jones (2000) navrhli tři skupiny „termálních pramenů“ s jasnými definicemi na základě jasně daných hranic teplot: teplý (20–40 °C), mezotermální (40–75 °C) a hypertermální (>75 °C) pramen. Teplota > 75 °C byla zvolena z mikrobiologických důvodů jako horní mezní teplotní tolerance pro sinice, zatímco 40 °C je přibližná teplota, při které se z hydrogenuhličitanových vod sráží spíše aragonit než kalcit. Stejně jako většina jiných pokusů o přesnou definici ani tento způsob nezohledňuje prameny vytékající v chladném podnebí a s vymezením a používáním nesouhlasí mikrobiologové. Proto problémy s definicí termálních pramenů stále přetrvávají (Pentecost et al., 2003).

Prameny ve světě

Vybrala jsem k porovnání dvě lokality. Jedna z nich se nachází v Bulharsku, druhá v Severní Americe. Lokality by měly mít podobné fyzikálně – chemické vlastnosti, které jsou ve Slatinicích.

Geologická stavba Bulharska je složitá mozaika desek a orogenních struktur (= horotvorný pochod vedoucí ke vzniku pásemných pohoří), která se vyznačuje hlubokými zlomy. Teplota vody všech objevených geotermálních rezervoárech se pohybuje mezi 25 a 100 °C, přičemž převažují ty s teplotou až do 50 °C. Průtok se pohybuje od 1 do 20 l/s v cca 75 % nádrží. Stanovený chemický obsah všech rozpuštěných látek (organických i anorganických) je v rozmezí od 0,1 do 1,0 g/l v jižním Bulharsku a 0,1 g/l (100–50) g/l v severním Bulharsku. Asi 70 % objevených termálních vod je mírně mineralizovaných (méně než 1 g/l) a vhodných k pití. Přímá aplikace termální vody má v Bulharsku prastarou tradici. Současné využití zahrnuje balneoterapii, vytápění a klimatizaci prostorů, skleníků, zásobování termální vodou, zemní tepelná čerpadla, stáčení pitné vody a nealkoholických nápojů (Benderev et al., 2015). V horkém prameni Pancharevo bylo určeno osm taxonů (obr. 4). Rohože sinic se liší svou polohou vzhledem k výstupu horké vody a teplotou (Lukavský et al., 2011).

Mezi rody sinic nalezenými v Bulharsku jsou *Phormidesmis*, *Symploca*, *Gloeocapsa*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Mastigocladus*, *Leibleinia* a *Calothrix*.



Obrázek 4: Sinice v termálním prameni v Pancharevu, 1–3 – *Phormidesmis molle*, 4 – *Symploca thermalis*, 5 – *Gloeocapsa gelatinosa*, 6, 8 – *Phormidium corrium*, s epifytickou *Lyngbya epiphytica*, 7 – *Phormidium papyraceum*, 9–17 – *Mastigocladus laminosus*, 9 – boční větvení, 10, 11 – *M.l. fa. oscillarioides*, 12–14, 16, 17 – *M.l. fa. typica*, 15 – *M.l. sprodloženým heterocytem* (Lukavský et al., 2011).

Obvyklá lokalita pro výzkum termálních bakterií a sinic je Yellowstonský národní park v USA, který se nachází z větší části ve státě Wyoming. Oblasti s vulkanickou aktivitou jsou tradičně spojovány s prostředím s velmi nízkou hodnotou pH, která může klesat až na hodnoty 0,05 kvůli vysoké koncentraci kyseliny sírové. Přestože v příliš nízkém pH prostředí (kyselém prostředí) se sinicím nedaří, můžeme zde však najít sírné bakterie nebo jednobuněčnou rudochu *Cyanidium*. Osmoregulaci v podmínkách s vysokou salinitou obstarávají sinice díky produkci osmoticky aktivních látek, proto mohou také dominovat v prostředí nejen s vysokou teplotou, ale i velkou koncentrací solí. Jedná se o slaná jezera, např. Mrtvé moře a hypersalinní sírné prameny, ve kterých koncentrace solí převyšuje 200 ‰. Často v takových biotopech můžeme nalézt vláknitý druh *Microcoleus chthonoplastes* (Kalina a Váňa, 2005).

Nejběžněji vyskytované taxony sinic ve vzorcích z řeky Yellowstone byly především rody *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Anabaena*, *Merismopedia*, *Arthrospira*, *Chamaesiphon incrustans*, *Rivularia*, *Calothrix*, *Gomphosphaeria*, *Microcoleus* (Bahls, 1976).

2.4 Význam sinic

Sinice jsou tradičně spojovány s rozvojem života na Zemi, protože jsou považovány za producenty kyslíkaté atmosféry. Sinice jsou velmi důležité pro mořské ekosystémy jako primární producenti, jako činitelé biologické fixace dusíku a v modifikované formě jako plastidy mořských řas. Využívají vodu jako zdroj elektronů a produkují kyslík jako vedlejší produkt (Knoll, 2008).

Řasy a sinice jsou významným zdrojem, protože slouží jako potrava pro bezobratlé živočichy, pomáhají udržovat vodu provzdušněnou, regulují chemickou rovnováhu vody a snadno asimilují odpadní produkty (amoniak), který je pro jiné organismy toxický. Jsou také cennými indikátory kvality vody, která může být snížena z důvodu využití vody pro komunální, průmyslové či zemědělské účely. Avšak v nadbytku mohou být sinice a řasy na obtíž, ať už fyzicky, nebo tím, že způsobují zhoršení organoleptických vlastností vody (Bahls, 1976).

Termální prameny představují zásobárny nových kmenů, které mají biochemické cesty a neobvyklé metabolické produkty, které mohou sloužit pro biotechnologické využití. Např. termotolerantní *Phormidium* sp. produkují antimikrobiální materiál proti G⁻, G⁺ bakteriím, kvasinkám *Candida albicans* a houbám druhu *Cladosporidium resinae*. Některé sinice z rodu *Phormidium* sp., byly použité pro čištění odpadních vod bohatých na barvivo, další termofilní sinice mají potenciál odstraňovat živiny z termických odpadních vod. Přírodní horké vody s velkým obsahem CO₂ jsou využívány pro řasovou biotechnologii a jsou vysoce výnosné, např. při produkci rodu *Arthrospira* (Spirulina) jako doplňku stravy. Srážení travertinu pomocí kultur termálních sinic je perspektivní metodou pro zachycení a ukládání CO₂ antropogenního původu (Lukavský et al., 2011). Neplanktonní sinice rodu *Scytonema*, konkrétně *Scytonema hofmanni*, produkuje chemickou sloučeninu cyanobacterin, který slouží jako účinný inhibitor dalších sinic a některých eukaryotických řas. Velikost populací sinic je někdy řízena útoky specifických cyanofágů, lytickými myxobacteriemi nebo vodní houbami (Castenholz, 2015).

Léčebný účinek sirovodíkové vody znali již naši předkové a dříve se na našem území vyskytovala celá řada sírých lázní. Mnohé z nich už zanikly, ale jiné doposud fungují. Jde například o lázně v Kostelci u Zlína, Ostrožské Nové Vsi, Slatinicích u Olomouce, Skalce u Prostějova, ve Velkých Losinách, a na mnohých dalších místech u nás. Sírné vody jsou vhodné jak pro koupele, tak i k pití. Léčí se díky nim kožní choroby, pohybová i oběhová soustava, mají podpůrný vliv pro svalstvo. Vyznačují se protizánětlivými účinky, působí jako dezinfekce,

a také ulevují bolestem (Machová, 2013). Některé termofilní sinice slouží při výrobě léků na rakovinu vyrobené společností JAVOR (Lukavský et al., 2011).

2.5 Problematika taxonomie a determinace sinic

Taxonomická klasifikace je metoda sloužící k rozpoznání a zaznamenání diverzity světových organismů v souvislosti neustále se měnících znalostí o evolučních (genetických) a ekologických vztazích a variabilitě fenotypů (Komárek, 2009). Komplikované je to u prokaryotických, fylogeneticky starých, fototrofních sinic, které obsahují velmi jednoduché jednobuněčné formy až mnohobuněčné typy s diferencovanými stélkami. Jejich buňky jsou cytologicky poměrně jednoduché, ale tvarově variabilní (Komárek, 2016).

Sinice jsou fylogeneticky velmi starou skupinou prokaryotických fototrofních mikroorganismů. Jejich existence v biosféře od raného prekambria a široká rozmanitost až do současnosti svědčí o jejich mimořádných a kontinuálních biologicky a ekologicky úspěšných životních strategiích s opakovanými rychlými adaptacemi na různé podmínky prostředí v různých ekosystémech. Tato situace v kombinaci s nepohlavním rozmnožováním však extrémně ztěžuje jejich klasifikaci a taxonomické hodnocení. Taxonomická klasifikace sinic byla dlouhou dobu založena (podobně jako jiné skupiny fototrofních mikroorganismů) pouze na morfologických (a zřídka ekologických) kritériích, ale samotná morfologie se jeví jako nedostatečný nástroj v jejich moderní taxonomii (Castenholz, 1992; Komárek, 2005).

V poslední době se pro taxonomickou klasifikaci sinic jeví jako nezbytné zavedení důležitých a složitějších metod (elektronová mikroskopie a molekulární analýzy). Kombinace těchto moderních metod by měla být založena na molekulárním sekvenování jako základním přístupu, ke kterému je třeba přidat další kritéria (morfologická, ekologická), pokud jsou k dispozici a zároveň jsou odlišná a rozpoznatelná v různých populacích sinic. Použití těchto charakteristik je nezbytné a musí být zahrnuto pro konečnou charakterizaci kmenů i přirozených populací. Aplikace tohoto polyfázového (kombinovaného) přístupu, je považována za unikátní, moderní, jednoznačný a plně akceptovatelný metodický postup, který není však dosud běžně používaný a ani možný u všech známých populací sinic, protože molekulární data často naznačují taxonomický systém sinic, který není v souladu s jejich morfologií. Molekulární i taxonomický systém jsou důležitými znaky pro konečné hodnocení. Relativní morfologická jednoduchost všech taxonů, morfologická variabilita a schopnost adaptace na změnu

ekologických podmínek modifikují naše hodnocení fylogenetických jednotek a ekologických populací. Morfologické studie jsou proto stále velmi důležité, včetně identifikace různých taxonů v přirozených populacích a v ekologických studiích. Moderní taxonomie proto musí všechny tyto problémy řešit a využívat všechny dostupné metodické přístupy. Přesné analýzy geografického rozšíření různých ekotypů a genotypů také působí jako další taxonomické markery. Ideálním případem pro taxonomickou klasifikaci taxonů sinic je kombinace jejich jasné fylogenetické (molekulární) specifikace a vymezení v kombinaci s jejich charakteristickou morfologií a ekologií, což však není běžné (Komárek, 2016).

Jedním z největších problémů moderní taxonomie sinic je používání nezodpovědné a svévolné identifikace a určení izolovaných kmenů sinic v různých studiích a sbírkách, pravděpodobně na základě náhodně vybrané morfologické podobnosti a nesprávně vybraných názvů, které neodpovídají původním platným názvům genotypů studovaných organismů (Komárek, 2009).

Fytoplankton má velký význam jako hlavní primární producent ve všech vodních ekosystémech (Aruga, 1986) a ovlivňuje také kvalitu vodních útvarů, ve kterých se nachází. Vzhledem k tomu, že chlorofyl *a* je běžným pigmentem přítomným ve všech řasách a sinicích, byly prakticky všechny metody založeny na kvantifikaci tohoto pigmentu pro odhad biomasy fytoplanktonu. (Lee et al., 1995). Fykobiliproteiny mají omezený výskyt pouze na sinice a několik tříd eukaryotických řas, a proto je lze použít k určení těchto taxonů. Fykobiliproteiny jsou pigmentové proteiny sloužící jako úložiště aminokyselin. Jedná se o společný znak pro sinice, Rhodophyta a některé druhy Cryptophyta a zahrnují hlavně alofykokyanin (APC), fykocyanin (PC) a v některých případech fykoerythrin (PE) (Williams et al., 1980). Fykobiliproteiny se nachází ve fykobilizomech na vnějším povrchu thylakoidní membrány (Sidler, 1994) a působí jako hlavní fotosyntetické doplňkové pigmenty. Hodnocení přítomnosti nebo dominance sinic pomocí detekce fykokyaninu je dobře známé: in situ fluorometrické aplikace v terénu, citlivé fluorometrické techniky dálkového průzkumu, metody extrakce in vitro byly všechny použity pro kvantifikaci sinic (Horváth et al., 2013).

