Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky

SINICE V OKOLÍ GYMNÁZIA HOLEŠOV A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ VE VÝUCE

Diplomová práce

Bc. Karolína Stiborová

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie – Geologie a ochrana životního prostředí pro střední školy

Forma studia: Prezenční

Olomouc 2019

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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma " Sinice v okolí gymnázia Ladislava Jaroše Holešov a možnosti jejich využití ve výuce" vypracovala sama a použila jsem jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne: ……..……

PODĚKOVÁNÍ

Především velmi děkuji doc. RNDr. Petru Hašlerovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, čas, ochotu a cenné rady, které mi při zpracování práce věnoval. Poděkování patří vedení gymnázia Ladislava Jaroše v Holešově za umožnění přístupu do areálu školy při odběrech vzorků a umožnění zrealizování navržených hodin. Za umožnění realizace výuky a vstřícnost velmi děkuji také paní učitelce Mgr. Věře Julíčkové. V neposlední řadě děkuji Mgr. Radkovi Stiborovi za pomoc se zpracováním obrazových příloh.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení autora: Karolína Stiborová

Název práce: Sinice v okolí gymnázia Ladislava Jaroše Holešov a možnosti jejich využití ve výuce

Typ práce: diplomová

Pracoviště: Katedra botaniky

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

Rok obhajoby: 2020

ABSTRAKT

Sinice představují hlavní složku mikrobiální populace suchozemských i vodních stanovišť po celém světě. Navzdory obrovskému význam sinic v přírodě a pro člověka, není tomuto tématu ve výuce věnována dostatečná pozornost. Hlavními důvody omezeného začlenění sinic do výuky jsou nedostatečný zdroj inspirace a omezený přístup k biologickému materiálu pro praktickou výuku v období vegetačního klidu mikroorganismů. V této práci se zabývám možnostmi využití terénní výuky a praktik k zatraktivnění výuky sinic. Rovněž představuji možnost kultivace sinic a řas v médiích připravených z běžně dostupných zahrádkářských hnojiv. Tento způsob kultivace je cestou ke snadnější přípravě výukových materiálů.

Klíčová slova: biologie, sinice, výuka, základní škola, gymnázium, učebnice, terénní výuka, praktikum, kultivace v podmínkách školy

Počet stran: 53

Počet příloh: 63

Jazyk: čeština

BIBLIOGRAPHIC IDENTIFICATION

First name and surname of the author: Karolína Stiborová

Name of the thesis:

Type of thesis: diploma

Workplace: Botany department

Thesis supervisor: doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D.

Year of defence: 2020

ABSTRACT

Cyanobacteria are a major component of the microbial population of terrestrial and aquatic habitats around the world. Despite the enormous importance of cyanobacteria in nature and for humans, this topic is not given enough attention in education. The main reasons for the limited inclusion of cyanobacteria in education are insufficient source of inspiration and limited access to biological material for practical training in the period of vegetative rest of microorganisms. In this work I deal with the possibilities of using field education and practices to make cyanobacteria more attractive. I also present the possibility of cultivation of cyanobacteria and algae in media prepared from commonly available gardening fertilizers. This type of cultivation is the way to easier preparation of teaching materials.

Keywords: biology, cyanobacteria, education, elementary school, grammar school, textbooks, field education, practice, cultivation in school conditions

Number of pages: 53

Number of appendices: 63

Language: Czech

Obsah

1. ÚVOD 8
1.1 Sinice a řasy ve výuce 8
1.2 Systém kurikulárních dokumentů v ČR 9
1.3 Zařazení tématu sinice v RVP 9
1.3.1 Postavení tématu sinice v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (Balada et al. 2017) 10
1.3.2 Postavení tématu sinice v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia 10
2. CÍLE PRÁCE 12
3. MATERIÁL A METODY 13
3.1 Charakteristika území 13
3.2 Geologická a geomorfologická charakteristika 14
3.3 Klimatická charakteristika 14
3.4 Sběr materiálu 14
3.5 Lokality sběru 15
3.6 Kultivace 16
3.7 Mikroskopování a determinace 18
4. VÝSLEDKY 19
4.1 Vyhodnocení obsahu učebnic se zaměřením na sinice 19
4.1.1 Sinice a řasy v učebnicích pro základní školy 20
4.1.2 Sinice a řasy v učebnicích pro střední školy 22
4.2 Determinované sinice a řasy v jednotlivých vzorcích s rozdíly v různých mediích 29
4.3 Morfologický popis determinovaných sinic 38
4.4 Zhodnocení vitality vzorku č. 9 v různých typech hnojiv 43
4.4.1 tekutá hnojiva 43
4.4.2 pevná hnojiva 45
4.4.3 kontrolní Z médium 46
4.5 Zhodnocení využitelnosti okolí Gymnázia L. Jaroše pro praktickou výuku biologie 47
5. DIDAKTICKÁ ČÁST 49
5.1 Vycházka do terénu a laboratorní práce 49

5.2 Návrh vyučovacích hodin 50
5.3 Návrh pracovního listu s pracovním postupem 52
6. DISKUZE 55
7. ZÁVĚR 58
8. SEZNAM HODNOCENÝCH UČEBNIC 59
9. POUŽITÁ LITERATURA 60
10. SEZNAM PŘÍLOH 63
10.1 Fotografie lokalit odběrů 63
10.2 Determinované sinice v jednotlivých vzorcích 64
10.3 Zhodnocení vitality vzorku č. 9 v různých typech hnojiv 64
10.4 Fotografie ze cvičení na Gymnáziu Ladislava Jaroše v Holešově (žáci 1. ročníku čtyřletého gymnázia) 65

