

Katedra botaniky
Přírodovědecké fakulty
Univerzity Palackého v Olomouci

AEROFYTICKÉ SINICE KEŇA

Bakalářská práce

Vedúci práce: RNDr. Petr Hašler, Ph.D.

Vypracovala: Michaela Sabelová

Olomouc 2013

Prehlasujem, že svoju bakalársku prácu som vypracovala sama s použitím literatúry citovanej v záveru.

Olomouc 2013

.....
Michaela Sabelová

Pod'akovanie:

Ďakujem RNDr. Petrovi Hašlerovi, Ph.D. za vedenie bakalárskej práce za ústretový prístup, cenné pripomienky, technické rady a za pomoc pri determinácii siníc.

Ďalej by som chcela poďakovať spolužiakovi, kamarátovi a kolegovi T. Fryčovi za psychickú a odbornú pomoc a trpezlivosť pri určovaní.

V neposlednej rade ďakujem rodine, ktorá mi je oporou počas celého štúdia.

Bibliografická identifikácia

Meno a priezvisko autora: Michaela Sabelová

Názov práce: Aerofytické sinice Keňa

Typ práce: Bakalárska práca

Pracovisko: Katedra botaniky PŘF UP

Vedúci práce: RNDr. Petr Hašler, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2013

Abstrakt: V priebehu roku 2012-2013 bolo preskúmané druhové zastúpenie siníc z oblasti Keňa. Pre prácu boli poskytnuté prírodné vzorky aj kultúry. Keďže systém siníc z tejto oblasti je veľmi komplikovaný, držala som sa pri určovaní čisto rodovým zastúpením. Určených bolo 10 rodov: *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Leptolyngbya*, *Lyngbya*, *Phormidium*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Pseudophormidium*, *Stigonema*. Zaujímavý bol aj výskyt sinice druhu *Jaaginema* sp., ktorá patrí medzi bentické organizmy, rastúce na dne rôznych vodných biotopov. Jednotlivá charakteristika spomenutých rodov bola popísaná, doplnená výsledkami a fotografiami jednotlivých rodov z lokalít.

Kľúčové slová: aerofytické sinice, ekológia, diverzita, taxonómia.

Počet strán: 49

Počet príloh: 20

Jazyk: Slovenčina

Bibliografical identification

Autor's first name and surname: Michaela Sabelová

Title: Aerophytic cyanobacteria of Kenya

Type of thesis: bachelor

Department: Department of Botany

Supervisor: RNDr. Petr Hašler, Ph.D.

The year of presentation: 2013

Abstract: During period 2012-2013 the research of generic representation of cyanobacteria in Kenya was explored. For my research the natural samples and cultures was provided. I determined the samples only by generic representation because systems of cyanobacteria from this area is really complicated. There have been determined about 10 genera : *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Leptolyngbya*, *Lyngbya*, *Phormidium*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Pseudophormidium*, *Stigonema*. The most interesting appearance of cyanobacteria of *Jaaginema* sp., which is benthic organism which is grown at the bottom of different aquatic biotope. Characteristics of genus mentioned above was described and was completed with results and photos of individual genus from different localities. I am gonna write you and then go for another secret mision.

Keywords: aerophytic cyanobacteria, ecology, diversity, taxonomy.

Numer of pages: 49

Numer of appendices: 20

Language: Slovak

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Sinice	1
1. 2. Ekológia siníc	2
1.2.1. Ekologická diverzita v minulosti a v súčasnosti	2
1.2.2. Ekológia vodného kvetu	3
1.2.3. Vápenaté povrchy	4
1.2.4. Charakteristika prostredia a spoločenstiev	7
1.2.5. Adaptabilita siníc	9
1.3. Aerofytické sinice	11
1.4. Sinice v tropických oblastiach	15
1.5. Základný prehľad taxonómie siníc	19
1.5.1. Problematika taxonómie.....	20
1.5.1.1. Kombinácia molekulárneho a tradičného prístupu.....	20
1.5.1.2. Súčasný systém siníc.....	22
1.5.1.3. Taxonomické hodnotenie prirodzených populácií	23
2. Ciele práce	25
3. Materiál a metódy	26
3. 1. Charakteristika oblastí	26
3.1.1. Afrotropická biogeografická oblasť	26
3.1.2. Fauna	26
3.1.3. Flóra	26
3.1.4. Lokality	27
3.2. Metodika práce	30
4. Výsledky	31
5. Diskusia	37
6. Záver	39
7. Obrázkové prílohy.....	40
8. Literatúra	46

1. Úvod

1.1 Sinice

Sinice alebo cyanophyta sú veľmi drobné a veľmi jednoduché autotrofné prokaryotické organizmy s jednobunečnou alebo vláknitou stielkou. Evolučne veľmi staré (3.5 miliardy rokov) s výskytom po celej Zemi, s výnimkou veľmi kyslých lokalít. Pravdepodobne hrali rozhodujúcu úlohu vo vytváraní kyslíkatej atmosféry. Rovnako zaujímavé je ich časté vstupovanie do symbiotických vzťahov s inými organizmami. Príkladom môže byť biologická fixácia dusíka, kde sinice zohrávajú dôležitú úlohu v mutualistických a symbiotických asociáciách s mikroriasami (*Rhizosolenia- Richelia*: Villareal, 1992), makroriasami (zelené riasy *Codium* a druhy planktónnych hnedých rias *Sargassum*: Carpenter, 1973; Rosenberg and Paerl, 1980; Philips and Zeman, 1900), rovnako aj s vyššími zakorenenými rastlinami (mangrovník, morské riasy: Gallon et. al., 1991; Capone, 1983) a živočíchmi (Stewart, 19730).

Stavba buniek je veľmi jednoduchá. V bunkách siníc nenájdeme jadro, chloroplasty ani mitochondrie. Chýbajú tiež bičiky, Golgiho aparát, endoplazmatické retikulum, vakuoly atď. Ich DNA je obsiahnutá v nukleoplazmatickej oblasti, teda (spravidla v strede). Tá podobne ako u všetkých prokaryot nie je oddelená od ostatnej protoplazmy žiadnou jadrovou membránou. Tylakoidy predstavujú najnápadnejší útvar vo vnútri bunky. Medzi významné fotosyntetické pigmenty patria (chlorofyl a, β - karotén, xantofyly a fykobiliny). Fykobilizómy, ktoré sú tvorené fykobilinmi bielkovinovej povahy (fykobiliproteíny), dva sú modré (c- fykocyanin a allofykocyanin) a jeden je červený (c- fykoerythrin). A fotosyntetické pigmenty sú na povrchu tylakoidov spoločne s fykobilinmi. Plnia funkciu svetlozbernej antény, citlivosť umožňuje fotosyntézu siníc pri veľmi nízkej hladine osvetlenia. Bunky sú často obalené slizom, bunková stena je dosť pevná, vrstevnatá. V bunke sú prítomné ešte karboxyzómy (drobné telieska v tvare mnohostena).

Sinice majú niekoľko typických štruktúr jednou z nich sú aerotopy. Aerotopy sú jedinou štruktúrou v živých bunkách, ktorá je naplnená plynom. Jedná sa o valcovité telieska v tvare mnohostena. Stena aerotopov je zložená z glykoproteínov a je priepustná pre všetky plyny rozpustné vo vode. Sinice si ich môžu tvoriť a dezorganizovať v závislosti na abiotických podmienkach. Ďalej sú sinice charakteristické tvorbou špecializovaných buniek: heterocytov, akinet. Heterocyty sú tlustostenné bunky ich obsah sa v optickom mikroskope javí ako prázdny teda s homogénnym vnútorným obsahom. Akinety sú tlustostenné bunky

s obsahom, ktorý je tvorený zásobnými granulami. Funkcia akinet je prežívanie v nepriaznivých podmienkach.

Bunky siníc sa delia prostým zaškrtením od obvodu smerom k stredu bunky. Kruhovú vychlípenie plazmatickej membrány určuje rovinu delenia. Pretína systém tylakoidov aj nukleoplazmatickú oblasť a tým ju rozdelí na dcérine bunky. Súbežne s plazmatickou membránou narastá medzi dcérine protoplasty bunková stena, pričom vzniká priečna priehradka. Slizová pošva sa delenia u vláknitých siníc nezúčastňuje.

V kolóniách jednobunkových siníc je uloženie buniek určované priebehom delenia (Kalina, 1994). Výsledkom je buď kolónia s náhodne roztrúsenými bunkami v spoločnom slize alebo usporiadané kolónie, kde uloženie buniek v kolóniách býva rodovo špecifické.

Jednoduché stielky vláknitých siníc pozostávajú z nerozvetvenej rady vegetatívnych buniek. Medzi sebou sú spojené jemnými plazmodezmami. Takejto stielke hovoríme trichóm, typický napríklad pre *Oscillatoria*. K vetveniu dochádza po prerušení trichómu, napr. tým, že sa niektorá bunka v heterocyste zmení a odumrie. Nové vzniknuté konce trichómu, alebo iba jeden z nich, rastie ďalej, slizovú pochvu pretrhnú a vytvoria bočné vlákno. Takéto vetvenie označujeme ako nepravé. Pravé vetvenie je také, ktoré pri ktorom vznik nového bočného vlákna začína zmenou roviny v jednej z vegetatívnych buniek. Považujeme ho za vývojovo pokročilejšie ako nepravé vetvenie typické pre *Stigonematales*.

Delením buniek, klíčením artrospor, hormogóniami prebieha rozmnožovanie, ktoré sa výhradne rozmnožujú nepohlavne. Jednobunkové sinice sa rozmnožujú spravidla delením buniek a fragmentáciou kolónií. Vláknité sinice sa množia hormogóniami, čo sú niekoľkobunkové časti vlákna, oddeľované z vlákna materského.

1.2 Ekológia siníc

1.2.1 Ekologická diverzita v minulosti a v súčasnosti

Geológovia a geochemici sa zhodnú na tom, že sinice mali dlhú evolučnú históriu, väčšina aj keď nie všetci sa zhodli, že siaha aspoň do 3500 Ma, hoci špekulácie o výskyte siníc na Marse vyvoláva širšie otázky o ich pôvode. Táto pozornosť sa obracia na výskum NASA, Viking Program v McMurdo Dry Valleys (Friedmann, 1982; Wynn- Williams 1990; Nienow and Friedmann, 1993). Schopf a Walter (1982) označujú Proterozoickú éru (2500- 570 Ma) "Vekom siníc", pretože sú najhojnejšie zachované vo fosílnom zázname. Svedčia o tom vláknité štruktúry nájdené v proterozoických horninách, alebo laminátové štruktúry známe

ako stromatolity. Zdajú sa byť podobné zo štruktúrami, ktoré vznikajú na niekoľkých miestach aj v súčasnosti, najznámejšia oblasť v Shar Bay západnej Austrálie.

Kým pastva bezstavovcov je zodpovedná za zničenie mnohých laminovaných štruktúr tvorených siniciami, ako *Phormidium hendersonii*. Absencia tejto činnosti v proterozoiku je pravdepodobne jedným z dôvodov, prečo tak veľa štruktúr z tejto éry boli schopné pretrvávať ako stromatolity (Schopf and Walter, 1982). Sinice boli tiež veľmi dôležité pri tvorbe mnohých vrstiev obsahujúce bohaté ropné ložiská (Radwan et.al., 1996, Al- Hasan et. al., 1994). Maximálna zaznamenaná teplota siníc *Synechococcus*, ktoré sú súčasťou mnohých termálnych prameňov v západnej časti Severnej Ameriky, bola asi 73°C. Je tu istá pochybnosť o tom, či sa nejedná o relikty Zeme, pretože sinice inde vo svete takúto teplotu nikdy nedosiahli. (Castenholz, 1978).

Medzi rekcie správania vodných siníc je význam denných rytmov. Takéto rytmy sú základné adaptácie živých buniek na kolísanie svetla a tepla. Tými sú s najväčšou pravdepodobnosťou tieto organizmy, pre ktoré môžu byť tieto otázky v blízkej budúcnosti zodpovedané (Kondo et al., 1994).

1.2.2 Ekológia vodného kvetu

Premnoženie siníc v znečistených vodách spôsobuje tzv. vodný kvet, ktorý je charakterizovaný ako masový rozvoj organizmov fytoplanktónu v povrchových vodách. Je zakončený tvorbou povlakov na vodnej hladine. Zhlukujú sa vo forme vločiek, ihličiek a nepravidelných mas. Mnohé druhy však môžu produkovať toxíny (napr. u rodu *Microcystis*), (Jan Kaštovský, Tomáš Hauer a Jaromír Lukavský, 2003).

Sinice sú predovšetkým zodpovedné za formovanie týchto kvetov, ktoré predstavujú druhy s plynovými vakuolami. Sú distribuované z celej rady rodov a líšia sa tvarom a veľkosťou od malých až po veľké vláknité, guľovité kolónie. Vláknité formy sa vyskytujú buď ako rovné, špirálovité alebo skrútené reťazce, sekundárna morfológia je v prípade zoskupenia alebo zapletenia mnohých vlákien (Reynolds a Walsby, 1975; Lewis, 1976). Vláknité formy sa značne líšia vo veľkosti, napríklad *Anabaena minutissima* (4 µm široká a až 104 µm dlhá: Walsby et al., 1989) alebo *Oscillatoria agardhii* var. *isothrix* (3,5 µm široká a až 125 µm dlhá: Reynolds, 1984) špirálovito stočené vlákna ako u *Anabaena circinalis*, ktoré môžu byť 220 µm dlhé a celkovo môže tvoriť makroskopické kolónie viditeľné voľným okom. Kolónie jednotlivých siníc sa tiež líšia tvarom a veľkosťou, príkladom môže byť *Microcystis aeruginosa*, ktorej kolónie sa pohybujú v rozmedzí

jednotlivých buniek v priemere 5- 6 μm , často nájdené v kultúrach, veľké guľovité alebo semi-sférické kolónie majúce niekoľko milimetrov v priemere, ktoré obsahujú desaťtisíce buniek na kolóniu (Reynolds et al., 1981). Sinice sú všeobecným prvkom mnohých vodných systémov, vrátane jazier tropických a miernych pásov, riek, ústi riek, kde sa ale hustota buniek, druhové zloženie, vertikálna distribúcia, dlhovekosť a načasovanie populácie sa líšia.

V plytkých, zmiešaných eutrofných jazerách mierneho pásma severnej pologuli s pomedzi siníc, ktoré dominujú v lete sú obvyčajne druhy *Osillatoria*. Tieto jazerá sú zvyčajne zakalené, a ak nie sú príliš studené zimy dominancia môže pretrvávať po celý rok (Scheffer et al 1997; Sas 1989). V niektorých priezračných jazerách mierneho pásma, kde svetlo preniká cez tzv. epilimnion predstavujúci hornú vrstvu vody, druhy ako *Aphanizomenon flos-aquae* a *Oscillatoria agardhii* tvoria metalimnetické populácie z jedného vlákna. Ak sú nevhodné podmienky tieto vlákna sa môžu spolu zhlukovať smerom k povrchu ako bolo pozorované u Gjersjøen, Norway (Walsby et al. 1983).

Kvety siníc a povlaky na povrchoch v tropickom pásme sa môžu tvoriť kedykoľvek v roku, kde ročný slnečný vstup a teploty vzduchu sú relatívne konštantné. Avšak, aj napriek tejto relatívnej stálosti existujú veľké sezónne hydrografické a meteorologické zmeny, ktoré menia štruktúru spoločenstva fytoplanktónu. Tieto označené podobnosti sa vyskytujú vo veľkých tropických jazerách ako je Viktóriino jazero vo východnej časti Afriky (Talling, 1987) a jazero Lanao na Filipínach (Lewis, 1978).

