

Jihočeská universita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Bakalářská práce

**Heterocytozní sinice rodu *Scytonema*, *Calothrix* a  
*Scytonematopsis* z oblasti Great Smoky Mountains  
National Park, USA**

Jarmila Michálková

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

České Budějovice

2014

MICHÁLKOVÁ, J. (2014): Heterocytozní sinice rodu *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis* z oblasti Great Smoky Mountains National Park, USA. [Heterocytous cyanobacteria from genera *Scytonema*, *Calothrix* and *Scytonematopsis* in Great Smoky Mountains National Park, USA., Bachelor thesis, in Czech] – University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, Czech Republic, 68 pp.

### **Anotace:**

The aim of this thesis was to isolate and morphologically determine heterocytous cyanobacteria of taxonomically obscure genera *Scytonema*, *Calothrix* and *Scytonematopsis* from samples collected in the Great Smoky Mountains National Park, USA. Optimal cultivation practices were used and five species were identified - *Scytonema* (*Scytonema hofmanii*, *Scytonema* cf. *millei* and *Scytonema subgelatinosum*), *Calothrix* (*Calothrix fusca*) and *Scytonematopsis* (*Scytonematopsis* sp.).

### **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 Universitou v Českých Budějovicích na jejich 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 Tcheses.cz, provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 25. 4. 2014

.....

Jarmila Michálková

## **Poděkování:**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému školiteli Doc. RNDr. Janu Kašovskému, Ph.D. za umožnění pracovat na tomto tématu a trpělivost, Prof. RNDr. Jiřímu Komárkovi, DrSc., a Prof. Jeffreymu R. Johansenovi, Ph.D. za podnětné nápady. Své rodině a přátelům za podporu při studiu i mimo něj. Jmenovitě pak Janu Šteflovi za pomoc s programem ArcGis 10 (ArcMap), Janu Fialovi a Zdeňku Ipserovi za pomoc s typografií. Jakubu Smrtovi za pomoc s programem Corel DRAW 12 (Corel Corp.). Dále pak Evě Dostálkové za podnětné rady a Lukáši Jurkovi za fotodokumentaci postupu práce. Svému příteli Petru Dobrovolnému za to, že tu vždy byl, když jsem potřebovala.

## Obsah:

1. Úvod .....	1
1.1. Heterocytozní sinice rodu <i>Scytonema</i> , <i>Calothrix</i> a <i>Scytomematopsis</i> .....	1
1.1.1. Stručná charakteristika rodu <i>Scytonema</i> .....	1
1.1.2. Stručná charakteristika rodu <i>Calothrix</i> .....	2
1.1.3. Stručná charakteristika rodu <i>Scytomematopsis</i> .....	3
1.2. Rozšíření heterocytozních sinic rodu <i>Scytonema</i> , <i>Calothrix</i> a <i>Scytomematopsis</i> po USA .....	4
1.2.1. Temperátní oblast USA .....	4
1.2.2. Subtropická oblast USA .....	7
1.2.3. Tropická oblast USA .....	9
1.2.4. Arktická oblast USA .....	10
1.3. Cíle práce .....	11
2. Metodika .....	12
2.1. Obecný popis lokality .....	12
2.2. Dosavadní algologické průzkumy v GSMNP .....	14
2.3. Charakteristika vzorků .....	19
2.4. Postup práce .....	22
3. Výsledky .....	24
4. Diskuse .....	35
5. Závěr .....	41
6. Literatura .....	42
7. Přílohy .....	49
7.1. Příloha 1 .....	49
7.2. Příloha 2 .....	51
7.3. Příloha 3 .....	52
7.4. Příloha 4 .....	54
7.5. Příloha 5 .....	55
7.6. Příloha 6 .....	56
7.7. Příloha 7 .....	57
7.8. Příloha 8 .....	58
7.9. Příloha 9 .....	59

## 1. Úvod

### 1.1. Heterocytozní sinice rodu *Scytonema* Agardh ex Bornet & Flahault, *Calothrix* Agardh ex Bornet & Flahault a *Scytomematopsis* E. Kiseleva

#### 1.1.1. Stručná charakteristika rodu *Scytonema*

Rod *Scytonema* je charakteristický jednořadým uspořádáním vláken a nepravým větvením (Whitford & Schumacher, 1969). Vlákna se vyskytují samostatně nebo v koloniích, vzácně tvoří vrstvy nebo biofilmy na podkladu. Mají isopolární charakter a mohou být nepravidelně stočená ve svazcích nebo růst ve vzpřímené poloze (Komárek, 2013). Nepravé větvení u nich vzniká mezi vegetativními buňkami a obvykle mírně vzdálenými od heterocytů. K větvení dochází po rozpadu trichomu pomocí nekridických buněk mezi dvěma heterocyty. Obě vzniklé větve pak mohou růst paralelně nebo v křížující se poloze. Vlákna také někdy tvoří typickou smyčku, postranní formaci, v jejímž vrcholku se trichom později rozdělí (Komárek & Hauer, 2013). Větve jsou obvykle morfologicky stejné nebo jen o něco užší než hlavní vlákno (Komárek, 2013). Buňky se rozdělují příčně k ose trichomu, především v oblastech blízko meristematických konců větví. Reprodukce se provádí pomocí hormogonií, která se vyvíjí na koncích větví a následně se uvolňují z pochvy. Hormogonia klíčí na obou koncích a vytváří isopolární vlákna (Komárek & Hauer, 2013). Vlákna mají vždy pevnou a jasně ohraničenou pochvu, která může být hyalinní či zbarvená (často se žlutohnědým zbarvením), homogenní nebo lamelovaná. Zbarvení pochvy je způsobeno sloučeninami schopnými absorbovat UV záření. Tyto sloučeniny tak pozitivně přispívají k samotné ochraně buněk. Hlavním pigmentem zastávajícím tuto úlohu je žlutohnědý, v tucích rozpustný, dimerický pigment scytonemin (Sinha et al., 1998). Scytonemin neslouží sinici pouze k ochraně před UV zářením, umožňuje jí bránit se napadení patogeny, rozkladu bakteriemi či okusu herbivory (Sinha & Hader, 2008). Buňky tohoto rodu jsou výrazně kratší nebo delší než širší nebo víceméně isodiametrického tvaru. Apikální buňky jsou obvykle zaoblené (Komárek, 2013). Buňky mohou být světle nebo olivově zelené, obvykle se samostatně a nepravidelně umístěnými granulemi (velkými vakuolami) nebo je jejich obsah zrnitý celý. Vzácně mohou být nažloutlé nebo narůžovělé barvy (Komárek & Hauer, 2013). U tohoto rodu jsou heterocyty přítomny ve všech fázích vývoje, ale akinety jsou u nich vzácné nebo zcela chybí (Smith, 1950). Akinety (arthrospory) jsou popsány jen u několika málo známých druhů (Komárek, 2013). Heterocyty jsou většinou interkalární, obvykle se vyskytují samostatně, zřídka

v párech nebo několik vedle sebe. Jejich tvar je válcovitý, sudovitý, čtyřúhelníkovitý nebo kulovitý (Komárek & Hauer, 2013; Komárek, 2013).

Mnoho druhů rodu *Scytonema* roste aerofyticky nebo subaerofyticky na mokřích površích, v prosacích, na kamenech, dřevě, půdě nebo epifyticky na mechu. Několik druhů je také inkrustováno uhličitánem vápenatým a představuje mnohdy dominantní zástupce vyskytující se v blízkosti vyvěrajících pramenů z travertinových ložisek. Některé druhy jsou známy také z oblastí termálních pramenů. Jiné nalezneme na skalách či kamenech v litorálu jezer, zřídka však mezi vodními rostlinami, hlavně však na alkalickém podkladu, ojediněle v bažinách nebo kyselých vodách. Několik druhů je mořských, vyskytující se na korálových útesech nebo v brakických vodách. Často se jedná o zástupce z tropických oblastí, avšak variabilita těchto taxonů je doposud méně známá (Komárek & Hauer, 2013).

Doposud bylo popsáno více než 320 druhů rodu *Scytonema* a však také zde v současné době dochází k mnoha přesunům na základě nových poznatků z molekulárních analýz. Z toho 20 druhů tohoto rodu je známo v Evropské mikroflóře a 45 druhů bylo popsáno mimo Evropu (Komárek, 2013).

### **1.1.2. Stručná charakteristika rodu *Calothrix***

Pro rod *Calothrix* jsou typická heteropolární vlákna, rozdělená na bazální a apikální část. Bazální část je obvykle připojena k podkladu. Vlákna se vyskytují samostatně nebo v malých skupinkách oddělených od sebe (Komárek & Anagnostidis, 1989), vzácně mají jedno boční nepravé větvení (Castenholz, 2001), které je orientované více či méně ve směru původního růstu (Komárek & Hauer, 2013). Trichomy jsou různě dlouhé, neustále se ke koncům větví zužují a jsou více méně válcovitého tvaru. V bazální části je více či méně kulovitý nebo polokulovitý heterocyt. Interkalární heterocyt je vzácný a je vyvinut zejména před větvením (Komárek, 2013). V apikální části jsou hyalinní, úzké a dlouhé buňky nazývané vlásky a jejich tvorba je závislá na metabolismu fosforu (Livingstone et al., 1983). Pochva se u tohoto rodu vyskytuje vždy, obvykle je pevná, gelatinozní někdy lamelovaná bezbarvá nebo barevná obvykle žlutohnědá. Může být homogenní nebo ke koncům trychtýřovitě rozšířená (Komárek, 2013). Buňky jsou válcovitého nebo sudovitého tvaru. Aerotopy ve vegetativních buňkách chybí, ale vyskytují se v hormogoniích (Komárek et al., 2003). Akinety se vyskytují jen zřídka v bazální části trichomu a byly popsány jen u několika málo druhů. Reprodukce probíhá pomocí pohyblivého hormogonia,

kteře se odděluje od trichomu pomocí nekřidických buněk, které umožní jeho uvolnění z pochvy (*Castenholz, 2001*) a dále pak fragmentací trichomu (*Komárek, 2013*).

Jedná se o perifytické druhy, rostoucí na vodních rostlinách, řasách, kamenech a dřevěných podkladech na různých vodních přírodních stanovištích a zejména v neznečištěných biotopech. Některé druhy jsou známé z mořských litorálů (*Komárek & Hauer, 2013*).

Doposud bylo popsáno 33 druhů rodu *Calothrix* z oblastí v Evropě a 95 druhů mimo území Evropy (*Komárek, 2013*).

### **1.1.3. Stručná charakteristika rodu *Scytonematopsis***

Rod *Scytonematopsis* má isopolární rozvětvená vlákna, jež tvoří chomáčky s pravidelně nebo nepravidelně uspořádanými vlákny nebo „mats“ na podkladu. Vlákna se připojují střední částí k podkladu a větví se volnými konci trichomu. Vlákna mají v raném vývoji heteropolární charakter, jsou víceméně rovná, nebo stočená a asymetrická. Později jsou obvykle isopolární, záleží přitom na prostředí (*Komárek et al., 2003*), symetrická s jedním nebo více nepravým větvením (*Komárek, 2013*). Konce mladých trichomů a větví jsou válcovité se zaoblenými koncovými buňkami, ale později se vždy výrazně zužují (*Komárek & Hauer, 2013*). Někdy jsou také výrazně protáhlé a někdy mají vakuolizované apikální a subapikální buňky (*Komárek & Anagnostidis, 1989*). Pochva je pevná, tenká nebo mírně ztloustlá, někdy také lamelovaná. Barva pochvy může být hyalíní nebo až žlutohnědá (*Komárek, 2013*). U většiny druhů má pochva nažloutlou barvu a u starých exemplářů může být až hnědá (*Komárek et al., 2003*). Buňky jsou kratší nebo delší než širší, obvykle jsou sudovité až kulovité a mají proměnlivou délku. Jejich barva je světle nebo olivově zelená, vzácně jsou narůžovělé nebo světle modré či zelené (*Komárek & Hauer, 2013*). V apikální části vlákna jsou buňky prodloužené a téměř bezbarvé (*Komárek, 2013*). Buňky jsou vždy bez plynových váčků. Ve vláknu je obvykle velké množství nekřidických buněk (*Komárek & Hauer, 2013*). Heterocyty jsou interkalární, bazální a obvykle se vyskytují izolovaně. Mají válcovitý nebo sudovitý tvar a jsou rozdílné délky. Akinety se u nich nevyskytují a artrospory byly popsány jen zřídka (*Komárek pers.com.*).

Rozmnožování u rodu *Scytonematopsis* je pomocí hormogonií, která se oddělují od vlákna pomocí nekřidických buněk. Po osvobození z pochvy klíčí na obou koncích (*Komárek et al., 2003*).

Jedná se o perifytické a metafytické druhy z temperátních oblastí horských potoků, termálních pramenů na americkém kontinentu, či skalnatého litorálu jezer a ponořených

kamenů z alpských oblastí středoevropských vysokých hor. Některé druhy jsou známy z tropických oblastí (rýžových polí, přímořských jezer, pramenů, bažin), či mořských habitatů (Komárek *et al.*, 2003).

Doposud je známo 11 druhů rodu *Scytonematopsis* (Komárek, 2013).

## **1.2. Rozšíření heterocytozních sinic rodu *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis* po USA.**

Spojené státy americké jsou velmi rozmanitou oblastí a to i díky své velikosti. Tím, že leží hned v několika podnebných pásech, můžeme zde nalézt druhy temperátní zóny, subtropické, tropické či arktické. Navzdory obecně vysoké úrovni vědy v USA není o floristice sinic na tomto území mnoho známo (např. ve srovnání se střední Evropou), národní park Great Smoky Mountains v podstatě patří mezi nejlépe prozkoumané oblasti (viz kap. 2.2.).

Co se týče studií publikovaných o sinicích na území USA, cenný přehled o těchto znalostech ze začátku minulého století nám přináší především monografie (Tilden, 1910), jež se zabývá rozšířením sinic po území Severní Ameriky, publikace (Smith, 1950) mapující výskyt sladkovodních druhů sinic a řas na území Spojených států amerických a několik studií o specifických oblastech včetně národního parku Yellowstone (Copeland, 1936), oblasti západních Velkých jezer (Prescott, 1951), státu Illinois (Tiffany & Britton, 1952), Severní Karolíny (Whitford & Schumacher, 1969), Arizony (Cameron, 1964, Johansen *et al.*, 1981), Kentucky (Camburn, 1982), národního parku Zion v Utahu (Johansen *et al.*, 1983), oblasti Uintah Basin (Ashley *et al.*, 1985), oblasti Ozark Mountains ve státě Oklahoma (Power, 1988), národního parku Everglades ve státě Florida (McCormick *et al.*, 1996) ostrova Portoriko (Gardner, 1927) a Aljašky (Cameron, 1970).

Celá řada recentních studií z mnoha oblastí USA částečně dokumentuje bohatství sinicové flóry na tomto území (Pan *et al.*, 2000; Flechtner *et al.*, 2002; Flechtner, 2007; Sherwood, 2007; Flechtner *et al.*, 2008; Smith, 2010; Alwathnani & Johansen, 2011; Vaccarino & Johansen, 2011; Vaccarino *et al.*, 2011).

### **1.2.1. Temperátní oblast USA**

Z temperátní oblastí Spojených států amerických byly nalezeny zmínky o zájmových rodech v těchto studiích.

V monografii o sinicích vyskytujících se na území Severní Ameriky a v přidružených oblastech Portorika a Havajských ostrovů (Tilden, 1910), bylo celkem nalezeno 26 druhů



rodu *Scytonema* a 27 druhů rodu *Calothrix*. Z toho byl výskyt v temperátní oblasti uveden u 18 druhů rodu *Scytonema* a 25 druhů rodu *Calothrix*. Zde jsou uvedeny druhy zájmových rodů s uvedením státu či oblasti, ve kterém byl daný druh nalezen.

Druh *Scytonema alatum* byl nalezen ve státě New York v oblasti Niagárských vodopádů a ve státě Minnesota, *S. aktinii* ve státě New Jersey a Pensylvánie, *S. badium* ve státě New York, *S. caldarium* ve státě Kalifornie v oblasti San Bernadino, *S. crispum* ve státě Pensylvánie, Connecticut, Colorado, Rhode Island, Illinois, Minnesota a Nebraska, *S. crustaceum* ve státě Connecticut a Pensylvánie, *S. densum* ve státě New York a Kalifornie, *S. dubium* ve státě New Jersey, *S. guanense* ve státě New Jersey, Pensylvánie a Massachusetts, *S. hirtulum* USA stát blíže neuveden, *S. hofmanii* ve státě New Jersey, Kalifornie, Connecticut, Nebraska, Massachusetts a New Hampshire, *S. immersum* ve státě New Jersey, *S. javanicum* ve státě Massachusetts, *S. mirabile* ve státě New York, New Jersey, Iowa, Connecticut, Minnesota a Colorado, *S. myochrous* ve státě New Jersey, Pensylvánie, Colorado, Iowa, Rhode Island a Connecticut, *S. occidentale* ve státě Kalifornie, *S. ocellatum* ve státě New York, New Jersey, Pensylvánie, Connecticut, Nebraska, Massachusetts a New Hampshire, *S. tolypotrichoides* ve státě New York a New Jersey. Druh *Calothrix adscendens* byl nalezen ve státě Pensylvánie, *C. aeruginea* ve státě Maine, Massachusetts a Connecticut, *C. braunii* ve státě Massachusetts, Connecticut a Washington, *C. calida* ve státě Wyoming v Yellowstonském národním parku, *C. castellii* ve státě Pensylvánie, *C. confervicola* ve státě Maine, New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut, New York a New Jersey, *C. consociata* ve státě Washington, *C. contarenii* ve státě Massachusetts, *C. crustacea* ve státě Maine, New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, New York, New Jersey, Washington a Kalifornie, *C. donnellii* ve státě Pensylvánie, *C. fusca* ve státě New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut, New Jersey, Pensylvánie, Ohio a Minnesota, *C. fasciculata* ve státě Maine, Massachusetts a Rhode Island, *C. fusco-violacea* ve státě Massachusetts, *C. juliana* ve státě Massachusetts, Connecticut, Indiana a Kalifornie, *C. kuntzei* ve státě Wyoming v Yellowstonském národním parku, *C. parasitica* ve státě Maine, New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island a Connecticut, *C. parietina* ve státě New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut, New Jersey, Washington, Indiana, Minnesota, Iowa, Kalifornie, Colorado a Vermont, *C. pilosa* ve státě Kalifornie, *C. prolifera* ve státě Kalifornie, *C. pulvinata* ve státě Maine, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut, New York, New Jersey a Washington, *C. scopulorum* ve státě Maine, New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut, New York, New Jersey a Washington,

*C. stagnalis* ve státě Massachusetts, *C. thermalis* ve státě Wyoming v Yellowstonském národním parku, *C. violacea* ve státě Pensylvánie, *C. vivipara* ve státě Massachusetts, Rhode Island.

V práci zabývající se mapováním sinicové flóry Yellostownského národního parku se vyskytuje zmínka o nálezích druhů *Scytonema caldarium*, *S. caldarium* var. *terrestre*, *S. induratum*, *S. planum*, *Calothrix Baileyi*, *C. carda*, *C. coriacea*, *C. cavernarum*, *C. fusca*, *C. geitleri*, *C. Gigas*, *C. charicola*, *C. kuntzei*, *C. parietina* a *Scytonematopsis hydnoides* hned v několika termálních pramenech v této oblasti (Copeland, 1936).

Publikace mapující výskyt sladkovodních druhů sinic a řas na území Spojených států amerických (Smith, 1950) uvádí výskyt 20 druhů rodu *Scytonema* na tomto území, především na vlhkých stanovištích jakými jsou např. skalnaté útesy, smáčené stěny či kameny v blízkosti vodopádů. Dále pak je zde uveden jeden druh rodu *Scytonematopsis* (*Scytonematopsis hydnoides*) popsán již dříve z Yellostownského národního parku (Copeland, 1936) a 12 druhů rodu *Calothrix* blíže popsáných Geiterem v roce 1932.

Klasická a široce používaná studie o sinicích a řasách z oblasti Velkých jezer (Prescott, 1951), se zmiňuje o nálezích druhů *Scytonema alatum* v tycho planktonu ve státě Michigan a Wisconsin, *S. archangelii* v tycho planktonu a na březích jezer ve státě Wisconsin, *S. coactile* v bažinách a mělkých jezerech ve státě Wisconsin, *S. crispum* v hlubokých jezerech ve státě Wisconsin. Druh *S. mirabile* je velmi běžným druhem v obou typech jezer ve státě Michigan a Wisconsin, *S. myochrous* na aerofytickém stanovišti (dřevě a kamenech) a v tycho planktonu ve státě Michigan a Wisconsin, *S. tolypothricoides* v planktonu mělkých jezer ve státě Michigan a Wisconsin. Z rodu *Calothrix* se jedná se o tyto druhy: *Calothrix adscendens* vyskytující se epifyticky na vodních rostlinách ve státě Wisconsin, *C. atricha* ve státě Wisconsin, *C. braunii* nalezena na vegetaci a kamenech v hlubokých jezerech ve státě Wisconsin, *C. breviarticulata* epifyticky na jiných řasách ve státě Wisconsin, *C. epiphytica* epifyticky na jiných vláknitých sinicích a řasách ve státě Michigan a Wisconsin, *C. fusca* epifyticky na jiných sinicích a řasách ve státě Wisconsin, *C. parietina* ve starých bažinách, na kamenech v tekoucí vodě a v tycho planktonu ve státě Michigan a Wisconsin, *C. stagnalis* epifyticky na jiných řasách ve státě Michigan a Wisconsin, *C. stellaris* na vodních rostlinách ve státě Wisconsin.

Ve studii (Tiffany & Britton, 1952) byly uvedeny záznamy o nálezích tří druhů rodu *Calothrix* a tří druhů rodu *Scytonema* ve státě Illinois. Jednalo se o *Calothrix kawraiskii*, *C. stagnalis*, *C. parietina*, *Scytonema cincinnatum*, *S. ocellatum* a *S. tolypothricoides*.

Ve studii zabývající se subaerickými sinicemi a řasami na pískovcových útesech z východní oblasti státu Kentucky, byl na lokalitě Bad Branch v Letcher Country nalezen jeden zájmový rod. Jednalo se o druh *Scytonema hofmanii*, který se vyskytoval hned na dvou místech v blízkosti vodopádu (Camburn, 1982).

Při obecné floristické studii národního parku Acadia v Maine (Vaccharino et al., 2011) se ukázalo, že dominantami v této oblasti byly Chlorophyta a Bacillariophyceae, ale také zde byl nalezen zájmový druh *Scytonema coactile* a blíže neurčený druh rodu *Calothrix* sp. Nejčastější výskyt obou nalezených rodů byl na smáčených stěnách v této oblasti, naopak nulový výskyt byl zaznamenán v mokřadních oblastech tohoto parku.

Severovýchodně od Utahu a severozápadně od Colorada se nalézají oblast Uintah Basin, v níž byly nalezeny v půdních krustách druhy *Calothrix parietina* a *Scytonema hofmanii*. Ze západní oblasti Severní Ameriky je výskyt rodu *Calothrix* uváděn především ze smáčených stěn a méně často z vlhkých půd. Druh *Calothrix parietina* je tak prvním nálezem tohoto rodu v půdní krustě v oblasti Uintah Basin. Druh *Scytonema hofmanii* se příležitostně objevuje na vlhké půdě, nicméně také v tomto parku nebyl tento druh dříve nalezen (Ashley et al., 1985).

Průzkumy probíhaly také na čtyřech smáčených stěnách v polopouštní oblasti národního parku Zion ve státě Utah. Druh *Scytonema myochrous* se vyskytoval na všech odběrových lokalitách, druh *Scytonema alatum* jen na lokalitě Lower Emerald Pool na kamenech a půdě pod vodopády a druh *Scytonema tolypothrichoides* jen v blízkosti Mt. Carmel tunnel na jeho smáčené stěně (Johansen et al., 1983).

V semiaridní oblasti San Rafael Swell, Emery Country v Utahu byl nalezen druh *Calothrix parietina* a v aridní oblasti Paradise Range, San Bernardino Country v Kalifornii, druh *Scytonema hyalinum*. Oba druhy se vyskytovaly na vlhké půdě (Flechtner et al., 2002).