1. ÚVOD

1.1 Sinice a řasy ve výuce

Navzdory skutečnosti, že jsou sinice velmi významnými organismy, není tomuto tématu ve výuce věnována dostatečná pozornost. Sinice představují hlavní složku mikrobiální populace suchozemských i vodních stanovišť po celém světě (Galhano et al. 2010). Žáci se s nimi setkávají ve svém životě velmi často, aniž by si to uvědomovali. V letních měsících si zcela jistě všímají zeleně zabarvených vodních ploch a jsou upozorňováni na možné riziko, které přináší koupání se v takto kontaminovaných nádržích. Každý den, ať už cestou do školy nebo při pobytu v přírodě, žáci mohou pozorovat na půdě, vegetaci či dokonce lavičkách, sochách a architektuře nárosty, jejichž součástí jsou některé druhy sinic. Sinice se v průběhu historie podílely na řadě litogenních procesů. Sinice měly velký význam i v procesu utváření dnešní atmosféry. Podílely se na produkci kyslíku, který se stal podmínkou života složitějších aerobních organismů, jež tento kyslík dýchaly (Gérard et al. 2018). Žáci se mohou se sinicemi setkat také v podobě farmaceutických, kosmetických či potravinářských výrobků (Nolčová & Vágnerová, 2018). V současné době se hojně diskutuje o jejich potenciálu při výrobě biopaliv (Ruffing 2011). Na zmíněných a mnohých dalších faktech lze demonstrovat obrovský význam sinic v přírodě i pro člověka. Přestože jsou díky svému běžnému výskytu na mnoha místech lehce dostupným materiálem (nejen v okolí škol), nehrají ve výuce ani praktických cvičeních velkou roli. Na základních a středních školách je výuka tématu sinic často omezena jen na nejnutnější minimum. Praktická výuka s použitím mikroskopů a živých preparátů je v tomto ohledu spíše vzácností (Nolčová & Vágnerová, 2018).

Omezené začlenění tématu sinic do výuky na základních a středních školách má několik důvodů. Může to být díky neznalosti učitelů, jakým způsobem a kde vzorky pro laboratorní cvičení odebírat nebo neschopností správné determinace nejběžněji se vyskytujících druhů. Důvodem, proč se učitelé tématem sinic neradi zabývají více do hloubky, může být i nedostatečnost učebnic v rámci této problematiky. Učitelům poté chybí dostatek zdrojů informací a inspirace. Sinicím je věnována malá pozornost i při tvorbě samotného rámcového vzdělávacího programu (RVP) (Nolčová & Vágnerová, 2018). Dalším z problémů je nevhodné období, kdy je téma ve škole probíráno. Téma sinic bývá do výuky zařazeno v období vegetačního klidu organismů. V tomto období

má učitel omezené možnosti odběru vzorků pro mikroskopování a nemá přístup k metodám laboratorní kultivace.

Sinice mohou být pro žáky příliš abstraktním pojmem, což může vést až k jejich nezájmu o téma. Vzhledem k tomu, že se mikroorganismy nedají pozorovat pouhým okem, jsou představy žáků o nich mnohdy naivní a mylné. Nejúčinnějším způsobem, jak vyřešit tento problém je zařadit konstruktivistický přístup do vzdělávání například posílením praktických cvičení a zařazením aktivit do vyučování (Ušáková & Zedníčková, 2018). Jako motivaci žáků ke studiu algologie je možné využít jejich vlastní zkušenost a prostor v blízkosti školy, případně jejich bydliště.

1.2 Systém kurikulárních dokumentů v ČR

V souladu s principy kurikulární politiky, zformulovanými v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR (tzv. Bílé knize) a zakotvenými ve školském zákoně byl do vzdělávací soustavy zaveden nový systém kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Podle těchto dokumentů jsou vymezeny konkrétní koncepce, cíle a vzdělávací obsahy v daných etapách vzdělávaní. Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny na dvou úrovních – státní a školní. Státní úroveň v systému kurikulárních dokumentů představují Národní program vzdělávání (NPV) a rámcové vzdělávací programy (RVP). Zatímco NPV formuluje požadavky na vzdělávání, které jsou platné v počátečním vzdělávání jako celku, RVP vymezují závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé etapy (pro předškolní, základní a střední vzdělávání). Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (ŠVP). Podle ŠVP se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách, které si ŠVP samy vytváří podle zásad stanovených v konkrétním RVP (Balada et al., 2007).

1.3 Zařazení tématu sinice v RVP

Při bližším prostudování Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávaní a Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia konkrétní zmínku o sinicích nenajdeme. Dalo by se tedy říci, že postavení skupiny v RVP nepřikazuje výuku tohoto tématu. Ve výuce bývají navíc využívány neaktuální taxonomické systémy. Učitelé přírodopisu a biologie často pracují se starými systémy, kde jsou organismy děleny pouze na houby, rostliny a živočichy. Problémem je mnohdy zařazení

sinic do správné taxonomické skupiny, a tedy i začlenění do výuky v souladu se vzdělávacími obsahy vzdělávacích oborů v rámci RVP.

1.3.1 Postavení tématu sinice v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (Balada et al. 2017)

Na základních školách bývá učivo sinic nejčastěji zařazeno do výuky v 6. ročníku. Vzhledem k tomu, že je zařazení tématu sinic problematické, uvádím všechny tematické celky, ve kterých by mohly být probírány.

A) Vzdělávací oblast: Člověk a příroda
Vzdělávací obor: Přírodopis
Tematický celek: Obecná biologie a genetika
Očekávané výstupy: Uvede na příkladech z běžného života význam virů a bakterií v přírodě i pro člověka.
Učivo: Viry a bakterie – výskyt, význam a praktické využití.