3 Popis lokality a metody práce

3.1 Substrát (obecně)

Bentické řasy a sinice sladkovodních ekosystémů se nacházejí ve fotických zónách potoků, řek, jezer a mokřadů. K rozlišení skupin organismů žijících na dně sladkých vod nebo moří se používá mnoho termínů, kde organismy žijí v různých biotopech. Bentos označuje organismy, které žijí na dně nebo jsou spojovány se substrátem (Stevenson et al., 1996). Wetzel považuje bentos za organismy spojené se substrátem na rozhraní povrch – voda. Běžné používání termínu bentos však zahrnuje většinu organismů spojených se substrátem ve vodních stanovištích: ryby, makroskopičtí bezobratlí, meiofaunu, houby, bakterie a dokonce hyporheické organismy (které se nachází pod povrchem substrátu). Synonymem k termínu bentické řasy může být víceméně také pojem perifyton, což je běžně používaný termín, který označuje veškerou mikroflóru na substrátech (Wetzel, 1983). Proto pojem perifyton zahrnuje všechny mikroskopické řasy, bakterie a houby na substrátech (nebo s ním spojeným). Na základě této definice by makroskopické bentické řasy nebyly považovány za perifyton. Toto rozlišení mezi perifytonem a bentickými řasami umožňuje použít pojem perifyton k označení biofilmů a silnějších matric mikroskopických organismů, ve kterých proudění a víření živin a vystavení jiným organismům je velmi odlišné od vláken makroskopických řas, např. *Cladophora*, *Spirogyra*, *Chara* a *Vaucheria* (Stevenson et al., 1996).

Povaha biotopu, ve kterém se organismy nacházejí, závisí především na biotopové diverzitě vodních ekosystémů a také na velikosti organismů. Jedním společným kritériem pro místo výskytu je typ substrátu, avšak můžeme najít makrořasy i mikrořasy na jednom stejném typu substrátu, ale na rozdílných stanovištích. Epilitické řasy rostou na tvrdých, relativně inertních substrátech, jako je štěrk, oblázky, valouny a balvany, které jsou větší než většina řas. Epifytické řasy rostou na rostlinách a větších řasách, které poskytují relativně pevný substrát, který jsou větší než ony samy, a může být navíc skvělým zdrojem živin. Epipsamické řasy rostou na písku, který je relativně inertní a menší než všechny rozsivky (kromě těch nejmenších). Řasy rostoucí na anorganických nebo organických sedimentech, které jsou menší než většina jednobuněčných řas, se nazývají epipelické. Pouze málo velkých řas žije mezi zrnky písku, protože písek může být velmi nestabilní a může je rozdrtit či poničit, nicméně jako epipelické řasy jsou charakteristické velké pohyblivé rozsivky, pohyblivé vláknité sinice nebo velcí pohybliví bičíkovci (*Euglena*) (Stevenson et al., 1996).

Během vzorkování jsem se zaměřila především na odběr vzorků, které se vyskytovaly na substrátu. Na předem vybraných stanovištích v zastavěné části obce Slatinice a lázeňského areálu byly odebírány vzorky ze smáčeného povrchu kamenů (epilíton) nebo v případě pramene Svätý Vít z dostřikové zóny a z okolí odtoku pramene. V lokalitách nacházejících se v přírodním parku Velký Kosíř byly vzorky odebírány taktéž z povrchu smáčených kamenů, ale i z povrchu rostlin (epifyton) nacházejících se ve vodě a na bahnitěm dně potoka Slatinky (epipelon).

3.2 Slatinické sirté prameny

Obec Slatinice se nachází v Olomouckém kraji, ve správním obvodu obce s rozšířenou působností Olomouc. Obec Slatinice se nachází v trojúhelníku mezi městy Olomouc, Prostějov a Litovel. Obec leží v nížinatém terénu, z geomorfologického hlediska se nachází na rozhraní provincií Západní Karpaty a Česká vysočina. Přesněji se obec Slatinice rozprostírá na východním úpatí Velkého Kosíře, který je posledním výběžkem Drahauské vrchoviny. Hranice mezi těmito provinciemi dělí celé katastrální území v severojižním směru. Střední nadmořská výška oblasti se pohybuje převážně mezi 240-260 m n. m. Nejvyšším bodem v katastru je východní část území o nadmořské výšce 390 m (Charakteristika zájmového území).

Sirté prameny jsou typické svým nelibým zápachem, který je tvořen právě díky obsahu sulfanu (sirovodíkovému plynu). Ačkoliv je voda cítit nejčastěji po zkažených vejcích, překvapivě má celou řadu léčivých účinků. Pro vznik sirtých pramenů je potřeba splnění několika důležitých podmínek: množství síranů rozpuštěných ve vodě, které přitom musí přijít do kontaktu s látkami organického původu v horninách. Potřebná je také přítomnost bakterií, které svým metabolismem rozkládají rozpuštěné sírany. Odnímají z nich kyslík a síru mění na sirovodík. Sirté prameny jsou ovlivňovány také dalšími faktory, např. změnami teploty v průběhu střídání ročních období, změnami přítoku povrchových vod, ale také zásahem člověka v blízkosti pramene. Každý z faktorů může změnit koncentraci sulfanu ve vodě a ovlivnit tak její kvalitu. Ve vodě lze často pozorovat barevné povlaky sirtých bakterií (Machová, 2013).

Slatinické lázně jsou první léčebné lázně v České republice se získanou akreditací pro zdravotnické zařízení, což je oficiální potvrzení vysoké kvality a bezpečnosti poskytovaných služeb. Slatinický sirtý pramen - BJ 12 - je přírodní, středně mineralizovaná voda se zvýšeným obsahem sulfidické síry, hydrogenuhličitáno-chlorido-vápenato-sodno-hořečnatého typu ($\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca-Na-Mg}$). Jedná se o alkalickou, čistou, chladnou minerálku, bez sedimentu se

sirovodíkovým pachem. Léčebný zdroj BJ 12 je teplotně stabilní. V celkové mineralizaci je jedinečný svou kombinací na pomezí vod zemitých, sulfidických a slabě radioaktivních, a proto je vhodný k léčbě indikačních skupin VI, VII, X a některých diagnóz indikační skupiny I a II (O lázních).

Vzorky byly sbírané celkem na devíti lokalitách. Pět lokalit se nachází přímo v obci Slatinice (obr. 5), z toho tři z nich přímo v lázeňském areálu Slatinice. Další lokality se nachází v chráněné oblasti Přírodního parku Velký Kosíř (obr. 13).



Obrázek 5: Prameny v obci Slatinice, 1 – Svatý Jiří, 2 – Jan Adam z Lichtenštejna, 3 – Lázeňská fontána, 4 – Svatý Vít, 5 – Svatý Václav, zdroj: Mapy.cz

Jan Adam z Lichtenštejna

Pramen je nejmladším v areálu lázně Slatinice, nahradil dříve využívaný pramen Svatého Václava. Objeven byl v roce 2009 a do provozu uveden o dva roky později. Jeho vývěř je pro veřejnost vyveden do lázeňského parku před hlavní budovou. Vrt má hloubku 372 m a ve 180 m se nachází hlubinný zlom, díky kterému je možné využívat minerální vodu z obou ložisek (O lázních).

Svatý Jiří

Pramen byl otevřen v roce 2001. Vyvěřá vedle lázeňské budovy Morava z hloubky 92 metrů a teplota se pohybuje okolo 17 °C (O lázních).



Obrázek 6: Pramen Svatý Jiří

Lázeňská fontána

V roce 2010 byla před léčebným domem Morava v areálu lázeňského parku otevřena nová fontána s názvem Lázeňská květina a pítko, kterým protéká léčivý pramen sv. Jiří (O lázních).

Svatý Vít



Obrázek 7: Pramen Svatý Vít

Pramen Svätý Vít se nachází v zástavbě obce Slatinice. Vyvěrá z hloubky 150 m a úprava prostoru byla provedena v roce 2004 (Mapa studánek).

Svatý Václav

Z tohoto pramene se původně voda čerpala do lázní, ale nyní mají lázně vlastní pramen (sv. Jan), který má hloubku 160 metrů a 16 °C teplou vodu, ale je veřejnosti nepřístupný. Pramen svatého Václava je z roku 1941, který v 90. letech prošel rekonstrukcí. Není už vedený jako zdroj, ale pouze jako pozorovaný objekt, protože se nachází mimo lázeňský areál a není používán. Když je nedostatek vody, voda z něj neteče (O lázních).



Obrázek 9: Pramen sv. Václav



Obrázek 8: Pramen sv. Václav, foceno 14.11.2021 a 31.7.2022

Pramen Marie Magdalské

Pramen se nachází kousek od rozcestí U pomníku letců, ale je velmi špatně přístupný. V prameni se nachází drobný sladkovodní plž – praménka rakouská (*Bythinella austriaca*). Žije zejména v čistých chladných pramenitých vodách, hlavně v krasových oblastech.



Obrázek 10: Pramen Marie Magdalské



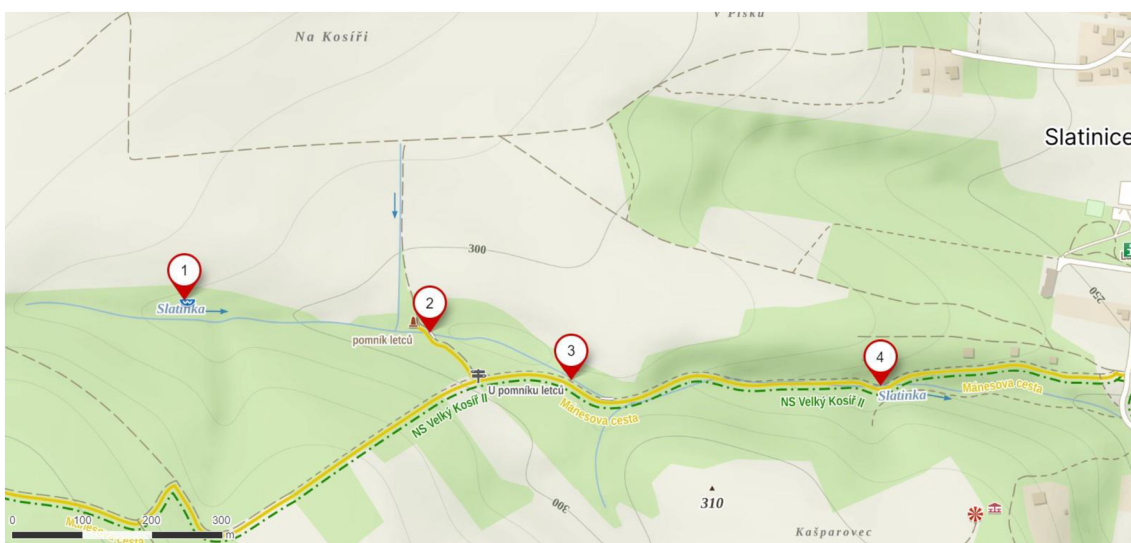
Obrázek 11: Praménka rakouská (Bythinella austriaca)

Potok Slatinka

Slatinka pramení v oblasti Přírodního parku Velký Kosíř. Slatinský potok se nachází jihozápadně od obce Slatinice, v ochranném pásmu I. stupně přírodních léčivých zdrojů. V této oblasti se vyskytují vzácné a chráněné druhy rostlin, například lilie zlatohlávek, zvonek moravský, vstavač kukačka, mochna bílá a další. Některé druhy rostlin zde dosahují hranice nejsevernějšího rozšíření. Území má také velký význam pro teplomilnou faunu, převážně hmyz (zlatohlávci, vřetenušky, okáči).