1.2.3 Vápenaté povrchy

Obečne preto konštatovať, že sinice sú kozmopoliti obývajúce všetky ekotopy na Zemi. Typické je pre ne obývanie všetkých extrémnych biotopov, s výnimkou extrémne kyslých lokalít. Sinice spojené s vápencovým prostredím a povrchmi môžu byť epilimnetické alebo endolimnetické. Epilimnetické druhy vodného prostredia niekedy zvyšujú ukladanie uhličitanu vápenatého. Ekologické vlastnosti na mieste majú dôležitý vplyv na proces uhličitanových zrážok, ale fotosyntetická aktivita a tiež vlastnosti pošiev u niektorých druhov taktiež ovplyvňujú proces. Zásobovanie vodou a fosfátová dostupnosť sú dôležité najmä pri distribúcií druhov. Miesta s príležitostne tečúcou vodou s kombináciou dlhého obdobia sucha dominuje Chroococcales s tmavou pošvou (e.g. *Gloecapsa*), zatiaľ čo miesta s význačnými časovými rozdielmi prostredia okolitého fosfátu často typické u rodov (napr. *Rivularia*). Ukladanie uhličitanu vápenatého vedie k zvýšeniu množstva prítomného vápenca ako u travertínov, v sladkých vodách alebo stromatolitov v sladkovodnom ale najmä v morskom prostredí. Neexistuje žiaden dôkaz o tom, či organizmy s vápenatého prostredia sú viac

náchylné na iné typy biologickej interakcie, ktoré môžu postihnúť ich celkovú biomasu na travertín (AP, unpublished data). Endolitické sinice sa vyskytujú na rôznych miestach, ale najmä kde je vápenec jemný a pórovitý. Napríklad u niekoľko rodov (napríklad *Hyella*) aktívne dorastajú na miesta, kde sa objavuje odstránenie povrchového materiálu. Takéto endolitické spoločenstvá sú najlepšie vyvinuté na zvislých povrchoch v prívalovej zóne tropických a subtropických morí, taktiež sú tieto druhy významné v jaskyniach.

Je známe, že vápenaté povrchy majú často nápadné porasty siníc, ktoré môžu byť bohaté na druhy (Jaag, 1945; Golubic, 1967). Diverzita siníc je spojená s vápencovými povrchmi a môžu tak vysvetliť funkciu vápenca. Sú to rôznorodé skupiny viazané na vysoký obsah uhličitanu vápenatého. Pohybujú sa od metamorfovaných vápencov s veľmi nízkym obsahom horčíka k vápencom a vysokým obsahom horčíka, ktoré môžu dosiahnuť 50 mol% MgCa. Veľmi sa líšia v pôvode v ich pórovitosti a schopnosti erodovať. (Tucker and Wright, 1990). Tiež sa značne líšia chemickými prvkami, ktoré by mohli ovplyvniť rast siníc ako fosfáty (Davids and Rnads 1982) a organické látky. K spoločenstvám siníc na vápencových povrchoch patria púštne skaly, útesy suchých a vlhkých oblastí, rôzne štruktúry vzniknuté eróziou, zaplavené vápence z jazier, riek a potokov alebo prívalových zón. Často tvoria spoločenstvá na vápencových artefaktoch (kultúrne pamiatky a budovy), teda širokú škálu ekosystémov budeme posudzovať vo vzťahu k režimu povrchových vôd a ku klimatickému, prívalovému a ľudskému faktoru. Väčšina epililitických foriem má slizovú pošvu a vytvárajú jasné kolónie. Príkladom môže byť často napadnuté *Phormidium incrustatum*.

Činnosťou rias a siníc je tvorba biofilmov na vápnitých historických budovách, ktoré sú predmetom degradačného pôsobenia označovaného ako zvetrávanie. Tieto procesy intenzívnejšie najmä činnosťou mikroorganizmov, pričom ich činnosť ohrozuje zachovanie či už moderných budov, tak aj historických a kultúrnych pamiatok. Vzhľadom k tomu, že organizmy sú prítomné na povrchu týchto materiálov, v biofilmoch, ich činnosti sú lokalizované a koncentrované práve v týchto miestach. Medzi hlavné skupiny mikroorganizmov tvoriace povrchové biofilmy sú riasy, sinice, heterotrofné baktérie, huby a; tiež často prítomné prvoky. Huby a sinice sú obzvlášť prispôsobené prežiť opakované vysušovanie a rehydratáciu. Mnoho siníc a najčastejšie huby na vonkajšej strane budovy bývajú tmavo pigmentované. Ich rast vedie k odfarbeniu (estetické zhoršenie) povrchu. Fotoautotrofné, riasy a sinice, boli považované za primárnych kolonizátorov, ktoré upravujú interné povrchy pre rast heterotrofných organizmov, a to húb. Zo 14 historických budov v Európy a z Latinskej Ameriky, bola použitá lepiaca páska na identifikáciu týchto fotoautotrofných organizmov na vápnitých substrátoch, ktoré tvoria vonkajšie povrchy budov.

Medzi hlavné skupiny mikroorganizmov, ktoré boli zistené a tvoriace biofilmy boli sinice a riasy, huby, i keď zaznamenané boli aj baktérie a prvoky. Tabuľka 1 ukazuje rôzne skupiny rias a siníc, ktoré boli zistené na povrchu (Cezar A. Crispim, Peter M. Gaylarde, Christine C. Gaylarde, 2002).

Tab. 1: Biofilmy rias a siníc na vápnitých povrchoch historických budov v Európe a Latinskej Amerike. (podľa C.A. Crispim et al. 2002).

Site: Month: No. sites	Limestone				Cement/mortar				
	Blaye/ Aug 19	Euston/ Dec 4	Uxmal and Kabah/Feb 6	Tulum/ July 3	Anhato/ April 4	Dorset/ July 1	Carmona/ Feb 3	Valladolid/ Feb 2	POA Aug 5
<i>Synechocystis/coccus</i> ^a	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gloeocapsa/thece</i> ^a	+		+	+			+	+	+
<i>Pleurocapsales</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Oscillatoriales</i> ^c		+			+		+	+	+
<i>Nostocales</i> ^c	+				+	+	+	+	+
<i>Stigonematales</i> ^c	+			+					
Coccoid chlorophytes	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protococcus</i> ^b	+		+			+	+	+	+
<i>Stichococcus</i> ^c	+		+			+		+	+
<i>Klebsormidium</i> ^c						+			+
<i>Trentepohliales</i> ^c	+	+	+	+		+	+	+	+
Diatoms						+			+

^a *Chroococcales*

^b *Protococcus* is a coccoid chlorophyte, separated here because of its frequent occurrence.

^c = filamentous morphotypes.

Taktiež patria medzi prvé fotosyntetizujúce organizmy, ktoré obsadili vápenaté povrchy, odkryté travertíny, substráty typické pre osídľovanie vláknitých siníc, najmä *Phormidium* a *Schizothrix*. Mnohé z týchto siníc sú endolitické. Golubic et al. (1981) stručne potriedil endolitické sinice na kryptoendolitické, chasmoendolitické a euendolitické.

Vápenec, pieskovec sú substráty kolonizované kryptoendolitickými sinicami, ktoré sú primárne svetlo sfarbené s poréznu štruktúrou. Obývajú priestory medzi čiastočkami poréznych hornín, v hĺbke od jedného do niekoľkých milimetrov, široké do 2,5 milimetrov, zreteľne sfarbené vrstvy (Hoffmann 1989). Táto skupina doposiaľ popísaná iba z lokalít známa ako Negev (Friedmann 1971), typické suché a chladné púštne a polopúštne oblasti. Najčastejšie rody vyskytujúce sa z teplých polopúští sú *Gloeotheca*, *Synechococcus*, *Chroococcidiopsis*, *Chroococcus*, *Gloeocapsa* a *Phormidium* (Bell et al. 1986).

Endolitické makro- a mikroorganizmy sú také organizmy, ktoré žijú v skalách. Mnoho mikrobiálnych endolitov môžu odolávať extrémnym prírodným podmienkam, či už sa jedná o vysychanie, stres, intenzívne ultrafialové žiarenie, teplotné extrémy a i. Tieto

organizmy sa tak stávajú silnými kandidátmi pre kolonizáciu skoro na celej planéte (Friedmann and Koriem, 1989). Endolitické organizmy, ktoré obývajú pukliny a trhliny sú známe ako chasmoendolitické, tie ktoré sa nachádzajú pórovitých priestoroch sa nazývajú kryptoendolitické, euenolitické sú také, ktoré sa aktívne zavrtávajú do substrátu (Golubic et al., 1981).

Medzi euendolitické organizmy patria aj sinice, ktoré do horniny aktívne prenikajú a v nej vytvárajú štruktúry. Tie ktoré prenikajú do vápenca sú dlho známe zo sladkovodného prostredia aj morských lokalít, kde môžu zohrávať dôležitú úlohu v deštrukcii pobrežného vápenca Golubic et al. (1975). Formy týchto siníc obývajú terestrické stanovištia, ktoré ešte stále nie sú preskúmané.

1.2.4 Charakteristika prostredia a spoločenstiev

Sladkovodné prostredie sa zdá najmenej stresujúce s vápenatých prostredí, ale platí to iba tam, kde je stála vodná pokrývka. Sinice sú časté na starovekom vápencovom povrchu v plytkej vode, ale sú aj časté v hlboknej vode, skalách, v blízkosti povrchu na spodnej strane kamenia v takomto prostredí často dominujú vláknité sinice Oscillatoriales (Pentecost, 1978).

Morský litorál a sublitorál poskytujú rozmanité prostredie. Typické organizmy sú endolitické- druhy, ktoré viac prenikajú do vápencov ako trhlín. Sú bežné, hojné (Campion Le- Alsumard, 1991) a ich erózy účinok je vysoký v porovnaní s endoliticky eukaryotickými riasami a hubami (Vogel and Glaub, 1998). Najčastejšie zaznamenané organizmy sú *Hyella spp.*, *Solentia*, *Plectonema terebrans*, *Mastigocoleus testarum*, *Kyrtuthrix* and *Brachytrichia*. Záznamy sú do značnej miery obmedzené do trópov a subtrópov, je neisté, či príčinou je prekvapujúco nedostatok štúdií o vápencoch v miernom pásme. Existuje dostatok dôkazov pre zonálne spoločenstvá v litorále a sublitorále. V prípade sublitorálnych spoločenstiev sa táto zonálnosť pripisuje fotickým podmienkam (Vogel a Glaub, 1998), mali by sme mať na pamäti rozdielne účinky spásania a životné podmienky môžu zohrávať dôležitú úlohu. Kolonizácie na odkrytých povrchoch vápencov je zvyčajne rýchla, za predpokladu, že ostatné kolonizované vápencové povrchy sa vyskytujú v blízkosti. Takéto kolonizácie si vyžadujú tvorbu malých buniek z nevláknitých foriem lebo hormogónia z vláknitých foriem. Al-Thukair and Golubic (1991) ukázali, že malé bunky (baeocyty) z *Hyella immanis* boli pohyblivé a fotické, funkcie, ktoré by boli charakteristické všetky endolitické reprodukčné druhy. Hoci odstránenie povrchových častí stielok pomocou spásania a erózie je kľúčovým problémom pre väčšinu endolitických siníc, niekedy organizmy rastú na miestach, kde

uhličitan vápenatý vzrastá na povrchu (Ghiradelli, 1998). Štúdia Ghiradelli, ale I.e. Campion-Alsumard et al. (1995) ukázali, že endolitické spoločenstvá živých a mŕtvych koralov na Mocrea, vo Francúzskej Polynézii sa líšia. Endolitické živé koraly sú výborné pre pozitívny fototropizmus a rýchly rast konkurovať korálovým kostrám; pokiaľ koraly zostanú nažive, endolitické sinice sú chránené pred spásaním. Kdežto endolitické mŕtve koraly boli pastvou mäkkýšov, ostnokožcov a i. Takéto spásanie je dôležité pre zachovanie endolitického spoločenstva, inak povrch zarastá riasami. Dynamika epilítických a endolitických spoločenstiev sa líši. Hustota epilítických spoločenstiev a druhovej rozmanitosti (siníc a zelených rias) zvyšuje mieru eutrofizácie a hustotu (morských ježkov a ploskozubcov); endolitické druhy tvorili 34-59% spoločenstva silne znečisteného prístavu v Faai, ktorý poskytuje extrémny prípad, kde zvýšená hustota morských ježkov (44 jedincov m⁻²) viedla k úplnej strate testovacích blokov do 5 rokov. V oligotrofných vodách endolitické druhy tvoria 66-85% spoločenstva. Sinice boli prvý kolonizátori, neskôr nasledoval *Ostreobium*. Autori uviedli, že rozsah epilítického pokrytia alebo bohatstvo flóry endolitických druhov môže byť použitá ako globálny ukazovateľ kvality a zdravia útesu. Čím vyšší pomer endolitických, epilítických druhov a vyššia rozmanitosť endolitických druhov, tým zdravší útes.

Suchozemské vápence zahŕňajú rôznorodú morfológiu ako sú útesy, plochá dlažba, ostré útesy atď. Sinice sa zdajú byť dominantami vápencov tropických a subtropických prostrediach, kde *Tolypathrix byssoidea* je možno najrozšírenejším druhom, kým lišajníky sú tropickými dominantami vápencov v suchozemských a miernych oblastiach. Veľká časť povrchu z oblasti Aldabra (Whitton, 1971), Astove a Farquhar nepokrývajú vyššie rastliny, ale pokryté voľne žijúcimi siniciami. Keďže povrch St Pierre, ktorý bol vytŕažený značne pre quano je z veľkej časti pokrytý lišajníkmi (Whitton and Douadson, 1977). Objasnenie tohto rozdielu je stále nejasný, kľúčovým prvkom pre sinice je dĺžka obdobia počas roka v ktorom je spoločenstvo dostatočne vlhké pre vykonávanie metabolickej aktivity. Mnoho štúdií uvádza, že sinice môžu byť dôležité pri zvetrávaní vápencových povrchoch v suchozemských povrchoch, často v spojení s inými organizmami, ako sú kombinované účinky siníc a lišajníkov zaznamenané na svahoch v Negeve, Izrael (Danin and Garty, 1983). Zvetrávanie kôli siniciam zahŕňa celý rad procesov, vrátane rastu endolitických siníc. Niekedy tento rast siníc možno považovať za oportúnnny s využívaním prítomných trhlín a otvorov, takéto dominujúce spoločenstvo endolitických siníc je *Gloeocapsa*.

Na hranici vápencových jaskýň sinice musia konkurovať za svetla s ostatnými riasami, machmi a papradiami, ale v najhlbších zákutiach jaskýň sú jediné fotoautotrofné. Rovnako je pre rast a kolonizáciu dôležité vodné vzťahy, prekvapivo jaskyne pod holým

neboť sú suché a v skutočnosti nepodporujú žiadne autotrofné organizmi. Väčšina jaskýň v Európe sú vlhké, pokryté zelenými riasami. Zdá sa, že kokoidné sinice dominujú na väčšine vápencových jaskýň, kde tvoria kôru až 1mm hrubú. V Chorvátsku bol zaznamenaný najčastejší druh (Golubic, 1967) a to *Aphanocapsa grevillei*, *Chroococcus spelaeus* a *Gloeocapsa kuetzingiana*. Dvadsať rodov a 42 druhov boli nájdené v jaskyni, rodová a druhová rôznorodosť poklesla s klesajúcou intenzitou ožiarenia. Taktiež sa väčšina baktérii môže nachádzať aj na zatienených vápencových útesoch.

Sinice majú ale impozantnú schopnosť kolonizovať aj na neúrodných substrátoch, ako na sopečnom popole, púštnom piesku a kameňoch (Jaag, 1945; Dor a Danin, 1996). Ďalším pozoruhodným rysom je ich schopnosť prežiť extrémne vysoké a nízke teploty. Sinice sú obyvatelia horúcich prameňov (Castenholz, 1973), horských potokov (Kann, 1988), Arktídskych a Antarktídskych jazier (Skulberg, 1996), snehu a ľadu (Kol, 1968; Laamanen, 1996). Sinice tiež môžu tvoriť symbiotické asociácie so zvieratami a rastlinami. Symbiotické vzťahy existujú, napríklad s hubami, machorastmi, pteridophytes (cievnaté rastliny), gymnosperms (nahosemenné rastliny) a krytosemennými rastlinami (Rai, 1990).

Ako pre riasy aj pre sinice sú dva dôležité taxóny, ktoré ukazujú závislosť na časových rozdieloch vo vlhkosti. Štúdiá z oblasti Antarktídy, kde voda predstavuje obmedzený faktor, ktorý naznačuje, že sezónne zmeny v mikrobiálnych populáciách v antarktických pôdach a v prostrediach vegetácie sú riadené predovšetkým dostupnosťou vlhkosti. Preto optimálny rast pre mnoho organizmov je v súlade s jarným topením, pretože to nie je obdobie predstavujúce maximálne teploty. Počas druhej polovice leta je dostupnosť vody v pôde obmedzená, kvôli rýchlemu odparovaniu a nízkym zrážkam. Maximálna úmrtnosť je počas tohto obdobia. Signy je malý antarktický ostrov, kde je výrazná sezónna periodicitá, skoro na jar rastú zelené riasy pod snehom a v lete nasleduje dominancia spoločenstva siníc, najmä *Phormidium autumnale* (Davey 1991).