B) Vzdělávací oblast: Člověk a příroda
Vzdělávací obor: Přírodopis
Tematický celek: Biologie hub
Očekávané výstupy: Objasní funkci dvou organismů ve stélce lišejníků.
Učivo: Lišejníky – stavba, symbióza, výskyt a význam.

1.3.2 Postavení tématu sinice v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia

Na gymnáziích jsou sinice probírány v rámci většího celku biologie bakterií, který je nejčastěji zařazen do výuky v prvním ročníku čtyřletého gymnázia, či kvintě v případě osmiletého gymnázia.

Vzdělávací oblast: Člověk a příroda
Vzdělávací obor: Biologie
Tematický celek: Biologie bakterií

Očekávané výstupy:

Žák charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska. Žák zhodnotí způsoby ochrany proti bakteriálním onemocněním a metody jejich léčby. Učivo: Stavba a funkce bakterií.

2. CÍLE PRÁCE

V rámci mojí diplomové práce jsem se zaměřila na problematiku sinic ve výuce na základních a středních školách podle následujících bodů:

1) Rozbor a zhodnocení tématu sinic ve vybraných učebnicích pro základní a střední školy

2) Výběr vhodných lokalit (biodiverzita, dostupnost a bezpečnost) v okolí gymnázia a provedení odběrů

3) Kultivace odebraných vzorků v laboratorních mediích a médiích připravených z hnojiv

4) Determinace přítomných sinic na jednotlivých lokalitách

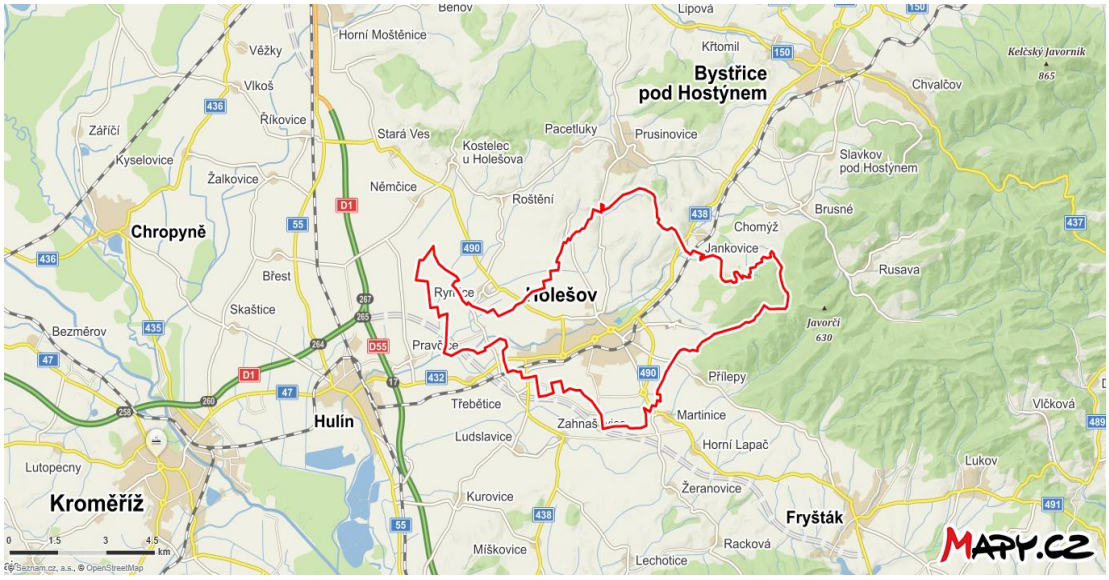
5) Zhodnocení možnosti využití běžně dostupných hnojiv pro kultivaci, srovnání s ostatními médii

6) Návrh možností využití sinic ve výuce

3. MATERIÁL A METODY

3.1 Charakteristika území

Holešov je město ležící ve Zlínském kraji přibližně 13 km severozápadně od krajského města Zlína. Město Holešov se dále skládá z 5 městských částí a to Dobrotice, Količín, Tučapy, Všetuly a Žopy. K 1. 1. 2017 bylo v obci evidováno 11 623 obyvatel. Celková rozloha katastrální území města Holešov činí 3 396 ha. Město se rozkládá se na západním okraji Hostýnských vrchů, na hranici mezi Hanou a Valašskem. Územím Holešova protéká řeka Rusava. Město Holešov leží na Holešovské plošině, která má velmi významný zemědělským charakter. Z celkové plochy 3396 ha je pro zemědělské účely využito přibližně 67,4 %. Zbylé části jsou využity jako lesní půda (9,7 %), zástavby (3,9 %), vodní plochy (1,6 %) a ostatní plochy, které zaujímají 17,4 % z celkové plochy. Město leží přibližně ve 250 m n.m. Nejvyšším místem je vrchol Lysina (598 m n.m.) a nejnižším je ústí řeky Rusavy (cca 200 m n.m.) (www1).



Obrázek č. 1: Vymezení města Holešov (Zdroj: mapy.cz)

3.2 Geologická a geomorfologická charakteristika

Z geomorfologického hlediska se katastrální území města dělí do dvou oblastí. Místní část Dobrotice spadá do soustavy Vnější Západní Karpaty, podsoustavy Západobeskydské podhůří, celku Podbeskydská pahorkatina, zatímco ostatní místní části spadají do oblasti Západní Vněkarpatské sníženiny, k celku Hornomoravský úval.