I při studiu půdních krust na ostrově San Nicolas, patřícího Kalifornii byli také nalezeni zástupci ze zájmových rodů. Jednalo se o druhy *Scytonema obscurum* var. *terrestre* vyskytující se převážně na vlhké půdě, *Scytonema tenellum* na lávových kamenech a *Scytonema ocellatum* v zahradách a půdách ve sklenících (Flechtner et al., 2008).

### **1.2.2. Subtropická oblast USA**

Ze subtropické oblasti Spojených států amerických byly nalezeny zmínky o zájmových rodech v těchto studiích.

V rozsáhlé obecně algologicky zaměřené studii (Whitford & Schumacher, 1969) je uveden výskyt 11 druhů rodu *Calothrix* a 19 druhů rodu *Scytonema* na území Severní Karolíny. Jednalo se o druhy *Calothrix adscendens*, *C. braunii*, *C. donneli*, *C. elenkinii*, *C. epiphytica*, *C. fusca*, *C. juliana*, *C. parietina*, *C. scytonemicola*, *C. simulans*, *C. stellaris* a *Scytonema arcangelii*, *S. arcangelii* cf. *minus*, *S. aktinii*, *S. carolinianum*, *S. coactile*, *S. crispum*, *S. crassum*, *S. dubium*, *S. guyanense*, *S. hofmanii*, *S. insigne*, *S. javanicum*, *S. millei*, *S. mirabile*, *S. myochrous*, *S. ocellatum*, *S. stuposum*, *S. tolypotherichoides*, *S. varium*. Tři z uvedených druhů rodu *Calothrix* (*C. adscendens*, *C. scytonemicola*, *C. simulans*) a tři z uvedených druhů rodu *Scytonema* (*S. arcangelii*, *S. crispum*, *S. dubium*) patří mezi sladkovodní perifytické druhy. Jeden druh rodu *Calothrix* (*C. epiphytica*) byl nalezen rostoucí epifyticky na zelených řasách a zbytek uvedených druhů těchto rodů se vyskytoval na subaerofytických stanovištích (na vlhké půdě a kamenech).

Ve státě Florida byly nalezeny záznamy o výskytu zájmových rodů. Jednalo se o druhy *Scytonema crispum*, *S. intertextum*, *S. ocellatum*, *S. varium*, *S. wolleanum*, *Calothrix crustacea* a *C. pilosa*. Ve státě Jižní Karolína byly zaznamenány druhy *Scytonema mirabile*, *S. simplex* a *S. tolypotherichoides*. V obou státech byl nalezen druh *Scytonema guanense* a v Severní Karolíně druh *Scytonema myochrous* (Tilden, 1910).

V roce 2010 byla také provedena studie na zrevidování sinic a řas v Arkansasu. Na tomto území bylo nalezeno celkem 1387 druhů sinic a řas. Z toho bylo nalezeno 337 druhů sinic a ze zájmových rodů zde byl zjištěn výskyt druhů *Scytonema coactile* a *Calothrix fusca* (Smith, 2010).

Ve studii zaměřené na zkoumání druhového složení perifytických nárostů na kamenech a následného zjištění jejich odolnosti vůči okusu rybami a bezobratlými živočichy, bylo zjištěno, že největší procento v těchto zkoumaných nárostech tvořily rosivky, ale byly zde nalezeny i druhy *Calothrix* sp., *Phormidium* sp. a *Lyngbya* sp. Odolnost rosivek při intenzivním okusu byla zjištěna na tři až pět dní, přičemž po jejich vymizení je do jedenácti dní nahrazovaly sinice především rodu *Calothrix* sp. Tato studie byla prováděna v západní oblasti Ozark Mountains na řece Illinois v lokalitě Baron Fork ve státě Oklahoma (Power, 1988).

Ve studii (McCormick et al., 1996) zaměřující se na perifyton a vztah mezi kvalitou vody a množstvím živin v ní obsažených, byly v severní části národního parku Everglades ve státě Florida zaznamenány zmínky o druzích *Scytonema hofmanii* a *Calothrix* spp.

V další studii z této oblasti národního parku Everglades (*Pan et al., 2000*) zabývající se změnami skladby sinicové a řasové flóry ovlivněné množstvím fosforu v prostředí, byl zaznamenán výskyt druhu *Scytonema hofmanii*.

Během studie zabývající se terestrickými sinicemi a řasami v jižní oblasti Arizony (*Cameron, 1964*) bylo z celkového počtu 59 nalezených druhů 49 druhů sinic a zbytek tvořily Chlorophyta, Chrysophyceae, Euglenophyta a rosivky. Byl zde také zjištěn výskyt druhů *Calothrix parietina*, *Scytonema crustaceum*, *S. guyanense* a *S. hofmanii*.

Ve studii týkající se půdních krust v severovýchodní oblasti Arizony byl ve skalních obydlích indiánů kmene Navaho nalezen druh *Scytonema myochrous*. Tato oblast je v současnosti považována za národní přírodní památku (*Johansen et al., 1981*). Tyto kryptogamní půdní krusty jsou velmi rozšířené a důležité v aridních oblastech západní oblasti Severní Ameriky, zabraňují totiž vodní a větrné erozi půdy a podporují klíčení rostlin (*Fletcher & Martin, 1948; Anderson & Rushforth, 1976; Eldridge & Leys, 2003*).

Ve studii (*Flechtner, 2007*), která se zabývala složením půdních krust ve třech různých pouštních oblastech Severní Ameriky, byly nalezeny tři druhy ze zájmových rodů. V Čivavské poušti, která se rozprostírá napříč státy Nové Mexiko, Texas a Arizona, byl na vápencovém podloží nalezen druh *Scytonema hofmanii*. V Mohavské poušti, která se rozkládá ve východní části státu Kalifornie a dále ve státech Utah, Nevada a Arizona byl na podloží tvořeném vápencem a vyvřelými horninami nalezen druh *Calothrix castellii*. V Sonorské poušti, která leží ve státech Arizona a Kalifornie byl na podloží tvořeném z vápencových sedimentů nalezen druh *Calothrix parietina*.

Ve studii (*Alwathnani & Johansen, 2011*), zabývající se sinicemi v půdních krustách z Mohavské poušti, byly ze zájmových rodů nalezeny tyto druhy: *Calothrix* cf. *fusca*, *Scytonema javanicum*, *Scytonema* cf. *obscurum* var. *terrestre* a *Scytonema hyalinum*.

### 1.2.3. Tropická oblast USA

V tropických oblastech Spojených států amerických byly nalezeny zmínky o zájmových rodech v těchto studiích.

V Portoriku, přidruženému státu s vnitřní samosprávou, byly nalezeny tyto aerofytické a subaerofytické druhy. *Scytonema evanescens*, *S. capitatum*, *S. catenulum*, *S. guyanense*, *S. javanicum*, *S. longiarticulatum*, *S. lyngbyoides*, *S. magnum*, *S. milleri*, *S. mirabile*, *S. multiramosum*, *S. ocellatum*, *S. punctatum*, *S. pulchellum*, *S. spirulinoides*, *S. subgelatinosum*, *S. tenellum*, *S. tenue*, *S. variabile*, *Calothrix braunii*, *C. conica*,

*C. evanescens*, *C. juliana*, *C. linearis*, *C. simplex*, *C. simulans*, *C. tenella*, *C. parietina* (Gardner, 1927).

Ve studii (Tilden, 1910) byly zmíněny druhy (*Scytonema hofmanii*, *S. polymorpha*, *Calothrix contarenii* a *C. pilosa*) na tomto území.

Na Havajských ostrovech nalezneme také zmínky o výskytu zájmových rodů. Jedná se o druhy *Scytonema asureum*, *S. crispum*, *S. fuliginosa*, *S. guanense*, *S. mirabile*, *S. ocellatum*, *S. rivulare*, *S. varium*, *C. aeruginea*, *C. confervicola*, *C. crustacea*, *C. fusca*, *C. sandvicensis*, *C. scytonemicola* (Tilden, 1910). Druh *Scytonema fuliginosa* je v práci Copeland (1936) označen jako *Scytonematopsis fuliginosa*.

Ve studii shrnující doposud nalezené sinice a řasy na Havajských ostrovech (Kaua'i, O'ahu, Maui, Hawai'i) do roku 2007, je také zmíněn výskyt druhů *Scytonema arcangelii*, *S. chiastum*, *S. coactile*, *S. crispum*, *S. fritschii*, *S. guyanese*, *S. myochrous*, *S. ocellatum*, *S. rivulare*, *S. tolypotherichoides*, *S. varium*, *S. sp.*, *Calothrix braunii* a *C. fusca*. Přičemž největší areál rozšíření měl druh *S. crispum*, který se vyskytoval na všech čtyřech zkoumaných lokalitách, zbylé druhy se velmi často vyskytovaly pouze na jedné z uvedených oblastí (Sherwood, 2007).

Na ostrově O'ahu, jednom z Havajských ostrovů, byl také nalezen pro vědu nový druh z rodu *Scytonematopsis*. Jednalo se o druh *Scytonematopsis contorta*, který byl nalezen na vlhkých skalách, v potocích a vodopádech (Vaccarino & Johansen, 2011).

#### **1.2.4. Arktická oblast USA**

Z arktické oblasti Spojených států amerických byly nalezeny zmínky o zájmových rodech v těchto studiích.

Publikace (Tilden, 1910) se zmiňuje o nálezů zájmových rodů na území Aljašky. V této oblasti byly nalezeny druhy *Scytonema hofmanii*, *S. mirabile*, *S. myochrous*, *S. varium*, *Calothrix fusca* a *C. parietina*.

V národním parku Katmai na lokalitě Valley of 10 000 Smokes na území Aljašky byl při průzkumu půdních krust nalezen druh *Scytonema hofmanii* (Cameron, 1970).

### **1.3. Cíle práce**

Cílem mé práce bylo provedení mikroskopické analýzy vybraných vzorků sinic získaných v oblasti Great Smoky Mountains National Park v USA, izolace heterocytozních sinic vybraných rodů *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis*, nalezení optimálních kultivačních postupů a vytvoření literárního přehledu rozšíření heterocytozních sinic vybraných rodů *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis* po USA včetně zmapování biodiverzity sinic a řas na území GSMNP.

## 2. Metodika

### 2.1. Obecný popis lokality

Great Smoky Mountains National Park (GSMNP) je národní park nacházející se na území Spojených států amerických ve státech Severní Karolína a Tennessee v oblasti Apalačského pohoří asi 200 km severně od Atlanty (Brett, 2005) (obr. 1). Své jméno získal podle mlžného oparu stoupajícího z lesního porostu, který mnohým lidem připomínal kouř (Göbel, 1999). Rozloha parku se odhaduje na 2114 km<sup>2</sup> a jde o nejnavštěvovanější národní park v USA (obr. 2). Každoroční návštěvnost je okolo devíti milionů lidí, což je třikrát více než navštíví Národní park Yellowstone (<http://www.listosaur.com/travel/top-10-us-national-park-units-in-attendance, duben 2014>)



Obr. 1: Mapa Severní Ameriky s vyznačením polohy Great Smoky Mountains NP.

(zdroj: [https://www.e-education.psu.edu/geosc10/l4\\_p2.html](https://www.e-education.psu.edu/geosc10/l4_p2.html))



Obr. 2: Mapa národního parku Great Smoky Mountains, USA.

(zdroj: <http://www.hikinginthesmokys.com/map.htm>)



Pro svou rozmanitost bylo toto území v roce 1983 téměř po 50 letech od svého založení zařazeno do světového dědictví UNESCO. To tímto chrání střední část jednoho z geologicky nejstarších pohoří světa a ekosystém, jehož jedinečná mnohotvárnost se vyvinula v poslední době ledové (*Neubert & Maass, 2007*). Tato druhová rozmanitost a změny lesního typu byly možné díky nadmořské výšce parku, jež se pohybuje mezi 275–2025 m n. m. (*Brett, 2005*). Bezpochyby zde sehrálo roli také to, že horské hřebeny Apalačských hor se táhnou od severovýchodu k jihozápadu. To na rozdíl od střední Evropy umožňovalo zvířatům a rostlinám pohybovat se v rytmu klimatických změn ze severu na jih a potom zase zpátky na sever a díky tomu nedocházelo k tak drastickému snižování počtu druhů během střídání dob ledových a meziledových (*Göbel, 1999*).

Co se týče podnebí, v lednu mohou teploty klesnout k  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , zatímco v červenci můžeme předpokládat teploty okolo  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Léto je převážně deštivé a často se vyskytují mlhy. V průměru 50 dní v roce jsou v GSMNP bouřky (*Brett, 2005*) a roční úhrn srážek činní okolo 1300–2000 mm (<http://www.nps.gov/grsm/naturescience/index.htm>, *duben 2014*).

Většinu skal na tomto území tvoří metamorfované sedimentární horniny. Tyto horniny se tvořily v období 800–450 milionů let akumulací jílu, bahna, písku, štěrku a menšího množství uhličitanu vápenatého. Jednalo se především o pískovce, prachovce a břidlice, které mají v národním parku nejčastější výskyt. Prachovce se při vysokých teplotách a tlacích měnily na břidlice, které nalezneme především ve východní části parku. Dalšími metamorfovanými horninami, jež se v parku nachází, jsou ruly a žuly, jedná se o nejstarší horniny na tomto území, jež mají svůj výskyt v jihozápadní části parku. Jsou zde také přítomny křemenné žíly. Na východním okraji oblasti se dále nacházely ložiska nerostných surovin především živce, sloužícího pro výrobu keramiky, skla a kaolinu. Také se zde těžilo olovo a zinek (*Hadley & Goldsmith, 1963*).

Co se týče flory a fauny v národním parku Great Smoky Mountains, nalezneme zde přes 17000 druhů organismů z toho 4000 druhů rostlin (*Brett, 2005*), z nichž 1500 druhů tvoří jednoděložné a 2200 výtrusné rostliny (v americkém smyslu slova, včetně sinic a řas) (*Neubert & Maass, 2007*) a pět odlišných typů lesa (*Brett, 2005*), z nichž jedna pětina až jedna třetina představuje pralesní porosty (*Göbel, 1999*).

V těchto pěti různých typech lesních porostů roste 130 druhů stromů (*Neubert & Maass, 2007*). V nižších polohách liliovník tulipánokvětý (*Liriodendron tulipifera*), javor červený (*Acer rubrum*), dřín květnatý (*Cornus florida*) či jedlovec kanadský (*Tsuga canadensis*). Ve výšce nad 1000 m n. m. se vyskytuje javor cukrový (*Acer saccharum*),

bříza žlutá (*Betula alleghaniensis*) nebo buk velkolistý (*Fagus grandiflora*) a na horských hřebenech smrk červený (*Picea rubens*) a jedle Fraserova (*Abies fraseri*).

Území je také bohaté na živočichy, svůj domov zde má na 200 druhů ptáků, 66 druhů savců, 50 druhů ryb a 39 druhů plazů (<http://www.nps.gov/grsm/naturescience/animals.htm>, listopad 2012). Mohli bychom zmínit medvěda baribala (*Ursus americanus*), jelence běloocasého (*Odocoileus virginianus*), rysa červeného (*Lynx rufus*) či kojota prérijního (*Canis latrans*). Na území národního parku proběhla také úspěšná reintrodukce vlka rudohnědého (*Canis rufus*) a vydry říční (*Lutra lutra*). Přirozenou migrací ze Severní Karolíny se zde dostali i bobři (*Castor canadensis*). Z menších živočichů stojí za zmínku vačice viržinská (*Didelphis virginianus*), skunk pruhovaný (*Mephitis mephitis*), čipmank východní (*Tamias striatus*) a svišť lesní (*Marmota monax*) (Brett, 2005).

Území Great Smoky Mountains bylo kdysi domovem indiánského kmene Cherokee. Ti byli ve 20. letech 19. století násilně vystěhováni a evropští osadníci začali území odlesňovat a obdělávat. To vedlo k devastaci dvou třetin horských lesních porostů a následné erozi půdy. Díky tomu se ve 20. století začalo více lidí přiklánět k myšlence založení národního parku v horách Great Smoky Mountains. I přestože finanční podpora od vlády spojených států nebyla vysoká, díky příspěví sousedních států Severní Karolíny a Tennessee a soukromých osob, se podařilo získat dostatečné množství finančních prostředků na vybudování parku. Národní park Great Smoky Mountains byl tedy roku 1934 ustaven Kongresem Spojených států a v roce 1940 oficiálně vyhlášen prezidentem Franklinem Rooseveltem (Brett, 2005).

## **2.2. Dosavadní algologické průzkumy v GSMNP**

Park představuje pro svou druhovou rozmanitost vědecky ceněnou oblast. Díky tomu se zde provádí výzkumy zaměřené nejen na klasickou faunu a floru, ale také na podstatně menší organismy, jakýmiž jsou sinice a řasy.

Již během prvních algologických expedic do této oblasti (vedených týmem okolo prof. Johansena) bylo nalezeno velké množství nových druhů, jak pro park samotný, tak i pro vědecký svět jako takový. Důkazem je i vznik bezpočtu prací, jíž v období mezi lety 1977–2001, které měly za cíl zmapovat diversitu sinic a řas na území parku (Keithan, 1983; Lowe & Kociolek, 1984; Keithan & Lowe, 1985; Gomez, 2002). Díky tomu zde bylo nalezeno 173 nových druhů. Zde je uvedeno zastoupení jednotlivých skupin včetně počtu nalezených druhů. Sinice (75 druhů), Chlorophyta (77 druhů), Chrysophyceae (1 druh), Rhodophyta (1 druh), Synurophyceae (2 druhy), Tribophyceae (10 druhů),

Eustigmatophyceae (3 druhy), Dinophyta (4 druhy) a 291 druhů rosivek (*Johansen et al., 2004*).

Během dalšího studia této oblasti bylo ve vzorcích odebraných z kamenů u pramene a z kaluží pod vodopády nalezeno 54 druhů sinic a 64 druhů eukaryotních řas. Z celkového počtu takto nalezených druhů bylo 108 druhů v této oblasti nalezeno poprvé a 46 z nich bylo pro vědecký svět zcela nových. Z řas se jednalo primárně o Chlorophyta, dále pak Tribophyceae a Eustigmatophyceae. Rosivky se zde vyskytovaly hojně a ve velké diversitě. Běžnými zástupci sinic byly rody *Gloeotheca*, *Chroococcus*, *Leptolyngbya* a *Phormidium*. Běžnými zástupci řas zase *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Klebsormidium*, *Elliptochloris* a *Stichococcus* (*Gomez et al., 2003*).

Do roku 2004 včetně bylo v parku nalezeno 584 druhů sinic a řas. Zde je uvedeno zastoupení jednotlivých skupin včetně počtu nalezených druhů. Sinice (108 druhů), Chlorophyta (97 druhů), Chrysophyceae (1 druh), Rhodophyta (3 druhy), Synurophyceae (2 druhy), Tribophyceae (12 druhů), Eustigmatophyceae (3 druhy), Euglenophyta (1 druh), Dinophyta (4 druhy) a 353 druhů rosivek (*Johansen et al., 2004*).

V roce 2003 byly v této oblasti objeveny dva pro vědu nové taxony sinic. Jeden z nich byl nazván *Capsosira lowei* (Capsosiraceae) lišící se od dříve popsáného druhu *C. brebissonii* velikostí buněk, morfologií vlákna a ekologií. Druh *C. brebissonii* byl popsán jako vodní nebo subaerofytní druh, zatímco tento byl izolován jako fykobiont z lišejníku rodu *Hydrothyria venosa*. Rod *Capsosira* je v současné době řazen do zvláštní čeledi Capsosiraceae (Stigonematales) vzhledem ke své schopnosti, dělení ve dvou rovinách. Nicméně podle molekulárních důkazů získaných v této studii se ukazuje nejbližší příbuznost s rodem *Aulosira* a *Nostoc commune* spadajících do Nostocaceae (Nostocales). Druhý pro vědu nový druh (a rod) *Rexia erecta* byl získán z aerofytického, epilitického stanoviště. Tvorbou hormogonia v blízkosti heterocyty a dělením ve dvou rovinách, jež je typické pro Stigonematales, se uvažovalo o jeho zařazení do tohoto řádu. Na druhou stranu tento rod se zdá být také morfologicky podobný zástupcům z Scytonemataceae a Microchaetaceae (*Casamatta et al., 2006*).

V létě roku 2004 byl v GSMNP na smáčené štěně a v rezervaci South Chagrin v severovýchodním Ohaiu nalezen velmi vzácný druh červené řasy *Rhodospira sordida*. Výskyt tohoto druhu byl dříve zaznamenán pouze na smáčených stěnách v Evropě a poslední zprávy o jeho výskytu se uvádí z poloviny roku 1970. V roce 1977 byl tento druh nalezen na pískovcové skalní stěně v oblasti Blanchard Spring v Arkansasu D. Franklynem, což nebylo dříve publikováno (*Johansen et al., 2005*). Na základě těchto

nálezů se dá předpokládat, že tento druh není tak vzácný, jak se původně myslelo, ale mohl by být docela běžným druhem v subaridních oblastech (Geitler, 1927).

Další nově nalezenou a popsanou řasou z této oblasti je chaetoforální zelená řasa, *Draparnaldia appalachiana*, která byla nalezena dvakrát na té samé lokalitě v GSMNP v letech 2004 a 2005. Tento nový druh je charakteristický výrazně zvětšenými axiálními buňkami, které jsou delší než širší. Jemně síťkovanými chloroplasty, které jsou přítomny ve svazcích, které jsou vzdáleně uspořádány na osách a na axálních buňkách. Jejím sesterským taxonem je *Draparnaldia platyzonata* (Johansen & Lowe, 2007).

V této oblasti v letech 2003–2005 také probíhaly výzkumy zaměřené na biodiverzitu rozsivek, sinic a řas na smáčených stěnách. Při průzkumu bylo nalezeno 41 rodů a přes 223 druhů rosivek. Běžně se na smáčených stěnách vyskytovalo 19 druhů a jednalo se především o druhy *Achnanthes subrostrata* var. *appalachiana*, *Achnantheidium exiguum*, *Chamaepinnularia* spp., *Cymbopleura rupicola*, *Decussata placenta*, *Diadismus contenta*, *Diadismus contenta* var. *biceps*, *Diatoma mesodon*, *Encyonema minutum*, *Eunotia exigua*, *E. nymanniana*, *E. praerupta* var. *bigibba*, *Frustulia crassinervia*, *F. krammeri*, *Gomphonema parvulum*, *Meridion circulare*, *Microcostatus krasskei*, *Navicula augusta*, *N. keeleyi*, *Nitzschia hantzschiana*, *Nupela* spp., *Pinnularia* spp., *Planothidium lanceolatum* a *Psammothidium marginulatum*. Zjistilo se také, že některé z nich dokážou zmenšit svou velikost, snížit vnější otevírání buněčné stěny nebo zvětšit tloušťku křemičité membrány, což jim umožní přežít na relativně suchém stanovišti. Jedná se především o zástupce rodu *Achnanthes*, *Cymbopleura*, *Decussata*, *Diadismus*, *Luticola*, *Melosira*, *Microcostatus*, *Nupela*, *Psammothidium* a *Orthoseira* (Lowe et al., 2007).

Velmi důkladnou floristickou studii v dané oblasti provedl tým prof. Johansena v roce 2007, přičemž shrnul všechny doposud nalezené druhy sinic a řas v GSMNP. Tato práce se opírala o studii z roku 2004 (Johansen et al. 2004) a byla doplněna o výsledky výzkumu z let 2005 a 2006. Za poslední dva roky bylo nalezeno hned 415 nových druhů. S výsledky publikovanými v roce 2004 bylo do roku 2007 v parku popsáno celkem 1000 druhů sinic a řas. Zde je uvedeno zastoupení jednotlivých skupin včetně počtu nalezených druhů. Sinice (190 druhů), Chlorophyta (108 druhů), Charophyta (137 druhů), Chrysophyceae (3 druhy), Rhodophyta (5 druhů), Synurophyceae (7 druhů), Tribophyceae (16 druhů), Eustigmatophyceae (2 druhy), Euglenophyta (19 druhů), Dinophyta (21 druhů), 488 druhů rosivek a 1 druh ze skupin Prymnesiophyceae, Raphidiophyceae a Cryptophyta (Johansen et al., 2007).