Obrázek 12: Potok Slatinka, přírodní park Velký Kosíř



Obrázek 13: Lokality odběru, chráněná oblast přírodního parku Velký Kosíř, zdroj: Mapy.cz

3.3 Metody práce

Sběr vzorků na lokalitách v okolí Slatinic

Algologický průzkum na horním toku potoka Slatinka a v areálu lázní Slatinice byl prováděn od září roku 2021 do května roku 2023. Byla vybraná tři odběrová místa pro potok Slatinka a pramen Marie Magdalské, který se vlévá do Slatinky. Dále byly odebírány vzorky ze dvou pramenů přímo v areálu lázní Slatinice a z kašny, která se taktéž nachází v areálu. Další vzorky byly odebrané z pramenů, které se nenachází přímo v areálu lázní, a jsou volně přístupné veřejnosti. Vzorky byly odebírané převážně na podzim a na jaře, ale také v letním období. Během zimního období od prosince do března vzorky odebírány nebyly. Na předem vybraných stanovištích byl odebírána perifyton z povrchu kamenů (epiliton), z povrchu rostlin (epifyton) a bentické řasy porůstající bahnitě dno (epipelon). Odběr vzorků byl prováděn seškrabem preparační jehlou nebo nerezovou špachtlí a vzorek byl přenesen plastovým kapátkem do označených plastových epruvet. Lahvičky se vzorkem byly popsány datem, místem sběru a byly uloženy do lednice. Poté byly vzorky převezeny na fakultu a pozorovány na katedře algologie v Olomouci, co nejdříve od odběru vzorků pomocí světelného mikroskopu Primo Star (Zeiss, Oberkochen, Německo). Fotodokumentace byla pořizována pomocí kamery AxioCam ERc5s s pomocí programu AxioVision Rel. 4.8.

Kultivace přírodního materiálu

Kultivace kmenů sinic byla prováděna na katedře botaniky v algologické laboratoři. Nejdříve bylo připraveno Z-médium dle Stauba (1961) a následně k tomuto médiu byl přidán 1,5% agar. Pro přípravu 1 litru Z média byla použita velká kónická skleněná baňka, do které byla nalitá destilovaná voda (0,5 litru) a poté k ní byly přidány další složky (zásobní roztoky a dávky viz tab. 1). Zbývající objem byl doplněn destilovanou vodou. Smíchaná kapalina byla promíchána a rovnoměrně přelita do skleněných lahví, které byly sterilizovány v autoklávu a uloženy v laboratorní lednici (4 °C). Agarové plotny byly připraveny z 1,5% agaru za použití Petriho misek, kde agar zatuhnul a misky mohly být další den použity. Na agar byly přenášeny jednotlivé vzorky sinic pomocí vyautoklávované skleněné Pasteurovy pipety s balonkem. Nanesené sinice byly rozetřené po ploše agaru pomocí sterilizované očkovací kličky. Sterilizace očkovacích kliček proběhla opalováním nad hořákem. Víčko Petriho misky bylo popsáno lokalitou a datem odběru, aby bylo později možné identifikovat vzorek. Sinice byly na agaru ponechány, aby se rozrostly. Následně po rozrostení byly sinice z agaru přeneseny do zkumavek naplněných Z-médiem. Ve zkumavkách byly sinice ponechány delší dobu, aby se rozrostly.

Kultivováno bylo několik kmenů pro každou lokalitu. Veškeré práce se sinicemi a dezinfekce mikrobiologických pomůcek probíhaly ve flowboxu z důvodu zachování sterilního prostředí. Kultivace byla provedena za světelného režimu 16 hodin světlo, 8 hodin tma při teplotě $23 \pm$ °C, osvětlení $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

Tabulka 1: Seznam makro- a mikroprvků použitých k přípravě zásobního roztoku tekutého Z-média a přidaných objemů.

Složky	Zásobní roztok	Použité množství (na 1 l)
NaNO ₃	9.34 g/200 ml	10 ml
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1.18 g/200 ml	10 ml
K ₂ HPO ₄	0.62 g/200 ml	10 ml
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.50 g/200 ml	10 ml
Na ₂ CO ₃	0.42 g/200 ml	10 ml
Fe-EDTA roztok	0.138 g FeCl ₃ .6H ₂ O v 5ml 0.1M HCl 0.186 g EDTA-Na ₂ in 5ml 0.1M HCl	10 ml
Roztok mikroprvků (Gaffron)		0,08 ml

Izolace kmenových kultur

Všechna práce se vzorky a jejich úprava byla prováděna ve flowboxu, aby nedošlo ke kontaminaci vzorků. Vzorky byly přeneseny na Petriho misky, které obsahovaly Z – médium za pomoci sterilizovaných očkovacích smyček. Sterilizace proběhla opálením nad plamenem také ve flowboxu. Vzorky v Petriho miskách byly kultivované ve fytotronu (kultivační místnost) ve stálých podmínkách. Po několika týdnech kultivace byly vzorky přeneseny do tekutého Z – média v plastových zkumavkách a umístěny zpět do kultivační místnosti (23 °C, režim světlo/tma 16/8 h).

Studium kmenových kultur a morfologické hodnocení

K morfologickému hodnocení kmenových kultur byl použitý světelný mikroskop (Zeiss Primo Star, objektiv 40× a imerzní objektiv 100×) spojený s kamerou (AxioCam ERc5s, 5 MPx). Ze zkumavky bylo kapátkem přesunuto malé množství kultury sinic do kapky vody na podložní sklíčko a překryté krycím sklíčkem. Sinice byly prohlíženy pod světelným mikroskopem Primo Star nejprve s objektivem 40x a poté při použití imerzního oleje objektivem 100x, tedy při zvětšení 1000x. Pro každý vzorek bylo vyfoceno několik fotografií. Fotografie byly průběžně upravovány a pořizovány v programu AxioVision Rel. 4.8.1. K určení druhu byl použitý determinační klíč od autorů Komárek a Anagnostidis (2005). Mezi pozorované a hodnocené morfologické znaky sinic patří pozorování délky a šířky vegetativních buněk vlákna, přítomnost slizové pochvy, barva vlákna a potenciál sinic shlukovat se do kolonií. V apikální části vlákna byla pozorována přítomnost kalypter a jestli dochází k zužování vláken.

Analýza a vyhodnocení dat

Veškeré nalezené rody byly zapsány do tabulky (tab. 2), uspořádané podle abecedy a u každého rodu (v některých případech i konkrétního druhu) bylo zaznamenáno, kde se vyskytnul. Určovala se četnost rozdílných druhů na jedné lokalitě, tedy druhová rozmanitost. U nejčastěji vyskytujících se druhů se zhotovil popis pomocí dostupné literatury a srovnání se vzorkem, dále obrazová tabule z pořízených fotografií.

Tabulka 2: Nalezené rody sinic na vybraných lokalitách

Název	Pomník letců - most	pramen sv. Jiří	pramen sv. Vít	pramen sv. Václav	kašna	Slatinka "1"	Slatinka "2"	pramen Jan Adam
<i>Aphanocapsa sp.</i>			✓					
<i>Aphanothece sp.</i>			✓					
<i>Calothrix sp.</i>			✓					✓
<i>Cyanodictyon sp.</i>					✓			
<i>Desmonostoc muscorum</i>		✓						
<i>Geitleribactron sp.</i>			✓					
<i>Gloeocapsa luteofusca</i>		✓						✓
<i>Gloeocapsa rudinosa</i>		✓						
<i>Gloeocapsa sp.</i>		✓	✓					
<i>Gloeocapsopsis sp.</i>		✓						
<i>Gloethece sp.</i>		✓		✓				
<i>Godleya sp.</i>								✓
<i>Heteroleibleinia sp.</i>	✓		✓	✓				
<i>Chamaesiphon sp.</i>			✓					
<i>Chlorogloea sp.</i>				✓				✓
<i>Chroococciopsis sp.</i>		✓						✓
<i>Chroococcus minutus</i>			✓					
<i>Kamptomena sp.</i>	✓			✓				✓
<i>Komvophoron minutum</i>						✓		
<i>Leibleinia epiphytica</i>			✓					
<i>Leptolyngbya boryana</i>			✓			✓		
<i>Leptolyngbya sp.</i>			✓	✓				✓
<i>Microcoleus autumnalis</i>				✓				
<i>Microcoleus sp.</i>	✓					✓	✓	
<i>Nodosilinea bijugata</i>		✓				✓		
<i>Nodosilinea epilithica</i>		✓					✓	
<i>Nostoc commune</i>		✓	✓					
<i>Nostoc sp.</i>		✓						
<i>Phormidesmis sp.</i>			✓			✓		
<i>Phormidium sp.</i>	✓							
<i>Pleurocapsa minor</i>			✓					
<i>Pseudophormidium sp.</i>		✓	✓					
<i>Scytonematopsis sp.</i>								✓

4 Výsledky

Celkově na všech stanovištích se mi podařilo najít 27 rodů (tab. 2). Největší rozmanitost druhů se vyskytovala v pramenech Svatý Vít a Svatý Jiří. Naopak nejmenší druhová rozmanitost byla v lázeňské kašně, kde se vyskytl pouze jeden druh (*Cyanodictyon* sp.). Příčinou by mohla být úprava vody a přidání chemických přípravků na dezinfekci vody a úpravu pH, které zamezují růstu sinic a řas, čímž přispívají ke správnému provozu kašny s fontánou. Občas v přírodních vzorcích v několika případech převládaly zelené kokální řasy nebo rozsivky. Převážně se nacházely v prameni Svatý Václav po vyschnutí, protože odběry probíhaly ze stojaté vody u odtoku pramene. Na nejvíce lokalitách se objevovaly rody *Microcoleus*, *Kamptonema* a *Gloeocapsa*. K dalším nálezům patří druhy *Leptolyngbya boryana*, *Scytonematopsis* sp., *Chroococcus* sp., *Chroococcidiopsis thermalis*, *Calothrix* sp. a další.

4.1 Popis kmenů

Čeleď Microcoleaceae

Kamptonema sp. (Strunecký, Komárek a Šmarda, 2014)

Všechny druhy patřící pod rod *Kamptonema* mají podobnou morfologii, která je rozdílná od rodů *Phormidium* a *Microcoleus*. V minulosti byl tento rod často řazen do rodu *Oscillatoria*, podle absence slizových pochev. V současnosti je popsáno a taxonomicky přijato 11 druhů podle AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023).

Vlákna se vyskytují buď jednotlivě, nebo tvoří kolonie, téměř vždy bez slizových pochev. Heterocyty a akinety se nevytvářejí. Trichomy jsou jednoduché, po celé délce válcovité, ke koncům se obvykle mírně zužují, jsou rovnoměrně široké zhruba 3-5 μm , modrozelené, pohyblivé, obvykle bez kalyptry. Buňky jsou většinou isodiametrické, či o něco delší/kratší než širší, apikální buňky jsou zakulacené. Trichomy jsou velmi pohyblivé (klouzavý pohyb). Všechny buňky jsou schopné dělení (bez meristemických zón). Nevytváří žádné typické nekrotické buňky, což je důležitý rozdíl od *Phormidium autumnale* = typ *Microcoleus*, nicméně dělení následuje po tvorbě krátkých segmentů odumírajících buněk. Tylakoidální systém v materiálu z dobře pěstovaných kultur zaujímá více než 50 % vnitřního objemu většiny buněk.

Rod *Kamptonema* je celosvětově rozšířený, ale různé druhy mají odlišné ekologické požadavky a můžeme je považovat za odlišné taxony. V České republice je rod hojně rozšířen. Je běžný v řekách, na dně louží, v mělkých tůních, v litorálu rybníků a jezer, v periodicky zaplavovaných oblastech podél toků řek či v termálních vodách, např. v Karlových Varech. Tato charakteristika platí především pro druhy *K. animale* a *K. formosum*.

Čeleď Phormidiaceae

***Microcoleus* sp.** (Strunecký, Komárek, Johansen, Lukešová a Elster, 2013)

V současné době je v databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) zapsáno 139 druhů. V některých případech se názory na taxonomii liší mezi autory a dochází stále k novým taxonomickým revizím, proto je přesný počet druhů neznámý. Navíc je obtížné tento rod rozlišovat do druhu pouze na základě morfologických znaků, je potřeba i použití molekulárních metod.