Geologicky spadá území do Račanské jednotky, která je v jihozápadním ukončení Hostýnských vrchů reprezentována zónou hostýnskou a Tří kamenů. Zóny se vyznačují sedimenty spodní křídy až spodního oligocénu (Gilíková et al. 2002). Nivy toků jsou tvořeny hlínou, štěrkem a pískem, na které navazuje spraš a v oblastech s nejvyšším sklonem je podloží tvořeno pískovcem či jílovcem. Půdy nacházející se na území města jsou v nivě toků fluvizemě. Na ty navazují většinou hluboké černozemě či černice. V oblastech s vyšším sklonem se často vyskytují také kambizemě. Změna vegetace a další negativní zásahy člověka do krajiny zesílily erozní procesy. Důsledkem toho na území často dochází ke splachu zemin, vzniku erozních rýh, zanášení údolí, sesuvům půd a záplavám (www1).

3.3 Klimatická charakteristika

Území města Holešov spadá převážně do dvou klimatických oblastí T2 (teplá) a MT10 (mírně teplá) (Voženílek & Květoň 2011). Malá část východního území se dále nachází i v klimatické oblasti MT7 (mírně teplá). Teplá klimatická oblast T2 se vyznačuje dlouhým a teplým létem, s velmi krátkým mírně teplým jarem a podzimem a krátkou mírnou zimou s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Mírně teplá klimatická oblast MT10 má dlouhé, teplé a mírně suché léto s velmi suchou, krátkou a mírně teplou zimou. Průměrná denní teplota je na území Holešova 8,5 °C (Květoň 2001). Dle ročních statistik je na území Holešova průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou 43, počet ledových dní (T max < 0) 28, počet arktických dní (T max < -10) 3 a počet tropických dní (T max > 30) 11. Průměrný roční úhrn srážek se v okolí Holešova pohybuje kolem 626,7 mm (www2).

3.4 Sběr materiálu

Vzorky sinic jsem odebírala z různých lokalitách na území města Holešova v okolí Gymnázia Ladislava Jaroše. Sběr vzorků jsem prováděla v průběhu měsíce října 2017 a v srpnu 2018. Při vyhledávání odběrových lokalit jsem kladla důraz na snadnou

dostupnost místa pro učitele i studenty, bezpečnost a atraktivnost terénu v okolí lokality. Zvolila jsem lokality v bezprostředním okolí budovy školy a veřejností běžně využívaná místa k relaxaci, či kulturním zážitkům. Vzorky jsem odebírala z rozmanitých biotopů (stojatá voda, tekoucí voda, půda, kůra stromů, povrchy staveb i soch) do dobře popsaných uzavíratelných odběrových sáčků a lahviček. V závislosti na biotopu jsem v terénu k odběru vzorků využívala odběrové lahvičky, pipety, kapesní nůž a lžíci.

3.5 Lokality sběru

Vzorky byly odebrány celkem z 24 lokalit různých biotopů. Odběry jsem v rámci Holešova soustředila do čtyř oblastí. První oblastí odběru bylo blízké okolí gymnázia v Holešově. Vzorky byly odebrány v areálu hřiště, v parčíku před gymnáziem a na autobusovém nádraží, které leží v bezprostřední blízkosti. Druhou oblast byla zámecká zahrada s vodní plochou. Další odběry byly provedeny v parku Amerika. Poslední odběr jsem provedla ze dna řeky Rusavy, která byla v době odběru vlivem dlouhého sucha téměř vyschlá. Pro názornost jsem při každém sběru fotograficky zaznamenala vizuální stav lokality. Fotografická dokumentace viz přílohy.

Vzorek č. 1 – patník – plot u gymnázia (strana od nádraží)
Vzorek č. 2 – fasáda budovy vlakového nádraží
Vzorek č. 3 – dřevěná lavička u odborného učiliště
Vzorek č. 4 – kůra buku – alej kolem hlavní silnice
Vzorek č. 5 – žulový podstavec – socha T. G. Masaryka před gymnáziem
Vzorek č. 6 – betonový květináč – náměstí Dr. Edvarda Beneše
Vzorek č. 7 – pískovcová socha – kostel Nanebevzetí Panny Marie
Vzorek č. 8 – kůra lípy – vstup do zámecké zahrady
Vzorek č. 9 – nárůst v jezírku – zámecká zahrada
Vzorek č. 10 – nárůst na dně kašny – náměstí Dr. Edvarda Beneše
Vzorek č. 11 – kalužu u jezírka v zámecké zahradě – štěrkový podklad
Vzorek č. 12 – běžecký okruh – hřiště gymnázia
Vzorek č. 13 – vlhká půda u betonové zdi – hřiště gymnázia
Vzorek č. 14 – kůra javoru – hřiště gymnázia
Vzorek č. 15 – betonová dlažba u jídelny gymnázia
Vzorek č. 16 – omítka – jídelna gymnázia (v místě odtékající vody z parapetu)
Vzorek č. 17 – vybetonovaná vrhací plocha – hřiště gymnázia