V roce 2008 zde také došlo k nálezům sedmi druhů rodu *Leptolyngbya* na třech smáčených stěnách, z toho dva byly pro vědecký svět zcela nové. Jednalo se o *L. appalachiana* a *L. badia*. Druhy *Leptolyngbya angustissima* a *L. subtilissima* byly v GSMNP nalezeny poprvé (Johansen et al., 2008).

V letech 2005 a 2007 zde také byla zkoumána společenstva rosivek a mechorostů vyskytujících u pramenů a toků řek ve vysoké nadmořské výšce. Bylo zjištěno, že ve vysokých nadmořských výškách dominoval rod *Eunotia*. Především *Eunotia subarcuatoides*, a sekundárně *Eunotia exigua*, *E. muscicola* var. *tridentula* a *E. macroglossa* sp. nov. Také zde byly zjištěny malformace schránek rosivek v šesti lokalitách. Důvodem těchto strukturních změn může být interakce kyselých srážek s geologickým podložím, což může zapříčinit uvolňování toxických kovů (Al, Ba, Mn) do prostředí, ve kterém se tyto druhy nacházejí. Nejzřetelnější rozdíl ve změně velikosti a tvaru schránky byl popsán u *E. subarcuatoides* (Furey et al., 2009).

Ve studii z roku 2006 byly zkoumány vzorky sinic z půdy, smáčených skal a kůry stromů v této oblasti, přičemž zde bylo nalezeno 45 druhů sinic a řas. Zde je uvedeno zastoupení jednotlivých skupin včetně počtu nalezených druhů. Sinice (3 druhy), Chlorophyta (12 druhů), Trebouxiophyceae (18 druhů), Ulvophyceae (3 druhy), Klebsormidiophyceae (1 druh), Zygnematophyceae (2 druhy), Tribophyceae (3 druhy), Eustigmatophyceae (1 druh), Euglenophyta (1 druh) a Dinophyta (1 druh), z toho 20 druhů bylo v parku nalezeno poprvé. Jednalo se o druhy *Botrydiopsis arhiza*, *Bracteococcus medionucleatus*, *Chlorolobion lunulatum*, *Chlorosarcina* cf. *elegans*, *Chlorosarcina* cf. *rivularis*, *Choricystis minor*, *Dictyochloropsis splendida*, *Elliptochloris reniformis*, *Euglena mutabilis*, *Fernandiella alpina*, *Heterococcus* sp., *Keratococcus raphidioides*, *Lobochlamys* cf. *culleus*, *Myrmecia biatorellae*, *Myrmecia incisa*, *Neospongiococcum commatiforme*, *Pseudococcomyxa simplex*, *Raphidonema sempervirens*, *Spongiochloris minor* a *Stichococcus minor*. Velmi rozšířenými byly druhy *Stichococcus bacillaris*, *Klebsormidium flaccidum*, *Bracteococcus minor* a *Pseudococcomyxa simplex* (Khaybullina et al., 2010).

Z těchto studií jsem sestavila celkovou tabulku sinic a řas doposud nalezených v národním parku Great Smoky Mountains (Tab. I). Podrobný seznam všech nalezených druhů sinic a řas v této oblasti včetně mých nálezů je uveden v příloze 9.

Tab. I: Nalezené skupiny sinic a řas a jejich počty druhů v GSMNP.

(dle Gomez et al., 2003; Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2005; Casamatta et al., 2006; Johansen & Lowe, 2007; Lowe et al., 2007; Johansen et al., 2007; Johansen et al., 2008; Furey et al., 2009; Khaybullina et al., 2010; \* Kaštovský pers.com.)

Název skupiny	Počet nalezených druhů
Cyanobacteria	206
Streptophyta	144
Chlorophyta	126
Rhodophyta	6 + 1 *
Chrysophyceae	3
Synurophyceae	7
Haptophyta	1
Raphidiophyceae	1
Tribophyceae	18
Eustigmatophyceae	2
Bacillariophyceae	502
Phaeophyceae	1
Cryptophyta	1
Dinophyta	22
Euglenophyta	20

Z 206 nalezených druhů sinic devět patřilo do rodu *Scytonema* (*Scytonema crispum*, *S. figuratum*, *S. guyanense*, *S. cf. holstii*, *S. hyalinum*, *S. ocellatum*, *S. cf. pseudohofmanii*, *S. cf. stuposum*, *S. tolypotrichoides*) a více než čtyři druhy do rodu *Calothrix* (*Calothrix braunii*, *C. elenkinii*, *C. fusca*, *C. parietina*, *C. spp.*) a rod *Scytonematopsis* v této oblasti nebyl doposud nalezen.

### 2.3. Charakteristika vzorků

Vzorky pro mou bakalářskou práci byly získány Doc. RNDr. Janem Kaštovským, Ph.D., RNDr. Tomášem Hauerem, Ph.D. ve spolupráci s prof. Jeffrey R. Johansenem, Ph.D. při výpravě po národním parku Great Smoky Mountains ve dnech 9.–12. 8. 2009.

Vzorky byly odebírány z aerofytických lokalit (Příloha 1), především se jednalo o makroskopické povlaky na kamenných površích v blízkosti vodopádů (Tab. II). Sběr se uskutečňoval základní terénní metodou – seškrabem (obr. 3 a 4). Po předběžné mikroskopické analýze na místě a určení dominant byly vzorky usušeny, aby mohly být později znovu použity.

Tab. II: Popis odběrových lokalit zkoumaných vzorků.

Číslo lokality	Identifikační zkratka vzorku	Název lokality	Místo sběru	Makroskopický vzhled
1	AF-A	Abrams Falls	v malé jeskyni	modrozelený samet
	AF-C	Abrams Falls	na mokré skále	povlak
	AF-E	Abrams Falls	na skále	zelený samet
	AF-H	Abrams Falls	na skále	barevný samet
	AF-J	Abrams Falls	na skále na druhé straně řeky	povlak
	AF-K	Abrams Falls	na skále na druhé straně řeky	povlak
	AF-L	Abrams Falls	na skále na druhé straně řeky	povlak
	AF-M	Abrams Falls	na skále na druhé straně řeky	povlak
	AF-N	Abrams Falls	na skále na druhé straně řeky	povlak
2	DCT-E	Deep Creek Trail	na skále	zelený povlak
3	ICF-A	Indian Creek Falls	na zastíněné stěně	povlak
	ICF-B	Indian Creek Falls	na zastíněné stěně	povlak

<b>Číslo lokality</b>	<b>Identifikační zkratka vzorku</b>	<b>Název lokality</b>	<b>Místo sběru</b>	<b>Makroskopický vzhled</b>
4	LCT-B	Laurel Creek Tunel	na skále poblíž tunelu	povlak
	LCT-D	Laurel Creek Tunel	v tunelu	povlak
	LCT-E	Laurel Creek Tunel	v tunelu	sametový nárost
5	LF-L	Laurel Falls	uprostřed vodopádu	povlak
	LF-M	Laurel Falls	na skále vodopád	povlak
6	LRR	Little River Road	na skále	velká nárostová biomasa
	LRR-A	Little River Road	na skále	povlak
	LRR-B	Little River Road	na skále	povlak
	LRR-C	Little River Road	na skále	povlak
7	MF-F	Meigs Falls	na převisu, velmi vlhké a stinné místo	povlak
	MF-G	Meigs Falls	na malém převisu	vzpřímená vlákna
8	SFW-A	Spruce Flat Waterfalls	na skále	nárost
	SFW-G	Spruce Flat Waterfalls	na skále	světle zelená vlákna
9	WOF-G	White Oak Falls	na skále	tmavě zelená vlákna
10	WOW-A	White Oak Wall	na skále	kalcifikovaná vlákna
	WOW-C	White Oak Wall	na skále	nekalcifikovaná vlákna
	WOW-G	White Oak Wall	na skále	samet
	WOW-H	White Oak Wall	na skále	povlak
	WOW-I	White Oak Wall	na skále	povlak
	WOW-L	White Oak Wall	na skále	žlutohnědý sliz



Pro lepší představivost, odkud zkoumavé vzorky pocházejí, byla vytvořena mapa v programu ArcGis 10 (ArcMap) a doplněná o čísla odběrových lokalit (Příloha 2).



Obr. 3: Odběr vzorků ze smáčené stěny vodopádu. (Foto: Jeffrey R. Johansen)



Obr. 4: Odběr vzorků na skále nedaleko vodopádu. (Foto: Jan Kaštovský)

## 2.4. Postup práce

Z celkového množství 111 nasbíraných vzorků bylo vybráno 32, v nichž se podle předběžného mikroskopického vyhodnocení bezprostředně po odběru nejčastěji vyskytovaly heterocytozní sinice zájmových rodů.

Vzorky byly mikroskopicky zkontrolovány za použití světelného mikroskopu Olympus BX 51 vybaveného Nomarského diferenciálním interferenčním kontrastem s vysokým rozlišením, digitální kamerou Olympus DP 71 a softwarem DP Controller (Olympus Inc.). Jejich určování probíhalo podle publikací *Geitler (1932)* a *Gardner (1927)*. Při odhadování relativních četností druhů ve vzorcích byla použita obdoba Braun-Blanquetovy stupnice, přičemž „+“ je označení pro ojediněle zastoupený druh ve vzorku a „6“ představuje jednoznačnou dominantu druhu ve vzorku (*Kaštovský et al., 2008*). Seznam nalezených rodů a druhů s jejich relativní četností je uveden v tabulce III-A a III-B.

Poté bylo všech 32 vzorků pro snazší iniciaci růstu zvlhčeno tekutým médiem BG 11 (*Stainer et al., 1971*) nebo Z8 (*Staub, 1961*) po dobu dvou dnů nebo ponecháno bez zvlhčení. Dále následovala vlastní kultivace. Při kultivaci jsem používala kultivační média BG 11 a Z8 a to jak v tuhé formě s 1,5% roztokem agarů, tak jako nezpevněný roztok. Jako další varianta byla použita „semiakvatická“ forma, při níž byl na dno Petriho misky nejprve nalit roztok média s agarem a po zatuhnutí ještě přilito tekuté médium. Během kultivace byla také použita bezdusíkatá forma kultivačního média BG 11 v tuhé formě s 1,5% roztokem agarů na podporu růst právě heterocytozních sinic zájmových rodů a pro zachycení morfologické plasticity u již čistých jednodruhových sinicových kultur.

Kromě modifikací v podobě média jsem používala i modifikace ve stylu kultivací – misky jsem utěsnila nebo neutěsnila parafilmem, otáčela agarem vzhůru nebo nechávala v přirozené poloze, zkumavky s vodným roztokem jsem jedenkrát týdně protřepávala nebo nechávala v klidu.

Misky jsem jedenkrát týdně kontrolovala pod binokulárním mikroskopem Olympus SZ 51.

Samotná kultivace probíhala při teplotě 20–21 °C při 12 hodinách světla a 12 hodinách tmy po dobu tří měsíců. Pokud byly sinice mikroskopickou analýzou shledány jako jednodruhové, byly izolovány a přesazeny do zkumavek se šikmým agarem, aby mohly být dále využity (obr. 5 a 6) a (Příloha 3). Pokud se nevyskytovaly jako jednodruhové, byly

jejich nežádoucí příměši odstraněny kultivační ředící řadou. Čisté jednodruhové sinicové kultury pak byly kultivovány ve dvou řadách, jak s běžným médiem BG 11, tak na bezdusíkaté formě téhož média pro lepší zachycení morfologické plasticity. Tyto jednodruhové sinicové kultury byly následně zdokumentovány fotografiemi a vědeckou kresbou a pro přehlednost byly v programu Corel DRAW 12 (Corel Corp.) vytvořeny obrazové tabule jednotlivých druhů (Příloha 4–8).



Obr. 5: Analýza nárůstů pomocí binokulárního mikroskopu. (Foto: Lukáš Jurek)



Obr. 6: Přesazování čistých kmenů do zkumavky se šikmým agarem. (Foto: Lukáš Jurek)

### 3. Výsledky

V celkovém množství 32 analyzovaných a následně kultivovaných vzorků (Tab. II) bylo nalezeno 18 zástupců ze zájmových rodů a z nich se různými kultivačními postupy podařilo izolovat 5 čistých jednodruhových sinicových kultur rodu *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis*. Jednalo se o druhy *Scytonema hofmanii*, *Scytonema* cf. *millei*, *Scytonema subgelatinosum*, *Calothrix fusca* a *Scytonematopsis* sp. které jsou blíže popsány v této kapitole a doplněny o fotografickou dokumentaci a vědeckou kresbu v přílohách 4–8. Zbylé uvedené rody a druhy byly učeny pomocí mikroskopické analýzy a během kultivace, bohužel se je nepodařilo uchovat po izolaci.

Soupis všech nalezených rodů a druhů sinic a řas s jejich relativní četností je uveden v tabulce III-A, III-B.

Popis jednotlivých vyizolovaných taxonů:

JM 2013/1

Druh: *Scytonema hofmanii* Agardh ex Bornet & Flahault 1887

Obr: viz příloha 4

Identifikační zkratka vzorku: AF-A

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 5–13  $\mu\text{m}$

délka buněk: 3,5–7  $\mu\text{m}$

šířka buněk: 1–3  $\mu\text{m}$

délka heterocytů: 4,5–10  $\mu\text{m}$

šířka heterocytů: 4,5–10  $\mu\text{m}$

Makroskopicky vytváří trávově zelené chomáčky. Vlákna jsou symetrická s nepravým větvením. Buňky čtvercového a na konci kulovitěho tvaru. Heterocyty bezbarvé a cylindrické. Pochva je průhledná a viditelná.

Rozšíření: kosmopolitní

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Severní Karolína (*Whitford & Schumacher, 1969*), Kentucky (*Camburn, 1982*), Arizona (*Cameron, 1964*), New Jersey, Kalifornie, Connecticut, Nebraska, Massachusetts, New Hampshire, Portoriko (*Tilden, 1910*), Aljaška (*Tilden, 1910; Cameron, 1970*), oblast Uintah Basin (*Ashley et al., 1985*), Čivavská poušť (*Flechtner, 2007*) a národní park Everglades ve státě Florida (*McCormick et al., 1996, Pan et al., 2000*)

Dřívější výskyt v oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

JM 2013/2

Druh: *Scytonematopsis* sp.

Obr: viz příloha 5

Identifikační zkratka vzorku: LCT-D1

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 10–14  $\mu\text{m}$

délka buněk: 9–13  $\mu\text{m}$

šířka buněk: 5,5–6,5  $\mu\text{m}$

délka heterocytů: 7–8  $\mu\text{m}$

šířka heterocytů: 4–5  $\mu\text{m}$

Makroskopicky vytváří tmavě zelené až šedé nárosty. Vlákna se na bázi rozšiřují a na koncích v pozdější fázi vývoje zužují. Heterocyt je viditelný. Tvoří hormogonie a občasně se nepravě větví. Buňky na koncích vláken jsou zaoblené nebo tvoří hrotovitou špičku. Délka buněk je větší než šířka. Pochva je průhledná a tenká a v některých případech přerůstá vlákno.

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

JM 2013/3

Druh: *Calothrix fusca* Bornet & Flahault 1886

Obr: viz příloha 6

Identifikační zkratka vzorku: LCT-D2

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 8–19  $\mu\text{m}$

délka buněk: 7–18  $\mu\text{m}$

šířka buněk: 4–6  $\mu\text{m}$

délka heterocytů: 6–7  $\mu\text{m}$

šířka heterocytů: 6–10  $\mu\text{m}$

Makroskopicky vytváří zelenohnědé nárosty. Vlákna jsou na bázi rozšířená a na koncích se zužují. Heterocyt je viditelný. Tvoří nepravé větvení. Buňky jsou na koncích kulovitě zaoblené v některých případech výrazněji zaškrcované a také jsou širší než delší. Pochva je tenká a průhledná.

Rozšíření: kosmopolitní

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Severní Karolína (*Whitford & Schumacher, 1969*), Arkansas (*Smith, 2010*), Wisconsin (*Prescott, 1951*), New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut, New Jersey, Pensylvánie, Ohio, Minnesota, Aljaška (*Tilden, 1910*), Mohavská poušť (*Alwathnani & Johansen, 2011*) oblast Yellowstoneského národního parku (*Copeland, 1936*) a Havajské ostrovy (*Tilden, 1910; Sherwood, 2007*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP byl zaznamenán (*Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2007*)

JM 2013/4

Druh: *Scytonema cf. millei* Bornet ex Bornet & Flahault 1887

Obr: viz příloha 7

Identifikační zkratka vzorku: WOW-C

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 10–17  $\mu\text{m}$

délka buněk: 10–12  $\mu\text{m}$

šířka buněk: 5–6  $\mu\text{m}$

délka heterocytů: 14–15  $\mu\text{m}$

šířka heterocytů: 8–10  $\mu\text{m}$

Makroskopicky vytváří zelenožluté nárosty. Vlákna jsou symetrická s pravidelným uspořádáním. Pochva je výrazná a snadno viditelná. V raném vývojovém stádiu je průhledná, ve stáří se barví do oranžova. Heterocyty jsou oranžové barvy a jsou v buňce velmi nápadné a zastoupené ve velkém počtu. Větvení je nepravé a časté. Heterocyty jsou také velmi často umístěny před a za větvením. Buňky místy zaškrcované. Konce vláken zaoblené.

Pozn. Ve studii *Geitler (1932)* je v morfologickém popisu tohoto druhu uvedeno, že barva pochvy je hnědá, ne oranžová, jako je to v tomto případě.

Rozšíření: tropy a subtropy

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Severní Karolína (*Whitford & Schumacher, 1969*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

JM 2013/5

Druh: *Scytonema subgelatinosum* Gardner 1927

Obr: viz příloha 8

Identifikační zkratka vzorku: WOW-G

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 5–13  $\mu\text{m}$

délka buněk: 3,5–7  $\mu\text{m}$

šířka buněk: 1–3  $\mu\text{m}$

délka heterocytů: 4,5–10  $\mu\text{m}$

šířka heterocytů: 4,5–10  $\mu\text{m}$

Makroskopicky vytváří světle zelené nárosty. Vlákna jsou symetrická, v některých případech se k okrajům zužují a konce jsou zaoblené. Buňky jsou čtvercového tvaru s nápadným hererocytem. Pochva je v raném vývojovém stádiu světlá, v pozdějším stádiu tmavne až dohněda. Tvoří hormogonie a nepravě se větví.

Rozšíření: tropy

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Portoriko (*Gardner, 1927*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

Popis nalezených rodů a druhů sinic zájmových rodů, které se nepodařilo vyizolovat:

Druh: *Scytonema capitatum* Gardner 1927

Identifikační zkratka vzorku: WOW-C

Morfologická charakteristika:

- morfologicky odpovídá popisu v literatuře

Rozšíření: tropy

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Portoriko (*Gardner, 1927*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

Druh: *Scytonema coactile* Montagne ex Bornet & Flahault 1887

Identifikační zkratka vzorku: WOW-G

Morfologická charakteristika:

- morfologicky odpovídá popisu v literatuře

Rozšíření: tropy, subtropy, temperátní oblast

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Severní Karolína (*Whitford & Schumacher, 1969*), Arkansas (*Smith, 2010*), Wisconsin (*Prescott, 1951*), národní park Acadia v Maine (*Vaccarino et al., 2011*) a Havajské ostrovy (*Sherwood, 2007*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

Druh: *Scytonema hofmanii* Agardh ex Bornet & Flahault 1887

Identifikační zkratka vzorku: WOW-C

Morfologická charakteristika:

- morfologicky odpovídá popisu v literatuře

Rozšíření: kosmopolitní

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Severní Karolína (*Whitford & Schumacher, 1969*), Kentucky (*Camburn, 1982*), Arizona (*Cameron, 1964*), New Jersey, Kalifornie, Connecticut, Nebraska, Massachusetts, New Hampshire, Portoriko (*Tilden, 1910*), Aljaška (*Tilden, 1910; Cameron, 1970*), oblast Uintah Basin (*Ashley et al., 1985*), Čivavská poušť (*Flechtner, 2007*) a národní park Everglades ve státě Florida (*McCormick et al., 1996, Pan et al., 2000*)

Dřívější výskyt v oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

Druh: *Scytonema javanicum* Bornet et Thuret ex Bornet & Flahault 1887

Identifikační zkratka vzorku: SFW-A

Morfologická charakteristika:

- morfologicky odpovídá popisu v literatuře

Rozšíření: tropy, subtropy a temperátní oblast

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Severní Karolína (*Whitford & Schumacher, 1969*), Massachusetts (*Tilden, 1910*), Mohavská poušť (*Alwathnani & Johansen, 2011*) a Portoriko (*Gardner, 1927*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl dříve zaznamenán.

Druh: *Scytonema longiarticulatum* Gardner 1927

Identifikační zkratka vzorku: LF-M

Morfologická charakteristika:

- morfologicky odpovídá popisu v literatuře

Rozšíření: tropy



Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Portoriko (*Gardner, 1927*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

Druh: *Scytonema* sp. 1

Identifikační zkratka vzorku: DCT-E

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 10–15  $\mu\text{m}$

délka buněk: 5 mm

šířka buněk: 8–12  $\mu\text{m}$

Pochva pevná, bledá, viditelná. Buňky olivově zelené, kvadratické. Heterocyty delší než širší.

Druh: *Scytonema* sp. 2

Identifikační zkratka vzorku: LCT-E

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 14–16  $\mu\text{m}$

délka vlákna: 1 mm

šířka buněk: 10–14  $\mu\text{m}$

Pochva pevná, žlutohnědá až tmavozelená. Buňky čtvercového tvaru. Tvoří dlouhá vlákna.

Druh: *Scytonema* sp. 3

Identifikační zkratka vzorku: LF-L

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 15–25  $\mu\text{m}$

délka vlákna: 10 mm

šířka buněk: 14–22  $\mu\text{m}$

Pochva bezbarvá až světlehnědá. Buňky o jednu třetinu delší než širší. Heterocyty čtverového až elipsoidního tvaru.

Druh: *Scytonema* sp. 4

Identifikační zkratka vzorku: MF-F

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 30–35  $\mu\text{m}$

délka buněk: 45–50  $\mu\text{m}$

šířka buněk: 20–22  $\mu\text{m}$

Pochva je tenká, naoranžovělá až nažloutlá. Heterocyty jsou čtvercového tvaru. Buňky jsou o polovinu širší než delší.

Druh: *Scytonema* sp. 5

Identifikační zkratka vzorku: MF-G

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 6–8  $\mu\text{m}$

délka buněk: 1 mm

šířka buněk: 5–7  $\mu\text{m}$

Pochva je bezbarvá. Heterocyty cylindrické, čtvercové. Buňky jsou jedenkrát až dvakrát delší než širší.

Druh: *Scytonema* sp. 6

Identifikační zkratka vzorku: WOF-G

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 10–15  $\mu\text{m}$

délka vlákna: 20 mm

šířka buněk: 10–12  $\mu\text{m}$

Pochva bezbarvá. Buňky kvadratické, olivovězelené až tmavě zelené. Heterocyty delší než širší.

Druh: *Scytonema* sp. 7

Identifikační zkratka vzorku: SFW-G

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 7–10  $\mu\text{m}$

délka vlákna: 10 mm

šířka buněk: 6–8  $\mu\text{m}$

Pochva bezbarvá. Vlákno bledé až světle zelené. Heterocyty čtvercového tvaru.

Druh: *Scytonema* sp. 8

Identifikační zkratka vzorku: LCT-B

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 10–15  $\mu\text{m}$

délka vlákna: 3 mm

šířka buněk: 6–14  $\mu\text{m}$

Pochva je pevná, hnědá a lamelovaná. Buňky olivově zelené. Heterocyty kvadratické až cylindrické.

Druh: *Scytonema* sp. 9 *calf.*

Identifikační zkratka vzorku: WOW-I

Morfologická charakteristika:

šířka vláken: 22–60  $\mu\text{m}$

délka vlákna: 10 mm

šířka buněk: 10–15  $\mu\text{m}$

Pochva pevná, bezbarvá, místy nažloutlá až nahnědlá. Heterocyty cylindrické, široké 15  $\mu\text{m}$ . Vlákníčko kalcifikované.

Druh: *Scytonema stuposum* (Kützing) Bornet ex Bornet & Flahault 1887

Identifikační zkratka vzorku: WOW-C

Morfologická charakteristika:

- morfologicky odpovídá popisu v literatuře

Rozšíření: kosmopolitní

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Severní Karolína (*Whitford & Schumacher, 1969*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP byl zaznamenán (*Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2007*).