Vláknité sinice bez větvení, heterocytů a akinet, vyskytující se buď jednotlivě, nebo vytváří kolonie. Vlákna jsou pohyblivá a izopolární. Vlákna jsou bez obalu nebo s jednoduchým obalem. Slizové pochvy jsou tenké, bezbarvé, pevné nebo rozptýlené a obsahují jeden, dva nebo více paralelně uspořádaných trichomů v jedné společné slizové pochvě. Barva buněk je obvykle světlá, šedozelená, občas nahnědlá nebo nažloutlá, výjimečně načervenalá. Obvykle jsou v buňkách viditelné četné granule různých typů. Buňky jsou izodiametrické nebo kratší či delší (až 3x) než širší. Trichomy jsou zúžené směrem ke koncům a obvykle mají kalyptru. Kalyptry jsou obvykle přítomny pouze v několika vláknech v populaci, zvláště pokud vlákna rychle rostou a rozptylují se. Trichomy se rozpadají pomocí nekrotických buněk.

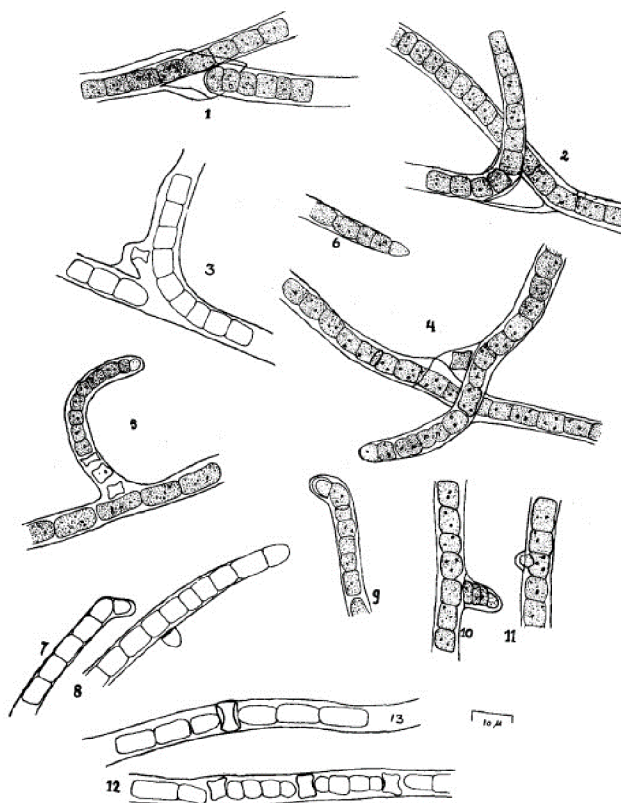
Patří zde hlavně bentické a půdní druhy pokrývající substrát. Vyskytuje se v horských pramenech a oligotrofních až mezotrofních vodách. Několik druhů je známo z písčných a bahnitých pláží a ústí řek (brakická voda) nebo z vnitrozemských solných biotopů. Vyskytují se i v litorálu čistých i znečištěných vodních útvarů, kde pokrývají substrát nebo rostou jako epifyty. Vyskytují se epilitticky ve vápencových oblastech. Známé jsou také z vlhkých skal a minerálních či termálních pramenů.

Čeleď Scytonemataceae

Scytonematopsis sp. (Gupta, 1955)

V současné době je v databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) zapsáno 16 druhů. *Scytonematopsis* je rod sinic rozpoznatelný díky izopolárnímu růstu, falešnému větvení (většinou zdvojené) a zužováním se směrem k vrcholům. Některé druhy se zužují do jasných koncových buněk a některé druhy tvoří akinety, ale tyto rysy jsou spíše výjimečné než typické. Anagnostidis a Komárek (1989) zařadili *Scytonematopsis* do čeledi Scytonemataceae na základě jejího izopolárního růstu. Navzdory rozmanitosti druhů v rodu je *Scytonematopsis* málo známá, proto je potřeba dalšího studia tohoto zajímavého kladu z řádu Nostocales (Vacccarino a Johansen, 2011).

Jedná se o vláknitou sinici. Vlákna bývají obvykle 5-8 μm široká, jsou obvykle propletená nebo někdy ve svazcích. Větvení je vždy nepravé (falešné) a pseudovětve mohou být rozlišeny na jednoduché nebo zdvojené větve (obr. 14, nákres 1-4) a nebo na vychýlené konce vlákn, které často mají vzhled větvení (obr. 14, nákres 5, 14). Apikální buňka je kuželovitá s tupým koncem. Trichomy mohou být na volných koncích velmi mírně a postupně se zužující (obr. 14, nákres 6). Obsah buněk je hrubě zrnitý. Pochva je pevná, stejnoměrně silná a hyalinní. Výjimkou jsou starší vlákna, která se zbarvují do žluta nebo žlutohněda.



Obrázek 14: Nákres větvení *Scytonematopsis* sp., (Gupta, 1955).

Dvě větve, u kterých dochází k větvení, mohou někdy růst velmi nerovnoměrně nebo může být růst jedné z větví dočasně utlumen. Jedna část tak může být podstatně delší než druhá. Velmi charakteristickým rysem této sinice je posun apikálních buněk (obr. 14, nákres 7, 8) během růstu vlákna. Obvykle jsou buňky posunuté jednotlivě, ale příležitostně jsou posunuty dvě nebo více terminálních buněk, které jsou odříznuty a posunuty stranou (obr. 10) kvůli pokračujícímu růstu hlavního vlákna. Jak růst pokračuje, lehnou si buňky na stranu a zůstávají přichyceny (obr. 14, nákres 9-11). Fenomén vytěsnění buněk byl použit k měření rychlosti prodlužování trichomů během růstu. Rozmnožuje se pomocí produkce hormogonií, které probíhá díky vývoji bikonkávního disku (obr. 14, nákres 12, 13) podobného těm, které se vytvářejí v souvislosti s nepravým větvením. Hormogonie může být krátká a málobuněčná nebo může být dlouhá a skládat se z velkého počtu buněk. Vyvíjející se hormogonium vykazuje značně kuželovité koncové buňky s tupými hroty a tvorba pseudovětvi nastává, když dorostou do určité délky. Jak růst pokračuje, sinice vykazuje charakteristický posun buněk. Produkce akinet probíhá pouze ve velmi starých kulturách.

Rod *Scytonematopsis* v současnosti zahrnuje sladkovodní i mořské taxony. Převážně se vyskytuje ve sladké vodě, je možné tento rod najít i v termálních pramenech či na vlhkých kamenech nebo skalních stěnách a v zóně rozstříku vodopádů. Nachází se epifyticky na ponořené vodní vegetaci (Guiry a Guiry, 2023).

Čeled' Chroococcaceae (Komárek a Anagnostidis, 1999)

Čeled' je charakteristická kokálními, koloniálními buňkami. Buňky jsou zřídka osamocené, převážně spojené nepravidelně nebo více či méně shlukovitě do slizových, obvykle mikroskopických, nepravidelně kulovitých kolonií, zřídka jsou nacházeny v krátkých řadách, hustě nakupených nebo (méně často) vzdálených od sebe. Kolonie někdy sdružené do makroskopických rohoží a vrstev. Uzpůsobení v uspořádání buněk ve starých koloniích jsou použitelné pro lepší a přesnější určení sinic do rodu. Sliz je jemný, řídký nebo pevný, vrstevnatý, rosolovitý. Převážně tvoří výrazně ohraničené obaly nebo pochvy okolo buněk. Buňky jsou kulovité, oválné, polokulovité, tvoří zaoblené mnohostěny nebo jsou buňky až nepravidelné. Buňky se postupně dělí ve třech nebo více různých rovinách, později tvoří malé, shlukovité kolonie a původního tvaru dosáhnou ještě před dalším dělením, ale nejsou v kulovité formě. Chybí nanocyty (u některých druhů však byly nanocyty zaznamenány ve velmi malém výskytu a četnosti, proto je tento fakt diskutabilní).

***Gloeocapsopsis* sp.**

V současné době je v databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) zapsáno 11 druhů.

Většinou jsou mikroskopické nebo makroskopické, nepravidelné, bez tvaré nebo zrnité kolonie, které jsou složeny z hustě, nepravidelně nahloučených buněk nebo jejich malých skupin, které jsou obklopené slizovými obaly, zřídka se nacházejí buňky osamoceně. Buňky jsou polokulovité, v obrysu víceméně nepravidelně zaoblené, někdy mírně protáhlé (nikdy nejsou úplně kulovité). Buňky jsou obaleny tenkými, úzkými, zřetelně ohraničenými (výjimečně mírně rozptýlenými) někdy slabě lamelovitými a často zbarvenými pochvami (žluté, červené, rezavě červené atd.), obvykle podélně k obrysu buňky. Buněčné dělení probíhá nepravidelně v různých rovinách souměrnosti v po sobě jdoucích generacích. Reprodukce probíhá díky uvolnění rozdělených a obalených buněk z prasklých mateřských pochev. Produkce nanocytů byla u několika druhů pozorována velmi zřídka. Občasná přítomnost zvětšených klidových buněk s tlustými, pevnými a obvykle intenzivně zbarvenými slizovými obaly.

Vyskytuje se především epiliticky na vlhkém nebo mokřém pískovci a na vstupní stěně jeskyní, na kamenech, skalách nebo na dřevěných podkladech sladkých vod. Můžeme je nalézt i v litorálních a supralitorálních pásmech moří a vnitrozemských slaných jezerech či bažinách.

***Chroococcus* sp.**

V současnosti je v databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) zapsáno 177 druhů.

Jedná se o buňku nebo skupinu buněk obklopenou slizovitými obaly, zřídka osamocené (při počátečních stádiích), častěji se vyskytují v mikroskopických, nepravidelných více či méně kulovitých, želatinových koloniích, obvykle s malým počtem buněk (2-16). Zřídka tvoří složené, mnohobuněčné seskupení, ale nikdy se nevyskytují v řadách nebo v pravidelném uskupení. Buňky se tvoří v mnohobuněčných koloniích připomínající balíček (s počtem 2-8 buněk). Slizové obaly jsou bezbarvé nebo lehce nažloutlé, obvykle koncentricky lamelovité, často ohraničené, na okraji dobře vyznačené, jen u některých druhů nepravidelně rozmístěné v homogenní, amorfni, hyalinní slizovité matrici. Buňky jsou často obklopené tenkými jednotlivými obálkami, obkreslujícími obrys buňky. Buňky jsou vzácně kulovité, obvykle polokulovité až nepravidelné, široce oválné. Buňky obsahují homogenní nebo granulární obsah, někdy s výraznými granulemi viditelnými ve světelném mikroskopu, které jsou světle nebo

jasně modrozelené, nažloutlé, narůžovělé nebo fialové, vzácně s aerotopy (u některých planktonních druhů). Dělení buněk probíhá ve třech na sebe kolmých směrech v prvních po sobě jdoucích generacích, později víceméně nepravidelné (v jiných směrech). Dceřiné buňky narostou před dalším dělením víceméně do původní velikosti, ale ne vždy do původního tvaru. Dceřiné buňky tvoří své vlastní slizové obaly. Zřídka dochází k reprodukci pomocí nanocytů.

Chroococcus sp. se vyskytuje volně, epifytně nebo v perifytonu především sladkovodních rybníků, jezer, vřesovištních vod, vzácně v termálních pramenech a půdních biotopech. Méně často se vyskytuje i v zasolených oblastech.

Čeleď *Chroococciopsidaceae*

Chroococciopsis sp.

Jednobuněčná sinice rodu *Chroococciopsis* byla poprvé popsána Geitlerem (1933), kde byla nalezena v teplých pramenech na Sumatře. V současné době je v databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) zapsáno 19 druhů.

Sinice rodu *Chroococciopsis* mají více či méně kulovité buňky obklopené tenkým, pevným, bezbarvým, někdy vrstveným extracelulárním polysacharidovým obalem (EPS) (Büdel a Rhiel, 1985). Často se vyskytuje ve větších shlucích kulovitého nebo nepravidelného tvaru. Plně vyrostlé buňky mají obvykle průměr 2–6 μm a dělí se dvěma způsoby. Po jednom nebo dvou binárních děleních (s rovinami dělení, které jsou na sebe navzájem kolmé) se výsledné dceřiné buňky dále dělí v různých rovinách (postupné vícenásobné dělení). Nebo se dělí téměř nepravidelným dělením buněk (mnohonásobným štěpením) bez přechodného růstu. U obou typů jsou finální dceřiné buňky velmi malé (1–3 μm v průměru) a uvolňují se prasknutím obalu mateřské buňky (Büdel, 2011).