Vzorek č. 18 – zámecká dlažba – park před gymnáziem

Vzorek č. 19 – půda pod zeravy – park Amerika

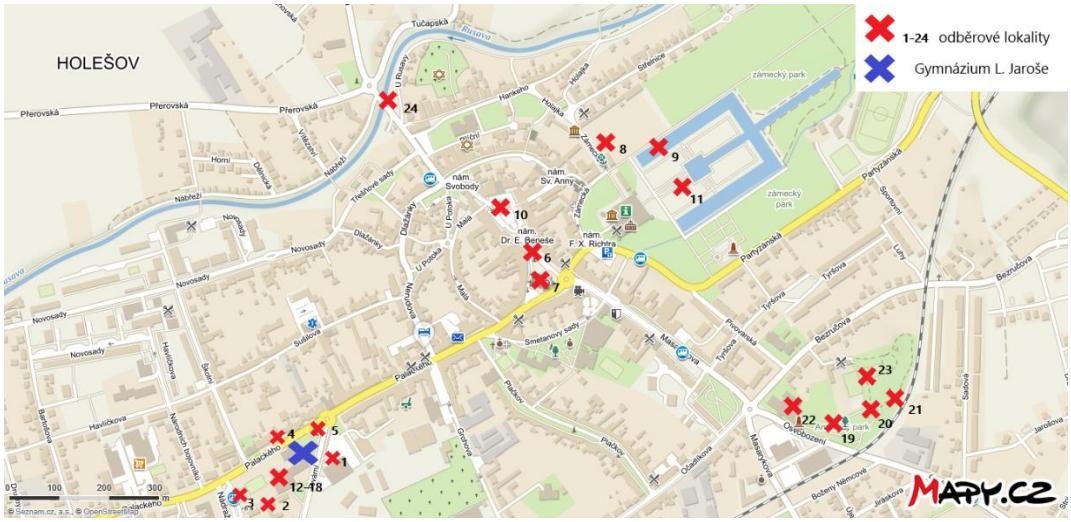
Vzorek č. 20 – vlhká půda u lavičky – park Amerika – dětské hřiště

Vzorek č. 21 – půda pod lipovým kmenem

Vzorek č. 22 – bronzová socha u vstupu do parku Amerika

Vzorek č. 23 – jezírko – oblázkové dno – park Amerika

Vzorek č. 24 – řeka Rusava – dno



Obrázek č. 2: Vyznačení odběrových lokalit v Holešově (Zdroj: mapy.cz)

3.6 Kultivace

Všechny vzorky byly kultivovány ve čtyřech typech médií. Pro kultivaci bylo využito Z (Zenher) médium (Staub 1961), agarové plotny (1,5 % agarové plotny) a 0,1 a 0,5% roztoky běžně dostupného hnojiva Kristalon Gold. Vzorky byly uchovávány v kultivačním boxu (záření 20 µmol/m2/s, 27 °C, světelný režim: 12 h světlo a 12 h tma). Po vyhodnocení druhové diverzity sinic byl vzorek č. 9 vybrán jako vhodný experimentální materiál pro studium vlivu typu použitého zdroje živin (zahradnické hnojivo) na sinice a řasy. Každé hnojivo bylo testováno ve třech koncentracích. Roztoky tekutých hnojiv byly připraveny přidáním 10 µl, 50 µl a 100 µl do 10 ml destilované vody. Z pevných hnojiv byl připraven koncentrovaný roztok – 10g hnojiva na 50 ml roztoku. Následně byly odebírány objemy 5 µl, 10 µl. 15µl a ředěny v 10 ml destilované vody. Všechna média obsahující hnojiva byla před očkováním sterilizována v autoklávu. Pro kontrolu bylo očkování provedeno i do Z média.

Tabulka č 3: Seznam testovaných hnojiv

Tekutá hnojiva	**Pevná hnojiva**
Cererit (original) – FORESTINA MINERAL	Cererit hobby pro cibuli a česnek – MOUNTFIELD
Universal – pokojové i venkovní rostliny – AGRO	Granulovaný vápnitý dolomit – FORESTINA MINERAL
Hnojivo na kaktusy – AGRO	NPK s guánem – HOŠTICKÉ HNOJIVO
Balkonová rajčata – POKON	Univerzální hnojivo pro rostliny – GRANDIOL
Pelargonie – AGRO	Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO
Vitality komplex – AGRO	
Orchidea – AGRO	
Hnojivo na citrusy – KAPKA FORESTINA	

3.7 Mikroskopování a determinace

K mikroskopování vzorků byl využit mikroskop firmy Olympus typ CH20, CHX21 (Olmypus, Japonsko). Morfologická determinace rodů a druhů byla provedena na základě této literatury: Komárek a Anagnostidis (2005), Zammit et al. (2012). Fotografie byly pořízeny pomocí mikroskopů: Primo Star (Carl Zeiss, Německo) s kamerou Micrometrics 519CU (Micro-Metrics Company, USA) a AxioImager (Carl Zeiss, Německo) s kamerou AxioCam D512 (Carl Zeiss, Německo).

4. VÝSLEDKY

4.1 Vyhodnocení obsahu učebnic se zaměřením na sinice

Učebnice jsou základním zdrojem informací v mnoha vyučovacích předmětech a měly by být pravidelně využívanou pomůckou nejen v hodinách ale i při domácí přípravě žáků. Ve spoustě zemí žáci pracují s učebnicemi okolo 60 % vyučovací hodiny. Učiteli by měla sloužit jako podkladový materiál pro přípravu na vyučovací hodinu (Vinter & Králíček 2016, Mikk 2007). Učebnice sehrává dominantní roli ve výuce přírodovědných předmětů, kde určuje nejen to, co se bude učit, ale také způsoby, jak se učivo naučit. Z výzkumu Kaufnerové & Vágnerové (2013) vyplývá, že prakticky jediným zdrojem informací o sinicích jsou pro žáky právě učebnice. Proto je nutné klást důraz na jejich vhodný výběr. Absence soustavného výzkumu učebnic v ČR zapříčiňuje nedostatek objektivních informací, které by byly učitelům k dispozici. Učitelé pak spoléhají především na reklamní materiály nakladatelství. Učitel by měl mít přehled o případných nedostatcích a chybách, které se v učebnicích vyskytují a žáky na ně upozorňovat. Je tedy nutné, především v situaci, kdy u nás chybí databáze učebnic, která by zahrnovala výsledky výzkumných analýz, aby učitelé hledali v praxi snadno aplikovatelné hodnotící metody (Sikorová 2007). Při výběru učebnice by měla být hodnocena přehlednost, návaznost textu, přiměřená obtížnost a rozsah učiva, odborná správnost a aktuálnost vzhledem k současnému stavu vědy. Důležité jsou i motivační charakteristiky učebnice. Mělo by být hodnoceno, zda je učivo vztažené k praxi a zda jsou jako příklady využívány situace ze života žáků. Zda je učivo a úkoly k němu vztažené pro žáky zajímavé a v neposlední řadě by měly být hodnoceny i grafické prostředky. Otázkou by mělo být, zda učebnice obsahuje dostatek pro žáky přitažlivého obrazového materiálu, který je pro ně zároveň přehledný, smysluplný a nápomocný při porozumění učivu. Důležitým aspektem při výběru učebnice je také vymezení obsahu vzhledem ke kurikulu a cenová dostupnost.