Druh: *Scytonema tenue* Gardner 1927

Identifikační zkratka vzorku: LRR, LRR-A, LRR-B, LRR-C, LCT-D

Morfologická charakteristika:

- morfologicky odpovídá popisu v literatuře

Rozšíření: tropy a temperátní oblast

Dřívější výskyt na území USA uvedený v literárním přehledu: Portoriko (*Gardner, 1927*)

Dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP nebyl zaznamenán.

Postup kultivace, který nejvíce vyhovoval mým vzorkům, byl následující. Ponoření na týden do vodného kultivačního média, s pravidelným protřepáváním, aby se zabránilo vytvoření krusty. Následné přenesení na Petriho misku obsahující zpevněné příslušné kultivační médium. Ve většině případů médium BG11 vyhovovalo vzorků více než médium Z8. Pouze druh *Scytonema subgelatinosum*, preferoval v počáteční fázi růstu médium Z8. Tento druh byl však také po čase převeden na médium BG11. Jako výhodnější se také ukázal postup s utěsněním misky parafilmem a ponecháním v přirozené poloze agarem k podložce.

Tabulka III-A: Nalezené rody a druhy sinic a řas při mikroskopické analýze z GSMNP a jejich relativní četnosti ve vzorcích AF-A až LF-M.

	AF-A	AF-C	AF-E	AF-H	AF-J	AF-K	AF-L	AF-M	AF-N	DCT-E	ICF-A	ICF-B	LCT-B	LCT-D	LCT-E	LF-L	LF-M
<i>Anabaena</i> sp.																	
<i>Aphanothece nidulas</i>		2							3								
<i>Asterocapsa</i> sp. 1															2		
<i>Asterocapsa</i> sp. 2																	
<i>Brasilonema</i> sp.								6*				4					
<i>Diatoma</i> sp.																	
<i>Eunotia bigibba</i>																	
<i>Chroococcus minutus</i>		4							3				3		4		+
<i>Chroococcus minutus</i> calf.																	
<i>Chroococcus turgidus</i>																	
<i>Leptolyngbya</i> sp.									3								
<i>Merismopedia glauca</i>																	
<i>Microchaete tenera</i>											6*						
<i>Navicula</i> sp.																	
<i>Nostoc macrosporum</i>	+												5	2			
<i>Nostoc planctonicum</i>																	
<i>Oocystis</i> sp. 1																1	
<i>Oocystis</i> sp. 2																1	
<i>Pandorina morum</i>																	
<i>Petalonema</i> sp.																	
<i>Petalonema</i> sp. calf.																	
<i>Scytonema capitatum</i>																	
<i>Scytonema coactile</i>																	
<i>Scytonema hofmannii</i>	6																
<i>Scytonema javanicum</i>																	
<i>Scytonema longiarticulatum</i>																	5
<i>Scytonema</i> sp. 1										6							
<i>Scytonema</i> sp. 2															4		
<i>Scytonema</i> sp. 3																4	
<i>Scytonema</i> sp. 4																	
<i>Scytonema</i> sp. 5																	
<i>Scytonema</i> sp. 6																	
<i>Scytonema</i> sp. 7																	
<i>Scytonema</i> sp. 8													2				
<i>Scytonema</i> sp. 9 calf.																	
<i>Scytonema stuposum</i>																	
<i>Scytonema tenue</i>															5		
<i>Stigonema hormoides</i>									3							4	
<i>Stigonema mammosum</i>		4		6*													
<i>Stigonema ocellatum</i>						5	3		3								
<i>Stigonema</i> sp.		3			6*	5											
<i>Synechococcus elongatus</i>												4					
<i>Tolypothrix brevis</i>							5										
<i>Tolypothrix</i> sp. calf.																	
vlákno nedefinovatelné			6*														

Pozn. 6\* – ve vzorku se nacházel pouze uvedený druh a zbytek tvořily anorganické částice., calf. – kalcifikovaný druh.

Tabulka III-B: Nalezené rody a druhy sinic a řas při mikroskopické analýze z GSMNP a jejich relativní četnosti ve vzorcích LRR až WOW-L.

	LRR	LRR-A	LRR-B	LRR-C	MF-F	MF-G	SFW-A	SFW-G	WOF-G	WOW-A	WOW-C	WOW-G	WOW-H	WOW-I	WOW-L
<i>Anabaena</i> sp.							+								
<i>Aphanothece nidulas</i>															
<i>Asterocapsa</i> sp.1															
<i>Asterocapsa</i> sp.2							2								
<i>Brasilonema</i> sp.															
<i>Diatoma</i> sp.										4	3				
<i>Eunotia bigibba</i>											3				
<i>Chroococcus minutus</i>	5	4	4	6		4	4				3		1	4	
<i>Chroococcus minutus</i> calf.														2	
<i>Chroococcus turgidus</i>						2									
<i>Leptolyngbya</i> sp.	1		2	1			1					3			
<i>Merismopedia glauca</i>							1				2				
<i>Microchaete tenera</i>															
<i>Navicula</i> sp.										4	4				6*
<i>Nostoc macrosporum</i>						4	3				4				
<i>Nostoc planctonicum</i>										3				2	
<i>Oocystis</i> sp. 1															
<i>Oocystis</i> sp. 2															
<i>Pandorina morum</i>	1	1													
<i>Petalonema</i> sp.													5		
<i>Petalonema</i> sp. calf.										2					
<i>Scytonema capitatum</i>											3				
<i>Scytonema coactile</i>												4			
<i>Scytonema hofmannii</i>											3				
<i>Scytonema javanicum</i>							2								
<i>Scytonema longiarticulatum</i>															
<i>Scytonema</i> sp. 1															
<i>Scytonema</i> sp. 2															
<i>Scytonema</i> sp. 3															
<i>Scytonema</i> sp. 4					4										
<i>Scytonema</i> sp. 5						4									
<i>Scytonema</i> sp. 6									6*						
<i>Scytonema</i> sp. 7								6*							
<i>Scytonema</i> sp 8															
<i>Scytonema</i> sp. 9 calf.														3	
<i>Scytonema stuposum</i>											2				
<i>Scytonema tenue</i>	3	4	4	2											
<i>Stigonema hormoides</i>		1													
<i>Stigonema mammosum</i>															
<i>Stigonema ocellatum</i>															
<i>Stigonema</i> sp.															
<i>Synechococcus elongatus</i>					4										
<i>Tolypothrix brevis</i>															
<i>Tolypothrix</i> sp. calf.															
vlákno nedefinovatelné															

Pozn. 6\* - ve vzorku se nacházel pouze uvedený druh a zbytek tvořily anorganické částice., calf. – kalcifikovaný druh

#### 4. Diskuse

Literární řešerše se věnuje výskytu heterocytozních sinic zájmových rodů *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis* na území Spojených států amerických. Studie prováděné na tomto území byly rozděleny podle podnebných pásů na temperátní, subtropickou, tropickou a arktickou oblast. Větší důraz byl kladen na temperátní a subtropickou oblast. Důvodem byla poloha národního parku Great Smoky Mountains, ten se nachází na hranici států Severní Karolína a Tennessee, tedy na rozhraní temperátní a subtropické zóny USA.

Rod *Scytonema* byl v temperátní oblasti USA nalezen ve státech Colorado, Connecticut, Iowa, Kalifornie, Kentucky, Maine, Michigan, Minnesota, Massachusetts, Nebraska, New Hampshire, New Jersey, New York, Pensylvánie, Rhode Island, Utah a Wisconsin (Tilden, 1910; Smith, 1950; Prescott, 1951; Tiffany & Britton, 1952; Camburn, 1982; Johansen et al., 1983; Flechtner et al., 2002; Flechtner et al., 2008; Vaccarino et al., 2011).

Na území národního parku Great Smoky Mountains bylo nalezeno 9 druhů toho rodu. Jednalo se o druhy *Scytonema crispum*, *S. figuratum*, *S. guyanense*, *S. cf. holstii*, *S. cf. hyalinum*, *S. ocellatum*, *S. cf. pseudohofmanii*, *S. cf. stuposum*, *S. tolypotrichoides* (Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2007).

V subtropické oblasti USA byl rod *Scytonema* nalezen ve státech Texas, Arkansas, Arizona, Severní Karolína, Florida, Nové Mexiko, Kalifornie a Utah (Cameron, 1964; Whitford & Schumacher, 1969; Johansen et al., 1981; McCormick et al., 1996; Pan et al., 2000; Flechtner, 2007; Smith, 2010; Alwathnani & Johansen, 2011).

V tropické oblasti USA byl rod *Scytonema* nalezen na území Portorika, Havajských ostrovů (Tilden, 1910; Gardner, 1927; Sherwood, 2007) a v arktické oblasti USA ve státě Aljaška (Tilden, 1910; Cameron, 1970).

Výskyt druhu *Scytonema hofmanii*, který se podařilo vyizolovat, je zmíněn hned na několika místech na území USA. Jednalo se o oblast Severní Karolíny (Whitford & Schumacher, 1969), státu Kentucky (Camburn, 1982), Arizony (Cameron, 1964), New Jersey, Kalifornie, Connecticutu, Nebrasky, Massachusetts, New Hampshire, Portorika (Tilden, 1910), Aljašky (Tilden, 1910; Cameron, 1970), oblasti Uintah Basin (Ashley et al., 1985), Čivavské poušti (Flechtner, 2007) a národního park Everglades ve státě Florida (McCormick et al., 1996; Pan et al., 2000). Druh *Scytonema cf. millei*, který se také podařilo vyizolovat, je v literárním přehledu uveden pouze z oblasti Severní Karolíny

(Whitford & Schumacher, 1969) a další vyizolovaný druh *Scytonema subgelatinosum* je uveden pouze z oblasti Portorika (Gardner, 1927).

Druhy rodu *Scytonema*, které se nepodařilo vyizolovat a jejich výskyt je v literárním přehledu uveden na ostrově Portoriko, jsou druhy *Scytonema capitatum*, *S. longiarticulatum* a *S. tenue* (Gardner, 1927). Dalšími nevyizolovanými druhy jsou: druh *Scytonema coactile*, který je v literárním přehledu uveden z oblasti Severní Karolíny (Whitford & Schumacher, 1969), Arkansasu (Smith, 2010), Wisconsinu (Prescott, 1951), národního parku Acadia v Maine (Vaccarino et al., 2011) a Havajských ostrovů (Sherwood, 2007), druh *Scytonema javanicum*, uvedený z oblasti Severní Karolíny (Whitford & Schumacher, 1969), Massachusetts (Tilden, 1910), Mohavské poušti (Alwathnani & Johansen, 2011) a ostrova Portoriko (Gardner, 1927) a druh *Scytonema stuposum*, uvedený pouze z oblasti Severní Karolíny (Whitford & Schumacher, 1969).

Z nalezených druhů rodu *Scytonema*, během mikroskopické analýzy, byl dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP zaznamenán pouze u druhu *Scytonema stuposum* (Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2007).

V temperátní oblasti USA byl rod *Calothrix* nalezen ve státech Colorado, Connecticut, Indiana, Iowa, Kalifornie, Maine, Michigan, Minnesota, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Ohio, Pensylvánie, Rhode Island, Utah, Vermont, Washington, Wisconsin a Wyoming (Tilden, 1910; Copeland, 1936; Smith 1950; Prescott, 1951; Tiffany & Britton, 1952; Flechtner et al., 2002; Vaccarino et al., 2011).

Na území národního parku Great Smoky Mountains byly nalezeny více než čtyři druhy tohoto rodu. Jednalo se o druhy *Calothrix braunii*, *C. elenkinii*, *C. fusca*, *C. parietina* a více než dva blíže neurčené druhy rodu *Calothrix*. (Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2007).

V subtropické oblasti USA byl rod *Calothrix* nalezen ve státech Arkansas, Arizona, Florida, Kalifornie, Nevada, Oklahoma a Severní Karolína (Cameron, 1964; Whitford & Schumacher, 1969; Power, 1988; McCormick et al., 1996; Flechtner, 2007; Alwathnani & Smith, 2010; Johansen, 2011).

V tropické oblasti USA byl rod *Calothrix* nalezen na území Portorika, Havajských ostrovů (Tilden, 1910; Gardner, 1927; Sherwood, 2007) v arktické oblasti USA ve státě Aljaška (Tilden, 1910).

Z vyizolovaných druhů rodu *Calothrix*, byl dřívější výskyt ve zkoumané oblasti GSMNP zaznamenán pouze u druhu *Calothrix fusca* (Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2007).



V temperátní oblasti USA byl rod *Scytonematopsis* nalezen v oblasti Yellowstonského národního parku (Copeland, 1936). Na území národního parku Great Smoky Mountains, v subtropické a arktické oblasti USA nebyl tento rod doposud nalezen. V tropické oblasti USA byl rod *Scytonematopsis* nalezen na Havajských ostrovech (Vaccharino & Johansen, 2011).

Rozšíření nalezených druhů zájmových rodů v podnebných pásech USA odpovídá jejich rozšíření v těchto zónách po světě (Gardner, 1927; Geitler, 1932; Komárek, 2013).

Studii prováděných v arktické oblasti USA bylo obecně nalezeno méně než v jiných podnebných zónách. A těch, ve kterých se navíc vyskytovaly zájmové rody, bylo ještě méně. Avšak tato oblast nebyla středem zájmu, byla uvedena jen pro doplnění. Hlavní důraz byl kladen na temperátní a subtropickou oblast, jak bylo uvedeno již dříve.

Další součástí literární rešerše bylo zmapování biodiversity sinic a řas na území GSMNP. Podle studií (Gomez et al., 2003; Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2005; Casamatta et al., 2006; Johansen, Lowe, 2007; Johansen et al., 2007; Lowe et al., 2007; Johansen et al., 2008; Furey et al., 2009; Khaybullina et al., 2010; Kaštovský pers.com) se zde vyskytuje 1060 druhů sinic a řas. Zde je uvedeno zastoupení jednotlivých skupin včetně počtu nalezených druhů. Sinice (206 druhů), Streptophyta (144 druhů), Chlorophyta (126 druhů), Bacillariophyceae (502 druhů), Dinophyta (22 druhů), Euglenophyta (20 druhů), Tribophyceae (18 druhů), Synurophyceae (7 druhů), Rhodophyta (7 druhů), Chrysophyceae (3 druhy), Eustigmatophyceae (2 druhy) a skupiny Cryptophyta, Haptophyta, Phaeophyceae a Raphidiophyceae (1 druh).

Z 206 nalezených druhů sinic devět patřilo do rodu *Scytonema* (*Scytonema crispum*, *S. figuratum*, *S. guyanense*, *S. cf. holstii*, *S. hyalinum*, *S. ocellatum*, *S. cf. pseudohofmanii*, *S. cf. stuposum*, *S. tolypotrichoides*) a více než čtyři druhy do rodu *Calothrix* (*Calothrix braunii*, *C. elenkinii*, *C. fusca*, *C. parietina*, *C. spp.*) a rod *Scytonematopsis* v této oblasti nebyl doposud nalezen (Johansen et al., 2004; Johansen et al., 2007).

Velká biodiverzita sinic a řas na území GSMNP může mít více příčin. Jednou z nich je možnost, že jde jen o velmi detailně probádanou oblast. Druhá možnost je umístění parku, který leží na hranici mezi státy Severní Karolína a Tennessee, tedy mezi temperátní a subtropickou oblastí. Další možností je, že tuto diversitu ovlivňuje nadmořská výška parku a také přítomnost horských hřebenů Apalačských hor, které se táhnou od severovýchodu k jihozápadu a měly vliv na migraci organismů během střídání dob ledových a meziledových (Göbel, 1999).

Během mikroskopické analýzy 32 analyzovaných a následně kultivovaných vzorků bylo nalezeno celkem 44 zástupců sinic a řas. Z toho bylo do rodu *Scytonema* zařazeno 16 druhů. Jednalo se o druhy *Scytonema capitatum*, *S. coactile*, *S. hofmanii*, *S. javanicum*, *S. longiarticulatum*, *S. stuposum*, *S. tenue* a devět blíže neurčených druhů *Scytonema*. Rody *Calothrix* a *Scytonematopsis* nebyly během mikroskopické analýzy nalezeny. Důvodem mohlo být provedení detailnější mikroskopické analýzy až po nasazení vzorku na Petriho misky. Přičemž mohlo dojít k přenesení jen určitého počtu druhů ze vzorku, ve kterém se daný druh nacházel. Dalším důvodem malé intenzity růstu a malého počtu nalezených druhů mohlo být přílišné mechanické rozrušení vzorků před nasazením na Petriho misky. Důvod proč některé rody nebyly během mikroskopické analýzy nalezeny, ale byly pozorovány během kultivace, může být jejich nepřesné taxonomické zařazení během mikroskopické analýzy.

Během procesu kultivace se podařilo ještě určit dva druhy rodu *Scytonema* (*Scytonema* cf. *millei*, *S. subgelatinosum*), jeden druh rodu *Calothrix* (*Calothrix fusca*) a jednoho zástupce rodu *Scytonematopsis* (*Scytonematopsis* sp.).

Celkem se tedy podařilo pomocí kultivace získat 5 čistých jednodruhových sinicových kultur rodu *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis*. Jednalo se o druhy *Scytonema hofmanii*, *Scytonema* cf. *millei*, *Scytonema subgelatinosum*, *Calothrix fusca* a *Scytonematopsis* sp.

Druhy nalezených zájmových rodů odpovídaly morfologickému popisu a ekologii v určovací literatuře, lišil se pouze druh *Scytonema* cf. *millei* barvou pochvy, která je uvedená jako hnědá (Geitler, 1932), u tohoto druhu byla pochva spíše oranžová. Rozšíření nalezených druhů zájmových rodů v podnebných pásech USA odpovídá jejich rozšíření v těchto zónách po světě, jak bylo zmíněno již dříve (Gardner, 1927; Geitler, 1932; Komárek, 2013).

Během kultivace samotné bylo použito velké množství modifikací, jak co se týče užitých médií, tak postupu práce. Důvodem byla malá a pomalá intenzita růstu nasazených sinic a řas. Kultivace za použití bezdusíkatých médií, značně omezila výskyt rodu *Leptolyngbya* a podpořil se tak růst heterocytozních sinic. V případě nepoužití parafilmu k utěsnění Petriho misky sice nárost rostl rychleji, ale zvyšovalo se riziko napadení houbami, plísněmi či roztoči. Vložení vzorku do vodného média opět pomohlo urychlit růst vzorku, ale manipulace s nárostem byla o to složitější, že se u hrdla zkumavky po čase vytvořila krusta a odseparování jednotlivých druhů bylo mnohem složitější, než při kultivaci na Petriho misce. Ponechání misek v přirozené poloze umožnilo snadnější

manipulaci, ale na druhou stranu, zde mohlo dojít (zejména v případě utěsnění parafilmem), ke kondenzaci vody na víčku Petriho misky, což zhoršovalo kontrolu nárůstů pod binokulárním mikroskopem bez otevření Petriho misky. Také v případě doposud neupevněného vzorku v médiu, mohlo dojít k jeho posunu po ploše.

Jako nejoptimálnější kultivační postup pro mé vzorky bylo ponořit je na týden do vodného kultivačního média, pravidelně protřepávat, aby se zabránilo vytvoření krusty. Následně přenést na Petriho misku obsahující zpevněné příslušné kultivační médium. Médium BG11 vyhovovalo většině vzorků lépe než médium Z8. Toto médium vyhovovalo v počáteční fázi růstu pouze druhu *Scytonema subgelatinosum*, který však byl také po čase převeden na médium BG11. Výhodnějším se také ukázalo utěsnění misky parafilmem a ponechání v přirozené poloze agarem k podložce.

Ve zmíněných studiích i v mém popisu nalezených druhů je použito označení „cf.“ což znamená, že daný druh je pouze podobný těm již popsáným. Důvodem může být rozdíl v morfologickém popisu či ekologii druhu. Jako je tomu u druhu *Scytonema cf. millei*, který se lišil barvou pochvy, což bylo uvedeno již dříve.

Ze zmíněných zájmových rodů, které byly v mé práci určeny do druhu, bylo v nalezených studiích uváděno 33 druhů rodu *Scytonema* a 18 druhů rodu *Calothrix*. Jednalo se o druhy *Scytonema capitatum* (1 druh), *S. coactile* (5 druhů), *S. hofmannii* (16 druhů), *S. javanicum* (4 druhy), *S. longiarticulatum* (1 druh), *S. stuposum* (3 druhy), *S. tenue* (1 druh), *Scytonema millei* (1 druh), *Scytonema subgelatinosum* (1 druh) a *Calothrix fusca* (18 druhů).

Některé nalezené sinice ze zájmových rodů se mi s pomocí určovací literatury (*Gardner, 1927; Geitler, 1932*) podařilo určit pouze do rodu. Jednalo se o devět blíže neurčených druhů rodu *Scytonema* a *Scytonematopsis* sp. U některých druhů (*Scytonema* sp. 6 ze vzorku WOF-G, *Scytonema* sp. 7 ze vzorku SFW-G, *Scytonema* sp. 8 ze vzorku LCT-B) bylo důvodem jejich neúplného zařazení malé zastoupení ve vzorku. V dalším případě byl druh navíc kalcifikovaný (*Scytonema* sp. 9 ze vzorku WOW-I). A jindy se mi nepodařilo sinice nalezené i ve vyšší četnosti přiřadit k žádnému popsánému druhu (*Scytonema* sp. 1 ze vzorku DCT-E, *Scytonema* sp. 2 ze vzorku LCT-E, *Scytonema* sp. 3 ze vzorku LF-L, *Scytonema* sp. 4 ze vzorku MF-F, *Scytonema* sp. 5 ze vzorku MF-G a *Scytonematopsis* sp. ze vzorku LCT-D).

Důvodem může být zaměření určovací literatury převážně na sinice z Evropy a tropické oblasti Portorika. V současné době vyšla monografie o sinicích (*Komárek, 2013*), která

částečně zahrnuje i sinice nalezené na území USA, ta však při mikroskopické analýze a následném určování ještě nebyla k dispozici.

## 5. Závěr

Cílem mé práce bylo provést mikroskopickou analýzu vybraných vzorků sinic získaných v oblasti Great Smoky Mountains National Park v USA, izolovat heterocytozní sinice vybraných rodů *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis*, nalézt optimální kultivační postupy a vytvořit literární přehled rozšíření heterocytozních sinic vybraných rodů *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis* po USA včetně zmapování biodiversity sinic a řas na území GSMNP.

Literární rešerše této práce se zabývá výskytem heterocytozních sinic zájmových rodů *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis* na území Spojených států amerických. I přestože, se na území USA v současnosti provádí řada studií, není o floristice sinic na tomto území doposud mnoho známo (např. ve srovnání se střední Evropou). Národní park Great Smoky Mountains v podstatě představuje nejlépe prozkoumanou oblast na tomto území. Studie, ve kterých byly zájmové rody nalezeny, se ve většině případů týkaly prací zaměřených na revizi sinicové a řasové flóry na daném území. Jednalo se o subaerofytická stanoviště (smáčené stěny, skalnaté útesy), půdní krusty v pouštních a polopouštních oblastech, termální prameny a sladkovodní jezera. Studie prováděné v GSMNP se zaměřovaly na aerofytická, epifytická a subaerofytická stanoviště (především na smáčené stěny, půdu a kůru stromů). Biodiversita sinic a řas na území GSMNP byla obrovská. Vyskytovalo se zde přes tisíc nalezených druhů, zařazených především do skupin Cyanobacteria a Bacillariophyceae.

V 32 analyzovaných a následně kultivovaných vzorcích bylo nalezeno celkem 44 zástupců sinic a řas. Z toho bylo do rodu *Scytonema* zařazeno 18 druhů, do rodů *Calothrix* a *Scytonematopsis* po jednom druhu. Celkem se podařilo pomocí kultivace získat 5 jednodruhových sinicových kultur rodu *Scytonema*, *Calothrix* a *Scytonematopsis*. Jednalo se o druhy *Scytonema hofmanii*, *Scytonema* cf. *millei*, *Scytonema subgelatinosum*, *Calothrix fusca* a *Scytonematopsis* sp., které mohou být použity pro následné molekulárně-taxonomické studie.