1.2.5 Adaptabilita siníc

Od osemdesiatich rokov minulého storočia začína štúdium najmenšej frakcie planktónu, pikoplanktonu. Bakteriálne veľkostné bunky, < 5 µm, skorší nález v moriach, neskôr aj v kontinentálnych vodách. Fotoautotrofný pikoplankton, existenciu a informácie poskytl meranie koncentrácie chlorofylu a fotosyntézy v čistých oceánskych vodách. Pikoplankton tvorí spoločenstvo kokálnych siníc rodu *Synechococcus*, *Prochlorococcus*, niekoľko druhov bolo popísaných zo sladkovodných biotopov, hlavne z jazier.

Sinice majú schopnosť prežívať v podmienkach, ktoré sú pre eukaryotné organizmy nepochopiteľné. Oblasti s vulkanickou aktivitou, kde pôsobia vysoké teploty vody, koncentrácie rozpustných solí a extrémne pH. Prvý termálny druh popísaný v 19. storočí *Mastigocladus laminosus*, klasickou lokalitu pre tento druh sú Karlove Vary, Yellowstoneý národný park v USA, kde prebieha dlhé roky výskum termálnych baktérii a siníc. Častými lokalitami v prírode sú lokality s nízkym pH. V kyslom prostredí však nerastú, dominujú v biotopoch s vysokou teplotou a vysokou koncentráciou solí ako slané jazerá, soľné zátoky Mŕtveho mora, typické pre vláknitý druh *Microcoleus chthonoplastes*.

V horúcich, arktických stanovištiach sú adaptácie na život v týchto podmienkach podobné. Sinice využívajú spodný povrch priesvitných kameňov alebo skalných dutín, boli nájdené rody *Chroococcidiopsis*, *Aphanocapsa* a *Plectonema*.

Často dominujú v polárnom prostredí, kde chýba konkurencia. Sú primárnymi kolonizátormi ľadových morén, rastú medzi kryštálmi ľadu, na ľadovom štíte Grónska. V polárnych pôdach a v tundrách patria medzi hlavné zdroje uhlíka a dusíka v letných mesiacoch. Na dne antarktických jazier tvoria 90 cm povlaky, ktoré sú doposiaľ najmohutnejšie aké boli v prírode nájdené (Whitton a Potss, 2000).

1.3 Aerofytické sinice

Boj o existenciu je adaptáciou na prežitie a prežitie najschopnejších je podstatou Darwinových zákonov. Mechanizmus prežitia v súlade s Darwinovou teóriou "prežitia najchopnejších" dokazuje aj jednobunková aerofytická sinica (Cyanoprocaryota) *Asterocapsa divina* Komárka, ktorú izoloval, klonoval a študoval v kultúrnych podmienkach. Charakteristickou črtou týchto siníc boli bunky s ornamentmi obalov, ktoré sa tvorili v prirodzenom prostredí, za extrémnych podmienok.

Cyanoprocaryota alebo sinice sú dobre známe aj z dôvodu, že rastú aj vo väčšine nehostinných stanoviskách. Rastú v polárnych oblastiach, v púšťach, na skalách a iných povrchoch, v termálnych prameňoch a sú schopné tolerovať extrémne teploty od nízkych, pod bodom mrazu až k teplotám blízkym bodu varu. Týka sa to rodu *Asterocapsa*, ktorý bol nájdený na odkrytých plochách, kde teploty môžu v lete dosahovať až 60°C, vodu prijímajú z dažďov a zvyšok obdobia sú závislé na vlhkosti vzduchu. *Asterocapsa* je vysoko špecializovaný aerofytický druh, v súčasnosti je známych pätnásť druhov, desať z Číny t.j. *A. atrata* Liang, *A. changbaishanensis* Wang, *A. fuzianica* Liang, *A. gloeotheciformis* Chu, *A. hyalina* Chu, *A. longipapilla* Chu, *A. purpurea* (Jao) Chu, *A. rubra* Wang, *A. sinica* Liang et Chen, *A. trochiscioides* (Jao) Chu, dve z Porto Rico t.j. *A. magnifica* (Gardner) Komárek a *A. pulchra* (Gardner) Komárek, dve z Himalájí t.j. *A. badia* Komárek a *A. masayukiwatanabei* Komárek a jedna z Mexika t.j. *A. divina* Komárek. Dva druhy t.j. *Chroococcidiopsis karnatakensis* Kamat a *C. spinosa* Kamat popísané z Indie, a obe zrejme patria do rodu *Asterocapsa*.

V prírode za priaznivých podmienok *Asterocapsa* bola objavená ako čierny slizový náčrt škvrn spolu s ostatnými organizmami, neskôr zostali v podobe tmavo hnedej kôry. Organizmus bol tvorený solitérnymi bunkami po 2 až 100 alebo početnými jednobunkovými kolóniami, často obklopené hustými žltými, hnedými, červenými alebo čiernymi občas lamelovanými obalmi.



foto 1: *Asterocapsa divina*, P. Hašler

Pozorovania boli vykonávané počas troch rokov a to v roku 2001- 2003 a preto bolo možné korelovať vlastnosti kolónii, ktoré sa vyskytovali počas troch rôznych ročných období z porovnaním rastom kultúr. V lete kolónie prežívajú pod machmi, lišajníkmi a v úzkom vzťahu rastú s druhom *Sytonema*. V daždi boli vylučované kolónie jednotlivých buniek v podobe hrubých zdobených obalov. Za priaznivých podmienok ich exponenciálny rast vyústil do kolónii, ktoré vyzerali úplne odlišné v tom, že dvojitém delením početných buniek vznikali rozsiahle kolónie v jednej rovine. Obaly týchto kolónii boli tenké a hyalinné, jednotlivé obaly okolo buniek neboli prítomné. Ich rast v zime je brzdený a kolónie, ktoré boli priamo vystavené slnečnému žiareniu ostali vysušené a zmenšené. Kolónie rastúce pod krytom skupín nižších rastlín, boli pozorované nápadne a životaschopné bunky usporiadané v kolóniách. Taktiež okolo kolónii jednotlivých buniek boli vytvorené hrubé a farebné obaly. Tieto vyššie uvedené záznamy, ktoré boli uvedené z odobratého materiálu z prírody ukázali, že rozdiely v tvare kolónií, farby, ornamenty obalov a usporiadanie buniek do roviny sú spojené so zmenou prírodných podmienok počas rôznych ročných období. Ukázalo sa, že v krátkom období dažďov, bunky týchto kolónií sa stávajú aktívne a obaly sú tiež zväčšené. To môže mať za následok vznik veľkých kolónií s početnými bunkami. Avšak, podmienky prostredia vo vzťahu k dostupnosti vody, svetla, teploty a živín hrajú dôležitú úlohu pri tvorbe rôznych typov kolónií, rovnako ako farba a ornamenty obalov. Keď rozsiahle a dospelé kolónie boli uložené v tekutom médiu bolo zistené, že obaly týchto kolónií sú slizovité a bunky boli z nich uvoľnené. Tieto ornamenty buniek, pri ktorých bola vykonaná izolácia mali po uvoľnení nepravidelný tvar, vďaka vzájomnému tlaku vnútri materských kolónií.

Zdobené bunky uvoľňujúce sa zo stálych kolónií boli osobitne naočkované pre chov klonálnych kultúr. Na agarových platniach bunky netvorili ornamenty obalov, čo spôsobilo to, že ostali oválne alebo podlhovasté. Tieto bunky tak nadobúdajú tenkú pošvu a možnosť delenia ja v jednej rovine. Dcéryne bunky ihneď po rozdelení zmenia svoju pozíciu sú navzájom rovnobežné, ako u *Aphanothece* (Kováčik I., 1988, Kant, R., Tiwari, O.N., Tandon R., Pandey, P. & G.L. Tiwari, 2004). Ďalšie delenie buniek pokračuje zrejme rovnako a to v jednej rovine a nie v pravom uhle k sebe navzájom. Za priaznivých podmienok pokračuje bunkové delenie a zoskupenia buniek sú obklopené a tvorené bezfarebnými obalmi. Vzhľadom na pokračujúci rast a zhľuku je slizová hmota, ktorá je tvorená u jednotlivých kolónií. Bunky a kolónie s rôznym počtom buniek prítomné v periférnej časti biomasy vyvinuli silné, žlté, hnedé alebo červené a viditeľné obaly okolo každej bunky a tiež okolo skupín buniek vytvárajú koloniálne obaly. Počas dozrievania sa bunky rozširujú a guľovité usporiadané. Tieto bunky boli pozorované iba v prirodzenom prostredí, a môžu predstavovať

dve alebo tri roviny delenia. Obaly sú tiež nápadné a zrovnateľné s prírodným materiálom, v kultúrach sa ale ornamenty nikdy netvorili. Úplné odlišné podmienky vysokých, nízkych teplôt (ako priame slnečné svetlo), suché podmienky a pod. prispeli k vzniku vysoko špecializovaných ornamentov v prirodzenom prostredí, ktoré sa však nenachádzajú v kultivačných podmienkach. Ornamenty v akinetách určitých druhov ako *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum* a *Gloeotrichia* boli často považované za materiál, ktorý bol zozbieraný z prirodzených biotopov ale zatiaľ neboli popísané v kultivačných podmienkach. Farby schránok sa môžu líšiť nadobúdajú žlté až hnedé, čokoládovo hnedé alebo červené formy a to podľa svetelných podmienok. Kultúry pestované v podmienkach slabej intenzity osvetlenia zas nadobúdajú tmavo modro-zelené a obklopené hyalinnými obalmi. Jednobunkové a koloniálne sinice *Gloeocapsa*, *Gloeocapsopsis* a *Asterocapsa*, sú známe ako aerofytické organizmi. Modely a životný cyklus týchto foriem sú často ovplyvňované podmienkami prostredia a preto sa adaptujú aby zvládli nepriaznivé podmienky (Komárek, J., 1993, Brand, F., 1900). Druh, ktorý vytvára obal okolo jednotlivých buniek a kolónie stoja pomerne blízko *Asterocapsa*. Kultúrne štúdie nepreukázali žiadne ornamenty v obálke s výnimkou, že boli



foto 2: *Gloeocapsa atrata*, P. Hašler

intenzívne sfarbené do žltá, hnedá alebo červená. V periférnych bunkách, môžu obaly vykazovať určité lamelácie ale nie sú tak charakteristické ako u *Gloeocapsa* alebo *Chroococcus*.

Bunky vo vnútri kolónií majú odlišne ornamentované obaly a jasne vidieť ich vylučovanie.

V suboptimálnom stave môžu zväčšiť veľkosť a deliť sa do 2-

16 jednobunkových kolónií. Tieto kolónie môžu postupne zmenšovať svoje ornamenty vo svojich obaloch. Tri druhy a to *A. badia*, *A. masayuky-watanabei* a *A. divina*, ktoré boli kriticky prejednané Komárkom, bunky *A. badia*, *A. masayuky-watanabei*, kde pravidelné ornamenty nevytvárajú všetky kolónie. Jeho počty a mikrofotografie *A. divina* naznačujú, že bunky uvoľňujúce sa od kolónií majú odlišné a husté ornamenty (Rippka et. al., 2001) interpretovali, že charakter bežného amorfného slizu môžu byť ovplyvnený podmienkami

prostredia, ale štruktúry obalov u *Gloeocapsa* sú vždy charakteristické. Celková absencia ornamentov v obaloch za kultivačných podmienok v tejto štúdii naznačuje, že je závislá na nepretržitých faktoroch prostredia, kde v skutočnosti rastú (Herdman, M., Castenholz, R. W., Itman, I. & R. Rippka, 2001).

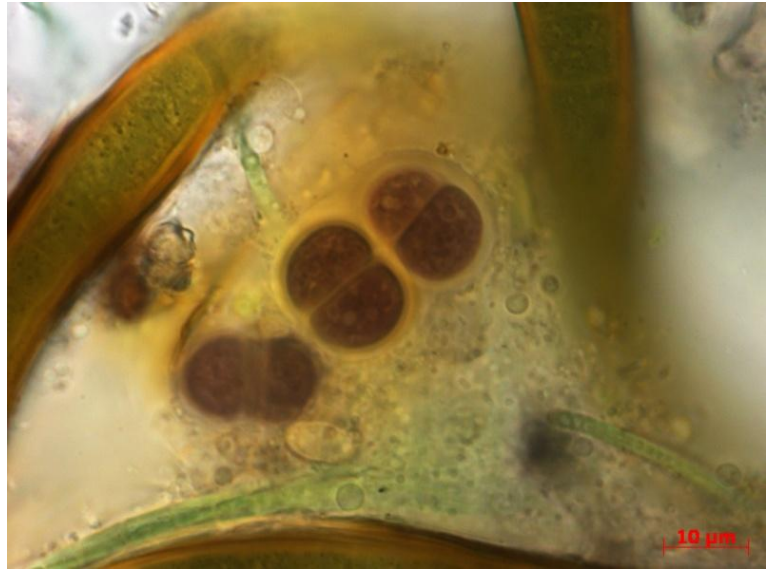


foto 3: *Chroococcus spaeleus*, P. Hašler

1.4 Sinice v tropických oblastiach

Rôznorodosť a hojnosť suchozemských, litofytických siníc v tropických biómoch a rôznych skalných biotopov, ktoré zaberajú, sa stávajú podnetom diskusie. Odkryté skalné povrchy na rôznych kontinentoch a v rôznych klimatických podmienkach sú obsadené kozmopolitne a dobre prispôsobené, kde dominujú okrem lišajníkov aj sinice.

Zdanlivo odkryté skalné povrchy, plne vystavené slnečnému žiareniu, sa vyskytujú vo všetkých typoch tropických biómov, vrátane hory v Guayana Uplands z Južnej Afriky (Huber, 1995) a Inselbers (izolované skalné odkryvy) v dažďových pralesoch, vlhkých a suchých Saván (BÜDEL *et al.*, 1997a, 1999). Bližšie preskúmanie takýchto skalných povrchov však prekvapivo ukázali vysoké množstvo siníc a zeleno-modrých lišajníkov (= cynolichenes) žijúcich v tomto prostredí (Welwitsch, 1868; Fritsch, 1907; Golubic, 1967a; BÜDEL *et al.*, 1987; BÜDEL *et al.* & Wessels, 1991; Sarthou *et al.*, 1995; BÜDEL *et al.*, 1994, 1997a, 1999; Seine *et al.*, 1998). Z týchto štúdií bolo zrejmé, že charakteristika farby povrchu hory Inselbergs pripadá hlavne zloženiu skalného organického pokryvu. Skalné odkryvy v Inselbergs sú edaficky suché a možno ich považovať za suchomilnú oblasť, ktorá sa vyznačuje extrémnymi teplotami, slnečným žiarením a vodného stresu. Odkryté skalnaté povrchy dosahujú teploty až 65°C (Zehnder, 1953; BÜDEL *et al.*, 1994). Obdobie fotosyntetickej aktivity u siníc a cyanolichenes sú obmedzené dostupnosťou kvapalnej vody (Lange *et al.*, 1993; BÜDEL *et al.* & Lange, 1991) a závisia teda na daždi.

Veľký systém bol popísaný pre suchú Savanu zo severovýchodného Transvaalu a Juhoafrickú republiku, podľa Weber *et al.* (1996). Z kryptoendolotických spoločenstiev dominovali prevažne *Chroococcidiopsis* sp., zriedka sprevádzané *Synechococcus* sp. a *Gloeotheca* sp. Okrem toho boli objavené aj početné tzv. Tintestriche (= atramentové pruhy), tvorené spoločenstvami jednobunkových a vláknitých siníc porovnateľné s tými s európskych Álp (Jaag, 1945). Ďalší nemenej typický habitat pre sinice obývajúce skaly sú kremenné kamienky v regiónoch ako Knersvlakte in South Africa, the Namib Desert, the Negev Desert and the Sonoran Desert (Vogel, 1955; Friedmann *et al.*, 1967; BÜDEL *et al.* & Wessels, 1991). Niekoľko druhov jednobunkových siníc bolo nájdených na tomto type habitatu, napríklad *Chroococcidiopsis* sp. and *Pleurocapsa* cf. *minor* (Friedmann *et al.*, 1967; BÜDEL *et al.* & Wessels, 1991).