Následující text se bude zabývat rozborem částí vybraných učebnic pro základní a střední školy zabývajících se algologickými tématy.

4.1.1 Sinice a řasy v učebnicích pro základní školy

V učebnicích pro základní školy jsou informace většinou zjednodušené, nicméně by nemělo docházet ke ztrátě smyslu sdělení či podávání mylných informací. (Kaufnerová & Vágnerová 2013).

Tabulka č. 1 - Seznam učebnic pro ZŠ využitých při hodnocení

Název	Autor	Nakladatelství	Rok vydání
Poznáváme život, přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením	Kvasničková, Jeník, Cílek, Pecina, Cais	Fortuna	1995
Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ	Dobroruka, Cílek, Hasch	Scientia	1999
Přírodopis 6 pro základní školy, zoologie a botanika	Jurčák, Froněk	Prodos	2009
Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia	Čabradová, Hasch, Sejpka, Vaněčková	Fraus	2012

Poznáváme život, přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením, 2. část.

Kvasničková, D., Jeník, J., Pecina, P., Froněk, J., Cais, J. (1995): Poznáváme život: přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením. 6, 2. část. – 128 pp., Fortuna, Praha.

Sinicím je v této učebnici věnována jen velmi malá část textu, která je zařazena do kapitoly jednobuněčné organismy. Podkapitole o sinicích předchází podkapitola o bakteriích a následují jednobuněčné řasy. Učebnice tedy zcela odděluje sinice od bakterií, což dokládá úvodní věta: „Podobně jednoduchou stavbu buněk jako bakterie mají sinice.“ V učebnici je správně zmíněno, že se některé druhy sinic ve vodě přemnožují a vytváří vodní květ, není zde uvedeno, za jakých podmínek. Krátký text o sinicích je doplněn ilustrací vláknité sinice, není zde však již popsáno, o jaký se jedná

druh. Stejně tak mi v textu chybí jakákoliv zmínka o konkrétních zástupcích a dalším významu sinic v přírodě a pro člověka.

Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ

Dobroruka, L. J., Cílek, V. et Hasch, F. (1999). Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ. – 127 pp., Scientia, Praha.

Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ je prvním dílem z řady jednotlivě uspořádaných učebnic přírodopisu pro všechny ročníky ZŠ. Tento díl obsahuj učivo o bakteriích, houbách, řasách, prvocích a končí bezobratlými živočichy. Podkapitole o sinicích předchází podkapitola o bakteriích a následují jednobuněčné řasy. Text i ilustrace v podkapitole zabývající se sinicemi jsou naprosto shodné s učebnicí Kvasničková, D. et al.: Poznáváme život, přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením, 2. část.

Přírodopis 6

Jurčák, J. et Froněk, J. (2009). Přírodopis 6 pro základní školy, zoologie a botanika. – 127 pp., Prodos, Praha.

Tato učebnice svým obsahem pojímá učivo od jednobuněčných organismů až po hmyz. Sinice jsou zde chybně zařazeny mezi jednobuněčné rostliny, přestože se jedná o organismy prokaryotní. Hned v úvodu je uvedeno, že jsou sinice příbuzné bakterií. Ve skutečnosti se jedná o jednu skupinu bakterií. Kapitole „Jednobuněčné rostliny“ předchází kapitola o bakteriích, ta ale sinice vůbec nezmiňuje. Na dvou stránkách věnovaných sinicím jsou vloženy texty zabývající se planktonem, fotosyntézou, přeměnou látek a ekologickými dopady škodlivých látek dostávající se do vod. Je určitě vhodné uvádět informace s mezioborovým přesahem. Otázkou ale je, do jaké míry způsob zařazení informací v textu přispívá k utváření souvislostí a jestli spíše neztěžuje žákům pochopení látky. Celkově dochází k překrývání informací v jednotlivých podkapitolách a z tohoto důvodu není lehké utřídit si systém a poznatky.

Učebnice dále uvádí, že sinice mají ve svých buňkách dutinky (vakuoly) naplněné dusíkem, takže se vznášejí (plavou) při hladině. Tímto termínem jsou označeny aerotopy, které jsou sice naplněny směsí plynů, ale nejedná se o čistý dusík. Navíc ne všechny rody sinic aerotopy ve svých buňkách obsahují. Nelze tedy tuto strukturu brát jako obecnou strukturu všech sinic. V textu jsou použity výrazy, které nereflektují moderní terminologii. Například je použit pojem „drobnohledný“ místo

„mikroskopický“ či „zeleň listová“ namísto „chlorofyl“. Vzhledem k tomu, že tyto termíny nejsou v praxi běžně používané, nemusí v budoucnu u žáků dojít k propojení s odlišnými výrazy.

Motivační funkci mají tři otázky v úvodu kapitoly související s vodním květem a lišejníky. Kapitola je doplněna několika ilustracemi různých druhů sinic. Bohužel se u obrázků nenachází bližší popis. V učebnic chybí uvedení nejběžněji se vyskytujících zástupců. V celé kapitole není zmíněn ani jeden konkrétní rod. Učebnice je doplněna pracovním sešitem a příručkou pro učitele.

Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia

Čabradová, V., Hasch, F., Sejpka, J. et Vaněčková, I. (2012). Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia. – 120 pp., Fraus, Plzeň.

Text učebnice není členěn do podkapitol, proto může být orientace v textu a v systému pro žáky složitější. Učivo s tématikou sinic se v této učebnici nachází na dvou stránkách v kapitole Sinice – modrozelené organismy. Kapitola je uvedena krátkým příběhem o rizicích, která jsou spojena s koupáním ve vodě obsahující vodní květ. Učivo je zde rozebráno mnohem podrobněji než v předchozích učebnicích, přesto není text složitý a pro žáky snadno pochopitelný. Nalezneme zde informace o stavbě buňky sinice, a dokonce o způsobu rozmnožování. V textu je uvedeno hned několik konkrétních zástupců sinic včetně ilustrací. Domnívám se, že využití fotografií by bylo názornější. K demonstraci stavby buňky sinic by bylo rovněž lepší použít fotografii než ilustrací. Při popisu je nešťastně využit pojem jaderná hmota. Vzhledem k faktu, že sinice jsou prokaryotními organismy a jádro se u nich nevyskytuje, může být tento pojem pro žáky zavádějící. Výkladový text je členitý a čtivý. Velmi se mi líbí oddělení doplňujících informací v postranních lištách. Celý text je stručně shrnut v zeleném rámečku. V závěru se nachází několik otázek a úkolů vhodných k využití při reflexi.

4.1.2 Sinice a řasy v učebnicích pro střední školy

V učebnicích pro střední školy je již evidentně kladen větší důraz na systém a také obsah a rozsah učiva. Často je využívána latinská terminologie, což je vhodné především v případě středních škol gymnaziálního typu. Studenti se s jejím využitím mohou setkat již pří přijímacích zkouškách na vysoké školy (Kaufnerová & Vágnerová 2013).

Tabulka č. 2 - Seznam učebnic pro SŠ využitých při hodnocení

Název	Autor	Nakladatelství	Rok vydání
Biologie pro 1. ročník gymnázia	Lenochová, Nečas, Dvořák, Vilček, Boháč	Státní pedagogické nakladatelství	1984
Obecná biologie	Kubišta	Fortuna	1992
Biologie v kostce	Hančová, Vlková	Fragment	1997
Botanika	Kubát	Scientia	2003
Biologie pro gymnázia	Jelínek, Zicháček	Nakladatelství Olomouc	2005
Nový přehled biologie	Rozsypal	Scientia	2013
Odmaturuj z biologie	Benešová, Hamplová, Knotová et al.	Didaktia	2013

Biologie pro první ročník gymnázia

Lenochová, M., Nečas, O., Dvořák, F., Vilček, F., Boháč, I. (1984): Biologie pro 1. ročník gymnázia. – 253 pp., Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

V této učebnici jsou sinice řazeny k rostlinám. Jejich popis najdeme v kapitole Prokaryotické rostliny, v oddělení Sinice (*Cyanophyta*). V rámci prokaryotických rostlin dále následuje oddělení Prochlorofyty (*Prochlorophyta)* a poté velká kapitola Jaderní (*Eukaryota*).

Ve srovnání s jinými učebnicemi je věnována sinicím větší část textu. Dočteme se zde o stavbě sinicové buňky, která je doplněna podrobnou, přesto však přehlednou a názornou ilustrací částí vláknité sinice ve světelném i elektronovém mikroskopu. Dále

text obsahuje informace o barvivech přítomných v buňce, o způsobu rozmnožování, ekologii, stáří a významu sinic v přírodě.

Jako zástupci jsou v učebnici vybrány sinice *Gloeocapsa ralfsiana,* sinivka*, Microcystis* a drkalka. Nelíbí se mi nejednotnost v pojmenování sinic. Domnívám se, že by měly být u všech zástupců uvedeny latinské názvy doplněné o česká synonyma např. *Oscillatoria* (drkalka).

Obecná biologie

Kubišta, V. (1992): Obecná biologie. 1. vydání. – 96 pp., Fortuna, Praha.

Jedná se o první díl ucelené řady učebnic biologie, která tvoří soubor šesti publikací nazvaných podle tematických okruhů učiva daného platnými osnovami pro gymnázia. V tomto případě jde o úvodní text pro středoškolskou biologii. Učivo je zde koncipováno s důrazem na vztahy a souvislosti. Text je rozdělen na tři tematické celky – Život a jeho poznávání, Prokaryotní organismy, Eukaryotní buňka. Sinicím je věnován velmi stručný text v kapitole Bakterie a sinice zařazené do části Prokaryotní organismy. Z názvu kapitoly je patrné, že učivo o sinicích není odděleno, ale volně se prolíná s obecnými informacemi o bakteriích. Po odstavci „Tvarová rozmanitost bakterií“ a ilustraci s bičíkatými bakteriemi, vibrii a spirochétami následuje schématický řez buňkou sinice, což působí chaoticky. Může to vést k mylnému dojmu, že sinice tvoří bičíkatá stádia. Naopak typickou vlastností sinic je, že nikdy bičíkaté formy netvoří. Domnívám se, že by bylo vhodnější věnovat sinicím samostatnou kapitolu a uvést, že se jedná o kmen řadící se k doméně *Bacteria*.

V textu se velmi stručně dočteme o stavbě buňky, morfologii a ekologii sinic. Můžeme si prohlédnout ilustrace různých typů sinic. Jako zástupci jsou v této učebnici vybrány rody *Synechococcus, Microcystis, Oscillatoria, Anabaena, Aphamizomenon* a *Stigonema*. Učebnice by mohla být doplněna o komentář k ilustracím, který by popisovaly, ve kterých znacích se znázorněné rody sinic liší.