## 6. Literatura

- ALWATHNANI, H. & JOHANSEN, J. R. (2011). Cyanobacteria in Soils from a Mojave Desert Ecosystem. *Monographs of the Western North American Naturalist* **5**(1): 71–89.
- ANDERSON, D. C. & RUSHFORTH, S. R. (1976). The cryptogamic flora of desert soil crusts in southern Utah, USA. *Nova Hedwigia* **28**: 691–729.
- ASHLEY, J., RUSHFORTH, S. R. & JOHANSEN, J. R. (1985). Soil algae of cryptogamic crusts from the Utah Basin, Utah, U.S.A. *Great Basin Naturalist* **45**(3): 432–442.
- BRETT, M. (2005). *Národní parky a další přírodní památky USA*. Beta, Praha, 240 p.
- CAMBURN, K. E. (1982). Subaerial diatom communities in eastern Kentucky. *Transactions of the American Microscopical Society* **101**: 375–387.
- CAMERON, R. E. (1964). Terrestrial algae of southern Arizona. *Transactions of the American Microscopical Society* **83**(2): 212–218.
- CAMERON, R. E. (1970). Soil Microbial Ecology of Valley of 10,000 Smokes, Alaska. *Journal of the Arizona Academy of Science* **6**(1): 11–40.
- CASAMATTA, D. A., GOMEZ, S. R. & JOHANSEN, J. R. (2006). *Rexia erecta* gen. et sp. nov. and *Capsosira lowei* sp. nov., two newly described cyanobacterial taxa from the Great Smoky Mountains National Park (USA). *Hydrobiologia* **561**: 13–26.
- CASTENHOLZ, R. W. (2001). Phylum BX. Cyanobacteria. Oxygenic photosynthetic bacteria In *Bergey's manual of systematic bacteriology: the Archaea and the deeply branching and phototropic bacteria*. (Garrity, G., Boone, D. R. & Castenholz, R. W., editors), Springer-Verlag, New York, **1**: 473–599.
- COPELAND, J. J. (1936). *Yellowstone thermal Myxophyceae*. *Annals of the New York Academy of Science* **36**: 222 p.
- ELDRIDGE, D. J. & LEYS, J. F. (2003). Exploring some relationships between biological soil crusts, soil aggregation and wind erosion. *Journal of Arid Environments* **53**: 457–466.
- FLECHTNER, V. R. (2007). North American desert microbiotic soil crust communities: diversity despite challenge. In: *Algae and Cyanobacteria in extreme environments*. (Seckbach, J., editor), Springer, Berlin, 537–551.

- FLECHTNER, V. R., BOYER, S. L., JOHANSEN, J. R. & DENOBLE, M. L. (2002). *Spirestis rafaensis* gen. et sp. nov. (Cyanophyceae), a new cyanobacterial genus from arid soils. *Nova Hedwigia* **74**: 1–24.
- FLECHTNER, V. R., JOHANSEN, J. R. & BELNAP, J. (2008). The biological soil crusts of the San Nicolas Island: Enigmatic algae from a geographically isolated ecosystem. *Western North American Naturalist* **68**(4): 405–436.
- FLETCHER, J. E. & MARTIN W. P. (1948). Some effects of algae and molds in the rain-crust of desert soils. *Ecology* **29**(1): 95–100.
- FUREY, P. C., LOWE, R. L. & JOHANSEN, J. R. (2009). Teratology in *Eunotia* taxa in the Great Smoky Mountains National Park and description of *Eunotia macroglossa* sp. nov. *Diatom Research* **24**(2): 273–290.
- GARDNER, N. L. (1927). New Myxophyceae from Porto Rico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **7**: 1–144.
- GEITLER, L. (1927). *Rhodospira sordida*, nov. gen. et n. sp., eine neue ‘‘Bangiacee’’ des Süßwassers. *Osterreichische Botanische Zeitschrift* **76**: 25–8.
- GEITLER, L. (1932). Cyanophyceae. In *Kryptogamen-flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. (Rabenhorst, L., editor), Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, **14**: 1196 p.
- GÖBEL, P. (1999). *Přírodní parky, krajinné oblasti a přírodní ráje pod záštitou UNESCO*. Euromedia, Praha, 251 p.
- GOMEZ, S. R. (2002). *Epilithic aerial algae of Great Smoky Mountains National Park*. Master’s Thesis, John Carroll University, University Heights, Ohio, 78 p.
- GOMEZ, S. R., JOHANSEN, J. R. & LOWE, R. L. (2003). Epilithic aerial algae of Great Smoky Mountains National Park. *Biologia* **58**(4): 603–615.
- HADLEY, J. B. & GOLDSMITH, R. (1963). Geology of the eastern Great Smoky Mountains, North Carolina and Tennessee. In *A study of stratigraphy, structure and metamorphism in the southern Appalachian region*. United states government printing office, Geological survey professional paper, Washington, 349-B. 123 p.

- JOHANSEN, J. R., FUČÍKOVÁ, K., FITZPATRICK, M. H. & LOWE, R. L., (2005). The red algal genus *Rhodospora* (Bangiophyceidae, Rhodophyta): first report from North America. *Journal of Phycology* **41**: 1281–1283.
- JOHANSEN, J. R., LOWE, R. L., CARTY, S., FUČÍKOVÁ, K., OLSEN, C. E., FITZPATRICK, M. H., RESS, J. A. & FUREY, P. C. (2007). New algal species records for Great Smoky Mountains National Park with an annotated checklist of all reported algal taxa for the park. *Southeastern Naturalist* **6**(1): 99–134.
- JOHANSEN, J. R. & LOWE, R. L. (2007). *Draparnaldia appalachiana* sp. nova (Chaetophoraceae, Chlorophyceae) from the Great Smoky Mountains National Park. *Algological Studies* **123**: 35–45.
- JOHANSEN, J. R., LOWE, R. L., GOMEZ, S. R., KOCIOLEK, J. P. & MAKOSKY, S. A. (2004). New algal species records for the Great Smoky Mountains National Park, U.S.A., with an annotated checklist of all reported algal species for the park. *Algological Studies* **111**: 17–44.
- JOHANSEN, J. R., OLSEN, C. E., LOWE, R. L., FUČÍKOVÁ, K. & CASAMATA, D. A. (2008). *Leptolyngbya* species from selected seep walls in the Great Smoky Mountains National Park. *Algological Studies* **126**: 21–36.
- JOHANSEN, J. R., RUSHFORTH, S. R. & BROTHERSON, J. D. (1981). Subaerial algae of Navajo National Monument, Arizona. *Great Basin Naturalist* **41**(4): 433–439.
- JOHANSEN, J. R., RUSHFORTH, S. R., ORBENDORFER, R., FUNGLADDA, N. & GRIMES, J. A. (1983). The algal flora of selected wet walls in Zion National Park, Utah, USA. *Nova Hedwigia* **38**: 765–808.
- KAŠTOVSKÝ, J., ŘEHÁKOVÁ, K., BASTL, M., VYMAZAL, J. & KING, R. S. (2008). Experimental assessment of phosphorus effects on algal assemblages in dosing mesocosms. In *The Everglades Experiments*. (Richardson, C., editor), Springer, New York, 461–476.
- KEITHAN, E. (1983). *Primary productivity and structure of phytolithic communities in streams in Great Smoky Mountains National Park*. Doctoral dissertation, Bowling Green State University, Bowling Green, Ohio, 84 p.



- KEITHAN, E. & LOWE, R. L. (1985). Primary productivity and structure of phytolith communities in streams in Great Smoky Mountains National Park. *Hydrobiologia* **123**: 59–67.
- KHAYBULLINA, L. S., GAYSINA, L. A., JOHANSEN, J. R. & KRAUTOVÁ, M. (2010). Examination of the terrestrial algae of the Great Smoky Mountains National Park, USA. *Fottea* **10**(2): 201–215.
- KOMÁREK, J. (2013). Cyanoprokaryota – 3. Teil/ 3<sup>rd</sup> Part: Heterocytous genera. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa, freshwater flora of central Europe*. (Büdel, B., Gärtner, G., Krienitz, L. & Schagerl, M., editors), 19/3, Springer/Spektrum, Berlin, 1130 p.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1989). Modern approach to the classification system of Cyanophytes. Teil 4 – Nostocales. *Archiv fuer Hydrobiologie. Supplementband./Algological Studies*. **56**: 247–345.
- KOMÁREK, J., KLING, H. & KOMÁRKOVÁ, J. (2003). Filamentous Cyanobacteria. In *Freshwater algae of North America*. (Wehr, J. D. & Sheath, R. G., editors), Academic Press, San Diego, 117–196.
- LIVINGSTONE, D., KHOJA, T. M. & WHITTON, B. A. (1983). Influence of phosphorus on physiology and hair-forming blue-green alga (*Calothrix parietina*) from an upland stream. *Phycologia* **22**: 345–350.
- LOWE, R. L., FUREY, P. C., RESS, J. A. & JOHANSEN, J. R., (2007). Diatom biodiversity and distribution on wetwalls in Great Smoky Mountains National Park. *Southeastern Naturalist* **6**(1): 135–152.
- LOWE, R. L. & KOCIOLEK, J. P. (1984). New and rare diatoms from Great Smoky Mountains National Park. *Nova Hedwigia* **39**: 465–476.
- MCCORMICK, P. V., RAWLIK, P. S., LURDING, K., SMITH, E. P. & SKLAR, F. H. (1996). Periphyton – water quality relationships along a nutrient gradient in the northern Florida Everglades. *Journal of the North American Benthological Society* **15**(4): 433–449.
- NEUBERT, H. J. & MAASS, W. (2007). *100 nejkrásnějších národních parků světa: cesta pěti kontinenty*. Rebo, Čestlice, 208 p.

- PAN, Y. R., STEVENSON, J., VAITHIYANATHAN, P., SLATE, J. & RICHARSON, C. J. (2000). Changes in algal assemblages along observed and experimental phosphorus gradients in a subtropical wetland, U.S.A. *Freshwater Biology* **44**: 339–353.
- POWER, M. E., STEWART, A. J., & MATTHEWS, W. J. (1988). Grazer control of algae in an Ozark Mountains stream: Effects of short-term exclusion. *Ecology* **69**(6): 1894–1898.
- PRESCOTT, G. W. (1951). *Algae of the western great lakes area*. The Cranbrook Press, Michigan, 946 p.
- SHERWOOD, A. R. (2007). Where are we now regarding Hawaiian stream algal systematic? (A suspiciously cosmopolitan flora). In *Biology of Hawaiian stream and Estuaries*. (Evenhuis, N. L. & Fitzsimons, J. M., editors), Bishops Museum Bulletin in cultural and enviromental studies, Honolulu, **3**: 195–206.
- SINHA, R. P. & HADER, D. P. (2008). UV protectants in cyanobacteria. *Plant Science* **174**(3): 278–289.
- SINHA, R. P., KLISCH, M., GRONIGER, A. & HADER, D. P. (1998). Ultravioletabsorbing screening substances in cyanobacteria, phytoplankton and macroalgae. *Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology* **47**(2–3): 83–94.
- SMITH, G. M. (1950). *The fresh-water algae of The United States*. (Sinnott, E. W., editor), McGraw-hill, New York, 719 p.
- SMITH, T. E. (2010). Revised list of algae from Arkansas (USA) and new additions. *International Journal on Algae* **12**(3): 230–256.
- STANIER, R. Y., KUNISAWA, R., MANDEL, M. & COHEN-BAZIRE, G. (1971). Purification and properties of unicellular blue-green algae (Order Chroococcales). *Bacteriology Reviews* **35**(2): 171–205.
- STAUB, R. (1961). Ernährungsphysiologisch-autökologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC., *Journal of Hydrology* **23**(1): 82–198.
- TIFFANY, L. H. & BRITTON, M. E. (1952). *The algae of Illinois*. University of Chicago Press, Chicago, 407 p.

TILDEN, J. E. (1910). *Minnesota algae*. The Myxophyceae of North America and adjacent regions including Central America, Greenland, Bermuda, The West Indies and Hawaii. Report of the survey botanical series VIII. Minneapolis, 328 p.

VACCARINO, M. A. & JOHANSEN, J. R. (2011). *Scytonematopsis contorta* sp. nov. (Nostocales), a new species from the Hawaiian Islands. *Fottea*, **11**(1): 149–161.

VACCARINO, M. A., VESELÁ, J. & JOHANSEN, J. R. (2011). The algal flora of Acadia National Park, Maine. *Northeastern Naturalist* **18**(4): 457–474.

WHITFORD, L. A. & SCHUMACHER, G. J. (1969). *A manual of the fresh-water algae in North Carolina*. The North Carolina agricultural experiment station, North Carolina, 313 p.

Elektronické zdroje

ALLEY, R., *Still More Plate Tectonics, The Great Smoky Mountains*. | *GEOSC 10: Geology of the National Parks*. [on-line], [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <[https://www.e-education.psu.edu/geosc10/14\\_p2.html](https://www.e-education.psu.edu/geosc10/14_p2.html)>

HIKINGINTHESMOKYS.COM, *Great Smoky Mountains National Park trail maps*. [on-line], [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <<http://www.hikinginthesmokys.com/map.htm>>

KASKEL, C. *Laurel Creek Tunnel*. [on-line], [cit. 2012-12-05].  
Dostupné z: <<http://www.flickr.com/photos/soundman1488/5988431400/>>

KOMÁREK, J. & HAUER, T. (2013). *CyanoDB.cz* – On-line database of cyanobacterial genera. Word-wide electronic publication, University of South Bohemia & Institute of Botany AS CR, [on-line], [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <<http://www.cyanodb.cz>>

NATIONAL PARK SERVICE U.S. department of the interior, *Animals – Great Smoky Mountains National Park (U.S. National Park Service)*. [on-line], [cit. 2012-11-18]. Dostupné z: <<http://www.nps.gov/grsm/naturescience/animals.htm>>

NATIONAL PARK SERVICE U.S. department of the interior, *Nature & Science – Great Smoky Mountains National Park (U.S. National Park Service)*. [on-line], [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <<http://www.nps.gov/grsm/naturescience/index.htm>>

WEINSTEIN, A. *Top 10 U.S. National Park Units in Attendance* | Listosaur | Hungry for Knowledge. [on-line], [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <<http://www.listosaur.com/travel/top-10-us-national-park-units-in-attendance/>>

## 7. Přílohy

### 7.1. Příloha 1 – Fotografie odběrových lokalit.



Obr. 7: Abrams Falls - lokalita č. 1.  
(Foto: Tomáš Hauer)

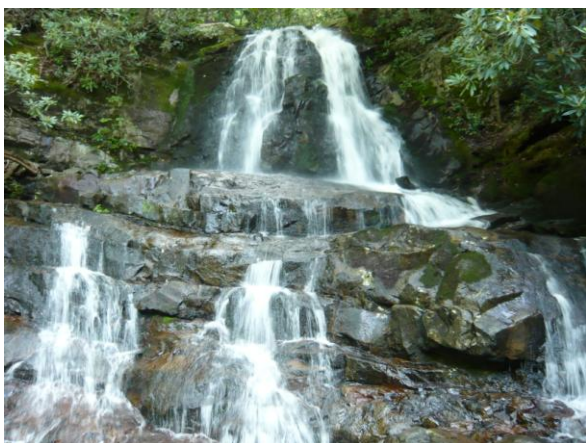


Obr. 8: Indian Creek Falls - lokalita č. 3.  
(Foto: Tomáš Hauer)

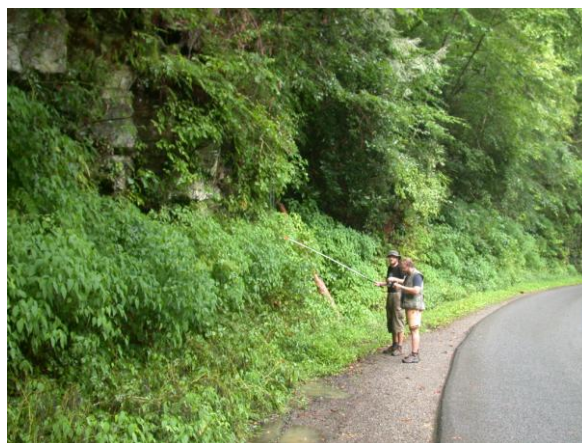


Obr. 9: Laurel Creek Tunel - lokalita č. 4. (Foto: Chris Kaskel)  
(zdroj: <http://www.flickr.com/photos/soundman1488/5988431400/>)

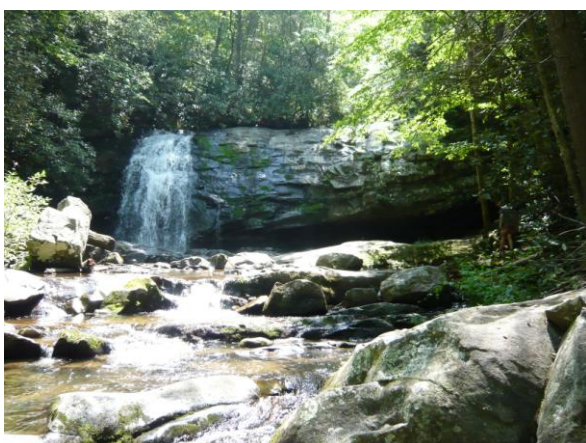




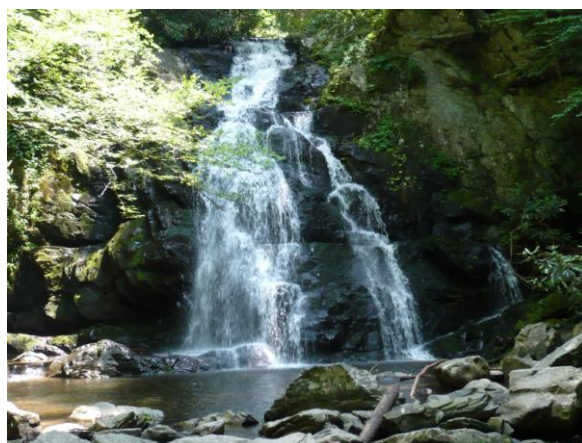
Obr. 10: Laurel Falls - lokalita č. 5.  
(Foto: Tomáš Hauer)



Obr. 11: Little River Road - lokalita č. 6.  
(Foto: Jeffrey R. Johansen)



Obr. 12: Meigs Falls - lokalita č. 7.  
(Foto: Tomáš Hauer)



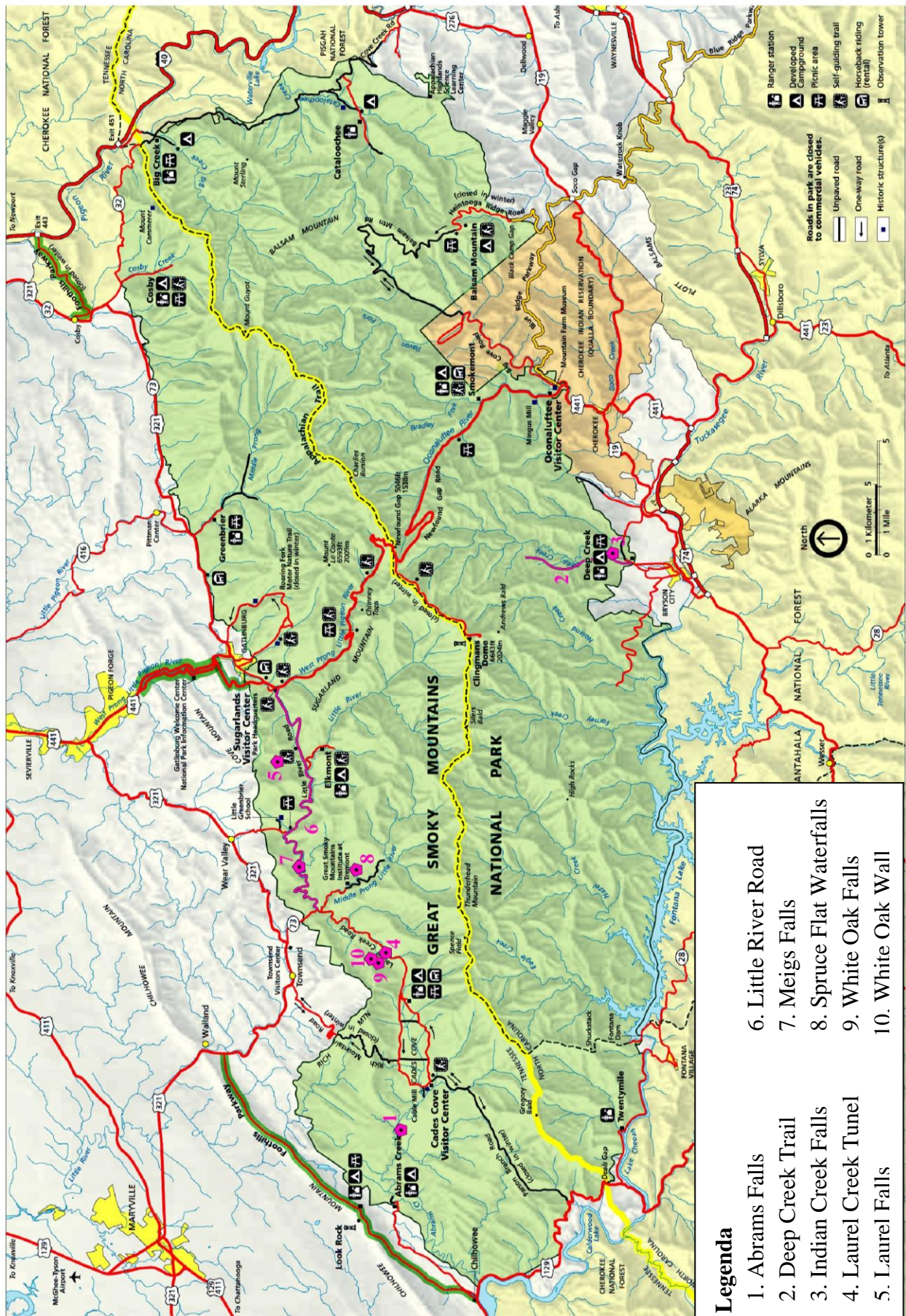
Obr. 13: Spruce Flat Waterfalls - lokalita č. 8.  
(Foto: Tomáš Hauer)



Obr. 14: White Oak Falls - lokalita č. 9. (Foto: Tomáš Hauer)



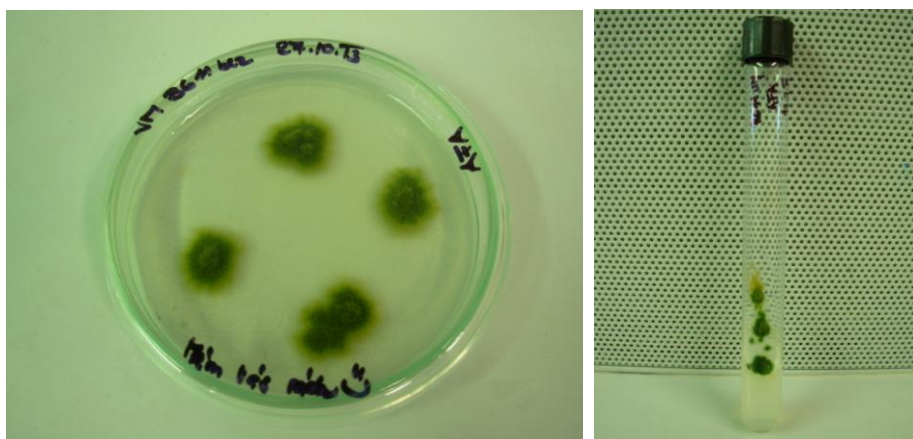
## 7.2. Příloha 2



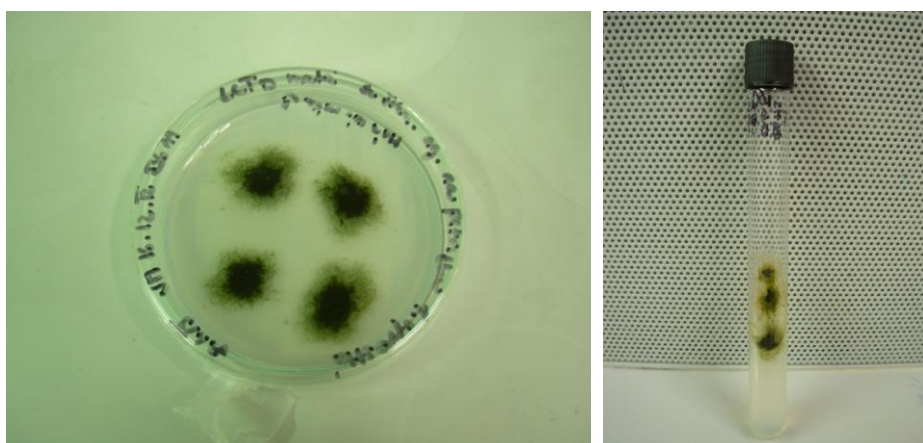
Obr. 15: Geografická mapa GSMNP s vyznačením odběrových lokalit. (zdroj: <http://mappery.com/Great-Smoky-Mountains-National-Park-Park-map>)