Z hlediska ekologie je *Chroococciopsis* nejzajímavější tím, že kolonizuje širokou škálu biotopů. Mezi ně patří extrémní biotopy, jako jsou termální nebo minerální prameny, extrémně horké nebo i studené pouště (Antarktida), kde se vyskytují epilithicky nebo endolithicky v horninách, čímž přispívá ke zvětrávání hornin (Büdel et al., 2004).

Čeľad' Leptolyngbyaceae (Komárek a Anagnostidis, 2005)

Vlákná se nacházejí jako jednotlivá, ve shlucích nebo tvoří rohože. Nevětvená jednoduchá vlákna, vzácně nebo výjimečně se objevuje nepravé větvení, vždy mají pouzdra. Trichomy jsou izopolární, volně žijící, jednořadé, velmi tenké, kdy obvykle šířka buňky nepřesahuje 3 μm . Trichomy jsou válcovité, nepohyblivé. Obsah buněk je homogenní, někdy s rozptýlenými granulemi, bez aerotopů, nebo pouze výjimečně jsou aerotopy lokalizované v blízkosti příčných stěn. Reprodukce probíhá rozpadem trichomů a tvorbou hormogonií, kdy jedna buňka ve vláknu odumře (vytvoří se nekrotická buňka) a vlákno se rozdělí na dvě, které pomocí příčného dělení mohou dále růst do délky.

***Leptolyngbya* sp.**

V databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) se v současnosti nachází zapsaných 170 druhů. Tento rod byl podpořen molekulárním sekvenováním (zejména proti typickým rodům *Phormidium* a *Lyngbya*).

Vlákná jsou zřídka osamocená, obvykle volně zapojená do vločkovitých shluků, plovoucí nebo volně připojená k substrátu, zřídka tvoří kompaktní kolonii. Vlákna jsou víceméně ohebná, jemně zvlňená, vzácně téměř rovná, dlouhá, osamocená nebo ve svazcích, obvykle na koncích neztenčené, fakultativně s pevnými, tenkými, hyalinními pochvami, vzácně nebo spíše velmi vzácně se objevuje nepravé větvení. Frekvence výskytu pochev se u různých druhů liší a je závislá na faktorech prostředí. Trichomy jsou široké 0,5 – 3,5 μm , pohyblivé (hormogonie) nebo nepohyblivé (hormocyt), případně s nevýrazným třesem. Buňky jsou válcovité, izodiametrické, delší nebo kratší než širší, s tylakoidy, které jsou uspořádané periferně. Buňky jsou obvykle s homogenním obsahem, často s rozeznatelným chromatoplasmem a centropiasmem (tj. poloha tylakoidů), bez plynových váčků. U několika kmenů byla detekována chromatická adaptace. Reprodukce probíhá fragmentací trichomů s nebo bez nekrotických buněk. Hormogonie jsou nezřetelně pohyblivé nebo nepohyblivé, rozpadají se z vrcholových částí trichomů.

Leptolyngbya je běžný rod sinic s kosmopolitním rozšířením. Je známý z různých biotopů, včetně některých extrémních. Jeho druhy kolonizují vodní i suchozemské ekosystémy. Z vodních biotopů se nachází ve sladkých vodách, ale i mořích (halofilní druhy), minerálních a termálních pramenech. Na souši roste *Leptolyngbya* na půdě, skalách, zdech nebo kůře stromů.

***Leibleinia* sp.**

V současné době je v databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) zapsáno 93 druhů.

Vlákna jsou jednotlivě, mohou být zvlněná nebo zakřivená, široká 1,5 – 11 μm , se zvláštním epifytickým způsobem života jsou přichycená podélně nebo určitou částí vlákna k substrátu, aby později byly oba konce volné. Obvykle jsou epifytické, s pochvou, velmi zřídka s falešným větvením. Pochvy jsou pevné, tenké a bezbarvé. Trichomy se nepohybují. Buňky jsou válcovité, převážně světle modrozelené nebo šedomodré, bez aerotopů. Buňky jsou obvykle delší než širší, s periferně uspořádanými tylakoidy. Reprodukce probíhá pomocí nepohyblivých hormocytů, které se oddělují bez nekrotických buněk a jsou přilnuté podélně bokem k substrátu a vyrůstají na obou pólech. Buňky se dělí kolmo a výsledné dceřiné buňky dorůstají zhruba do původní velikosti před dalším dělením.

Jedná se o převážně o sladkovodní druhy, ale jsou známy i druhy mořské. Rostou epifyticky na ponořených rostlinách nebo na vláknitých řasách. Jedná se o vláknité typy sinic, které spolu mohou vzácně být zapletené, zvlněné anebo nepravidelně spirálovitě stočené. Obvykle se omotávají okolo jiné vláknité sinice nebo řasy a připojí se k ní pevnou a tenkou slizovou pochvou.

Čeleď Rivulariaceae

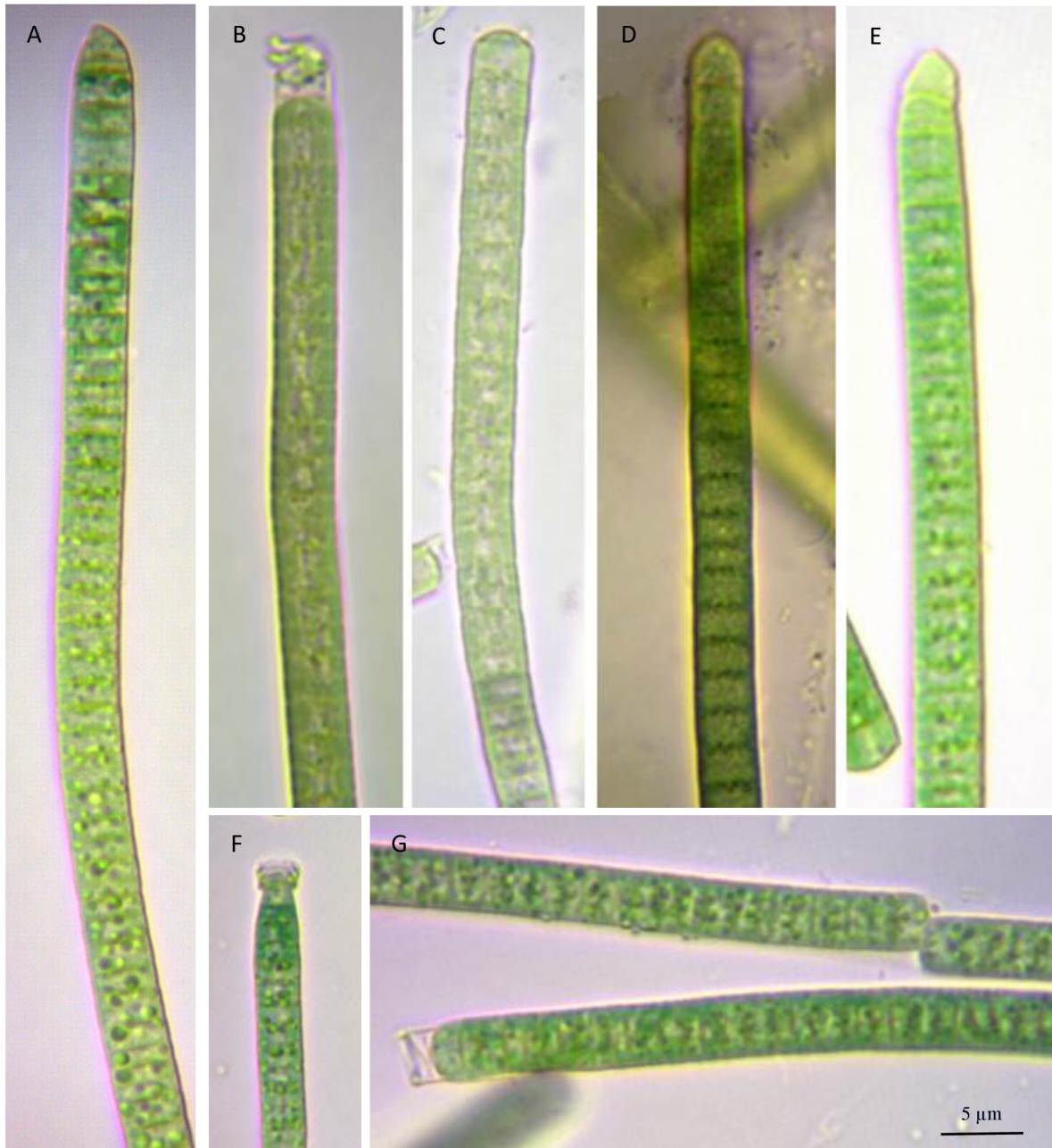
***Calothrix* sp.**

V současnosti je v databázi AlgaeBase (Guiry a Guiry 2023) zapsáno 304 druhů.

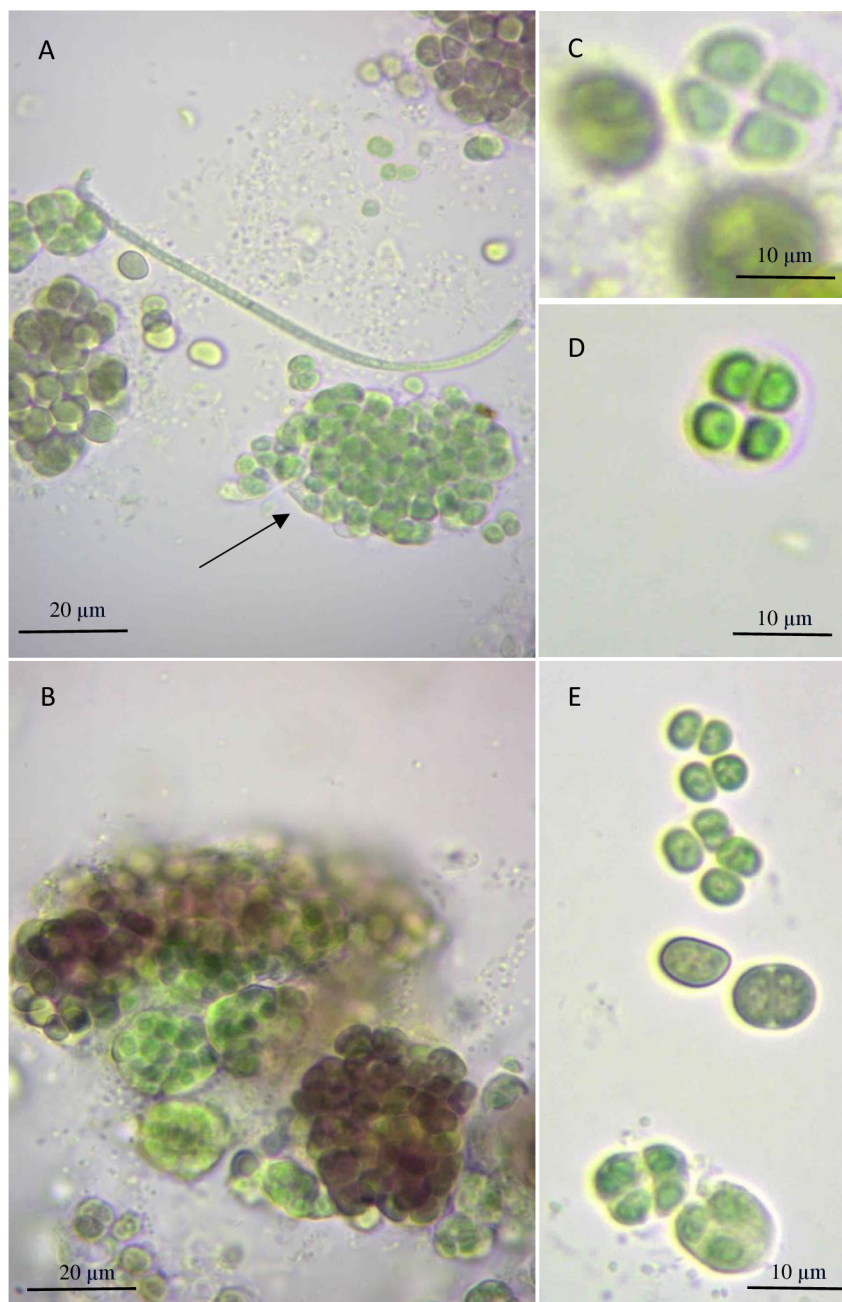
Populace rodu *Calothrix* se vyznačují jednoduchými nebo malými shluky vláken, které jsou často sjednoceny a tvoří odlišitelné kolonie, které mohou tvořit rohože nebo krusty. Trichomy se ke koncům zužují a jsou uspořádány víceméně rovnoběžně s ostatními trichomy. Většinou jsou vzpřímené, nevětvené nebo výjimečně s falešným větvením. Jsou obklopené pevnou bezbarvou (občas lehce nažloutlou) pochvou a ve spodní části trichomu a mají heterocyty. Charakteristickým rysem rodu *Calothrix* je, že jeho zralé trichomy mají zřetelnou bazálně-apikální polaritu a vykazují vysoký stupeň zužování (Berrendero et al., 2011). Rozmnožuje se hormogoniemi. Diferenciace hormogonií může začít v jakékoli buňce ve vlákně a poté postupuje do sousedních buněk podél trichomu (Damerval, 1991).