Zhluky pôdných častíc a organických látok tvoria biologické krusty, zastúpené rôznym podielom siníc, rias, lišajníkov a machov (Belnap *et al.*, 2003). Majú mnoho dôležitých funkcií zníženie vodnej a veternej erózie, vrátane zadržovania vlhkosti pôdy,

inhibujú rast burín a taktiež atmosférická fixácia dusíka a uhlíka. Typ pôdy (najmä textúra) a to piesočnaté pôdy predstavujú najmenšiu pravdepodobnosť vzniku biologických krúst vzhľadom k ich pohyblivému povrchu (Belnap and Gillette, 1997). Inverzný vzťah je medzi pokryvom biologických krúst a rastlinným pokryvom, pretože sú v priamej konkurencii o svetlo a vlhkosť (Malam Issa et al., 1999). Rozsiahla plocha na Kalahari je tvorená vegetačným pokryvom kríkov s primárnou obmedzenou dostupnosťou vody a pôdneho dusíka (Dougill et al., 1998). Výskyt dvoch druhov *Microcoleus* a *Scytonema*. Druh, alebo morfotyp *Microcoleus vaginatus* je spomínaný ako dominantný z väčšiny doposiaľ z preskúmaných suchých a extrémne suchých oblastí sveta (Belnap 2001). Práve vláknité druhy siníc, svojou činnosťou zlepia a zhromaždia pôdne častice dokopy a tak umožňujú ďalšej sukcesii vznik pôdnej krusty (Roger a Reynaud 1982, Ellis-Evans a Walton 1990).

Výskum modro-zelených rias na Lekki lagoon, kde bolo pozorovaných sto a sedemdesiat deväť druhov, ktoré patria do tridsiatich rodov. *Oscillatoria* tvoria najbohatší zastúpený rod tvorený dvadsiatimi tromi druhmi, rod *Phormidium* zastúpenými osemnástimi druhmi. *Anabaena* a *Chroococcus* zaznamenal trinásť druhov, zatiaľ čo rody *Gleocapsa*, *Merismopedia* a *Microcystis* zaznamenáva desať, osem a dvanásť druhov. A iba jeden rod sa vyskytol u *Cyanosarcina*, *Calothrix* a *Scytonema*. Tvorba vodného kvetu bola preukázaná u druhov *Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *M. wesenbergii* a *Anabaena flos-aquae*. Zaznamenaný bol aj nový rekord v Nigérii druhom *Cyanosarcina hueberliorum* [Journal of American Science 2010;6(4):193-199]. Zoznamy z planktónnych rias v niektorých častiach Nigérie boli zdokumentované rôznymi pracovníkmi. Napríklad na severe Holden a Green (1960) študoval fytoplanktón rieky Sokoto, zatiaľ čo Khan and Agugo (1990) študoval priehradu Kongiri, a jazerá Jos mine študoval Anadu et al. (1990).

Toxické sinice nájdené v eutrofných, mestských a miestnych vodách predstavujú rastúce nebezpečenstvo pre životné prostredie v Južnej Afrike. Sinice produkujú smrtiace toxíny, smrť voľne žijúcich či domácich zvierat je spôsobená pitnou vodou kontaminovanou týmito toxínmi. Vodný kvet najbežnejší v Južnej Afrike *Microcystis aeruginosa*, ktorý zapríčiňuje smrť týchto zvierat. Južná Afrika je všeobecne suchá až semiarídna oblasť, s priemernými zrážkami, prakticky tam nie sú žiadne zásoby vody, preto sú obmedzené na rieky, podzemné vody a pod. Toxíny siníc sú rozdelené do dvoch kategórií (podľa CARMICHAEL, 1988), a to na biotoxíny a cytotoxíny. Biotoxíny siníc sú rozpustné vo vode, kdežto cytotoxíny nie sú veľmi nebezpečné pre zvieratá a správy o ich pôsobení v Južnej Afrike, neboli uverejnené. Medzi základné typy biotoxínov siníc patrí hepatotoxín, neurotoxín, dermatotoxín. Neurotoxíny (saxitoxín) sú produkované druhmi sladkovodných

siníc *Anabaena* a *Oscillatoria*. Dermatotoxíny (lyngbyatoxín A a aplysiatoxín) produkuje sinica *Lyngbya majuscula*, morská bentická sinica s rôznymi zložkami metabolitov a odrôd v hlbokaj a plytkaj vode (Paul J. Oberholster, Anna- Maria Botha and T. Eugene Cloete, 2005).

Tropický kvet vytvára sinica *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) vyvoláva obavy s toxicity. Tento druh bol identifikovaný v niekoľkých oblastiach mierneho pásma a bol prvý krát publikovaný vo Francúzsku v roku 1994. Tieto sladkovodné sinice ako *Cylindrospermopsis raciborskii*, je široko rozptýlená (Padisák, 1997) a potencióálne toxická (Hawkins et al. 1985, Lagos et al. 1999, Humpage et al. 2000). Bola pôvodne klasifikovaná ako tropický a subtropický druh, ale bola uvedená aj v niekoľkých oblastiach, ako je Maďarsko (Toth and Padisak 1986, Borics et al. 2000), Rakúsko (Dokulil and Mayer 1996), Francúzsko (Coute et al. 1997, Briand et al. 2002), Nemecko (Krienitz and Hegewald 1996, Fastner et al. 2003). Ekologické podmienky za ktorých rastie a tvorí vodné kvety sa zdajú byť veľmi rozmanité ako v tropických, tak aj v miernych oblastiach. Napríklad, defícitom dusíka možno očakávať zvýšenie konkurenčnej schopnosti. *C. raciborskii* je často uvedená bez heterocytov v brazílskych nádržkách obsahujúce vysoké koncentrácie amoniaku (Bouvy et al. 2000). Táto sinica má taktiež vysokú afinitu a skladováciu kapacity fosforu (Istvanovics et al. 2000) a to jej umožnilo rast v jazerách s rôznym trofickým stavom.

Hepatotoxické mikrocysty sú produkované niektorými druhmi siníc a spojená s činnosťou tvorby nádoru pečeni (Nishiwaki-Matsushima et al. 1992). Tento výskyt primárnej rakoviny pečene je veľmi vysoký v niektorých oblastiach, ako je juhovýchodná Ázia, Susaharská Afrika a Čína. Epidemologický (zaoberajúca sa štúdiom faktorov ovplyvňujúce zdravie a choroby obyvateľstva). Prieskum o príčinách primárnej rakoviny pečene v Číne úzko súvisel s výskytom mikrocyst, ktoré boli nájdené v pitnej vode (Ueno et al., 1996). V oblasti juhovýchodnej oblasti Ázie v sladkovodných jazerách a vodných nádržkách, boli pozorované vodné kvety siníc.

Hoci nebezpečenstvo siníc najmä vo forme kvetu pre zvieratá, prvý krát dokumentoval Francis v roku 1878, nežiaduce účinky na ľudí neboli hlásené aspoň do roku 1931 (Veldee, 1931). Ich použitie môže byť aj ako jedlo alebo liek, sinice ako napr. *Spirulina* boli použité ako potrava a používajú sa aj pre ich citlivé terapeutické vlastnosti v USA, Kanade, Mexiku a Indii (Gorham Carmichael, 1988; Venkataraman, 1989). Samozrejmosťou je aby výrobky, ktoré sa uvádzajú na trh boli zabezpečené tak, aby neboli toxické (Carmichael & Falconer, 1993). Heise 1949 bol prvý, kto potvrdil prípady v oblasti alergií ako symptóm pri kontakte so sladkovodnými sinicami a to hlavne *Ocillatoriales*. Príznakmi, ktoré sú

spojené s kúpaním sa rekreačných, zamorených vodách kvetmi siníc predstavujú silnú sennú nádchu, žihľavku, zápal spojiviek. Antigény izolátov kvetu vyvolávajú pozitívne kožné testy neskorších štúdiách Heise (1951) uvádza, že jedinci, u ktorých boli zaznamenané pozitívne kožné testy na rod *Ocellatoriales* tiež ukázali pozitívne kožné reakcie na *Microcystis* (*Chroococcales*).

1.5 Základný prehľad taxonómie siníc

Je dôležité používať názvy, ktoré bývajú dosť často interpretované spoľahlivo a jednoducho inými výskumníkmi. Je to dôležité pre každého, kto chce interpretovať, písať a vysvetliť ich ekológiu vedieť aj dôvody. Viac údajov poskytuje Castenholz a Waterbury (1989) a Whitton (1992).

Taxonomický systém, ktorý sa vyvinul počas 19. storočia bol založený takmer výlučne na morfológií a medzinárodnom kóde botanickej nomenklatury, ktoré majú mnohé práce publikované v priebehu 1886-1892 ako východiskový bod pre uverejnenie názvov vláknitých foriem. Skôr prekvapivejším východiskovým bodom pre morfológicky menej komplexné formy je oveľa staršia od (Linnaeus, 1753), hoci pochopenie diverzity siníc v tej dobe bolo malé. Množstvo vegetácie sumarizuje vzácne druhy modro-zelených rias (botanický názov), v jednotlivých oblastiach, ktoré boli uverejnené počas 20. storočia. Niekoľko z nich poskytujú veľké množstvo informácií o druhoch vyskytujúce sa inde na svete. V každom prípade je jasné, že mnohé druhy majú veľmi širokú distribúciu. Najznámejšiu publikáciu o flóre siníc vydal Geitler (1932), ktorá sa sústredila na strednú Európu, ale je stále základným zdrojom informácií pre tých, ktorí chcú pomenovať organizmy v akejkoľvek časti sveta. Boli dve odlišné pokusy o reformu klasického botanického systému. V oboch prípadoch boli poskytnuté podrobné návody so staršej literatúry, ale úplne sa líšil ich prístup k nomenklaturke. Drouet (1956). Vrátil do používania iba pár jednoduchých morfológických vlastností: viac ako 2000 druhov (modro-zelených rias) popísaných v literatúre boli nakoniec znížené na 62 druhov. Kritika systému nebola uverejnená, upadla oprávnené do zabudnutia, nehľadiac na skutočnosť, že dva druhové názvy *Anacystis* a *Agmenellum* boli použité pre kmene, ktoré sa od tej doby stali široko používané v oblasti výskumu.

Názvy nových druhov a niekoľko recenzií (Komárek, J., Kann, E., alebo Anagnostidis, K., 1972) sa snažia podať klasický botanický systém bežnejšími spôsobmi, niekoľko starších recenzií poskytujú komplexné názvy dôležitých rodov, ako je napríklad *Chamaesiphon* (Kann, 1972) a *Phormidium* (Kann a Komárek, 1970). Boli publikované aj v časopisoch a to iba s obmedzenou distribúciou a napísané v nemčine. Novšie názvy (napríklad Komárek a Anagnostidis, 1988, 1989) boli značne používané, hoci uvádzajú hlavne zmeny pre niektoré rody, najmä vláknité formy bez heterocytov ako *Oscillatoria*. Títo autori odporúčajú polovicu popísaných názvov planktónu z Európskych jazerách, ktoré boli

vykonané v roku 1990. Avšak jeho použitiu bráni nedostatok podrobných vysvetlení zmien v základných princípoch a rozdelenie druhov, pre ktoré autori neposkytujú smernice. Črtou systému je logické usporiadanie organizmov podľa vzoru delenia buniek, tvaru a organizácie buniek s pošvami alebo slizom.

Taxonomický koncept je založený na rozpoznávaní znakov, ktorými disponujú všetky nižšie taxóny. Druhy ako základné taxonomické jednotky sú v prírode zastúpené komplexom populácií, ktoré obsadzujú určitú ekologickú niku. Rody sú vymedzované na základe dvoch princípov. Prvým je tvorba menších skupín majúci jeden nápadný alebo podstatný znak (e.g. Golubic in Zehnder, 1977). Druhým princípom je triedenie organizmov do početných skupín na základe stanovených kvantifikovaných znakov.

Vnútrodruhové taxóny sú rozpoznávané na základe stálych štatistických a regionálnych preukázateľných znakov. Rozdiel medzi odrodami a formami je iba v kvantitatívnej záležitosti a zaradenie druhov do medzinárodných taxónov sa riadi princípmi stanovenými Grondbland & Růžička (1959). V návrhu (Stanier et. al., 1978), bolo uvedené aby sa sinice uvádzali podľa medzinárodného kódu nomenklatury baktérii, avšak taxóny popísané pod niektorým z kódov sú v súčasnej dobe považované za umelé názvy podľa iného kódu. Napríklad *Chroococcales* (Komárek a Anagnostidis, 1990) zahŕňa rody, ktoré boli prvý krát popísané podľa medzinárodného kódu nomenklatury baktérii.

1.5.1. Problematika taxonómie

1.5.1.1. Kombinácia molekulárneho a tradičného prístupu

Uplatňovanie moderných ekologických metód, ultraštruktúrnych a molekulárnych metód, ktoré podporujú kultiváciu mnohých morfotypov siníc podstatne zmenili naše vedomosti o týchto organizmoch. To viedlo k podstatnému pokroku v taxonómii a v kritériách pre fylogenetickú klasifikáciu. Molekulárne údaje poskytujú základné kritéria pre taxonómiu, avšak správny fylogenetický systém nie je možné konštruovať bez genetických údajov poznatkov s predchádzajúcich výskumov (Komárek, 2006).

Prvotná taxonomická klasifikácia siníc bola vypracovaná na základe odlišných morfológických znakov. Zavedenie moderných metód v posledných desaťročiach 20. storočia výrazne zmenili naše chápanie týchto organizmov. Elektrónový mikroskop, moderný ekologický prieskum, zavedenie mnohých typov siníc do kultúr, vysvetlenie toxicity a najmä molekulárne metódy ovplyvnili výskum taxonómie. Molekulárne (fylogenetické) údaje poskytujú základné kritéria pre taxonomickú klasifikáciu. Už čoskoro molekulárne

a biochemické hodnotenia sinicových kmeňov indikuje hlavnú súhlasnosť genotypových a fenotypových variácií (Rippka et al. 1979; Wilmotte and Golubic 1991). Sekvencia nukleových kyselín z kmeňov a populácii je bezpochyby základom pre modernú klasifikáciu siníc. Avšak molekulárne prístupy sú považované za viac prediktívne, pretože dôkladné vyhodnotenie fenotypov je náročné a nie sú obvykle súčasťou školenia mladých vedcov, čo býva často zanedbávané v moderných alebo experimentálnych štúdiách. Aj napriek tomu, že vyhodnotenie morfolologickej variability siníc je nevyhnutná pre pochopenie ich rozmanitosti. Presná identifikácia fenotypu si vyžaduje značný čas a skúsenosti, ale je tiež potrebná pre správne vyhodnotenie ich ekologických funkcií a pre vybudovanie moderného systému. Práce založené na základe molekulárnych vlastností môžu poskytnúť nahliadnutie do genotypov a ich približné delenie v rôznych ekosystémoch. Kombinácia oboch prístupov ako molekulárnych a morfolologických je pre modernú taxonómiu siníc zásadná. Prístupy, ktoré by mali byť použité pre takéto vyhodnotenie: 1. molekulárne analýzy, hlavne tie týkajúce sa fylogenetických vzťahov; 2. morfologická diverzita, vrátane zmien v prírode a kultúre; 3. ekologické, ekofyziologické a biogeografické limity; 4. ultraštrukturálne štúdie; 5. biochemické vlastnosti a informácie o špeciálnych metabolických procesoch (produkcia sekundárnych metabolitov, adaptačné procesy, atď.); 6. správne formálne označenie druhov, ktoré rešpektuje bakteriologické alebo botanické pravidlá nomenklatúry.

Zhoda medzi molekulárnymi znakmi rôznych fylogenetických zoskupení a morfolologicke, ultraštrukturálne funkcie boli nájdené hlavne u kokoidných a jednoduchých trichálnych siníc (Komárek a Čáslavská 1991; Komárek a Kaštovský 2003; Hoffman et. al. 2005). Môžu byť uznané najmenej dve evolučné línie základných siníc. Tie sú charakterizované výlučne usporiadaním tylakoidov, zahŕňajúce kokoidné, vláknité a bez heterocytné rody (Komárek a Kaštovský 2003; Hoffmann et. al. 2005). Diverzita siníc a tradičná fenotypová taxonómia bola preukázaná na úrovni rodu, tento záver bol základ pre genetické určenie (Wilmotte and Golubič 1991). Prvé fylogenetické stromy už jasne rozdeľujú heterocytné typy, kokoidné a základné trichálne rody (Wilmotte and Golubič 1991; Turner 2001, Castenholz 2001), a identifikujú niekoľko skupín charakterizované významnými morfologickými vlastnosťami (*Oscillatoria/ Lyngbya* komplex s hrubými trichómami a krátkymi bunkami, skupina rodov produkujúce baeocyty, atď). K nezhodám (kombinácia jednoduchých kokoidných a trichálnych typov) došlo, najmä medzi kokoidnými a jednoduchými vláknitými rodmi s tenkými trichómami (Castenholz 2001). Ukázal na potrebu prehodnotiť chybnú identifikáciu kmeňov alebo na rôzne morfologické vlastnosti.