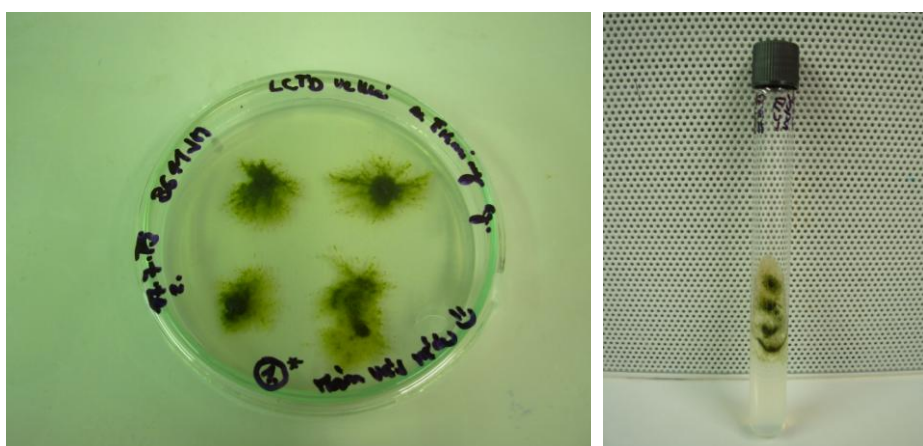
### 7.3. Příloha 3



Obr. 16, 17: *Scytonema hofmanii*. (Foto: Jarmila Michálková)

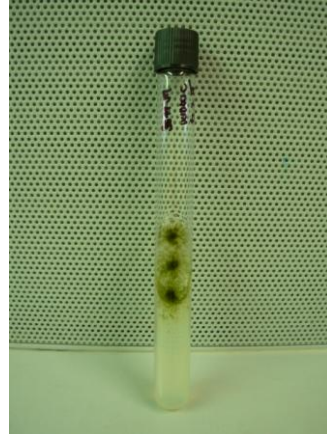


Obr. 18, 19: *Scytonematopsis* sp. (Foto: Jarmila Michálková)

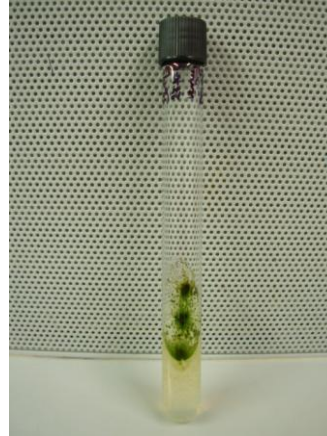
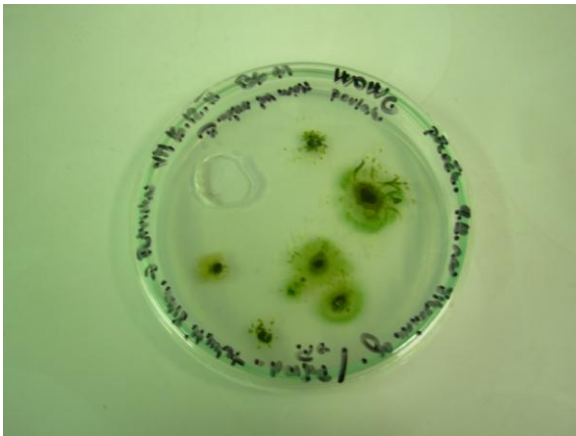


Obr. 20, 21: *Calothrix fusca*. (Foto: Jarmila Michálková)



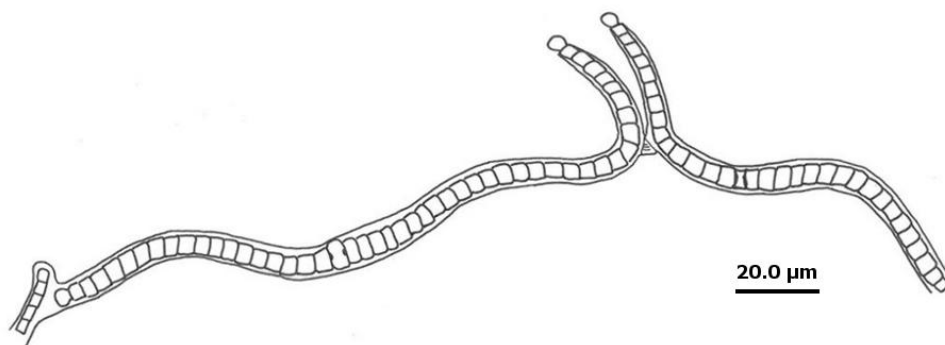
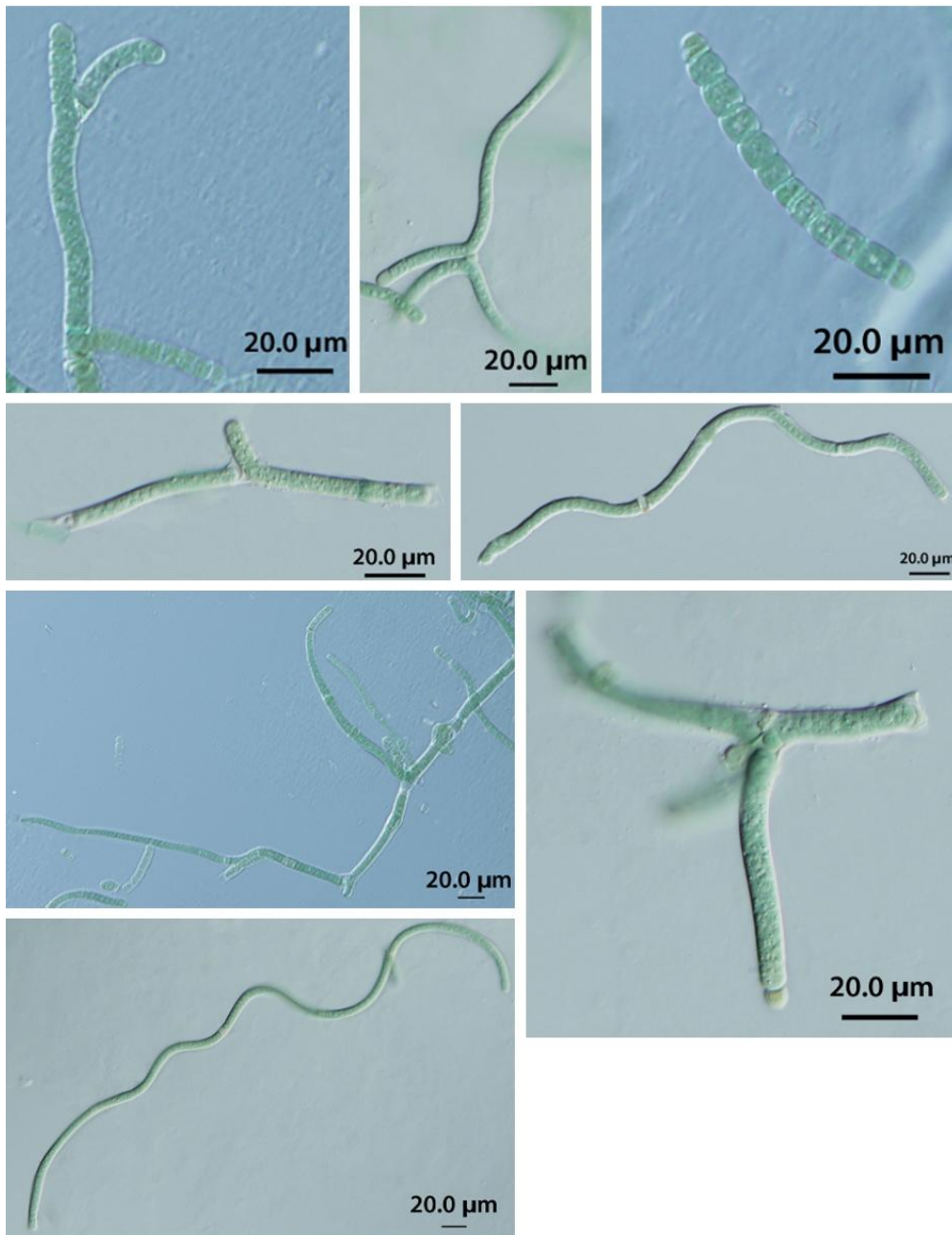


Obr. 22, 23: *Scytonema* cf. *millei*. (Foto: Jarmila Michálková)



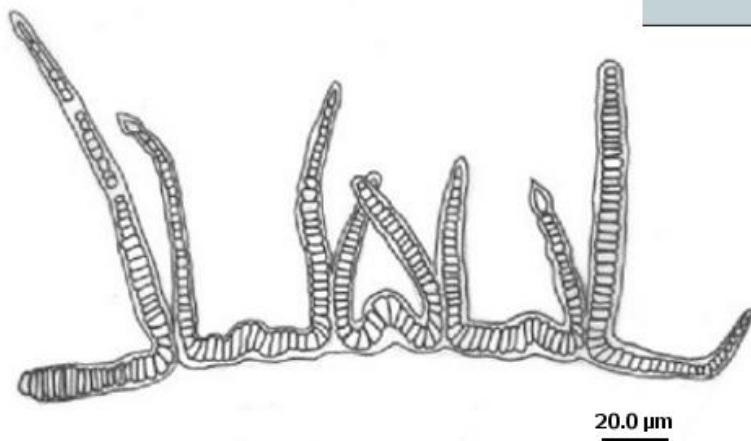
Obr. 24, 25: *Scytonema subgelatinosum*. (Foto: Jarmila Michálková)

#### 7.4. Příloha 4



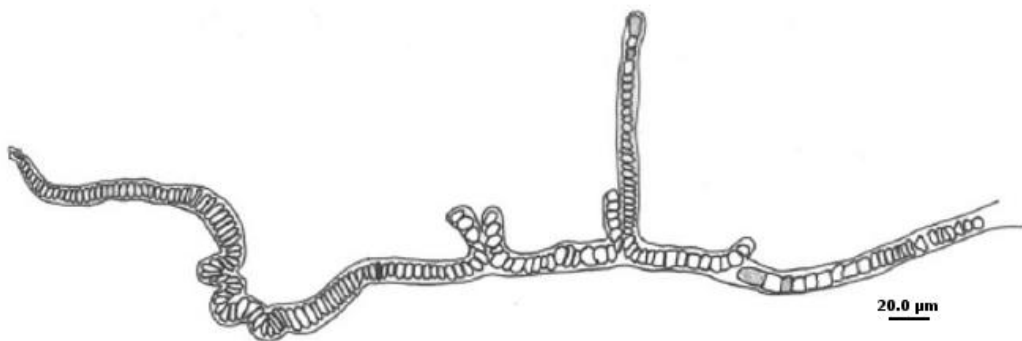
*Scytonema hofmanii*

## 7.5. Příloha 5



*Scytonematopsis* sp.

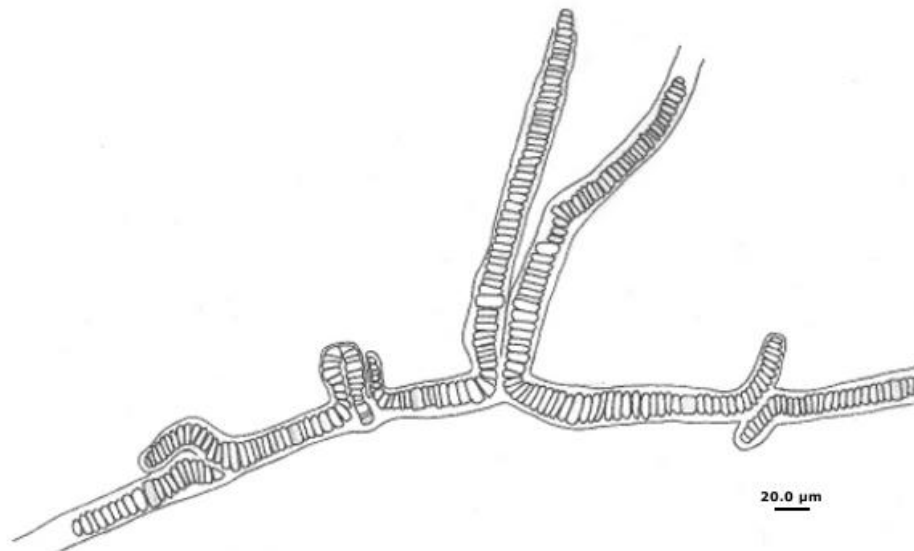
## 7.6. Příloha 6



*Calothrix fusca*

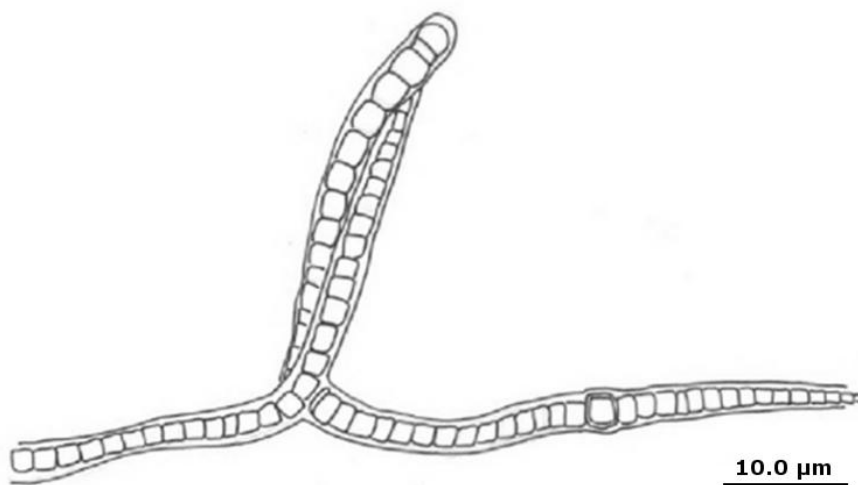


## 7.7. Příloha 7



*Scytonema cf. millei*

## 7.8. Příloha 8



*Scytonema subgelatinosum*

## 7.9. Příloha 9 – Seznam doposud nalezených druhů sinic a řas v GSMNP.

Gomez et al., 2003, Johansen et al., 2004, Johansen et al., 2005, Casamatta et al., 2006, Johansen, Lowe, 2007, Lowe et al., 2007, Johansen et al., 2007, Johansen et al., 2008, Furey et al., 2009, Khaybullina et al., 2010., Kaštovský pers.com., navíc přidáné vlastní vyizolované kmeny označeny \* (4 druhy byly pro park nové, druh *C. fusca* (Kütz.) Bornet & Flah. byl již v parku dříve nalezen)

### Cyanobacteria (206) Synechococcophycidae Synechococcales

#### Chamaesiphonaceae

*Chamaesiphon confervicolus* A. Br.  
*C. incrustans* Grun.  
*C. incrustans* f. *cylindricus* (J. B. Petersen) Kom. & Anagn.  
*C. minutus* (Rostaf.) Lemm.  
*C. polonicus* (Rostaf.) Hansg.  
*C. rostafinskii* Hansg.

#### Merismopediaceae

*Aphanocapsa fusco-lutea* Hansg.  
*A. grevillei* (Berk.) Rabh.  
*A. muscicola* (Menegh.) Wille  
*A. testacea* Näg.  
*A. sp. 1*  
*Snowella lacustris* (Chodat) Kom. & Hindák  
*Synechocystis* sp. 1  
*Woronichinia naegelianiana* (Unger) Elenkin

#### Pseudanabaenaceae

*Geitlerinema splendidum* (Grev. ex Gom.) Anagn.  
*Heteroleibleinia purpurascens* (Hansg.) Anagn. & Kom.  
*Homoeothrix janthina* (Bornet & Flah.) Starm.  
*H. juliana* (Born. & Flah.) Kirchner  
*H. rivularis* (Hansg.) Kom. & Kann  
*Jaaginema pseudogeminatum* (Schmid) Anagn. & Kom.  
*J. sp.*  
*Leibleinia epiphytica* Hieron.  
*Leptolyngbya angustissima* (W. & G. S. West) Anagn. & Kom.  
*L. appalachiana* Johansen & Olsen  
*L. badia* Johansen & Lowe  
*L. cataractarum* (Rabh. ex Hansg.) Kom. & Anagn.  
*L. cebennensis* (Gom.) Umezaki & M. Watan.  
*L. compacta* (Kütz. ex Hansg.) Kom.  
*L. foveolarum* (Rabh. ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*L. cf. frigida* (Fritsch) Anagn. & Kom.  
*L. cf. nana* (Tilden) Anagn. & Kom.  
*L. "nonconstricta"*  
*L. nostocorum* (Bornet ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*L. ochracea* (Thuret ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*L. subtilissima* (Kütz. ex Hansg.) Kom.  
*L. subtruncata* (Voronichin) Anagn.  
*L. tenuis* (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*L. cf. truncata* (Lemm.) Anagn. & Kom.  
*L. sp. 1*  
*L. sp. 2*  
*L. sp. 3*  
*L. sp. 4*  
*Pseudanabaena batrachospermorum* (Skuja) Anagn. & Kom.  
*P. franquetii* (Bour) Bour.  
*P. frigida* (Fritsch) Anagn.  
*P. sp. 1*  
*Spirulina albida* Kolkwitz

#### Schizotrichaceae

*Schizothrix calcicola* Gomont  
*S. friesii* (Ag.) Gom.  
*S. lardacea* Gom.  
*S. muelleri* Näg. ex Gom.  
*S. tinctoria* Gom.  
*S. vaginata* (Näg. in Kütz.) Gom.

*Trichocoleus minimus* (Frémy) Anagn.  
Synechococcaceae  
*Anacystis marginata* Menegh.  
*A. rupestris* (Lyngb.) Drouet & Daily  
*Aphanothece bachmannii* Kom.-Legn. & Cronb.  
*A. bullosa* (Mench.) Rabh.  
*A. caldariorum* P.G. Richter  
*A. castagnei* (Bréb.) Rabh.  
*A. cylindracea* (Gardner) Kom. & Anagn.  
*A. naegelii* Wartmann  
*A. pallida* (Kütz.) Rabh.  
*A. saxicola* Näg.  
*Gloeothece confluens* Näg.  
*G. fusco-lutea* Näg.  
*G. palea* (Kütz.) Rabh.  
*G. rupestris* (Lyngb.) Bornet  
*G. tepidarium* (A. Br.) Lagerh.  
*Rhabdoderma* sp. 1  
*Synechococcus elongatus* (Näg.) Näg.

### Oscillatoriophycidae Chroococcales

#### Chroococcaceae

*Asterocapsa divina* Kom.  
*Chroococcus cohaerens* (Bréb.) Näg.  
*C. dispersus* (Keissler) Lemm.  
*C. distans* (G.M. Smith) Kom.-Legn. & Cronb.  
*C. helveticus* Näg.  
*C. lithophilus* Erc.  
*C. montanus* Hansg.  
*C. pallidus* (Näg.) Näg.  
*C. spelaeus* Erc.  
*C. tenax* (Kirch.) Hieron.  
*C. turgidus* (Kütz.) Näg.  
*C. varius* A. Br.  
*C. westii* J.B. Petersen  
*C. sp. 1*  
*C. sp. 2*  
*Cyanodictyoniac* Cronb. & Kom  
*Gloeocapsopsis dvorakii* (Nováček) Kom. & Anagn.  
*G. magma* (Bréb.) Kom. & Anagn.  
*G. pleurocapsoides* (Nováček) Kom. & Anagn.  
*G. sp. 1*

#### Cyanobacteriaceae

*Cyanobacterium cedrorum* (Sauvageau) Kom.  
*Cyanothece aeruginosa* (Näg.) Kom.

#### Entophysalidaceae

*Chlorogloea microcystoides* Geitler

#### Hyellaceae

*Pleurocapsa minor* Hansg.  
*P. sp. 1*

#### Hydrococcaceae

*Hydrococcus rivularis* Kütz.

#### Microcystaceae

*Gloeocapsa aeruginosa* Kütz.  
*G. atrata* Kütz.  
*G. rupestris* Kütz.  
*G. caldariorum* Rabh.  
*G. decorticans* (A. Br.) P.G. Richter

*G. haematodes* Kütz.  
*G. cf. novacekii* Kom. & Anagn.  
*G. punctata* Näg.  
*Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz.  
Xenococcaceae  
*Xenococcus cf. yoniedae* Umez. & M. Watan.

### Phormidiales

#### Phormidiaceae

*Microcoleus minimus* Frémy  
*Phormidium aerugineo-caeruleum* (Gom.) Anagn. & Kom.  
*P. autumnale* (Ag.) Trevisan ex Gom.  
*P. breve* (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*P. caerulescens* (Gicklhorn) Anagn.  
*P. chalybeum* (Mertens ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*P. inundatum* Kütz. ex Gom.  
*P. irruquum* (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*P. kuetzingianum* (Kirchner) Anagn. & Kom.  
*P. cf. numidicum* (Gom.) Anagn.  
*P. papyraceum* Kütz. ex Gom.  
*P. cf. priestleyi* Fritsch  
*P. puteale* (Mont. ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*P. retzii* Kütz. ex Gom.  
*P. tergestinum* (Kütz.) Anagn. & Kom.  
*P. uncinatum* Gom.  
*P. versicolor* Wartmann ex Gom.  
*P. sp. 1*  
*P. sp. 2*  
*P. sp. 3*  
*Porphyrosiphon martensianus* (Menegh. ex Gom.) Anagn. & Kom.  
*P. sp. 1*  
*Symploca muralis* Kütz. ex Gom.  
*S. muscorum* Gom.  
*Symplocastrum friesii* (Ag. ex Gom.) Kirchner  
*Tychonema bornetii* (Zukal) Anagn. & Kom.

### Oscillatoriales

*Gomontinema sp. 1*  
*Gomontinema sp. 2*

#### Oscillatoriaceae

*Oscillatoria anguina* Bory ex Gom.  
*O. engelmanniana* Gaidukov  
*O. formosa* Bory ex Gom.  
*O. limosa* Ag. ex Gom.  
*O. rupicola* Hansg.  
*O. subbrevis* Schmidle  
*O. tenuis* var. *natans* Gom.  
*O. sp. 1*  
*O. sp. 2*  
*Plectonema tomasinianum* Bornet ex Gom.  
*P. sp. 1*

### Nostocophycidae

#### Nostocales

*Sequenza sp. 1*

#### Microchaetaceae

*Coleodesmium wrangelii* (Ag.) Borzi ex Bornet & Flah.  
*Dichothrix willei* Gardner  
*Hassallia byssoidea* (Ag.) Hassall ex Bornet & Flah.  
*Microchaete catenata* Lemm.  
*Rexia erecta* Casamatta et al.  
*Tolypothrix distorta* Kütz. ex Bornet & Flah.  
*T. penicillata* Thur. ex Bornet & Flah.  
*T. tenuis* Kütz. ex Bornet & Flah.  
*T. sp. 1*

#### Nostocaceae

*Anabaena cf. cylindrica* Lemm.  
*A. oryzae* Fritsch  
*A. scheremetievii* Elenkin  
*A. vaiabilis* Bornet & Flah.  
*A. vaiabilis* var. *ellipsospora* Fritsch  
*A. sp. 1*

*A. sp. 2*

*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs  
*A. ovalisporum* Forti  
*Cylindrospermum maius* Kütz. ex Bornet & Flah.  
*Nodularia harveyana* Thuret ex Bornet & Flah.  
*Nostoc commune* Vauch. ex Bornet & Flah.  
*N. epilithicum* Ercegovci  
*N. humifusum* Carm. sec. Harvey  
*N. linckia* (Roth) Bornet ex Bornet & Flah.  
*N. macrosporum* Menegh. ex Bornet & Flah.  
*N. microscopicum* Carmich. ex Bornet & Flah.  
*N. paludosum* Kütz. ex Bornet & Flah.  
*N. pruniforme* Ag. ex Bornet & Flah.  
*N. punctiforme* (Kütz.) Hariot  
*N. sphaericum* Vauch ex Bornet & Flah.  
*N. sp. 1*  
*N. sp. 2*  
*Trichormus ellipsosporus* (Fritsch) Kom. & Anagn.  
*T. variabilis* (Kütz. ex Born. & Flah.) Kom. & Anagn.