Calothrix je běžný rod sinic s kosmopolitním rozšířením. Je známý z různých biotopů, včetně některých extrémních. Nachází se ve sladkých, brakických i mořských vodách, minerálních a termálních pramenech nebo epiliticky v biofilmu (Guiry a Guiry, 2023). Copeland (1936) navíc zmínil spojení s bazickými, neutrální a mírně kyselými prameny s absencí v extrémně kyselých pramenech. Ve sladkovodním prostředí se druhy vyskytují v tekoucích i stojatých vodách a jsou vázané na ponořené kameny, dřevo a rostliny.

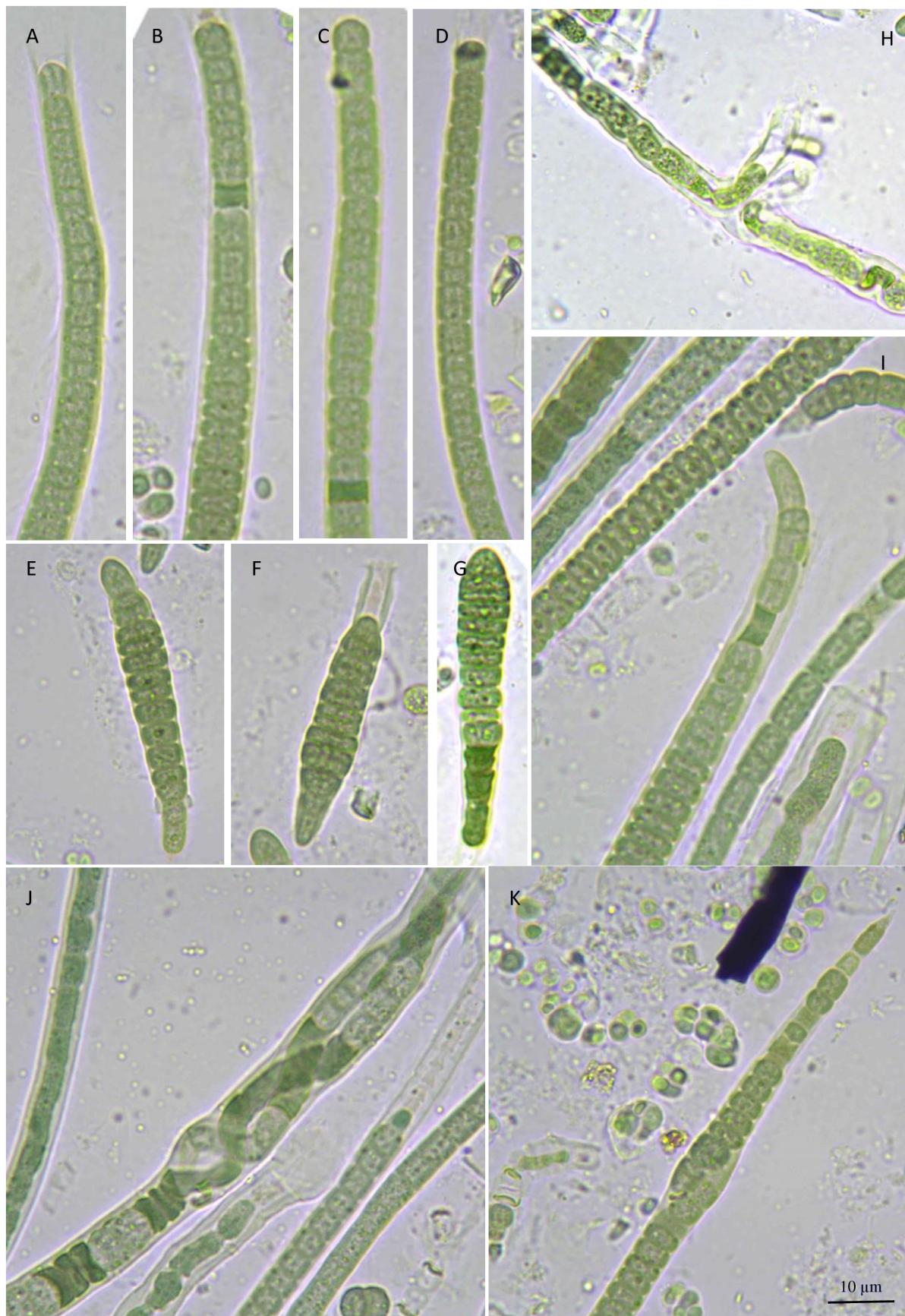
4.2 Obrazové tabule



Obrázek 15: *Microcoleus vaginatus*, (A, C, D, E) jednotlivá vlákna s koncovými apikálními buňkami, (B, G, F) vlákna s kalyptrou.



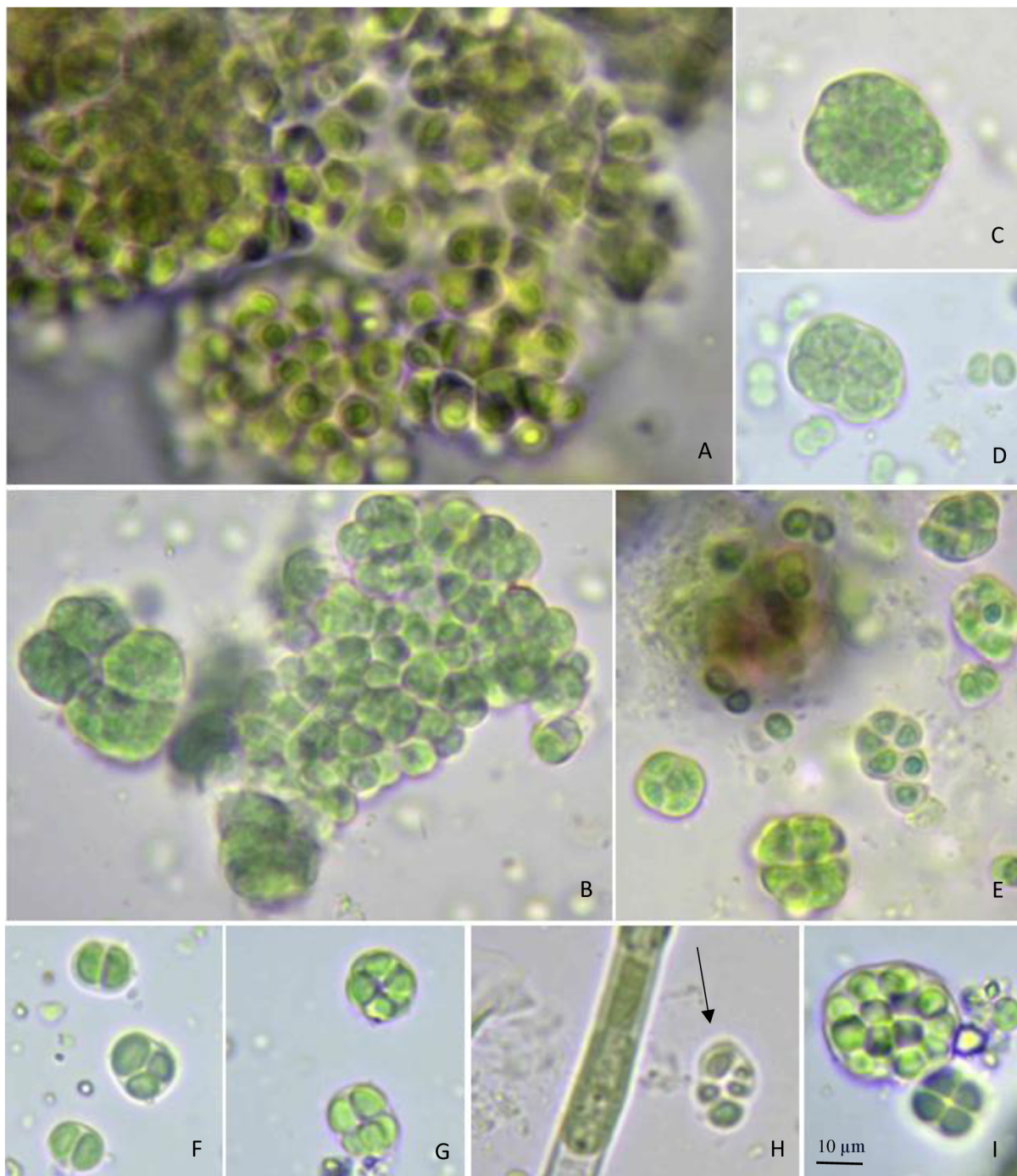
Obrázek 16: *Gloeocapsopsis* sp.: Morfologické charakteristiky (A-B) ukazují jednotlivé buňky a makrokolonie s tlustými, hyalinními pochvami. Na obrázcích (C-D) jsou tetrády buněk obklopenými pouzdrem. Obrázek (E) nahoře ukazuje čtyři dvojité buňky, každé obklopené pouzdrem, dole buňka praská a uvolňuje dceřinné buňky.