Pojem *Oscillatoria* nezobrazuje iné znaky, ktoré by sa zdali byť dôležité z hľadiska genetických analýz (t.j. prítomnosť plynových váčkov, tylakoidov, pórov v bunkových stenách, pohyblivosť, pomer dĺžky/šírky buniek, konstriktie atď.). Závažnejšie je, že nesprávne názvy zostávajú v kultúrnych zbierkach a naďalej sa objavujú fylogenetické stromy bez zmien. Táto situácia skresľuje taxonomické pokroky a zatieňuje predchádzajúce zistenia. Tento problém je spojený so všetkými kmeňmi označené ako “thin *Oscillatoria*”, “thin *Phormidium*”, “thin *Lyngbya*” (= LPP group B sensu Rippka et al. 1979), etc. Východiskovým bodom pre tento vývoj bola schéma Komárek a Čáslavská (1991). Taxonomické problémy siníc sú všadeprítomné, a musia byť upravované na základe nasledujúcich štúdií.

1.5.1.2. Súčasný systém siníc

Súčasný systém publikoval Hoffmann et al. s nedávnymi zmenami (2005). Modernizácia taxonomickej klasifikácie siníc bola zahájená molekulárnymi biológmi. Hoci sa toho dosiahlo veľa v posledných desaťročiach, na preštudovanie toho ostáva stále dosť. Budúce systematické práce je potrebné zdôrazňovať, overovať a upravovať definície taxónov a pod. Okrem toho je dôležité, aby toto nové chápanie bolo uznávané a využívané širšou vedeckou komunitou. Moderný systém by mal odrážať aktuálne a potvrdené znalosti genetického pôvodu, fylogenéziu, variabilitu a ekológiu všetkých sinicových organizmov v prírode a kultúre (Hoffmann et al. 2005). Musí mať genetický základ, neustále byť opravované a aktualizované, k veľmi dôležitým opravám došlo v posledných desaťročiach v dôsledku zavedenia moderných molekulárnych metód a elektrónovej mikroskopie, je to pokračujúci proces, ktorý zabezpečuje ustavičné opravy taxonómie siníc.

Nedávne štúdie systematiky siníc zahŕňajú nasledujúce pokroky, ktoré by mali mať všeobecné prijatie: 1. Kokálne a vláknité sinice bez heterocytov musia byť zaradené najmenej v dvoch fylogenetických líniiach, ktoré sa vyznačujú podobnými ultraštruktúrnymi vzormi; obe tieto línie zahŕňajú kokoidné a vláknité rody (*Synechococcineae* a *Oscillatoriineae*). 2. Početné rody sú geneticky heterogénne a musia byť rozdelené do nových generických subjektov. Fenotypové znaky takýchto nových definovaných rodov musia byť rešpektované. Zahŕňajú tradičné početné rody zo všetkých kategórií (*Synechococcus*, *Aphanothece*, *Cyanothece*, *Chroococcus*, *Pseudanabaena*, *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nostoc* a mnoho ďalších). 3. Sinice s heterocytmi predstavujú rovnaké zoskupenie (*Nostocineae*), kde sa vetvia typu "pravé", "nepravé" predtým považované za

diagnostický znak a môžu byť použité pre popis rodov (Gugger and Hoffmann 2004). 4. Početné rody vo svetových zbierkach a laboratóriách sú registrované pod nesprávnymi názvami, potrebné to je upraviť a experimentálni vedci potrebujú použiť také názvy, ktoré sú založené na upravenom systéme. 5. Prepis taxonómie a nomenklatury v rámci upravených rodov, pri ktorých je potrebné aby tieto zmeny boli zverejnené.

1.5.1.3. Taxonomické hodnotenie prirodzených populácií

Prebieha niekoľko rôznych ekologických projektov, ktoré charakterizujú celú radu prírodných sinicových spoločenstiev. Avšak hodnotenie celých spoločenstiev rôznych biotopov pomocou kombinovaných metodických prístupov (t.j. kombináciou molekulárnych, ekologických a morfológických prístupov) zostáva nesmierne ťažké. Rôzne populácie a druhy sú ekologicky obmedzené a špeciálne druhy v rôznych odlišných stanovištiach sa líšia s ohľadom na ekotopy a morfotypy.

Úzka závislosť taxonómie siníc na špecializované biotopy bola uznaná v polovici 20. storočia. Jednalo sa v prípade vedcov najmä tých, ktorí sa pripojili k Medzinárodnej Asociácii pre výskum Siníc (IAC), a ktorí uznali ekologické špecializácie rôznych sinicových geno- a ekotopov (napríklad doklady o S. Golubic, O. Jaag, E. Kann, A. Zehnder, D. Mollenhauer, K. Anagnostidis 1988). Táto tzv. škola "ekologickej taxonómie" bola pre výskum siníc pokroková. Rozšírenie rôznych populácií sa môžu objaviť vo vzdialených oblastiach, v ktorých sa najprv menia ekofyziologické a biochemické vlastnosti za tým nasledujú zmeny genotypov (Bolch and Blackburn 1998; Gugger et al. 2005). To znamená, že podmienky špeciálneho biotopu môžu vyvolať podobné metabolické aktivity a biochemické reakcie v rôznych morfotypov (Garcia-Pichel et al. 1998).

Tieto výsledky sú dôležité nielen pre pochopenie diverzifikácie, ale aj pri uplatňovaní kritérií taxonomickej klasifikácie v praxi. Tieto pozorovania ukazujú, že vlastnosti populácie siníc sa môžu rýchlo meniť, a že štúdiá stability a rozmanitosti populácie v rôznych biotopoch sú nepretržitou úlohou výskumu siníc. Čo sa týka špeciálnych biotopov, tie sú stále menej známe, ich rozmanitosť a ekologický význam poskytuje otázky taxonómie siníc. Niektorí autori odhadujú, že v tropických biotopoch je rozpoznateľných menej ako 10% mikroorganizmov, známych druhov, ktoré sa od seba líšia morfológiou (DiCatri a Younèz 1994; Watanabe 1999). Toto nízke percento pravdepodobne odráža rozmanitosť siníc. Nutnosťou pre štúdium rozmanitosti najmä v extrémnych a tropických ekosystémoch je nepretržitý vývoj ekologických a morfológických ekosystémov v meniacich

sa podmienkach prostredia. Floristické štúdie nie sú populárne v modernom algologickom výskume. Porovnávacie štúdie populácií z rôznych biotopov (alebo z podobných biotopov z rôznych regiónov) sú dôležité pre pochopenie rozmanitosti siníc. Avšak taxonómie floristických a ekologických štúdií musí rešpektovať správne a moderné znalosti taxonómie siníc. Floristické štúdie sú obzvlášť dôležité v prípade, že spájajú molekulárnu a fenotypovú analýzu; kombináciu týchto metodických prístupov je dôležité a časovo náročné, a vyžaduje si skúsenosti s morfológickou rozmanitosťou siníc. Floristické dokumenty založené iba na základe preskúmania fenotypu, prípadne genotypovej analýzy, popisujú štúdie, v ktorých prevládajú prírodné populácie siníc. Príkladom takýchto molekulárnych štúdií je analýza halofilnej vegetácie z pobrežných regiónov Kalifornie (Garcia-Pichel et al. 1998), extrémne biotopy v Antarktíde (Moorhead a Priscu 1998; NADEAU et al. 2001) a planktónne spoločenstvá (Lyra et al. 2001). Ďalšími príkladmi podrobných štúdií na základe presných fenotypových analýz sú Richert et al. (2006) z Francúzskej Polynézie, Llamas a Vinocur (2007) z Deception Island v Antarktíde, a Komárek a Komárková - Legnerová (2007) z alkalických močiarov v Belize, Strednej Amerike.

Kombinovaný prístup v prípade prirodzenej populácie je náročnejší z tohto hľadiska a to, že molekulárne prístupy (napr. Teplotný gradient gélovej elektroforézy TGGE alebo Denaturačná gradientová gélová elektroforéza DGGE) sú presnejšie a rozlišujú všetky genotypy (Muyzer 1999). Ťažšie je vyhodnotenie ekologickej role rôznych genotypov v prirodzených spoločenstvách. To zahŕňa sezonalitu, relatívne zastúpenie rôznych druhov v ekosystéme a štruktúru spoločenstva. Porovnanie rôznych fenotypov každého taxónu je preto nevyhnutné.

Metodika musí najprv obsahovať analýzu genotypu, pre ktorú je TGGE a DGGE výhodná. Výhodou molekulárneho hodnotenia je, že môže odhaliť v biotopoch všetky genotypy a to aj v prípade, že ekológia v rôznych morfortypov v ekosystéme ostáva nejasná. Izoláciou populácií do kultúr z akéhokoľvek konkrétneho biotopu a ich následným sekvenovaním by mal byť ďalší nevyhnutný krok komplexné hodnotenie. Avšak izoláciou všetkých genotypov v biotope je problematické (Turicchia et al., 2007), ďalším problémom je morfológia rôznych populácií siníc, ktoré sa niekedy menia pod stresom kultivačných podmienok. Bez ohľadu na to, že všetky genotypové ekosystémy molekulárnych procesov a ich fenotypová charakteristika a konečné taxonomické hodnotenie celkového spoločenstva siníc, by mali byť konečným cieľom štúdia siníc. Príklady takýchto štúdií špeciálnych biotopov s bohatou sinicovou vegetáciou je analýza

sladkovodných planktónnych siníc Rajaniemi et al. (2005) a Willame et al., a preskúmanie siníc rodu *Oscillatoriales*, a sinicové porasty v severnej Brazílii (Turicchia et al., 2007).

2. Ciele práce

V tejto práci sa budem venovať aerofytickým siniciam, ktoré boli zozbierané z pätnástich lokalít a to v oblasti Keni (východná časť Afriky- Indický oceán). Ciele tejto bakalárskej práce je:

Vytvorenie literárnej rešerše so zameraním na problematiku taxonómie a ekológie aerofytických siníc. Kultivácia a determinácia vzoriek aerofytických siníc z Kene. Príprava laboratórnych kmeňov siníc pre PCR a sekvenovanie.

3. Materiál a metódy

3.2. Charakteristika oblasti

3.1.1. Afrotropická biogeografická oblasť

S pomedzi prímorských štátov vo východnej časti Afriky Indického oceánu je Keňa pomenovaná podľa vrchu Mount Kenya (5 199 m n. m.), s hlavným mestom Nairobi. Táto oblasť zahŕňa subsaharskú Afriku a časti Arabského polostrova. Vo vnútrozemí väčšinou stepi alebo savany, na východe od jazera Turkana už púšte a polopúšte. V nadmorskej výške do 3 000 m n. m. prevládajú savany. Zo všetkých oblastí práve v tejto nachádzame najväčšiu diverzitu cicavcov a taktiež výraznú rozmanitosť krytosemenných rastlín. Na pobreží a v západnej časti sa vďaka vyšším zrážkam nachádzajú tropické pralesy (is.muni.cz).

3.1.2. Fauna

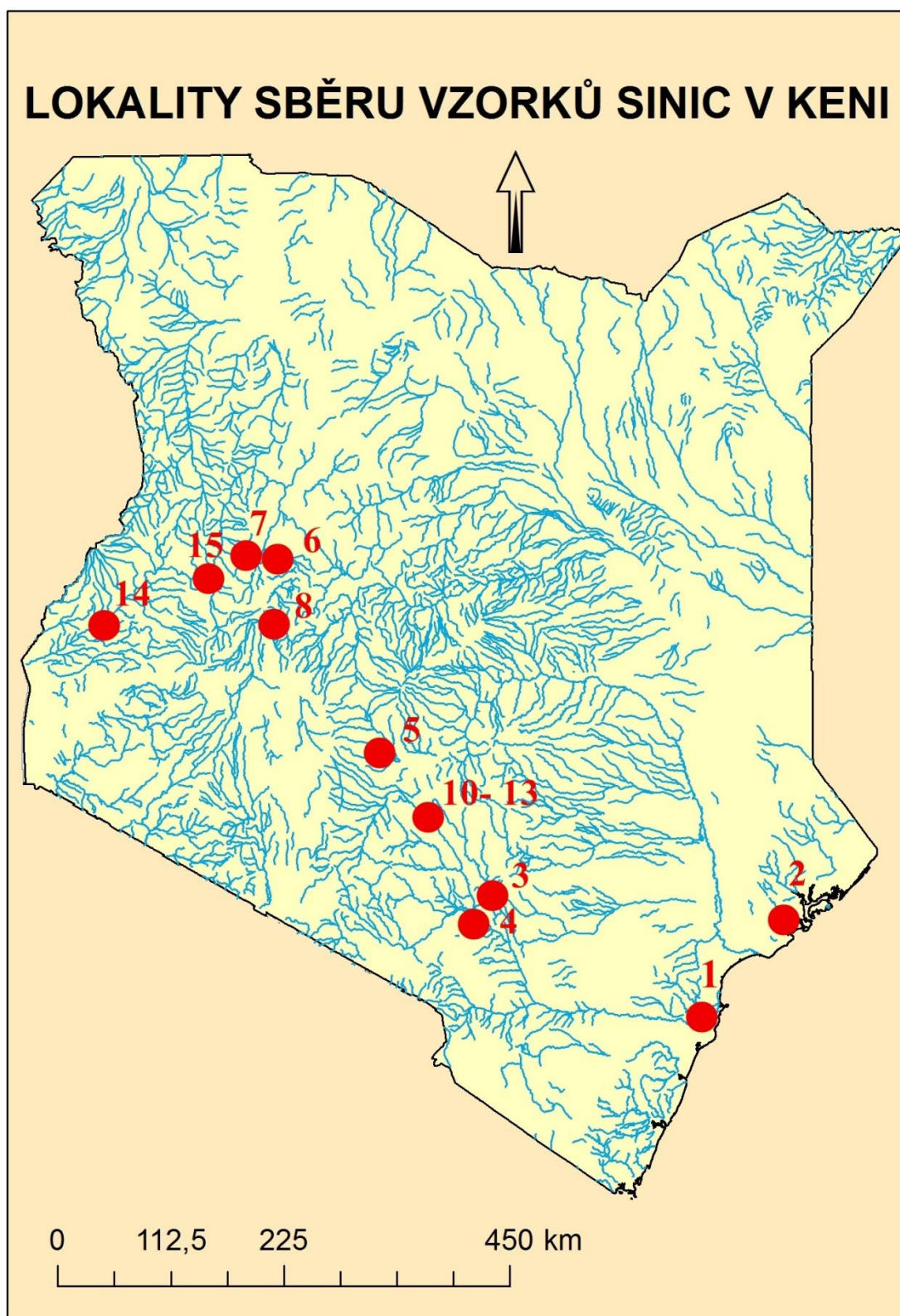
Z tejto oblasti je veľa známych endemických rodov cicavcov ako napríklad zebry (*Equus burchelli*), žrafy (*Giraffa camelopardalis*), gazely (*Gazella subgutturosa*), pakone (*Connochaetes taurinus*), africké slony (*Loxodonta africana*), paviáni (*Papio spp.*) šimpanzi (*Pan troglodytes*) a gorily (*Gorilla gorilla*). Z mäkkýšov pre túto oblasť sú typickí, napríklad č. achatinovité (*Achatinidae*) a *Chlamydephoridae* z rýb to sú napr. archaické č. plutváňovité (*Polypteridae*) alebo cichlidovité (*Cichlidae*). Endemické čeľade obojživelníkov predstavujú kvikuňka (*Arthroleptidae*) alebo rákosničky (*Hyperoliidae*). Z plazov sú typickí gekoni (*Gekkoninae*) alebo kobry. Medzi endemické čeľade vtákov Afrotropickej oblasti radíme hadožrúťovité (*Sagittariidae*), takatrovité *Scopidae* a turakovité (*Musophagidae*). Medzi endemické čeľade cicavcov patria zlatokrtovité (*Chrysochloridae*), noháčovité (*Pedetidae*), šupinatkovité (*Anomaluridae*), žirafovité (*Giraffidae*), hrochovité (*Hippopotamidae*) a hrabáčovité (*Tubulidentata*). (is.muni.cz).