#### Rivulariaceae

*Calothrix braunii* Bornet & Flah.  
*C. elenkinii* Kossinsk.  
*C. fusca* (Kütz.) Bornet & Flah. \*  
*C. parietina* Thuret ex Bornet & Flah.  
*C. spp.*

#### Scytonemataceae

*Scytonema crispum* (Ag.) Bornet  
*S. figuratum* Ag. ex Bornet & Flah.  
*S. guyanense* Bornet & Flah.  
*S. cf. holstii* Hieron.  
*S. hofmanni* Ag. ex Bornet & Flah. \*  
*S. hyalinum* Gardner  
*S. cf. millei* Bornet ex Bornet & Flah. \*  
*S. ocellatum* Lyngb. ex Bornet & Flah.  
*S. cf. pseudohofmannii* Bharadw.  
*S. subgelatinosum* Gardner \*  
*S. cf. stuposum* Bornet ex Bornet & Flah.  
*S. tolypotrichoides* Bornet & Flah.  
*Scytonematopsis sp. \**

#### Symphyonemataceae

*Capsosira brebissonii* Kütz. ex Bornet & Flah.  
*C. lowei* Casamatta et al.

#### Stigonemataceae

*Hapalosiphon fontinalis* var. *fischeroides* Hansg. ex Forti  
*Stigonema hormoides* (Kütz.) Bornet & Flah.  
*S. hormoides* var. *africana* Fritsch  
*S. cf. mamillosum* (Lyngb.) Ag.  
*S. minutum* Bornet & Flah.  
*S. cf. mirabile* Beck-Mannag.  
*S. ocellatum* (Dillw.) Thuret  
*S. tomentosum* (Kütz.) Hieron.

### Streptophyta (144)

#### Klebsormidiophyceae

#### Klebsormidiales

#### Klebsormidiaceae

*Klebsormidium dissectum* (Gay) Ettl & Gärtner  
*K. elegans* Lokh.  
*K. flaccidum* (Kütz.) Silva et al.  
*K. nitens* (Menegh.) Lokh.  
*K. sterile* (Deason & Bold) Silva et al.

#### Zygnematophyceae

#### Desmidiiales

#### Closteriaceae

*Closterium acerosum* (Schrank) Ehr.  
*C. acutum* (Lyngb.) Brèb. ex Ralfs  
*C. angustatum* Kütz.  
*C. cynthia* De Not.  
*C. eboracense* (Ehr.) Turner



*C. ehrenbergii* Meneghini  
*C. exile* West & West  
*C. flaccidum* Delponte  
*C. idiosporum* West & West  
*C. intermedium* Ralfs  
*C. lineatum* Ehr.  
*C. lunula* (Müll.) Nitzsch  
*C. macilentum* Bréb.  
*C. moniliferum* (Bory) Ehr.  
*C. navicula* (Bréb.) Lütkem.  
*C. peracerosum* Gay  
*C. ralfsii* Bréb. ex Ralfs  
*C. spetsbergense* Borge  
*C. striolatum* Ehr.  
*C. subscoiticum* Gutwinski  
*C. toxon* W. West  
*C. tumidulum* Gay

#### Desmidiaceae

*Closterium tumidum* Johnson  
*C. turgidum* Ehr.  
*C. venus* Kütz. ex Ralfs  
*Actinotaenium cruciferum* (de Bary) Teil.  
*A. cucurbita* (Bréb.) Teil.  
*A. curtum* (Bréb.) Teil. ex Růžička & Pouzar  
*A. cf. palangula* (Bréb.) Teil. ex Růžička & Pouzar  
*Cosmarium abbreviatum* Raciborski  
*C. asphaerosporum* var. *strigosum* Nordst.  
*C. blytii* Wille  
*C. caelatum* Ralfs  
*C. costatum* var. *subhexalobum* Boldt  
*C. cyclicum* var. *nordstedtianum* (Reinsch) West & West  
*C. depressum* f. *minutum* Heimerl  
*C. exiguum* Archer  
*C. holmiense* var. *integrum* Lundell  
*C. isthmium* var. *horizontale* Schmidle  
*C. latifrons* Lundell  
*C. norvegicum* Strøm  
*C. ochthodes* Nordst.  
*C. pachydermum* Lundell  
*C. polygonum* (Näg.) Archer  
*C. portianum* Archer  
*C. pseudoconnatum* Nordst.  
*C. punctulatum* Bréb.  
*C. pyramidatum* var. *stephani* Irène-Marie  
*C. quadrifarium* f. *octastichum* Nordst.  
*C. quadratum* var. *minus* (Gay) De Toni  
*C. quadratum* var. *willei* (Schmidle) Krieger & Gerloff  
*C. reniforme* (Ralfs) Archer  
*C. speciosum* Lund  
*C. subcucumis* Schmidle  
*C. subspeciosum* Nordstedt  
*C. tetragonum* var. *lundellii* Cooke  
*C. transitorium* (Heimerl) Duce'llier  
*C. trilobulatum* Reinsch  
*C. cf. turnerianum* Mask.  
*C. cf. undulatum* Corda  
*Desmidium baileyi* (Ralfs) Nordst.  
*Euastrum ansatum* Ehr. ex Ralfs  
*E. ansatum* var. *dideltiforme* Duce'llier  
*E. bidentatum* Næg.  
*E. binale* (Turpin) Ehr.  
*E. cornubiense* West & West  
*E. didelta* (Turpin) Ralfs  
*E. cf. dubium* Næg.  
*E. incavatum* Joshua & Nordst.  
*E. johnsonii* West & West  
*E. oblongum* var. *angustum* Prescott  
*E. sinuosum* var. *subjemeri* West & West  
*E. verrucosum* var. *alatum* Wolle  
*E. verrucosum* var. *dalbisi* f. *minus* Prescott & Scott  
*Hyalotheca dissiliens* (Smith) Bréb. ex Ralfs  
*Micrasterias denticulata* Bréb. ex Ralfs  
*M. johnsonii* West & West  
*M. radiata* Hassall  
*M. truncata* (Corda) Bréb. ex Ralfs

*M. cf. truncata*  
*Nothocosmarium obliquum* f. *tatrica* (Gutwinski) Cedergren  
*Pleurotaenium coronatum* (Bréb.) Rabenh  
*P. trabecula* (Ehr.) Næg.  
*Spondylosium planum* (Wolle) West & West  
*Staurastrum* cf. *anatinum* Cooke & Wills  
*S. bieneanum* Rabh.  
*S. botrophilum* Wolle  
*S. capitulum* Bréb.  
*S. furcigerum* Bréb.  
*S. cf. lanceolatum* Archer  
*S. lapponicum* (Schmidle) Groenblad  
*S. leptacanthum* var. *borgei* Förster  
*S. cf. manfeldtii* Delponte  
*S. meriani* Reinsch  
*S. novae-terrae* Taylor  
*S. orbiculare* (Ehr.) Ralfs  
*S. pachyrhynchum* Nordst.  
*S. pentacerum* (Wolle) G.M. Smith  
*S. quadrispinatum* Turner  
*S. rugulosum* Bréb. ex Ralfs  
*S. rugulosum* var. *angulare* Grönblad  
*S. setigerum* var. *pectinatum* West & West  
*S. tetracerum*  
*Staurodesmus extensus* (Anderson) Teil.  
*S. triangularis* (Lagerh.) Teil.  
*S. triangularis* var. *subparaellus* (G.M. Smith) Teil.  
*Teilingia wallichii* var. *anglica* (West & West) Förster  
*Tetmemorus granulatus* (Bréb.) Ralfs  
*T. granulatus* var. *attenuatus* West  
*T. laevis* (Kütz.) Ralfs

#### Gonatozygaceae

*Genicularia elegans* West & West  
*Gonatozygon kinahani* (Archer) Rabh.

#### Peniaceae

*Penium margaritaceum* (Ehr.) Bréb.

#### Zygnematales

##### Mesotaeniaceae

*Cylindrocystis brebissonii* Menegh.  
*C. brebissonii* var. *minor* West & West  
*C. spp.*  
*Mesotaenium caldariorum* (Lagerh.) Hansg.  
*M. chlamydosporum* de Bary  
*M. degreyi* var. *breve* West  
*M. endlicherianum* Næg.  
*M. macrococcum* (Kütz.) Roy & Bisset  
*M. macrococcum* var. *minus* (de Bary) Compere  
*M. "testaceovaginatum"*  
*Netrium digitum* (Ehr.) Itzigson & Rothe  
*N. interruptum* (Bréb.) Lütkem.  
*N. oblongum* var. *brevius* W. West  
*Roya obtusa* (Bréb.) West & West  
*R. sp.1*  
*Spirotaenia condensata* Bréb.  
*S. bryophila* (Bréb.) Lütkem.  
*S. endospira* (Bréb.) Archer  
*S. minuta* Thuret  
*Tortitaenia obscura* (Ralfs) Brook

##### Zygnemataceae

*Mougeotia viridis* (Kütz.) Witt.  
*M. spp.*  
*M. sp.1*  
*Spirogyra pseudo-juergensii* H. Silva  
*Zygnema* sp. 1  
*Zygonium ericetorum* Kütz.

#### **Chlorophyta (126)**

##### **Chlorophyceae** **Chaetophorales**

#### Chaetophoraceae

*Diplosphaera chodatii* Bialosuknia  
*Draparnaldia acuta* (Ag.) Kütz.  
*D. appalachiana* Lowe & Johansen  
*D. platyzonata* Hazen  
*D. plumosa* (Vauch.) Ag.  
*Gongrosira* sp. 1  
*Stigeoclonium aestivale* (Hazen) Collins  
*S. attenuatum* (Hazen) Collins  
*S. subsecundum* (Kütz.) Kütz.

#### **Chlamydomonadales**

##### Chlamydomonadaceae

*Chloromonas clathrata* Korsch.  
*C. mirabilis* Korsch.  
*C. palmelloides* Broady  
*Lobochlamys* cf. *culleus* (Ettl) Pröschold, Marin, Schlösser et Melkonianan

##### Chlorosarcinaceae

*Chlorosarcina* cf. *elegans* Gernek  
*Chlorosarcina* cf. *rivularis* Panankow et Möller

#### **Chlorococcales**

##### Chariaceae

*Fernandiella alpina* Chodát  
*Characium ornithocephalum* A. Br.

##### Chlorococcaceae

*Axilococcus clingmanii* Deason & Herndon  
*Burkillia* sp. 1  
*Chlorococcum ellipsoideum* Deason & Bold  
*C.* cf. *tatrense* Archibald  
*C.* sp. 1  
*Dictyochloris pulchra* Deason & Herndon  
*Elliptochloris* cf. *bilobata* Tschermak-Woess  
*E. reniformis* (S. Watanabe) Ettl & Gärtner  
*E. subsphaerica* (Reisigl) Ettl & Gärtner  
*Ettlia* cf. *pseudoalveolaris* (Deason & Bold) Kom.  
*E.* sp. 1  
*Lautosphaeria monsfumosa* Deason & Herndon  
*Lobosphaeriopsis* sp. 1  
*Neospongiococcum commatiforme* Deason  
*Schroederia setigera* (Schröder) Lemm.  
*Spongiochloris minor* Chantanachat & Bold  
*Tetraedron minimum* (A. Br.) Hansg.  
*T. planctonicum* G.M. Smith  
*Trochiscia erlangensis* Hansg.  
*T. granulata* (Reinsch) Hansg.

##### Coccomyxaceae

*Coccomyxa confluens* (Kütz.) Fott  
*C. dispar* Schmidle  
*Nannochloris* sp. 1

##### Dictyosphaeraceae

*Dictyosphaerium pulchellum* H.C. Wood

##### Gloeocystaceae

*Gloeocystis polydermatica* (Kütz.) Hindák  
*G. vesiculosa* Näg.  
*G.* sp. 1

##### Micractiniaceae

*Micractinium pusillum* Fresenius

#### **Microsporales**

##### Microsporaceae

*Microspora quadrata* Hazen  
*M. stagnorum* (Kütz.) Lagerh.  
*M. tumidula* Hazen  
*M. willeana* Lagerh.

#### **Oedogoniales**

##### Oedogoniaceae

*Bulbochaete* sp. 1  
*Oedogonium pringsheimii* C.E. Cramer  
*O. punctatostriatum* de Bary

#### **Prasiolales**

##### Schizogoniaceae

*Schizogonium murale* Kütz.

##### **Sphaeropleales**

*Scotielloopsis* sp.1

##### Bracteacoccaceae

*Bracteacoccus medionucleatus* H.W.Bischoff & H.C.Bold  
*B.* cf. *minor* (Chodat) Petrová  
*B.* sp. 1

##### Palmellaceae

*Palmellopsis muralis* Bold & King

##### Selenastraceae

*Chlorolobion lunulatum* Hindák

##### Scenedesmaceae

*Coelastrum microporum* Näg.  
*Crucigenia irregularis* Wille  
*Elakatothrix gelatinosa* Wille  
*Follicularia botryoides* (W. Herndon) Kom.  
*Planktosphaeria gelatinosa* G.M. Smith  
*Scenedesmus abundans* (Kirchn.) Chodat  
*S. ecornis* (Ehr.) Chodat  
*S. obtusus* Meyen  
*S. protuberans* Fritsch & Rich  
*S. quadricauda* (Turp.) Bréb.  
*S. serratus* (Corda) Bohlin  
*S. soli* Hortob.  
*Scotiellopsis levicostata* (Hollerb.) Punoch. & Kalina  
*S. terrestris* (Reisigl) Punoch. & Kalina

#### **Tetrasporales**

##### Tetrasporaceae

*Tetraspora cylindrica* (Wahlenb.) Ag.  
*T. lubrica* (Roth) Ag.  
*T. lacustris* Lemm.

#### **Volvocales**

##### Chlamydomonadaceae

*Chlorogonium metamorphum* Skuja

##### Haematococcaceae

*Haematococcus lacustris* (Girod-Chantrons) Rostafinski

##### Volvocaceae

*Pandorina morum* (O.F. Müll.) Bory

##### **Trebouxiophyceae**

##### **Microthamniales**

##### Microthamniaceae

*Dictyochloropsis reticulata* (Tschermak-Woess) Tschermak-Woess  
*D. splendida* Geitler  
*Myrmecea biatorellae* (Tschermak-Woess et Plessl) J.B. Petersen  
*M.* cf. *bisecta* Reisigl  
*M. incisa* Reisigl  
*Microthamnion kuetzingianum* Näg.  
*Stichococcus bacillaris* Näg.  
*S. fluitans* Gay  
*S. minor* Nägeli  
*S. minutus* Grintz & Péterfi  
*S. subtilis* (Kütz.) Klereker  
*S. scopulinus* Hazen

## Trebouxiales

### Chlorellaceae

*Chlorella* cf. *assymetrica* Mainx  
*C. ellipsoidea* Gern.  
*C. luteoviridis* Chodat  
*C. minutissima* Fott & Nov.  
*C. vulgaris* Beijerinck  
*C. sp. 1*  
*Choricystis chodatii* (Jaag) Fott  
*C. cf. chodatii* (Jaag) Fott  
*C. minor* (Skuja) Fott  
*C. sp. 1*  
*Keratococcus raphidioides* (Hanansgirt) Pascher  
*Raphidonema sempervirens* Chodat

### Oocystaceae

*Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Möbius  
*Monoraphidium contortum* (Thuret) Kom.-Legn.  
*M. sp. 1*  
*Muriella decolor* Vischer  
*M. terrestris* J.B. Petersen  
*M. sp. 1*  
*Nephrocystium agardhianum* Näg.  
*Oocystis elliptica* W. West  
*O. marsonii* Lemm.  
*O. solitaria* f. *major* Wille  
*Oonephris obesa* (W. West) Fott  
*Pseudochlorococcum typicum* Archibald  
*Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott  
*Quadrigula closterioides* (Bohlin) Printz

## Ulvophyceae

### Trentepohliales

#### Trentepohliaceae

*Epibolium dermaticola* Printz  
*Trentepohlia aurea* (L.) Martius

### Ulotrichales

#### Ulotrichaceae

*Geminella terricola* J.B. Petersen  
*Radiofilum transversalis* (Breb.) Ramanathan  
*Ulothrix aequalis* Kütz.  
*U. implexa* (Kütz.) Kütz.  
*U. variabilis* (Kütz.) Kütz.  
*U. cf. verrucosa* Lokh.  
*U. zonata* (Weber & Mohr) Kütz.

## Rhodophyta (6)

### Acrochaetiales

#### Acrochaetaceae

*Audouinella hermannii* (Roth) Duby  
*A. violacea* (Kütz.) Hamel

### Batrachospermales

#### Batrachospermaceae

*Batrachospermum* sp. 1

#### Lemaneaceae

*Lemanea fucina* Bory  
*Paralemanea annulata* (Kütz.) Vis & Sheath

### Cyanidiales

#### Cyanidiaceae

*Rhodospira sordida* Geitler

## Chrysophyceae (3)

### Ochromonadales

#### Dinobryaceae

*Dinobryon bavaricum* Imhof

*D. sertularia* Ehr.

## Phaeothamniales

### Phaeothamnaiceae

*Schizochlamydelia minutissima* P. Broady

## Synurophyceae (7)

### Synurales

#### Synuraceae

*Mallomonas caudata* Iwanov  
*M. elongata* Reverdin  
*M. guttata* Wujek  
*M. pseudocoronata* Prescott  
*M. transsylvanica* Pérterfi & Momeu  
*Synura spinosa* Korshikov  
*S. uvella* Ehr.

## Haptophyta (1)

### Isochrysidales

#### Derepyxidaceae

*Spongomonas intestinalis* (Cienkowski) S. Kent

## Raphidiophyceae (1)

### Chloromonadales

#### Vacuolariaceae

*Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing

## Tribophyceae (18)

### Mischococcales

#### Pleurochloridaceae

*Ellipsoidion* sp. 1  
*Monallantus stichococcoides* Pascher  
*Monodus* sp. 1  
*Nephrodiella* sp. 1  
*Pleurochloris nanella* Geitler  
*Pleurogaster* sp. 1

#### Botrydiopsidaceae

*Botrydiopsis arhiza* Borzi

## Tribonematales

#### Heteropediaceae

*Heterococcus* sp.

#### Tribonemataceae

*Tribonema aequale* Pascher  
*T. bombycinum* (Ag.) Derbes & Sol  
*T. fonticola* Ettl  
*T. minus* (Wille) Hazen  
*T. monochloron* Pascher & Geitler  
*T. spirotaenia* Ettl  
*T. cf. vulgare* Pascher  
*Xanthonema bristolianum* (Pascher) Silva  
*X. sp. 1*

## Vaucheriales

#### Vaucheriaceae

*Vaucheria sessilis* (Vaucher) DC.

## Eustigmatophyceae (2)

### Eustigmatales

#### Eustigmataceae

*Eustigmatos magnus* (J. B. Petersen) Hibberd  
*E. sp. 1*

## Bacillariophyceae (502)

### Achnanthales

#### Achnanthaceae

*Achnanthes coarctata* (Bréb.) Grun.  
*A. harveyi* Reim.  
*A. helvetica* (Hust.) L.-Bert.  
*A. kraeuselii* Chohn.  
*A. lewisiana* Patr.  
*A. lutheri* Hust.  
*A. reimeri* Camb.  
*A. rosenstockii* L.-Bert.  
*A. saxonica* Krasske ex Hust.  
*A. stewartii* Patr.  
*A. subrostrata* var. *appalachiana* Camb. & Lowe  
*A. subhudsonis* var. *kraeuselii* Chohn.  
*A. subsalsa* J.B. Petersen  
*A. ventralis* (Krasske) L.-Bert.

#### Achnanthidiaceae

*Achnanthidium alpestre* (Lowe & Kociol.) Lowe & Kociol.  
*A. deflexum* (Reim.) Kingstom  
*A. exiguum* (Grun.) Czarn.  
*A. exiguum* var. *heterovalvum* (Krasske) Czarn.  
*A. microcephalum* Kütz.  
*A. minutissimum* (Kütz.) Czarn.  
*Eucocconeis lapponica* var. *ninckei* (Guerm. & Mang.) Edl.  
*Karayevia clevei* (Grun.) Round & Bukht.  
*K. laterostrata* (Hust.) Round & Bukht.  
*Lemnicola hungarica* (Grun.) Round & Basson  
*Planothidium apiculatum* (Patr.) Lowe  
*P. biporum* (Hohn & Heller.) L.-Bert.  
*P. conspicuum* (A. Mayer) Aboal  
*P. dubium* (Grun.) Round & Bukht.  
*P. fossile* (Temp. & Perag.) Lowe  
*P. frequentissimum* (L.-Bert.) Round & Bukht.  
*P. haukianum* (Grun.) Round & Bukht.  
*P. lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Round & Bukht.  
*Psammothidium helveticum* (Hust.) Bukht. & Round  
*P. marginulatum* (Grun.) Bukht. & Round  
*P. subatomoides* (Hust.) Bukht. & Round  
*Rossithidium lineare* (W. Sm.) Round & Bukht.

#### Cocconeidaceae

*Cocconeis diminuta* Pant.  
*C. pediculus* Ehr.  
*C. placentula* Ehr.  
*C. placentula* var. *lineata* (Ehr.) V.H.

#### **Aulacoseirales**

##### Aulacoseiraceae

*Aulacoseira alpigena* (Grun.) Kramm.  
*A. distans* (Ehr.) Simonsen  
*A. granulata* (Ehr.) Simonsen

#### **Bacillariales**

##### Bacillariaceae

*Hantzschia abundans* L.-Bert.  
*H. amphioxys* (Ehr.) Grun.  
*H. vivax* (W. Sm.) M. Perag.  
*Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm.  
*N. acida* Camb.  
*N. acidoclinata* L.-Bert.  
*N. alpina* Hust.  
*N. amphibia* Grun.  
*N. balcanica* Hust.  
*N. clausii* Hantz.  
*N. dissipata* (Kütz.) Grun.  
*N. dissipata* var. *media* (Hantz.) Grun.  
*N. frustulum* (Kütz.) Grun.  
*N. frustulum* var. *perpusilla* (Rabh.) Grun.  
*N. gracilis* Hantz.  
*N. hantzschiana* Rabh.  
*N. linearis* W. Sm.  
*N. microcephala* Grun.  
*N. monanestris* Camb.  
*N. palea* (Kütz.) W. Sm.

*N. perminuta* (Grun.) M. Perag.  
*N. rectiformis* Hust.  
*N. sublinearis* Hust.  
*N. terricola* Lund  
*N. tropica* Hust.  
*Tryblionella acuta* (Cl.) D.G. Mann

#### **Cymbellales**

*Rhoicopshenia curvata* (Kütz.) Grun. ex. Rabenh

##### Cymbellaceae

*Cymbella affinis* Kütz.  
*C. aspera* (Ehr.) H. Perag.  
*C. cistula* (Ehr.) Kirch.  
*C. cymbiformis* Ag.  
*C. ehrenbergii* Kütz.  
*C. hauckii* V.H.  
*C. scotica* W. Sm.  
*C. tumida* (Bréb. ex Kütz.) V.H.  
*C. turgidula* Grun.  
*Cymbopleura gondwana* L.-Bert. et al.  
*C. naviculiformis* (Auersw.) Kramm.  
*C. rupicola* (Grunow) Kramm.  
*Encyonema hebridicum* Grun. ex Cl.  
*E. lunatum* (W. Sm.) V.H.  
*E. minutiforme* Kramm.  
*E. minutum* (Hilse) D.G. Mann  
*E. neogratile* Kramm.  
*E. neomesianum* Kramm.  
*E. perpusillum* (A. Cl.) D.G. Mann  
*E. procerum* Kramm.  
*E. prostratum* (Berk.) Kütz.  
*E. schneideri* Kramm.  
*E. silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann  
*E. silesiacum* var. *distinctepunctata* Kramm.  
*E. simile* Kramm.  
*E. vulgare* Kramm.  
*Encyonopsis microcephala* (Grun.) Kramm.  
*Placoneis abiskoensis* (Hust.) L.-Bert. & Metzelt.  
*P. anglica* (Ralfs) Cox  
*P. clementis* (Grun.) Cox  
*P. elginensis* (Greg.) Cox  
*P. lata* (M. Perag.) Lowe  
*P. neglecta* (Krasske) Lowe  
*P. gastrum* (Ehr.) Mereschkowsky  
*P. paraelginensis* L.-Bert.