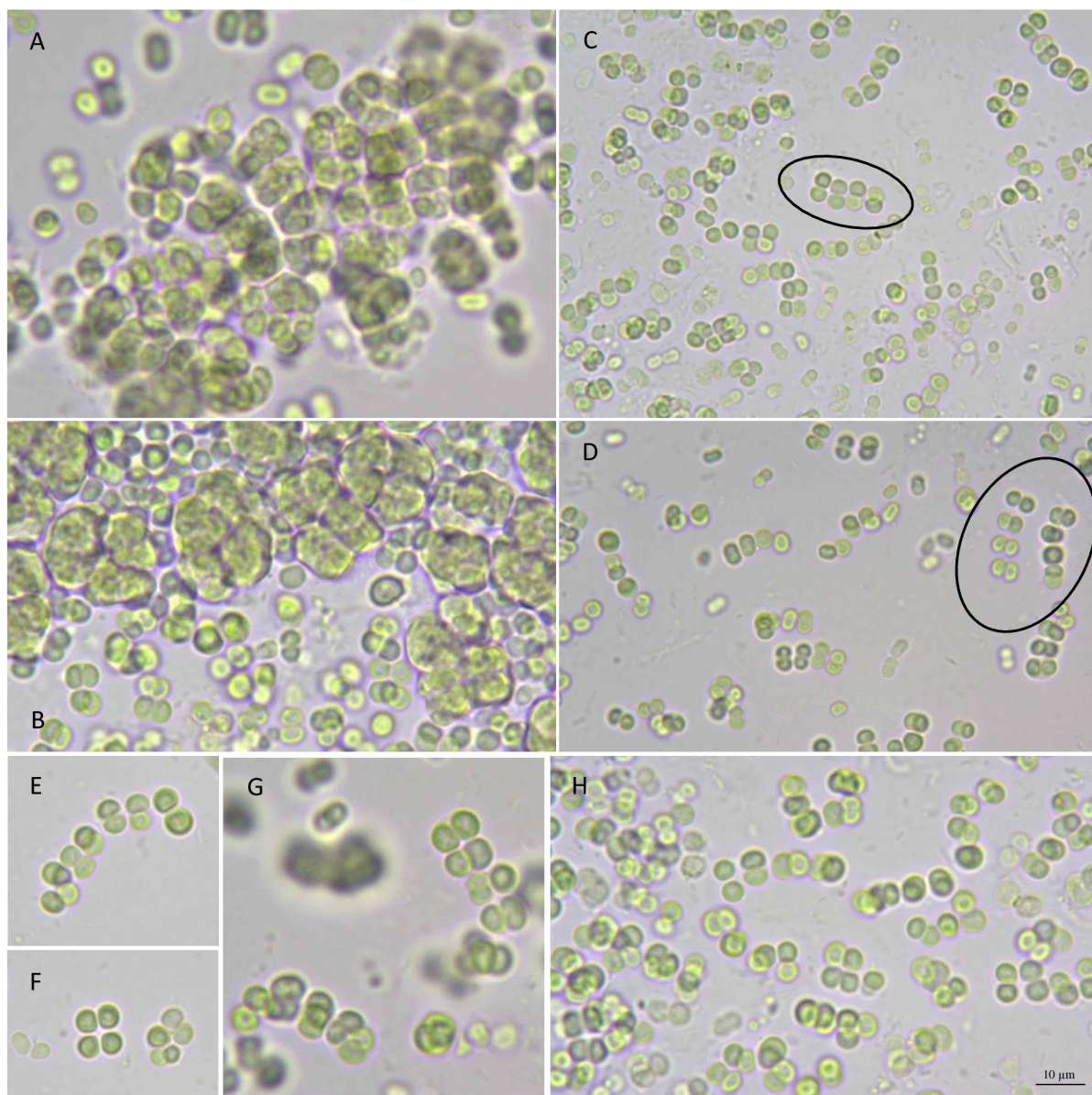
Obrázek 17: *Scytonematopsis* sp., (A-D) jednotlivá vlákna, (E-G) hormogonie, (H) nepravé větvení, (I) zužující se apikální buňky vlákna, které jsou vychýlené, (J-K) dvě vlákna nacházející se v jedné pochvě.



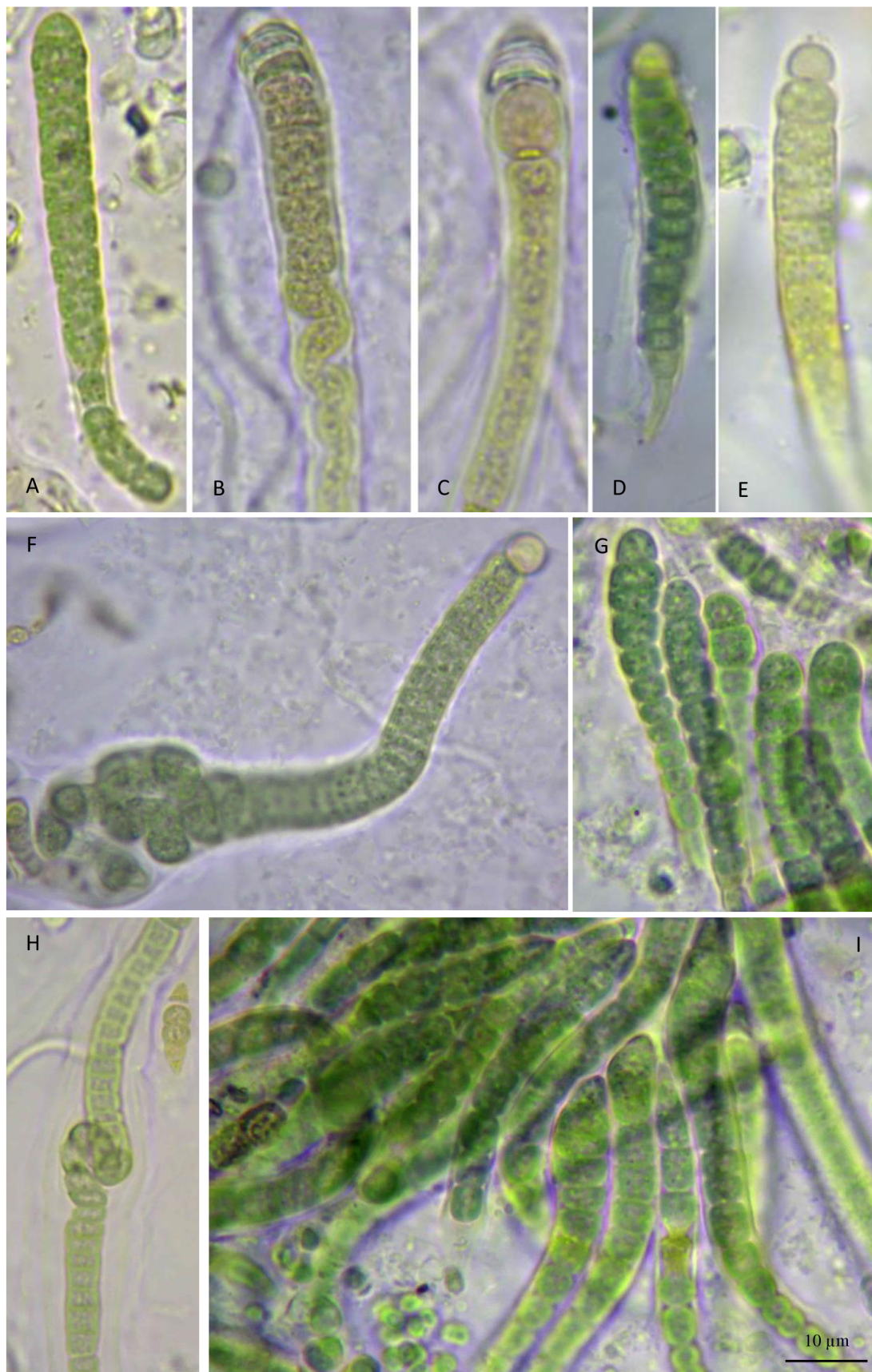
Obrázek 18: *Leptolyngbya boryana*, (A-H) jednotlivá vlákna, (I-J) hormogonie, (K) nepravé větvení.



Obrázek 19: *Chroococidiopsis thermalis*, (A-D) kolonie buněk, (E-G, I) jednotlivé buňky, (H) rozmnožování.



Obrázek 20: *Chroococcus* sp., (A-B) velká kolonie buněk, (C-E) rozmnožování, uspořádání buněk do roviny je zakroužkované, (F-H) jednotlivé buňky.



Obrázek 21: *Calothrix* sp., (A-B) formování akinety, (C-F) vlákno s bazálním heterocytem, (H) falešné větvení dvou vláken v jedné obalu, (G,I) shluky vláken.



Obrázek 22: *Calothrix* sp, (A-G) vlákna s bazálním heterocytem.

5 Diskuze

Celková rozmanitost druhů na všech stanovištích činila 27 rodů (tab. 2). Největší rozmanitost se vyskytovala v pramenech Svatý Vít, kde se nacházelo 15 druhů a Svatý Jiří, kde se vyskytlo druhů 11. Tato bohatá rozmanitost může být způsobena tím, že u pramene Vít jsou stálé podmínky průtoku vody a okolí odtoku vody není zastíněné a zanášené allochtonním materiálem. Pramen Svatý Jiří v lázeňském domě Morava nemá stálý průtok, ale nachází se v dobře osvětleném koridoru přímo v lázeňském domě, tudíž má stálé teplotní podmínky z okolí a zároveň dostatečné přírodní světelné podmínky. Naopak nejmenší druhová rozmanitost byla v lázeňské kašně, vyskytl se zde pouze jeden druh (*Cyanodictyon* sp.). Příčinou by mohla být úprava vody a přidání chemických přípravků na dezinfekci vody a úpravu pH, které zamezují růstu sinic a řas, čímž přispívají ke správnému provozu kašny s fontánou. Občas v přírodních vzorcích v několika případech převládaly zelené kokální řasy nebo rozsivky. Převážně se nacházely v prameni Svatý Václav po vyschnutí, protože odběry probíhaly ze stojaté vody u odtoku pramene. Na nejvíce lokalitách se objevovaly rody *Microcoleus*, *Leptolyngbya*, *Kamptonema* a *Gloeocapsa*.

V termálních pramenech v Bulharsku v Pancharevu i v Yellowstonské řece (celkově 49 lokalit odběru perifýtonu a fytoplanktonu) se vyskytují stejné rody jako rody určené v této práci. Jsou to rody *Phormidium*, *Lyngbya* a *Calothrix*. Obecně se jedná o nálezy z mírně až středně mineralizované vody s mírně kyselou až neutrální hodnotou pH vody. Výskyt sinic na těchto lokalitách může být způsoben tím, že zde mají stálé podmínky prostředí, nedochází tedy k disturbancím a zároveň mají dostatečné množství minerálních látek, které potřebují ke svému růstu a rozmnožování.

Pro přesnější určení vzájemné souvislosti nálezů daných rodů sinic ve Slatinicích a na různých lokalitách světa by bylo vhodné posoudit organoleptické vlastnosti vody, pH, vodivost, obsah kyslíku a množství rozpuštěných látek ve vodě. V budoucnosti by byl také vhodný výzkum většího počtu zkoumaných lokalit a podrobnější klasifikaci nalezených taxonů sinic.

6 Závěr

Studium taxonů sinic je významné pro celosvětovou vědeckou komunitu, zvláště pro výrazné množství prospěšných kmenů patřících do řádu Nostocales, které jsou schopné fixovat atmosférický dusík, čímž přispívají k úrodnosti zemědělských půd po celém světě. Některé druhy jsou považovány za nežádoucí z důvodu jejich přemnožení ve vodním ekosystému a následné tvorbě vodního květu, který často bývá toxický. Navzdory jejich ekologickému významu, ale i environmentálním problémům, které mohou způsobovat, je jejich identifikace a klasifikace stále problematičtější, protože často vychází ze současných morfologických a fyziologických studií, které vytvářejí matoucí klasifikační systémy, jež se obvykle za různých podmínek liší (Galhano et al., 2010).

Cílem této diplomové práce bylo studium druhové bohatosti perifytických sinic vyskytujících se v potoce Slatinka a ve slatinických minerálních (sirných) pramenech. Lokalita se nachází na Olomoucku, v obci Slatinice a přírodním parku Velký Kosíř. Jedná se o přírodní středně mineralizovanou, sirnou vodu, hydrogenuhličitano-chlorido-vápenato-sodno-hořečnatého typu, která je studená a hypotonická. V rámci výzkumné části bylo odebráno několik vzorků v různém časovém rozestupu na vybraných lokalitách. Sinice byly sbírané z ponořených substrátů a smáčených povrchů, především z kamenů, písku a ponořené vegetace. Následně byly vzorky zkoumány pomocí světelného mikroskopu a byla pořizována fotodokumentace nalezených rodů sinic díky přídružené kameře. Dále byly sinice kultivovány v tekutém Z – mediu a variabilita kmenů byla sledována ve světelném mikroskopu. Vyhodnocení rozdílů mezi studovanými lokalitami a morfologická variabilita kmenů byla srovnána s údaji v dostupné literatuře.

Sledovaná problematika si vyžaduje v budoucnosti další výzkum většího počtu zkoumaných lokalit a podrobnější klasifikaci nalezených taxonů sinic.

7 Použitá literatura

ARUGA, Y., 1986. Ecology of Algae (in Japanese). Uchida Rokakuho. Tokyo, 1986. pp. I-13.

BAHLS, Loren L., 1976. *Microflora of the Yellowstone river: III. The non-diatom algae*. Helena, Montana. ISBN 978-1379101734.