3.1.3. Flóra

Pri pobreží Indického oceánu vo východnej Afrike sa tiahne úzky pruh od keňsko-somálskej hranice, až po Port Elizabeth v Juhoafrickej republike. Vegetáciu tvoria monzúnové, z časti poloopadavé lesy. Flóra je dosť špecifická, v ktorej bývajú zachované početné paleoendemy, s pravdepodobnosťou predstavujú pozostatok kedysi omnoho rozšírenejšieho vegetačného typu. Pre túto oblasť sú typické tieto dve endemické čeľade *Rhynchocalycaee* a *Stangeriaceae* (botany.cz).

3.1.4. Lokality

1. **Gede ruins** – Pozostatok Swahili Down v Gedi, dedinka blízko Malindi $-3^{\circ} 18' 53.50''$, $+40^{\circ} 1' 25.81''$
2. **Lamu Old Town**- mestečko na ostrove Lamu $-2^{\circ} 16' 40.92''$, $+40^{\circ} 51' 9.58''$
3. **Sandy shoreline of Tsavo River near Maneater Bridge**
4. $-2^{\circ} 24' 33.89''$, $+37^{\circ} 58' 1.63''$ – mesto **Kibwezi** v blízkosti cesty
5. $-2^{\circ} 32' 57.70''$, $+37^{\circ} 51' 4.80''$ - **Národní park- skala u Makalia** vodopádov
6. **Jezero Baringo**- v blízkosti termálnych prameňov $+0^{\circ} 37' 44.24''$, $+36^{\circ} 3' 55.33''$
7. **Kampi ya Samaki- Robets camp**- breh jazera Baringo $+0^{\circ} 36' 50.17''$, $+36^{\circ} 1' 23.92''$
8. **Jazero Bogoria**- u termálnych vôd, vulkanická skala $+0^{\circ} 16' 11.46''$, $+36^{\circ} 5' 42.86''$
9. **Sonachi crater lake**
10. - 13. **Kentmere**- v blízkosti mesta Limuru $-1^{\circ} 9' 2.66''$, $+36^{\circ} 43' 41.97''$
14. **údolie rieky Savony u mesta Kakamega** $+0^{\circ} 17' 10.17''$, $+34^{\circ} 45' 3.45''$
15. **kôra figovníka v Kabernet Hotel** $+0^{\circ} 29' 52.43''$, $+35^{\circ} 44' 53.45''$



Obr.č.1: Mapa Keňa (pomocou programu ArcGiS 10)

3.2. Metodika práce

Vzorky aerofytických siníc s ktorými som pracovala dodal vedecký pracovník Krienitz, Lothar, Dr. habil. Odobrané v období- rok 2011 a to prevažne v mesiaci január. Z vybraných pätnástich lokalít z oblasti Keňa a to: 1: Gede ruins, 2: Lamu Old Town, 3: Sandy shoreline of Tsavo River near Maneater Bridge, 4: Kibwezi, 5: NP Makalia, 6: Jezero Baringo, 7: Kampi ya samaki- Robetts camp, 8: Jazero Bogoria, 9: Sonachi crate lake, 10- 13: Kentmere, 14: Kakamega, 15: Kabernet.

Získané vzorky sa nachádzali jak v "tekutej", tak aj v "pevnej" forme, teda v médiu a na agare. Pôvodné vzorky boli najskôr pozorované pod mikroskopom. Pre prácu v mikroskopoch boli zhotovené jednotlivé preparáty, ktoré boli následne určené pre mikroskopovanie. Digitálny záznam z pozorovania pod mikroskopom bol prevedený pomocou digitálneho fotoaparátu Canon A 2300. Kultivácia prebiehala v sterilných prostredí a to vo flow- boxe a to v laboratórnych podmienkach. Bolo použité médium "Z" podľa Zehndera (Staub 1961) a 1% agar, ktorý bol umiestnený v Petriho miskách, skúmavkách alebo epruvetkách.

Kontaminácia vzoriek vyžadovala opakované očkovanie, ktoré som sa snažila eliminovať. Kultivácia si vyžadovala prácu s binokulárnou lupou, kde som vyhľadávala vhodné miesta a snažila sa vyhnúť napadnutým miestam. Očkovanie vzoriek prebiehalo za použitia sterilných ihlíc alebo iných pomôcok, kde s pomocou týchto nástrojov sa vybrané časti siníc vložili opäť do Petriho misiek s agarom. Následne nato bol hotový preočkovaný materiál uzatvorený a utesnený.

K determinácii bola použitá odborná literatúra: Komárek, Anagnostidis (2005). Pre ďalšie spracovanie výsledkov, odobratie vzoriek a digitálne spracovanie bol požitý mikroskop Olympus BX21.

4. Výsledky

Z poskytnutých vzorkou z oblasti Keňa a ich determinácii bolo nájdených niekoľko druhov. Druhovú zastúpenie z tejto oblasti by nebolo jednoznačné, taktiež práca s európskym kľúčom neposkytovala presné požiadavky pre stanovenie druhového zastúpenia. Preto z tohto dôvodu pre širokú rozmanitosť, čo sa týkalo druhového zastúpenia sa výsledky opierajú čisto o zastúpenie rodového charakteru. V Tab. 2: je zaznačených 11 rodov, ktoré boli pri determinácii určené.

Najčastejší bol výskyt vláknitých rodov *Leptolyngbya*, *Phormidium* a stručná charakteristika (Komárek a Anagnostidis):

Gloeocapsa

Kolónie mikro-, makroskopické (zriedka len mikroskopické), zvyčajne mnohobunkové, slizovité, amorfne, epilitické alebo epifytické, skladajú sa z malých skupín s nepravidelne usporiadanými bunkami. Tieto bunky bývajú obklopené želatínovými pošvami, ktoré sú koncentricky vrstvené, čiastočne sfarbená do žltej, hnedej, oranžovej, červenej, modrej a fialovej. Bunky oválne, zriedka pretiahnutého tvaru svetlo modro- zelené s homogénnym obsahom, niekedy s granulami. Bunkové delenie v troch na seba kolmých rovinách po sebe idúcich generáciách. Rozmnožovanie rozpadom kolónií do malých bunkových zhlukov alebo do samotných buniek s úzkymi želatínovými obálkami, známe ako tzv. monocytárne bunkové delenie. Vyskytujú sa hlavne v horách, ale aj vo všetkých ostatných skalných oblastiach, vrátane suchých oblastí. Druhy známe z mokrých alebo suchých kamenitých stien alebo skál s tečúcou vodou.

Jaaginema

Vláknitá, spravidla jemné vlákna do 3 μm , cylindrické bunky, ktoré sú dlhšie ako širšie, izodiametrické a k tomu vždy nepohyblivé a bez slizovej pošvy (výnimočne s veľmi jemnými slizovými vrstvami). Apikálne bunky bývajú zaoblené, bez kalyptry, bunky s homogénnym bunkovým obsahom a bez aerotopov. Bunkové delenie podľa priečneho binárneho delenia, kolmo k pozdĺžnej osi trichómu, dcérske bunky rastú +/- až do pôvodnej veľkosti pred ďalším delením. Niekoľko druhov známych z minerálnych, termálnych a salinických vôd a taktiež s vodných biotopov.

Leptolyngbya

Vláknité zriedka solitérne, pohyblivé alebo +/- pripojené k podkladu, zriedka tvoria kompaktné kolónie. Prítomna pošva, hustota sa u rôznych druhov líši, trichómy od 0,5 do 3,5 μm široké, pohyblivé alebo nepohyblivé. Bunky valcovité, izodiametrické, dlhšie alebo kratšie ako široké s tylakoidmi. Bunky sa delia o +/- symetricky (zriedka asymetricky) priečne dvojité delenie, bunky rastú do pôvodnej veľkosti pred ďalším delením. Fragmentácia bez pomoci typických nekrotických buniek. Druhy sú veľmi časté v pôdach a v perifýtonu a metafýtonu sladkovodných a morských slanomilných biotopov, niektoré druhy sú známe z termálnych a minerálnych prameňov, alebo z aerofytických kamenistých miest.

Lyngbya

Vlákná rovné alebo slabo zvlnené, zriedka solitérne a širšie ako 6 μm . Pošva pevná, tenká alebo hrubá, bezfarebná alebo slabo nažltlá, hnedá prípadne červenkastá (veľmi zriedka modrastá). Trichómy cylindrické, bez konstriktie bunkových stien. Bunky sú vždy kratšie ako široké a až 1/15 krát dlhšie ako široké, zriedka až izodiametrické, bez aerotopov, ale u planktónnych druhov s aerotopmi. Apikálne bunky so zosilnenou vonkajšou bunkovou stenou alebo s kalyptrou. Bunkové delenie priečne, kolmo k zvislej osi trichómu, spravidla v rýchлом slede. Reprodukcia o +/- krátka, pohyblivé hormogónia, ktoré sa od trichómu oddeľujú s pomocou nekrotických buniek. Zvyčajne prekrývajú rôzne subaerofytické substráty, niektoré druhy sú marinné alebo brakické.

Phormidium

Stielka obvykle rozšírená, tenká alebo súdržná, želatinózna, slizovitá. Vlákná rôzne zakrivené, nerozvetvená, zvyčajne zapletená. Pošvy zvyčajne bezfarebné alebo úplne chýba, trichómy cylindrické, (1,8) 2,5- 11 (15) μm široké. Bunky izodiametrické kratšie alebo dlhšie ako široké, bez aerotopov. Apikálne bunky špicaté, zúžené alebo zaoblené bez alebo s kalyptrou. Bunkové delenie priečne, kolmo k pozdĺžnej osi trichómu, dcérske bunky rastú + / - až do pôvodnej veľkosti pred ďalším delením. Všetky bunky, ktoré sú schopné rozdelenia s výnimkou apikálnych, niekedy sa vyskytujú nejasné meristematické zóny. Rozmnožovanie rôzne dlhé, s pomocou nekrotických buniek. A to buď pomocou hormogónií, ktoré sa oddeľujú v koncových častiach trichómu alebo fragmentáciou celého trichómu. Niektoré

druhy sú známe z extrémnych stanovišť ako (termálne pramene, púštne pôdy, atď), len málo z nich sa zúčastňuje biolítogénnych procesov.

Pseudanabaena

Vláknité, vlákna (trichómy) solitérne, jednoduché, tenké a bez pevnej pošvy. Bunky sú cylindrické vždy dlhšie ako širšie, s prítomnosťou aerotopov, ale niekedy sa môžeme pozorovať prítomnosť granúl (napr. subg. *Pseudanabaena*, *Skujanema*). Apikálne bunky bez kalyptry, cylindrické a na konci zaoblené (napr. subg. *Pseudanabaena*), alebo u (subg. *Skujanema*, *Ilyonema*) s kónickým tvarom alebo s ostrou špičkou. Trichómy sa rozpadajú (u niekoľkých druhov do samostatných alebo jednobunkových úsekov) bez nekrotických buniek. Niektoré druhy sú známe z extrémnych biotopov (minerálne a termálne pramene, salinické lokality), ostatné druhy žijú na morskom dne v planktоне a v pôde.

Pseudophormidium

Vláknité dlhé alebo krátke, vlákna rôzne zaoblené, ktoré sa bežne rozpadajú v početné trichómove segmenty, pošva pevná, zriedka slizovitá, farebná alebo bezfarebná. Trichómy až 10 µm široké, bunky izodiametrické alebo kratšie alebo dlhšie ako široké, bez aerotopov. Apikálne bunky zvyčajne zaguľatené a bez kalyptry. Rozmnožovanie intenzívne, častá fragmentácia trichómov do pohyblivých hormogónií alebo nepohyblivých hormocytov, obvykle pomocou nekrotických buniek. Druhy známe z pôdy, vyskyt aj v ponorených substrátoch (hlavne kamene), jeden druh známy z potokov s intenzívne tečúcou vodou.

Stigonema

Stielka pripevnená k podkladu, vlnitá, vetvenie tzv. T a V typu. Trichómy v dvoch alebo v niekoľkých radoch nepravidelne stočené, niekedy zúžené smerom ku konci. Apikálna bunka býva niekedy väčšia ako ostatné, pošvy hrubé, tenké, žlté- hnedé farby. Obsah bunky modro-zelený alebo olivovo zelený, prítomnosť granúl, heterocytov, prítomnosť akinet nie je známa. Delenie buniek býva väčšinou vo všetkých rovinách, priečne delenie buniek je bežné v trichómoch. Meristematické zóny sa vyskytujú v tej časti, v ktorej sa vyskytujú hormogónia. Tento rod sa vyskytuje v rôznych biotopoch a to celoplošne, zvyčajne pripojené k substrátu

alebo v pôde. Najčastejšie hlavne v tropických oblastiach na kôre stromov, mokrých skál a pôd.

Nostoc

Mikro- alebo makroskopická stielka želatínová, amorfná alebo guľovitá, prípadne nepravidelná guľovitá, hladkého povrchu alebo s hladkým. Pošvy okolo trichómov prítomné, široké, žlté- hnedé a dobre viditeľné na okraji alebo v malých kolóniách, vlákna vo vnútri kolónie nepravidelné stočené. Trichómy izopolárne, po celej dĺžke rovnako široké, čo sa týka apikálnych buniek tie sa morfológicky nelíšia od ostatných buniek. Bunky cylindrické až takmer guľovité, frekvencia alebo absencia heterocytov je závislá na metabolizme dusíka. *Nostoc* má zvláštny životný cyklus, počas ktorého tvorí niekoľko špeciálnych a charakteristických fázy. Druh, ktorý je známy zo sladkovodných biotopov. Známe sú však aj druhy vyskytujúce sa v pôdach alebo na ich povrchoch.

Ďalšie druhy, ktoré sú tiež pre tropické oblasti typické:

Scytonema

Vlákna voľné alebo vo zväzkoch, niekedy husto stočené, plaziace sa po podklade, často nepravé vetvené, s jedným alebo dvoma postrannými vetvami. Vetvenie začne po rozpade trichómu s pomocou nekrotických buniek medzi dvoma heterocyty. Trichómy izopolárne, cylindrické, pošva pevná, paralelná alebo zdvojená a zvyčajne žlté- hnedá v niektorých častiach. Bunky bledé alebo olivovo zelené s nepravidelne umiestnenými granulami alebo zrnitým obsahom, apikálne bunky niekedy s veľkými vakuolami. Bunky sa delia priečne kolmo k osi trichómu, najmä blízko koncových meristematických vetiev. Veľa týchto druhov rastie na aerofytických alebo subaerofytických mokrých kmeňov, dreve, pôde, známe sú aj druhy z termálnych vôd, korálových útesov a pod.

Tolypothrix

Vlákna heteropolárne s nepravým vetvením obvykle s bočnými postrannými vetvením. Pošvy tenké alebo hrubé spojené s trichómami, niekedy vrstevnaté, bezfarebná alebo žlté- hnedá,

niekedy na konci zúžená. Bunky cylindrické až súdkovitého tvaru, izodiametrické alebo mierne dlhšia alebo kratšia ako široká, bez aerotopov, niekedy s prítomnosťou granúl, modro-zelené, olivovo- zelené, šedé alebo červenkasté. Koncové bunky mierne užšie alebo rozšírené a okrúhle, vždy bez kalyptry, akinety známe len u niektorých druhov. Rozmnožovanie podľa hormogónia, ktoré klíčia na oboch koncoch, potom heterocyty vytvárajú (obvykle v pároch) zmenu v heteropolánom raste. Mnoho druhov je známych z tropických biotopov, aerofytických stanovišť (mokré piesčité pôdy, kôry stromov, vápencových kamene, pieskovcové steny atď).

Microcoelus

Vlákná solitérne alebo spojené do tenkých vrstiev, rôsolovitého charakteru, jemná obvykle bezfarebná, homogénna pošva, v ktorej sú nahusto trichómy, paralelne usporiadané a niekedy nepravidelné stočené dohromady. Trichómy cylindrické, s rovnými, zvyčajne zúženými koncami. Bunky izodiametrické, kratšie alebo dlhšie (až tri krát) ako široké, koncové bunky kužeľovité ojedinele s kalyptrou. Rozmnožovanie pohyblivých fragmentov z trichómu alebo hormogónia; fragmentácia obvykle pomocou nekrotických buniek. Predstavujú hlavne bentické, pôdne druhy, niektoré druhy známe aj z mokrých skál a minerálnych prameňov.