##### Gomphonemataceae

*Gomphoneis minuta* (Stone) Kociol. & Stoerm.  
*G. olivacea* (Hornemann) Ross & Sims  
*Gomphonema acuminatum* Ehr.  
*G. acuminatum* var. *pusillum* Grunow  
*G. affine* Kütz.  
*G. affine* var. *insigne* (Greg.) Andrews  
*G. anglicum* Ehr.  
*G. angustatum* (Kütz.) Rabh.  
*G. angustatum* var. *obtusatum* (Kütz.) Grun.  
*G. apicatum* Ehr.  
*G. augur* Ehr.  
*G. brasiliense* Grun.  
*G. christensenii* Lowe & Kociol.  
*G. commutatum* Grun.  
*G. consector* Hohn & Hellerm.  
*G. coronatum* Ehr.  
*G. dichotomum* Kütz.  
*G. freesei* Lowe & Kociol.  
*G. gibba* Wall.  
*G. gracile* Ehr.  
*G. gracile* var. *naviculoides* (W. Sm.) Grun.  
*G. grunowii* Patr.  
*G. intricatum* Kütz.  
*G. intricatum* var. *vibrio* (Ehr.) Cl.  
*G. instabilis* Hohn & Hellerman  
*G. laticollum* Reichardt  
*G. mehleri* Camb.  
*G. cf. micropus*

*G. minutum* (Ag.) Ag.  
*G. montanum* Schumann  
*G. parvulum* Kütz.  
*G. procerum* Reichardt & L.-Bert.  
*G. puiggarianum* Grun.  
*G. pygmaeum* Kociol. & Stoerm.  
*G. reimeri* Camb.  
*G. rhombicum* Fricke  
*G. sphaerophorum* Ehr.  
*G. subclavatum* (Grun.) Grun.  
*G. subclavatum* var. *mexicanum* Grun.  
*G. tenellum* Kütz.  
*G. truncatum* Ehr.  
*G. truncatum* var. *capitatum* (Ehr.) Patr.  
*G. truncatum* var. *cuneatum* (Fricke) Camb.

#### Gomphonemataceae

*Gomphonema turgidum* Ehr.  
*G. ventricosum* Greg.  
*Gomphosphenia* sp. 1  
*Reimeria sinuata* (Greg.) Kociol. & Stoerm.

#### Rhoicospheniaceae

*Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) L.-Bert.

#### **Eunotiales**

##### Eunotiaceae

*Eunotia arcus* Ehr.  
*E. bidens* Ehr.  
*E. bidentula* W. Sm.  
*E. bigibba* Kütz.  
*E. billii* Lowe & Kociol.  
*E. bilunaris* (Ehr.) Mills  
*E. braendlei* L.-Bert. & Werum  
*E. curtagrnowii* Nörpel-Sch. & L.-Bert.  
*E. curvata* (Kütz.) Lagerst.  
*E. diodon* Ehr.  
*E. elegans* Østr.  
*E. exigua* (Bréb. ex Kütz.) Rabh.  
*E. exigua* cf. var. *bidens* Hust.  
*E. fallax* A. Cl.  
*E. cf. fallax*  
*E. flexuosa* (Bréb.) Kütz.  
*E. formica* Ehr.  
*E. glacialis* Meist.  
*E. hexaglyphis* Ehr.  
*E. incisa* Gregory  
*E. indica* Grun.  
*E. inflata* (Grun.) Nörpel & L.-Bert.  
*E. intermedia* (Krasske) Nörpel-Sch. & L.-Bert.  
*E. lunaris* (Ehr.) Grun.  
*E. lunaris* var. *capitata* (Grun.) Schönfeldt  
*E. macroglossa* Furey, Lowe, and Johansen  
*E. maior* (W. Sm.) Rabh.  
*E. meisteri* var. *bidens* Hust.  
*E. microcephala* Krasske  
*E. minor* (Kütz.) Grun.  
*E. monodon* Ehr.  
*E. monodon* var. *bidens* (Greg.) Hust.  
*E. muscicola* Krasske  
*E. muscicola* var. *tridentula* Nörpel & L.-Bert.  
*E. naegeli* Migula  
*E. nymanniana* Grun.  
*E. paludosa* Grun.  
*E. pectinalis* (Kütz.) Rabh.  
*E. pectinalis* var. *minor* (Kütz.) Rabenh.  
*E. perpusilla* Grun.  
*E. pirla* Carter & Flower  
*E. praerupta* Ehr.  
*E. praerupta* var. *bidens* (Ehr.) Grun.  
*E. praerupta* var. *biggibba* (Kütz.) Grun.  
*E. praerupta* var. *inflata* Grun.  
*E. rhomboidea* Hust.  
*E. septentrionalis* Østr.  
*E. serra* Ehr.

*E. siolii* Hust.  
*E. soleirolii* (Kütz.) Rabh.  
*E. subarcuatooides* Alles, Nörpel & L.-Bert.  
*E. suecica* A. Cl.  
*E. sudetica* O. Müll.  
*E. tenella* (Grun.) Cl.  
*E. valida* Hust.  
*E. vanheurckii* var. *intermedia* (Krasske ex Hust.) Patr.  
*E. variundulata* Nörpel-Sch. & L.-Bert.  
*E. veneris* (Kütz.) De Toni  
*E. cf. yanomami* Metzelt. & L.-Bert.  
*E. zasuminensis* (Cabejsz.) Körner  
*E. cf. zygodon* Ehr.

#### **Fragilariales**

##### Fragilariaceae

*Asterionella formosa* Hassall  
*Diatoma mesodon* (Ehr.) Kütz.  
*D. vulgare* Bory  
*Fragilaria capucina* Desmaz.  
*F. crotonensis* Kitton  
*F. socia* (Wall.) L.-Bert.  
*F. vaucheriae* (Kütz.) J.B. Petersen  
*Fragilariaforma hungarica* var. *tumida* (Cl.-Eul.) Hamil.  
*F. virescens* (Ralfs) Will. & Round  
*F. virescens* var. *capitata* (Østr.) Czarn.  
*Hannaea arcus* (Ehr.) Patr.  
*H. arcus* var. *amphioxys* (Rabh.) Patr.  
*Martyana martyi* (Hérib.) Round  
*Meridion alansmithii* Brandt  
*M. circulare* (Grev.) Ag.  
*M. circulare* var. *constrictum* (Ralfs) V.H.  
*Pseudostaurosira brevistriata* (Grun.) Will. & Round  
*Staurosirella leptostauron* (Ehr.) Will. & Round  
*S. leptostauron* var. *dubia* (Grun.) Edl.  
*S. pinnata* (Ehr.) Will. & Round  
*Synedra acus* var. *angustissima* Grun.  
*S. amphicephala* Kütz.  
*S. delicatissima* W. Sm.  
*S. famelica* Kütz. sensu Patr. & Reim.  
*S. parasitica* (W. Sm.) Hust.  
*S. rumpens* Kütz.  
*S. rumpens* var. *familiaris* (Kütz.) Grun.  
*S. rumpens* var. *fragilarioides* Grun.  
*S. rumpens* var. *scotica* Grun.  
*S. ulna* (Nitzsch) Ehr.  
*S. ulna* var. *contracta* Østr.  
*S. ulna* var. *oxyrhynchus* f. *mediocontracta* (Forti) Hust.  
*S. ulna* var. *ramesii* (Hérib. & Perag.) Hust.

#### **Melosirales**

##### Melosiraceae

*Melosira dickiei* (Thwaites) Kütz.  
*M. varians* Ag.

#### **Naviculales**

##### Amphipleuraceae

*Amphipleura pellucida* (Kütz.) Kütz.  
*Frustulia amosseana* L.-Bert.  
*F. amphipleuroides* (Grun.) Cl.-Euler  
*F. crassinervia* (Bréb.) L.-Bert. & Kramm.  
*F. rhomboides* (Ehr.) De Toni Varieties  
*F. krammeri* Lange-Bertalot & Metzeltin  
*F. saxonica* Rabh.  
*F. saxonica* var. *capitata* A. Mayer  
*F. vulgaris* (Thwaites) De Toni  
*F. weinholdii* Hust.

##### Brachysiraceae

*Brachysira brebissonii* Ross  
*B. vitrea* (Grun.) Ross

#### Cavinulaceae

*Cavinula cocconeiformis* (Greg. ex Grev.) D.G. Mann & Stickle  
*C. jaermefeltii* (Hust.) D.G. Mann & Stickle  
*C. lapidosa* (Krasske) L.-Bert.  
*C. weinzierlii* (Schimanski) Czarniecki  
*C. sp. 1*  
*C. sp. 2*

#### Diadesmidaceae

*Diadesmis brekkaensis* (Petersen) D.G. Mann  
*D. biscutella* L.-Bert.  
*D. contenta* (Grun.) D.G. Mann  
*D. contenta* var. *biceps* (Grun.) Hamilton  
*D. laevisissima* (Cl.) D.G. Mann  
*D. paracontenta* L.-Bert. & Werum

#### Diadesmidaceae

*Diadesmis paracontenta* ssp. *magisconcava* L.-Bert.  
*D. perpusilla* (Grun.) D.G. Mann  
*Luticola acidoclinata* L.-Bert.  
*L. cohnii* (Hilse) D.G. Mann  
*L. goeppertiana* (Bleisch) D.G. Mann  
*L. minor* (Patr.) Mayama  
*L. mutica* (Kütz.) D.G. Mann  
*L. muticoides* (Hust.) D.G. Mann  
*L. saxophila* (Bock ex Hust.) D.G. Mann  
*L. stigma* (Patr.) Johansen  
*L. terminata* (Hust.) Johansen  
*L. terminata* var. *rostrata* (Krasske) Johansen

#### Diploneidaceae

*Diploneis elliptica* (Kütz.) Cl.  
*D. fusca* (Greg.) Cl.  
*D. marginestriata* Hust.  
*D. oblongella* (Näg. ex Kütz.) Ross  
*D. ovalis* (Hilse) Cleve  
*D. petersenii* Hustedt  
*D. smithii* var. *dilatata* (Perag.) Boyer  
*D. sp.1*

#### Naviculaceae

*Adlafia suchlandtii* (Hust.) L.-Bert.  
*Chamaepinnularia begeri* (Krasske) L.-Bert.  
*C. margaritacea* (Hust.) L.-Bert.  
*C. mediocris* (Krasske) L.-Bert.  
*C. soehrensii* var. *hassiaci* (Krasske) L.-Bert.  
*C. vyvermanii* L.-Bert. & Kramm.  
*C. spp.*  
*Decussata placenta* (Ehr.) L.-Bert. & Metzelt.  
*Fistulifera saprophila* (L.-Bert. & Bonik) L.-Bert.  
*Geissleria decussis* (Østrup) L.-Bert. & Metzelt.  
*G. lateropunctata* (Wall.) Potapova & Winter  
*G. paludosa* (Hust.) L.-Bert. & Metzelt.  
*G. subdecussis* (Hust.) L.-Bert.  
*Hippodonta capitata* (Ehr.) Lange-Bert., Metzelt. & Witk.  
*H. hungarica* (Grun.) Lange-Bert., Metzelt. & Witk.  
*Microcostatus krasskei* (Hust.) Johansen & Sray  
*Navicula abiskoensis* Hust.  
*N. amphiceropsis* L.-Bert. & Rumr.  
*N. angusta* Grun.  
*N. arvensis* Hust.  
*N. bicephala* Hust.  
*N. cincta* (Ehr.) Ralfs  
*N. cryptocephala* Kütz.  
*N. cryptotenella* L.-Bert.  
*N. digna* Hust.  
*N. erifuga* L.-Bert.  
*N. globosa* Meist.  
*N. gottlandica* Grun.  
*N. graciloides* A. Mayer  
*N. gregaria* Donk.  
*N. hambergii* Hust.  
*N. hasta* Pant.  
*N. keeleyi* Patr.  
*N. lanceolata* (Ag.) Kütz.  
*N. lateropunctata* Wall.

*N. leistikowii* L.-Bert.  
*N. minima* Grun.  
*N. notha* Wall.  
*N. paratunkae* J.B. Petersen  
*N. phyllepta* Kütz.  
*N. pseudoarvensis* Hust.  
*N. pseudofrickia* Patr.  
*N. radiosa* Kütz.  
*N. recens* L.-Bert.  
*N. rhynchocephala* Kütz.  
*N. salinarum* var. *intermedia* (Grun.) Cl.  
*N. schmassmannii* Hust.  
*N. schroeteri* var. *escambia* Patr.  
*N. simula* Patr.  
*N. stroemii* Hust.  
*N. subhamulata* Grun.  
*N. tantula* Hust.  
*N. tenuicephala* Hust.  
*N. tripunctata* (O. Müll.) Bory  
*N. tripunctata* var. *schizonemoides* (V.H.) Patr.  
*N. trivialis* L.-Bert.  
*N. upsaliensis* (Grun.) Perag.  
*N. venerabilis* Hohn & Hellerm.  
*N. veneta* Kütz.  
*N. ventralis* Krasske  
*N. viridulacalcis* L.-Bert.  
*N. viridula* var. *linearis* Hust.  
*N. viridula* var. *rostellata* (Kütz.) Cl.  
*N. wallacei* Reim.  
*N. yorkensis* Camb.  
*Nupela deformis* L.-Bert.  
*N. neglecta* Pon., Lowe & Potapova  
*N. tristis* (Krasske) L.-Bert.  
*N. wellneri* (L.-Bert.) L.-Bert.  
*N. spp.*

#### Neidiaceae

*Neidium affine* (Ehr.) Pfitzer  
*N. affine* var. *amphirhynchus* (Ehr.) Cl.  
*N. affine* var. *longiceps* (Greg.) Cl.  
*N. alpinum* Hust.  
*N. ampliutum* (Ehr.) Kramm.  
*N. binode* (Ehr.) Hust.  
*N. bisulcatum* (Lagerst.) Cl.  
*N. bisulcatum* var. *subundulatum* (Grun.) Reim.  
*N. dubium* (Ehr.) Cl.  
*N. hankensis* Skvortz.  
*N. hercynicum* f. *subrostratum* Wall.  
*N. iridis* (Ehr.) Cl.  
*N. iridis* var. *amphigomphus* (Ehr.) A. Mayer  
*N. iridis* var. *vernalis* (Reich. ex Hust.) Frenguelli  
*N. ladogensis* var. *densestriatum* f. *peribryum* Lowe & Kociol.  
*N. tenuissimum* Hust.

#### Pinnulariaceae

*Caloneis aerophila* Bock  
*C. alpestris* (Grun.) Cl.  
*C. bacillum* (Grun.) Cl.  
*C. hyalina* Hust.  
*C. lauta* Carter & Bailey-Watts  
*C. lewisii* var. *inflata* (Schultze) Patr.  
*C. schumanniana* var. *biconstricta* f. *baikalensis* Skvortz.  
*C. tenuis* (Greg.) Kramm.  
*C. undulata* (Greg.) Kramm.  
*Diatomella balfouriana* (W. Smith) Grev.  
*Pinnularia abaujensis* var. *rostrata* (Patr.) Patr.  
*P. abaujensis* var. *subundulata* (A. Mayer ex Hust.) Patr.  
*P. acidicola* var. *elongata* Van de Vijver & Beyens  
*P. acrospheria* W. Sm.  
*P. cf. amabilis* Kramm.  
*P. angusta* (Cleve) Kramm.  
*P. angusta* var. *rostrata* Kramm.  
*P. biceps* Greg.  
*P. borealis* Ehr.  
*P. borealis* var. *rectangularis* Carls.  
*P. braunii* var. *amphicephala* (A. Mayer) Hust.

*P. brebissonii* (Kütz.) Rabh.  
*P. burkei* Patr.  
*P. erratica* Kramm.  
*P. cf. graciloides* var. *triundulata* (Font.) Kramm.  
*P. intermedia* (Lagerst.) Cl.  
*P. lecohui* Van de Vijver  
*P. macilenta* Ehr.  
*P. maior* (Kütz.) Rabh.  
*P. mesogongyla* Ehr.  
*P. mesolepta* (Ehr.) W. Sm.  
*P. mesolepta* var. *angusta* Cl.  
*P. microstauron* (Ehr.) Cl.  
*P. microstauron* var. *rostrata* Kramm.  
*P. neomajor* Kramm.  
*P. nodosa* (Ehr.) W. Sm.  
*P. obscura* Krasske

#### Pinnulariaceae

*Pinnularia obscuriformis* Kramm.  
*P. rabenhorstii* var. *franconica* Kramm.  
*P. stomatophora* (Grun.) Cl.  
*P. stomatophora* var. *irregularis* Kramm.  
*P. streptoraphe* Cl.  
*P. subcapitata* Greg.  
*P. subcapitata* var. *hilsseana* (Janisch ex Rabj.) Müll.  
*P. subcapitata* var. *paucistriata* (Grun.) Cl.  
*P. subrupestris* Kramm.  
*P. substomatophora* Hust.  
*P. sudetica* var. *britannica* (Grun.) Kramm.  
*P. termitina* (Ehr.) Patr.  
*P. titusiana* Hagelst.  
*P. viridis* (Nitzsch) Ehr.

#### Pleurosigmataceae

*Gyrosigma nodiferum* (Grun.) GWest  
*G. sciotoense* (Sullivant & Wormley) Cleve  
*G. scalproides* (Rabh.) Cl.  
*G. spencerii* (Quekett) Griffith & Henfrey

#### Sellaphoraceae

*Eolimna minima* (Grun.) L.-Bert.  
*Fallacia indifferens* (Hust.) D.G. Mann  
*F. subhamulata* (Grun.) D.G. Mann  
*F. vitrea* (Østrup) D.G. Mann  
*Sellaphora laevis* (Kütz.) D.G. Mann  
*S. seminulum* (Grun.) D.G. Mann  
*S. mutata* (Krasske) L.-Bert.  
*S. parapupula* L.-Bert.  
*S. pupula* (Kütz.) Meresch.  
*S. rectangularis* (Greg.) L.-Bert. & Metzelt.  
*S. cf. rectilinearis* L.-Bert.  
*S. rostrata* (Hust.) Johansen  
*S. seminulum* (Grun.) Mann  
*S. wummensis* Johansen

#### Stauroneidaceae

*Craticula accomoda* (Hust.) D.G. Mann  
*C. cuspidata* (Kütz.) D.G. Mann  
*Stauroneis acuta* var. *terryana* Temp.  
*S. anceps* Ehr.  
*S. anceps* f. *gracilis* Rabenh.  
*S. borrichi* var. *subcapitata* (J.B. Petersen) Lund  
*S. gracilior* (Rabenhorst) Reichardt  
*S. kriegeri* Patr.  
*S. obtusa* Lagerst.  
*S. phoenicenteron* (Nitz.) Ehr.  
*S. phoenicenteron* f. *gracilis* (Ehr.) Hust.  
*S. smithii* Grun.  
*S. smithii* var. *incisa* Pant.

#### **Orthoseirales**

##### Orthoseiraceae

*Orthoseira dendroteres* (Ehr.) Crawford  
*O. roeseana* (Rabh.) O Meara  
*O. spinosa* W. Sm.

#### **Rhizosoleniales**

##### Rhizosoleniaceae

*Acanthoceros zachariasii* (Brun) Simonsen  
*Urosolenia eriensis* (H.L. Smith) Round & Crawford

#### **Rhopalodiales**

##### Rhopalodiaceae

*Epithemia adnata* var. *saxonica* (Kütz.) Patr.  
*E. turgida* var. *westermanii* (Ehr.) Grun.  
*Rhopalodia acuminata* Kramm.  
*R. brebissonii* Kramm.  
*R. gibberula* (Ehr.) O. Müll.  
*R. gibberula* var. *vanheurckii* O. Müll.

#### **Surirellales**

##### Surirellaceae

*Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm.  
*Stenopterobia delicatissima* (Lewis) Bréb. ex V.H.  
*S. sp. 1*  
*S. sp. 2*  
*Surirella agmatilis* Camb.  
*S. angustata* Kütz.  
*S. brebissonii* var. *kuetzingiana* Kramm. & L.-Bert.  
*S. carolinicola* Camb.  
*S. linearis* W. Sm.  
*S. linearis* var. *helvetica* (Brun) Meist.  
*S. minuta* Bréb.  
*S. nervosa* (Schmidt) A. Mayer  
*S. ovata* Kütz.  
*S. ovata* var. *pinnata* (W. Sm.) Hust.  
*S. stalagma* Hohn & Hellebr.  
*S. spiralis* Kütz.

#### **Tabellariales**

##### Tabellariaceae

*Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kütz.  
*T. flocculosa* (Roth) Kütz.  
*Tetracyclus rupestris* (A. Br.) Grun.

#### **Thalassiosiphales**

##### Catenulaceae

*Amphora copulata* (Kütz.) Schoeman & Archibald  
*A. pediculus* (Kütz.) Grun.  
*A. perpucilla* (Grun.) Grun.  
*A. ovalis* var. *affinis* (Kütz.) V.H. Ex De Toni

#### **Thalassiosirales**

##### Stephanodiscaceae

*Cyclotella meneghiniana* Kütz.  
*C. ocellata* Pant.  
*C. pseudostelligera* Hust.  
*C. stelligera* Cl. in Grun  
*Discostella stelligera* (Cl.) Houk & Klee  
*Stephanocyclus meneghiniana* (Kütz.) Skabitsch.

##### Thalassiosiraceae

“*Spicaticibra kingstonii*”

#### **Phaeophyceae (1)**

##### **Ectocarpales**

##### Ralfsiaceae

*Heribaudiella* sp.

#### **Cryptophyta (1)**

##### **Cryptomonadales**

##### Cryptomonadaceae

*Cryptomonas pyrenoidifera* Geitler

## **Dinophyta (22)**

### **Gloedinales**

#### Gloediniopsidaceae

*Gloedinium montanum* Klebs  
*Rufusiella insignis* (Hassall) Loeblich

### **Gymnodinales**

#### Gymnodiniaceae

*Gymnodinium aeruginosum* F. Stein  
*G. fuscum* (Ehr.) F. Stein  
*Katodinium bohemicum* (Fott) Litvinenko

### **Peridinales**

#### Ceratiaceae

*Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh  
*C. rhomvoides* Hickel

#### Gonyaulacaceae

*Thompsodinium intermedium* (Thomps.) Bour.

#### Peridiniaceae

*Durinskia baltica* (Levan.) Carty & Cox  
*Peridiniopsis elpatiewski* (Ostenf.) Bour.  
*P. polonicum* (Wolo.)  
*P. quadridens* (Stein) Bour.  
*Peridinium deflandrei* Lefevre  
*P. gatunense* Nygaard  
*P. inconspicuum* Lemm.  
*P. lomnickii* Woloszynska  
*P. umbonatum* Stein  
*P. volzii* Lemm.  
*P. willei* Huitfeldt-Kaas  
*P. wisconsinense* Eddy

### **Phytodinales**

#### Phytodiniaceae

*Dinococcus bicornis* (Wolo.) Fott  
*Stylodinium globosum* G.A. Krebs

## **Euglenophyta (20)**

### **Euglenales**

#### Euglenaceae

*Euglena fusca* (Klebs) Lemm.  
*E. helicoideus* (Bernard) Lemm.  
*E. mutabilis* Schmitz  
*E. polymorpha* P.A. Dangeard  
*E. spirogyra* Ehr.  
*E. splendens* P.A. Dangeard  
*Lepocinclis ovum* (Ehr) Lemm.  
*L. stexta* (Dujardin) Lemm.  
*Monomorphina pyrum* (Ehr.) Mereschkowsky  
*Phacus platalea* Drezepolski  
*P. suecicus* Lemm.  
*P. tortus* (Lemm.) Skvortzov  
*Strombomonas* cf. *urceolata* (Stokes) Defl and.  
*Trachelomonas armata* (Ehr.) Stein  
*T. dubia* Swirenko  
*T. hispida* (Perty) Stein  
*T. superba* Svirenko  
*T. volvocina* Ehr.  
*T. woycickii* Koczwara

### **Heteronematales**

#### Peranemidae

*Peranemopsis limax* (Christen) Larsen