BARQUIN, Jose a Russell G. DEATH, 2011. Downstream changes in spring-fed stream invertebrate communities: the effect of increased temperature range? *J. Limnol.* 70: 134–146. DOI:10.4081/jlimnol. 2011.s1.134

BENDEREV, Aleksey, Vladimir HRISTOV, Klara BOJADGIEVA a Boyka MIHAILOVA, 2015. *Thermal Waters in Bulgaria. Environmental Earth Sciences*, 47–64. doi:10.1007/978-3-319-25379-4_3

BERRENDERO, Esther, Elvira PERONA a Pilar MATEO, 2011. Phenotypic variability and phylogenetic relationships of the genera Tolypothrix and Calothrix (Nostocales, Cyanobacteria) from running water. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY MICROBIOLOGY*, 61(12), 3039–3051. doi:10.1099/ij.s.0.027581-0

BOTOSANEANU, Lazare, (ed.) 1998. *Studies in Crenobiology. The Biology of Springs and Springbrooks*. Backhuys Publishers, Leiden, 261 pp. ISBN: 978–9073348042

BÜDEL, Burkhard a Erhard RHIEL, 1985. A new cell wall structure in a symbiotic and a free-living strain of the blue-green alga genus *Chroococcidiopsis* (Pleurocapsales). *Archiv für Mikrobiologie*, 143, 117–121

BÜDEL, Burkhard, 2011. *Chroococcidiopsis. Encyclopedia of Earth Sciences Series*, 273–274. doi:10.1007/978-1-4020-9212-1_56

BÜDEL, Burkhard, B. WEBER, M. KÜHL, H. PFANZ, D. SÜLTEMEYER a D.C.J. WESSELS, 2004. Reshaping of sandstone surfaces by cryptoendolithic cyanobacteria: bioalkalization causes chemical weathering in arid landscapes. *Geobiology*, 2, 261–268

CANTONATI, Marco, Jiří KOMÁREK a Gustavo MONTEJANO, 2015. *Cyanobacteria in ambient springs: Biodiversity and conservation*. Springer, 24(4), 865 - 888. ISSN 0960-3115. Dostupné z: doi:10.1007/s10531-015-0884-x.

CANTONATI, Marco, Leopold FÜREDER, Reinhard GERECKE, Ingrid JÜTTNER a Eileen J. COX, 2012. Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science*. The Society for Freshwater Science, **31**(2), 463-480. doi:10.1899/11-1111.1

CANTONATI, Marco, Reinhard GERECKE a Ermanno BERTUZZI, 2006. Springs of the Alps – sensitive ecosystems to environmental change: from biodiversity assessments to long-term studies. *Hydrobiologia* 562: 59–96. DOI: 10.1007/s10750-005-1806-9

CASTENHOLZ, Richard W., 1992. Species usage, concept, and evolution in the cyanobacteria (blue-green algae). *Journal of Phycology*, 28(6), 737–745. doi:10.1111/j.0022-3646.1992.00737.x

CASTENHOLZ, Richard W., 2015. *General characteristics of the cyanobacteria*. *Bergey's Manual of systematics of Archaea and Bacteria* [online]. **2001**, 1-23 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: doi:10.1002/9781118960608.cbm00019

COPELAND, Joseph J., 1936. Yellowstone thermal Myxophyceae. *Annals of the New York Academy of Science* 36: 1-222.

DAMERVAL, T., 1991. Hormogonium Differentiation in the Cyanobacterium *Calothrix*: A Photoregulated Developmental Process. *THE PLANT CELL ONLINE*, 3(2), 191–201. doi:10.1105/tpc.3.2.191

DI SABATINO, Antonio, Bruno CICOLANI a Reinhard GERECKE, 2003. *Freshwater biology: Biodiversity and distribution of water mites (Acari, Hydrachnidia) in spring habitats*. 48(12).

GALHANO, V., de FIGUEIREDO, D. R., ALVES, A., CORREIA, A., PEREIRA, M. J., LARANJO, J. G., PEIXOTO, F., 2010. *Morphological, biochemical and molecular characterization of Anabaena, Aphanizomenon and Nostoc strains (Cyanobacteria, Nostocales) isolated from Portuguese freshwater habitats*. – *Hydrobiologia* 663: 187–203.

GLAZIER, Douglas S., 1991. *The fauna of North American temperate cold springs: patterns and hypotheses*. *Freshwater Biology*, 26(3), 527–542. doi:10.1111/j.1365-2427.1991.tb01417.x

GLAZIER, Douglas S., 2009. *Springs*. In: Likens GE (ed) *Encyclopedia of inland waters*, vol 1. Academic, San Diego, pp 734–755

GUIRY, Michael a Wendy GUIRY, 2023. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Dostupné na: [www. https://www.algaebase.org/](http://www.https://www.algaebase.org/)

GUPTA, Akhilendra Bhushan, 1955. On Scytonematopsis Kisselewa — a little known genus of Myxophyceae. *Hydrobiologia*, 7(4), 373–380. doi:10.1007/bf00032226

HORVÁTH, Hajnalka, Attila W. KOVÁCS, Caitlin RIDDICK a Mátyás PRÉISING, 2013. Extraction methods for phycocyanin determination in freshwater filamentous cyanobacteria and their application in a shallow lake. *European Journal of Phycology*, 48(3), 278–286. doi:10.1080/09670262.2013.821525

HYNES, H. B. N., 1970. *The ecology of running waters*. Liverpool: Liverpool university press. ISBN 0853231001.

KALINA, Tomáš a Jiří VÁŇA. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1.

KNOLL, Herrero A., 2008. Cyanobacteria and Earth history. Pp. 1–19 in Herrero A., Flores E. (eds.): *The cyanobacteria: molecular biology, genomics and evolution*. Caister Academic Press, Norfolk.

KOMÁREK, Jiří a Konstantinos ANAGNOSTIDIS, 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. – *Arch. Hydrobiol./ Algological Studies* 56: 247–345.

KOMÁREK, Jiří a Konstantinos ANAGNOSTIDIS, 1999. Cyanoprokaryota. I. Chroococcales. In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. and Mollenhauer, D., Eds., *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Begründet von A. Pascher Bd. 19/3 Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales, Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg & Berlin, 1-548.

KOMÁREK, Jiří a Konstantinos ANAGNOSTIDIS, 2005. Cyanoprokaryota 2 - Oscillatoriales. In Büdel B., Krienitz L., Gärtner G., Schagerl M. (Eds.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2. Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag, München 759 pp.

KOMÁREK, Jiří, 2009. Recent changes (2008) in cyanobacteria taxonomy based on a combination of molecular background with phenotype and ecological consequences (genus and species concept). *Hydrobiologia*, 639(1), 245–259. doi:10.1007/s10750-009-0031-3

- KOMÁREK, Jiří, 2016. A polyphasic approach for the taxonomy of cyanobacteria: principles and applications. *European Journal of Phycology*, 51(3), 346–353. doi:10.1080/09670262.2016.1163738
- KUBÍKOVÁ, Lucie a Ondřej SIMON, 2009. *Příroda: Charakteristika a oživení podhorskýchšumavských prameništ' s detailnějšímzaměřením na rod hrachovka (Pisidium)*. 2009. Praha. ISBN 978-80-87051-84-9. ISSN 1211-3603.
- LEE, T., M. TSUZUKI, T. TAKEUCHI, K. YOKOYAMA a I. KARUBE, 1995. Quantitative determination of cyanobacteria in mixed phytoplankton assemblages by an in vivo fluorimetric method. *Analytica Chimica Acta*, 302(1), 81–87. doi:10.1016/0003-2670(94)00425-1
- LINDEGAARD, C., K.P. BRODERSEN, P. WIBERG-LARSEN a J. SKRIVER, 1998. Multivariate analyses of macrofaunal communities in Danish springs and springbrooks, pp. 201–219. In: Botosaneanu L. (ed.), *Studies in Crenobiology. The Biology of Springs and Springbrooks*, Backhuys Publishers, Leiden, 261 pp. ISBN: 978-9073348042
- LUKAVSKÝ, Jaromír, Sevdalina FURNADZHIEVA a Plamen PILARSKI, 2011. *Cyanobacteria of the thermal spring at Pancharevo, Sofia, Bulgaria*. *Acta Botanica Croatica*, 70(2), 191- 208. ISSN 0365-0588. Dostupné z: doi:10.2478/v10184-010-0015-4
- MACHOVÁ, Magdalena (2013). <https://www.nase-voda.cz/sirne-prameny-leci-celou-radu-nemoci/>. [online; cit. 2023-04-15].
- PENTECOST, Allan, Brian JONES a Robin W. RENAUT, 2003. What is a hot spring? *Canadian Journal of Earth Sciences*, 40(11), 1443–1446. doi:10.1139/e03-083
- RENAUT, Robin W. a Brian JONES, 2000. Microbial precipitates around continental hot springs and geysirs. In *Microbial sediments*. Edited by R. Riding and S.M. Awramik. Springer, Berlin, Germany, pp. 187–195.
- SANDERS, Diethard, Waltraud Wertl a Eugen ROTT, 2010. Spring-associated limestones of the Eastern Alps: overview of facies, deposystems, minerals, and biota. *Facies* (online first). doi:10.1007/s10347-010-0252-y
- SCIUTO, Katia a Isabella Moro, 2015. Cyanobacteria: the bright and dark side of a charming group. *Biodivers Conserv* (in press)
- SIDLER, W.A., 1994. Phycobilisome and phycobiliprotein structures. In *The molecular biology of cyanobacteria* (Bryant, D.A., editor), 139–216. Kluwer, Dordrecht.

- SMITH, H., Paul J. WOOD a J. GUNN, 2003. The influence of habitat structure and flow permanence on invertebrate communities in karst spring system. *Hydrobiologia* 510 (1–3): 53–66. DOI: 10.1023/B:HYDR.00000008501.55798.20
- SPRINGER, Abraham a Lawrence E. STEVENS, 2009. *Spheres of discharge of springs. Hydrogeology Journal*, 17(1), 83–93. doi:10.1007/s10040-008-0341-y
- STAUB, R., 1961. *Research on physiology of nutrients of the planktonic cyanobacterium Oscillatoria rubescens*. Schweizerische Zeitschrift Für Hydrologie.. 23: 83–198.
- STEVENSON, R. Jan, M. L. BOTHWELL a Rex L. LOWE, 1996. *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press. ISBN 0126684502.
- STRUNECKÝ, Otakar, Jiří KOMÁREK a Jan ŠMARDA, 2014. Kamptonema (Microcoleaceae, Cyanobacteria), a new genus derived from the polyphyletic Phormidium on the basis of combined molecular and cytomorphological markers. *Preslia* 86. 193–207.
- STRUNECKÝ, Otakar, Jiří KOMÁREK, Jeffrey JOHANSEN, Alena Lukešová a Josef ELSTER, 2013. Molecular and morphological criteria for revision of the genus *Microcoleus* (Oscillatoriales, Cyanobacteria). *Journal of Phycology*, 49(6), 1167–1180. doi:10.1111/jpy.12128
- VACCARINO, Melissa A. a Jeffrey R. JOHANSEN, 2011. *Scytonematopsis contorta* sp. nov. (Nostocales), a new species from the Hawaiian Islands. *Fottea*, 2011, vol. 11, iss. 1, p. 149-161.
- VAN DER KAMP, Garth, 1995. The hydrogeology of springs in relation to the biodiversity of spring fauna: A review. *J. Kansas Entomol. Soc.* 68 (2), Suppl.: 4–17.
- VON FUMETTI, Stefanie, Peter NAGEL a B. BALTES, 2007. Where a spring-head becomes a springbrooks – a regional zonation of springs. *Arch. Hydrobiol./ Fundament. Appl. Limnol.* 169 (1): 37–48. DOI: 10.1127/1863-9135/2007/0169-0037
- WARING, Gerald A., 1965. *Thermal springs of the United States and other countries of the world*. United States Geological Survey, Professional Paper 492.
- WETZEL, R.G., 1983. *Limnology*. 2nd edition. Philadelphia: Saunders College Publishing. ISBN 978-0030579134.
- WILLIAMS, R.C., J.C. GINGRICH a A.N. GLAZER, 1980. Cyanobacterial phycobilisomes. *Journal of Cell Biology*, 85: 558–566.

Webové stránky:

Charakteristika zájmového území. *Slatinice* [online]. EDPP.cz [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/slt_charakteristika-zajmoveho-uzemi/

Mapa studánek. *Veronica* [online]. [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.veronica.cz/mapa-studanek?i=5242>

O lázních: Slatinické sirné prameny. *Lázně Slatinice* [online]. [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.lazneslatinice.cz/prirodni-lecivy-zdroj.html>