Zoznam druhov prítomných vo vzorkách z lokalít od 1-15 KEŇA

Tab. 2: Zoznam druhov prítomných vo vzorkách.

	lok. 1	lok. 2	lok. 3	lok. 4	lok. 5	lok. 6	lok. 7	lok. 8	lok. 9	lok. 10	lok. 11	lok. 12	lok. 13	lok. 14	lok. 15
<i>Gloeocapsa</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–	–	–
<i>Jaaginema</i> sp.	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Nostoc</i> sp.	–	–	●	–	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Scytonema</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–
<i>Leptolyngbya</i> sp.	–	●	–	●	●	●	●	●	–	–	–	●	–	●	–
<i>Lyngbya</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–
<i>Phormidium</i> sp.	–	●	–	●	●	–	●	–	–	–	●	–	●	–	–
<i>Pseudanabaena</i> sp.	●	–	●	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pseudophormidium</i> sp.	●	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–	–	●	–	–
<i>Stigonema</i> sp.	–	●	–	–	●	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–

5. Diskusia

Rozmnitosť a diverzitu na rôznych povrchoch bola preskúmaná aj Neustupom & Škaloudem (2008), ktorí popísali diverzitu siníc a rias na kôre stromov v tropických horských oblastiach. Popisujú druhové zloženie rias a siníc v juhovýchodnej Ázii z horských dažďových pralesov lokalita v Cinodas, West Java. Okrem spomenutých zelených rias boli sinice najčastejšie pozorovanou skupinou. Sinice dominovali v priestoroch s vyššou svietivosťou, zatiaľ čo v uzatvorených lokalitách lesa dominovali kokálne zelené riasy (Trebouxiophyceae). Zo siníc boli hlavne zaznamenané rody *Leptolyngbya*, *Nostoc*, *Nostoc* sp., *Nostoc* cf. *entophyllum* (Bornet & Flahault), *Nostoc* cf. *punctiforme* (Kütz.) Hariot, *Scytonema ocellatum* (Lyngbye ex Bornet & Flahault). *Brasilonema angustatum*, (Nostocales), bol izolovaný z ostrova Oahu, Havaj. Z oblasti Keňa boli odobrané taktiež vzorky z kôry stromov z lokalít (lok. 7. a lok. 12). Jednalo o kôru Jaseňa (*Fraxinus berlandieriana*), kde bol zaznamenaný taktiež prítomnosť rodu *Leptolyngbya*, teda jeden z rodov ktorý Neustupa a Škaloud popísali z oblasti Ázie.

Sinice zo skalnatých povrchov v tropických oblastiach boli študované v Ázii, Afrike, Austrálii v rokoch 1907-1999. Skalnaté povrchy, ktoré sú plne vystavené slnečnému žiareniu vyskytujúce sa vo všetkých typoch tropických biómov (Huber, 1995), a Inselbergs (izolované skalné odkryvy) v dažďových pralesoch, vlhké a suché Savany (Büdel et al., 1997a, 1999), sedimentoch (Büdel & Wessels, 1991), priniesli prekvapivé výsledky, ktoré ukázali výskyt siníc a rias obývajúc takéto prostredia (Welwitsch, 1868; Fritsch, 1907; Golubic, 1967a; Büdel, 1987; Büdel & Wessels, 1991; Sarthou et al., 1995; Büdel et al., 1994, 1997a, 1999; Seine et al., 1998). Medzi najčastejšie sa vyskytujúce druhy na skalách z tropickej Afriky a Ameriky patria: *Chroococcus* sp., *Gloeocapsa sanguinea*, *Plectonema* sp., *Stigonema hormoides*, *S. ocellatum*, *S. panniforme* a *Scytonema crassum*. Čierne povrchové krusty, ktoré pozostávali z druhov: *Gloeocapsa rupicola* Kützinger, *G. sanguinea*, *Schizothrix thelephoroides*, *Scytonema ocellatum*, *Stigonema minutum*, *S. ocellatum* a *Xenococcus* sp., zistené na Serrania Parú Tepui, Büdel et al. (1994). Vlhké steny z našej oblasti v Keni (lok. 11, lok. 14) predstavujú zastúpenie druhov *Pseudophormidium* sp., *Stigonematales* sp., *Leptolyngbya* sp. Veľmi prekvapivým bol objav druhu *Jaaginema* sp., ktorá patrí medzi bentické organizmy rastúce na dne rôznych vodných biotopov, rybníkov dokonca niekoľko druhov je známych z minerálnych vôd (Komárek, 1992). Zaznamenaná z (lok. 1) Gede Ruins (vzorky z povrchu pamiatky, ruín arabsko-svahilského mesta).

Boli preukázané, že sinice sú súčasťou pôd J. Tirkey a S. P. Adhikary sa vo svojom výskume zamerali na pôdne krusty tvorené sinicami a to z oblasti Indie v rokoch 2005. Hlavnou zložkou čierneho- hnedých krúst laterickej pôdy v Bhubaneswar (India) bola *Lyngbya arboricola*. Ďalšími dominantnými zložkami krúst z Indie boli druhy *Scytonema*, *Plectonema* alebo *Lyngbya*. Tieto organizmy sa vyskytujú v hornej vrstve suchej pôdy spolu s ďalšími druhmi patriace k rodu: *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Microcoleus*, *Nostoc*, *Calothrix*, *Aulosira*, *Fischerella*, *Westiellopsis* a *Hapalosiphon* (Tirkey & Adhikary, 2005). Z týchto rodov boli zaznamenané aj u nás, avšak z iných stanovísk pre ktoré je typický výskyt v pôdach. Porovnaním druhu *Sytonema*, ktorý nebol v našom prípade zaznamenaný z pôd ale z (lok. 10) mesto Limuru (chladné a horské klíma). V pôdach nebol zaznamenaný ani rod *Nostoc*, ten bol nájdený v (lok. 6, Jazero Baringo). Z laterickej pôdy boli odobrané aj naše vzorky z (lok. 13), vykazovali zastúpenie *Phormidium* sp., *Pseudophormidium* sp. Z oblasti Kene a dostupných vzoriek bola pozorovaná druhová diverzita na rôznych substrátoch (skalnaté povrchy, kôry stromov a pôdy) a stanovišť (termálne pramene, vodopády). Skalnaté povrchy či už sa jednalo o pamiatky (Gede Ruins) boli odprevádzané najväčšou druhovou diverzitou siníc spoločne aj s riasami.

Táto štúdia preukázala aj prítomnosť kokálnych siníc rodu *Gloeocapsa*, najčastejšie však boli vláknité druhy boli rody *Phormidium*, *Leptolyngbya* a *Nostoc* prítomný z dvoch lokalít. Výskyt rodu *Jaaginema* môžeme označiť ako za náhodný, ktorý sa vyskytol iba u jedného zo vzoriek (z lok. 1 Gede Ruins- z povrchu ruín tejto pamiatky). Zatiaľ, čo rody *Phormidium*, *Leptolyngbya* boli prítomné skoro vo všetkých vzorkách. Druhové zastúpenie aerofytických siníc z tejto oblasti je veľmi rozmanité, ktoré sú výsledkom širokého spektra stanovišť s rôznym typom substrátov.

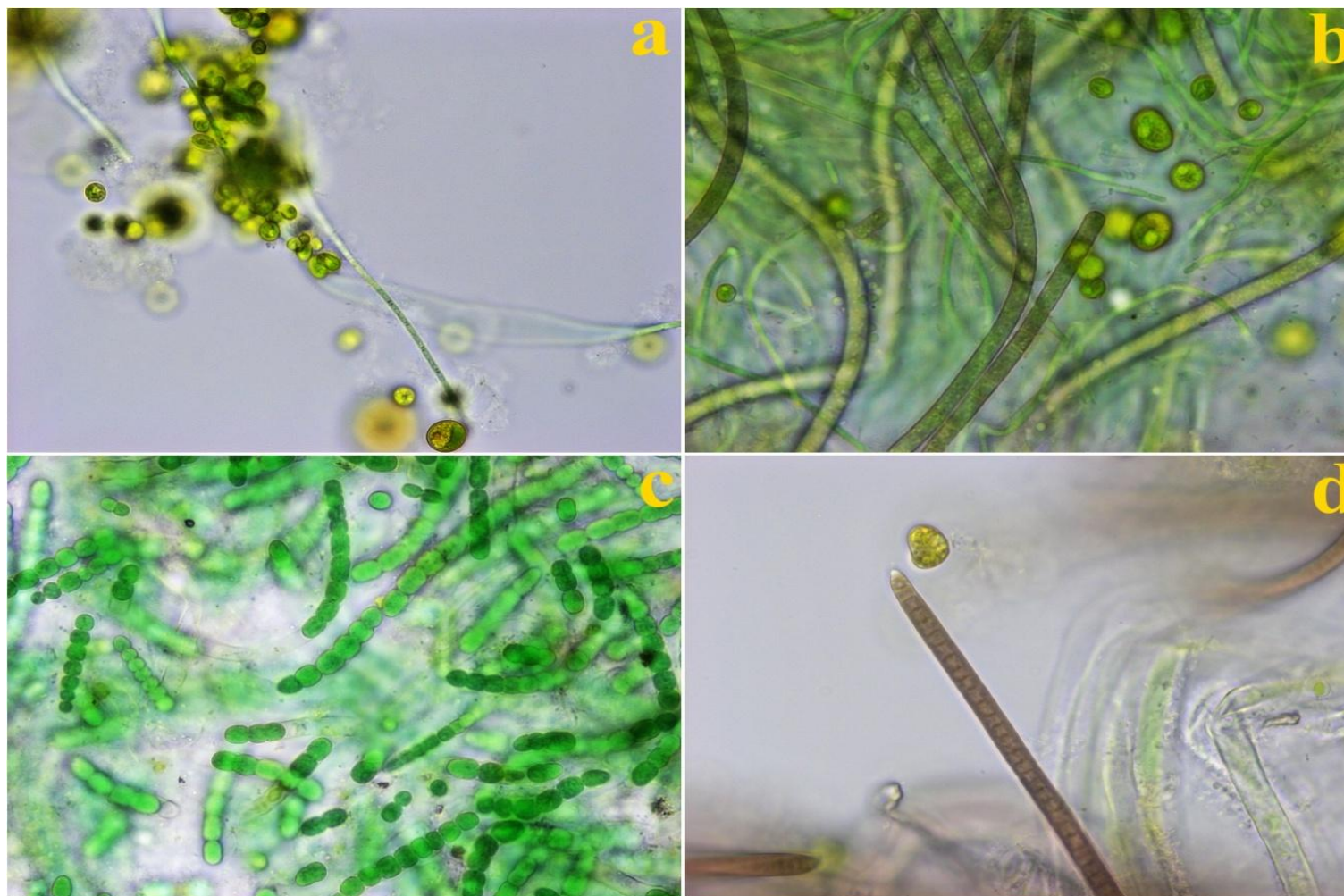
6. Záver

V priebehu roka 2012-2013 boli preskúmané vzorky siníc, ich druhové zastúpenie, z oblasti Keňa a to z 15 lokalít. Pre prácu boli poskytnuté prírodné vzorky aj kultúry. Vzorky aerofytických siníc dodal vedecký pracovník Krienitz, Lothar, Dr. habil. Kultivácia prebiehala v sterilných prostredí a to vo flow- boxe a to v laboratórnych podmienkach. Problémom bola kontaminácia vzoriek, ktorá vyžadovala opakované očkovanie, pre získanie čistých kultúr.

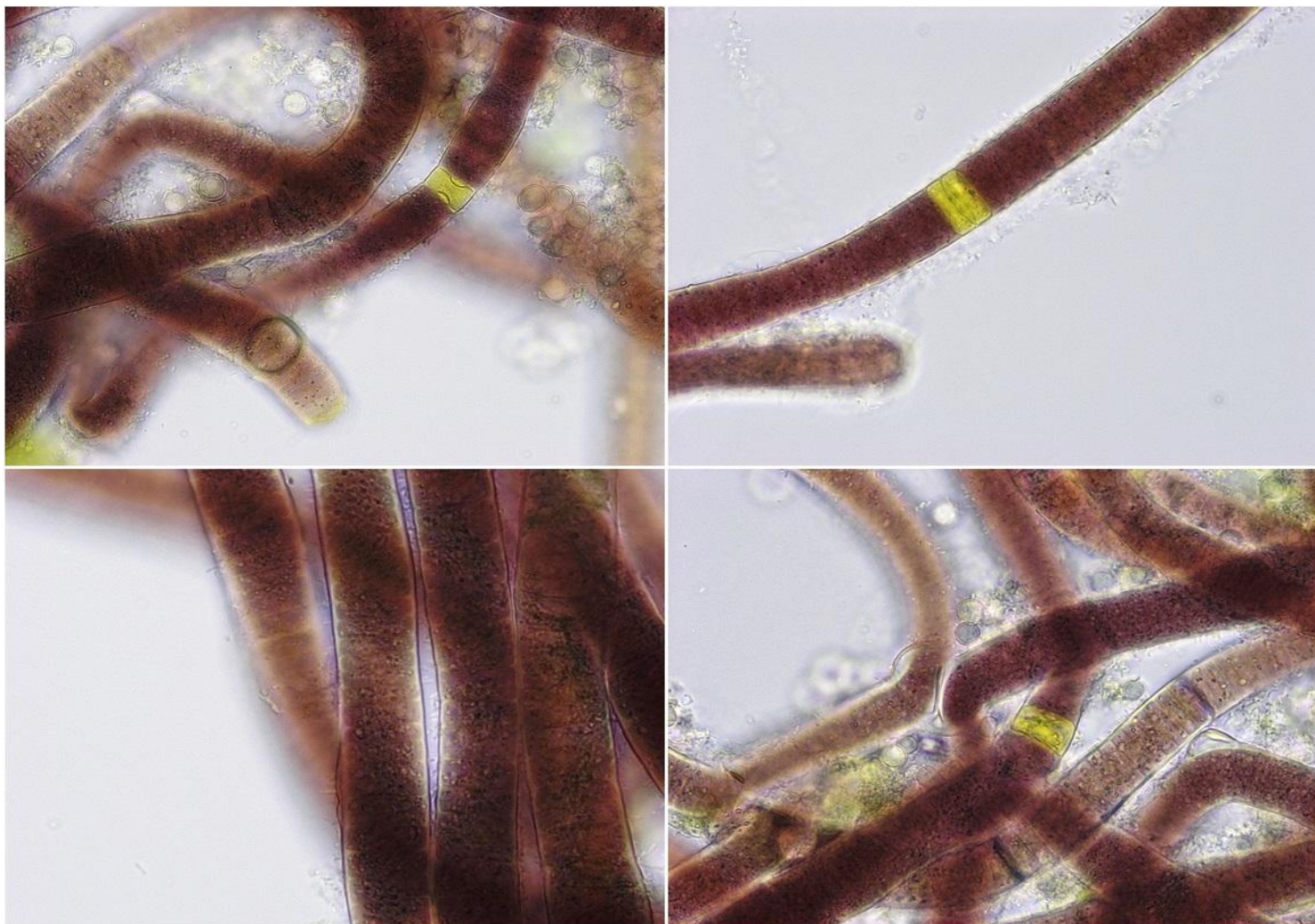
Práca je zameraná na ekológiu siníc a taktiež na problematiku taxonómie. Určených bolo 10 rodov: *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Leptolyngbya*, *Lyngbya*, *Phormidium*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Pseudophormidium*, *Stigonema*. Zaujímavý bol aj výskyt sinice druhu *Jaaginema* sp., ktorá patrí medzi bentické organizmy, rastúce na dne rôznych vodných biotopov. Jednotlivá charakteristika spomenutých rodov a ďalších rodov, ktoré sú pre túto oblasť typické: *Tolypothrix*, *Scytonema*, *Microcoelus*.

A taktiež som pripravila laboratórne kmene siníc pre PCR, sekvenovanie, molekulárne štúdie a pre ďalší výskum.

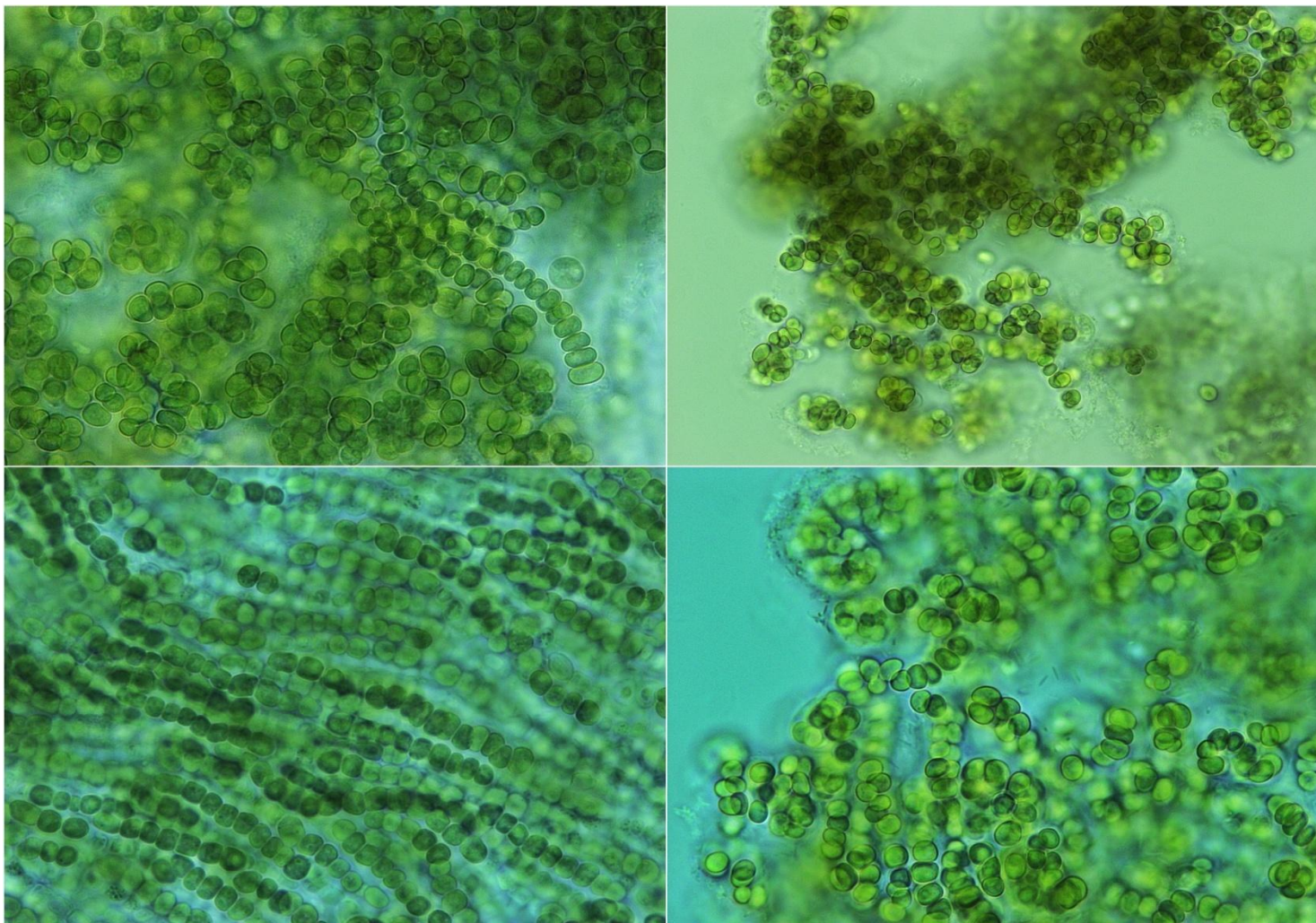
7. Obrázkové přílohy



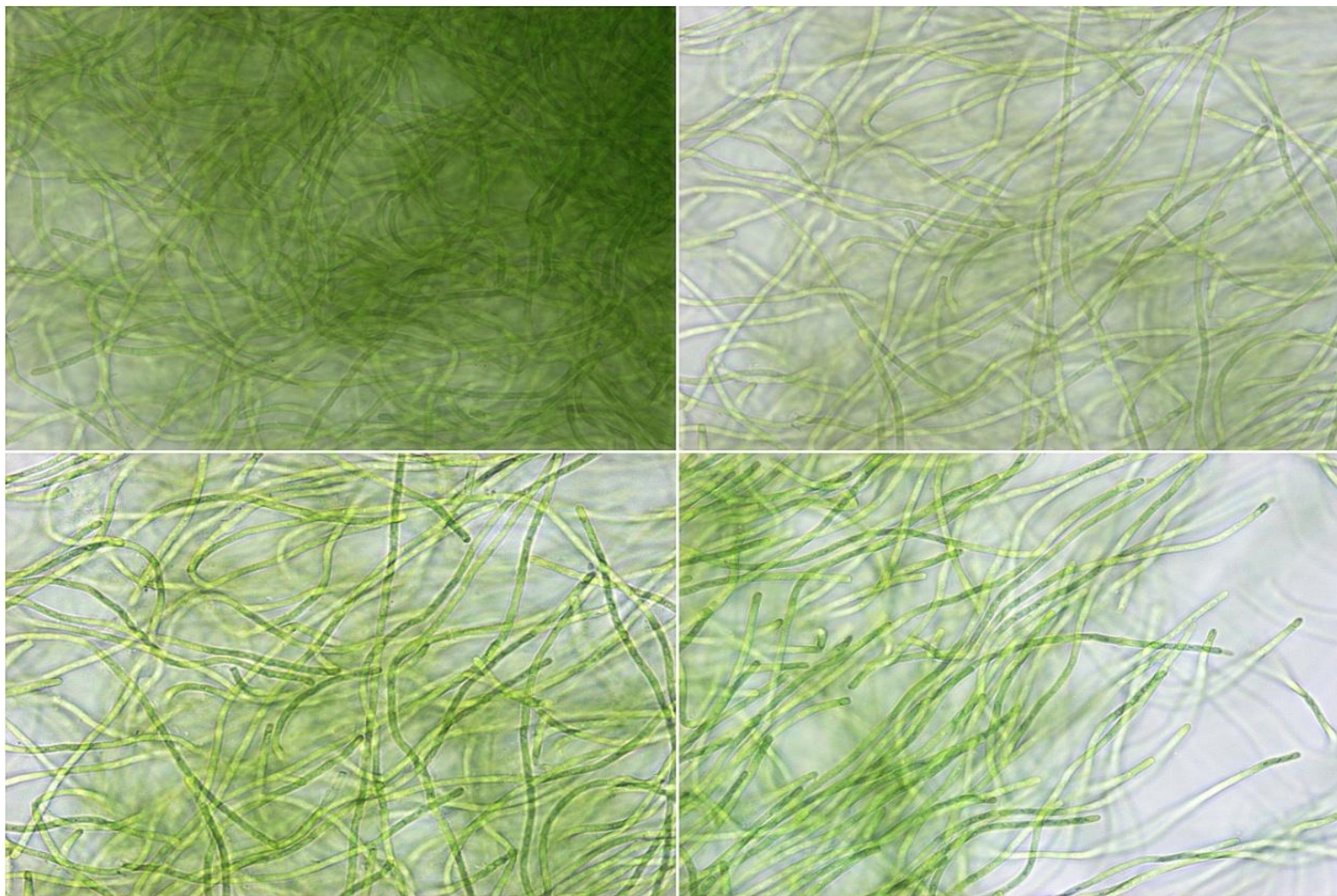
Obr. 1. **a-** lokalita č. 1: Gede ruins- *Pseudanabaena* sp., **b-** lokalita č. 2: Lamu Old Town- *Phormidium*.sp., *Pseudanabaena* sp., **c-** lokalita č.3: Sandy shoreline of Tsavo River near Maneater Bridge- *Nostoc* sp., **d-** lokalita č.4: mesto Kibwezi- *Phormidium* sp.



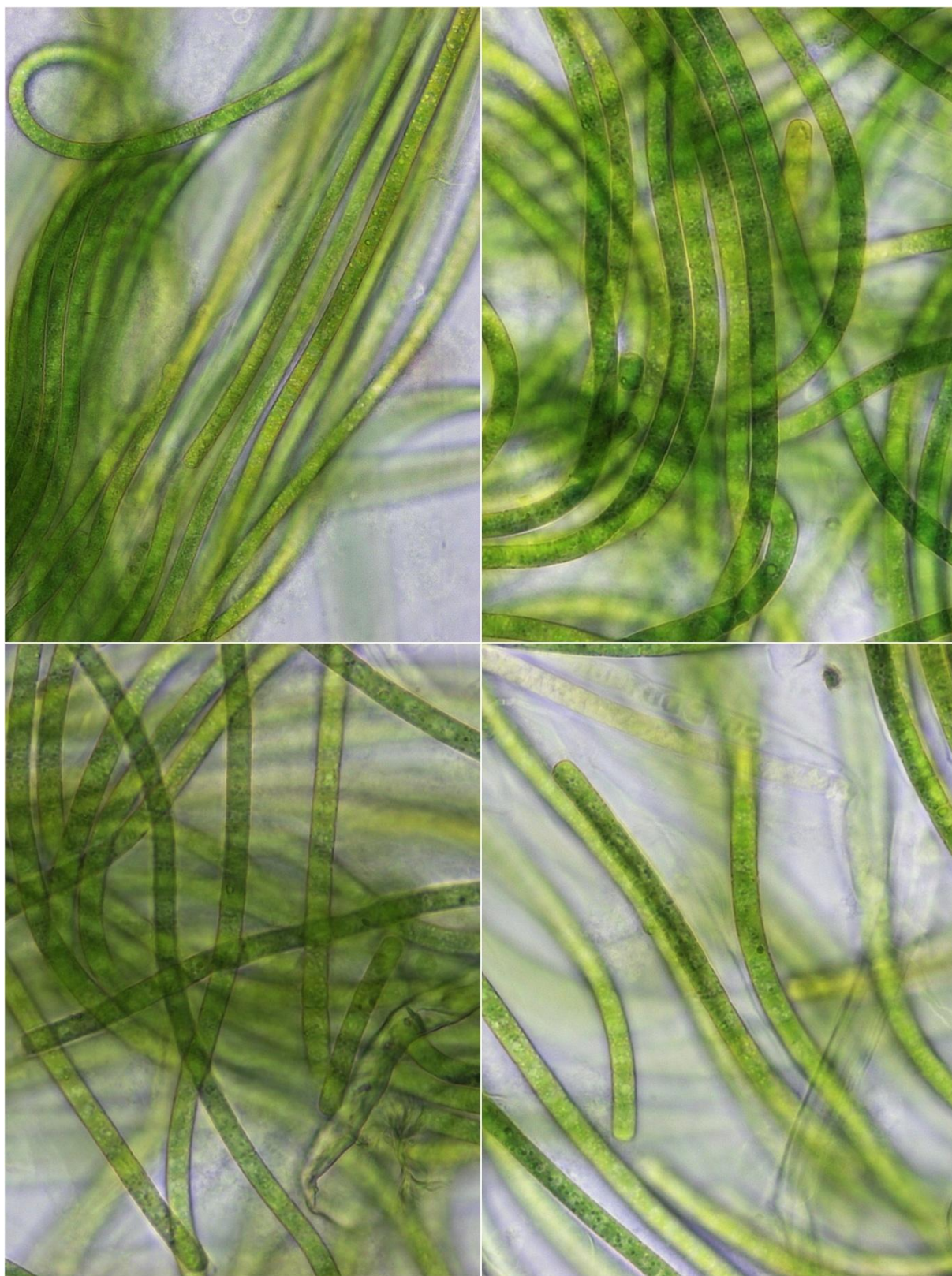
Obr. 2- lokalita č. 10: mesto Limuru (Keňa)- *Scytonema* sp.



Obr. 3- lokalita č. 6: Jezero Baringo- *Nostoc* sp.



Obr. 4- lokalita č. 8: Jazero Bogoria- *Leptolyngbya* sp.



Obr. 5- lokalita č. 12: mesto Limuru (Keňa)- *Phormidium* sp.

8. Literatura:

A.D. Thomas, A.J. Dougill (2006): Distribution and characteristics of cyanobacterial soil crusts in the Molopo Basin, South Africa, *Journal of Arid Environments*, 64: 270–283.

Adesalu, T.A., Nwankwo, D.I. (2010): Cyanobacteria of a Tropical Lagoon, Nigeria, *Journal of American Science*, 6 (4): 193-199.

Ahmend D. El- Gamal (2008): Aerophytic Cyanophyceae (Cyanobacteria) from Some Cairo Districts, Egypt: *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11 (10): 1293-1302.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. (1985): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1-Introduction. *Archiv. Hydrobio. Suppl.* 71, 1-2 (*Algological studies* 38-39): 291-302.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. (1986): Modern approach to the classification system of cyanophytes 2-Chroococcales. *Algological Studies* 43: 157- 226.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. (1988): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3-Oscillatoriales. *Archiv. Hydrobio. Suppl.* 80,1-4 (*Algological studies* 50-53): 327-472.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. (1990): Modern approach to the classification system of cyanophytes 4-Nostocales. *Algological Studies* 56: 247- 345.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. (1990): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5-Stigonematales. *Algological studies* 59: 1-73.

Andrew D. Kennedy (1993): Water as a Limiting Factor in the Antarctic Terrestrial Environment: A Biogeographical Synthes, *Arctic and Alpine Research*, 25: 308-315.

- Büdel Burkhard (1999): Ecology and diversity of rock-inhabiting cyanobacteria in tropical regions, *European Journal of Phycology*, 34: 361-370.
- Cezar A. Crispim, Peter M. Gaylarde, Christine C. Gaylarde (2003): Algal and Cyanobacterial Biofilms on Calcareous Historic Buildings, *International Journal of Current Microbiology*, 46: 79–82.
- Chorus, Ingrid a Jamie BARTRAM. Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management. New York: E, 1999, xv, 416 p. ISBN 04-192-3930-8.
- J. Tirkey and S. P. Adhikary (2005): Cyanobacteria in biological soil crusts of India, *Research Articles*, 89: 515-21.
- Kalina, Tomáš. Systém a vývoj sinic a řas. Praha: Karolinum, 1994, 165 s. ISBN 80-706-6854-7.
- Komárek, J. (2006): Cyanobacterial Taxonomy: Current Problems and Prospects for the Integration of Traditional and Molecular Approaches, 21 (4): 349-375.
- Komárek, J. (2010): Recent changes (2008) in cyanobacteria taxonomy based on a combination of molecular background with phenotype and ecological consequences (genus and species concept), *Hydrobiologia*, 639:245–259.
- Kant, R., Tiwari, O. N., Tandon, R. and Tiwari. G. L. (2005): Adaptive mechanism in the developmentalstages of an aerophytic Cyanoprocaryote, *Asterocapsa* Chu: a survivalfactor. *natn Acad Sci Lett* 2005, 28(11-12), 373-8.
- Neustupa, J. and Škaloud, P. (2008): Diversity of subaerial algae and cyanobacteria on tree bark in tropical mountain habitats, *Biologia*, 63/6: 806- 812.
- Pantazidou, A. Lamprinou, V. et. al (2009): Cyanobacteria and associated invertebrates in Leontari Cave, Attica (Greece), *Fottea*, 9: 155- 164.

Potts, Edited by Brian A. Whitton and Malcolm. The ecology of cyanobacteria their diversity in time and space. New York: Kluwer Academic, 2002. ISBN 03-064-6855-7.

Richard D. Robarts & Tamar Zohary (1987): Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration, and growth rates of bloom-forming cyanobacteria, New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 21: 391-399.

Ressom. R., Soong. F.S., Filzgerald. J., Turczynowicz. L., Saadi. O.E., Roder. D., Maynard. T. and Falconer. I. R. (1993): Health Effects of Toxic Cyanobacteria (Blue-green Algae). University of Adelaide, South Australia, pp. 1-91.

Sant'Anna, L.H.Z. Branco et al. (2007): New aerophytic morphospecies of Nostoc (Cyanobacteria) from, Hoehnea 34: 95-101.

Vaccarino, M. A., & Johansen, J. R. (2012): Bransilonema angustatum sp. nov. (Nostocales), a new filamentous cyanobacterial species from the Hawaiian Islands, J. Phycol., 48: 1179- 1186.

Wacey, D., Kilburn, M., McLoughlin, N., and Brasier, M.D., , Green, O.R., Perry, R.S. (2006): On Biogenicity Criteria for Endolithic Microborings on Early Earth and Beyond, Astrobiology, 7: 10-26.

Bibliografické odkazy dostupné na:

Culek, M., Divíšek J., Jiroušek. M.: Afrotropická biogeografická oblast.

URL: http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_4-3.html

Gulich, V.: Paleotropis- Oblast východoafrického pobřeží.

URL: http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_4-3.html

AlgaeBASE. Informačná databáza o riasach.

URL: <http://www.algaebase.org/>

Mapa lokalít Keňa

URL: <http://www.diva-gis.org/>