Biologie v kostce

Hančová, H., Vlková, M. (1997): Biologie v kostce. I, Obecná biologie, mikrobiologie, botanika, mykologie, ekologie, genetika. – 112 pp., Fragment, Havlíčkův Brod.

Publikace je určena studentům gymnázií připravujícím se k maturitě, ale mohou ji využít i studenti dalších středních škol, kteří se chystají k přijímacím zkouškám na vysoké školy. Nazvala bych ji velmi stručným přehledem biologie, který může sloužit ke zopakování učiva.

Biologie v kostce obsahuje veškerá témata z biologie, ve velmi stručném pojetí. Je zde použit systém tří domén: Archebakterie *(Archea),* Bakterie (*Bacteria*) a *Eukarya*. Doména *Eukarya* se rozděluje do pěti říší: Rostliny *(Plantae),* Houby *(Fungi),* Chromisté *(Chromista),* Prvoci *(Protozoa)* a Živočichové *(Animalia).* Sinice jsou zařazeny do domény *Bacteria* do podříše Sinice *(Cyanobacteria).*

V knize jsou obsaženy informace o ekologii, stavbě buňky, výživě sinic, rozmnožování a významu. Ze zástupců jsou v textu uvedeny rody *Anabaena, Mycrocystis, Nostoc* a *Oscilatoria* včetně českých názvů a stručných popisů. V odstavci o výživě opět nalezneme archaický název pro heterocyt: hetercysta. Tento zastaralý pojem bývá mylně používán. Heterocyt je metabolicky aktivní metamorfovaná buňka, která má obrovský význam v metabolizmu dusíkatých látek. Cysty jsou naopak buňky klidové. V textu se nachází i odstavec s názvem pohyb. Je zde uvedena pouze informace „pomocí slizu“, bez dalšího upřesnění, jakým způsobem a u jakých rodů se tak děje. Domnívám se, že tato informace může u žáků vzbuzovat dojem, že jsou sinice běžně se pohybující organismy. Text není doplněn o obrázky, ilustrace ani opakující otázky.

Botanika

Kubát, K. et al. (2003): Botanika. – 220 pp., Scientia, Praha.

Jedná se o náročnější typ učebnice s bohatou faktografickou náplní. Fakta jsou dobře uspořádána a jednotlivé úrovně náročnosti textu jsou koncepčně a graficky zřetelně odlišeny. Svojí přesností text dokládá hluboké znalosti autorů. Součástí knihy je i poměrně rozsáhlý ilustrační materiál.

Kniha postrádá učivo o sinicích jako celek. Sinice jsou zmíněny například v rámci podkapitoly „Lichenizované houby – lišejníky“ nebo v kapitole „Systém a

evoluce řas“, kde je uvedeno, že ve starších učebnicích nalézáme oddělení řas na začátku rostlinné říše společně se sinicemi, které mají fotosyntézu rostlinného typu podobně jako eukaryotické řasy.

Biologie pro gymnázia

Jelínek, J., Zicháček, V. (2005): Biologie pro gymnázia. – 575 pp., Nakladatelství Olomouc, Olomouc.

Učebnice je určena jako učební materiál pro všechny ročníky čtyřletého gymnázia a pro vyšší ročníky víceletých gymnázií. Autoři uvádějí, že je učebnice rovněž vhodnou pomůckou při přípravě k přijímacím zkouškám na vysokou školu. Organismy jsou klasifikovány do tří domén Bakterie *(Bacteria),* Archea *(Archaea)* a Eukarya (*Eukarya).* Doména *Eukarya* je rozdělena do pěti říší: Rostliny *(Plantae),* Houby *(Fungi),* Chromisté *(Chromista),* Prvoci *(Protozoa)* a Živočichové *(Animalia).*

Sinice (*Cyanophyta*) jsou zařazené do podkapitoly *Prokaryota*. U sinic jsou zmíněna jednotlivá barviva, rozdělení sinic na jednobuněčné a vláknité, proces jejich rozmnožování, ekologie této skupiny, stáří a její zástupci. V učebnici se žáci setkávají se zástupci rodu *Gloeocapsa, Chroococcus Anabaena, Lyngbya, Oscillatoria, Trichodesmium* a *Nostoc*.

Text je přehledně uspořádán do dvou sloupců na stránce, jednotlivá témata jsou jasně oddělena a na začátku větších celků doplněna o systematické zařazení, což žákům pomáhá při orientaci v systému. V textu jsou využity archaické, v dnešní době, jíž nevyužívané termíny. V případě modrého asimilačního barviva, které v textu označeno jako „fykocyan“ by bylo vhodnější zvolit pojem „fykocyanin“. Stejně buňky schopny vázat vzdušný dusík by bylo vhodnější označit jako „heterocyty“ namísto v textu zmíněných „heterocyst“. Část o sinicích je doplněna několika ne zcela vhodnými ilustracemi. Domnívám se, že jsou zbytečně složité a nejsou z nich patrné typické znaky pro dané rody. Názornější by bylo využití fotografie. Učebnice je sice doplněna několika barevnými fotografie. Ty se ale nacházejí vždy za větším celkem. Nejsou začleněny do textu a žáci je musí dohledávat. Navíc žádná nezobrazuje sinice. Pro znázornění submikroskopické stavby sinice je rovněž využita pouze ilustrace. V popisu se opět ne zcela vhodně vyskytuje pojem jaderná hmota, který může být zavádějící vzhledem k prokaryotické stavbě buňky. Text bych doplnila o odstavec, v němž by byl popsán význam sinic, případně jejich využití pro člověka.

Nový přehled biologie

Rozsypal, S. (2013): Nový přehled biologie. – 824 pp., Scientia, Praha.

Dle mého názoru není vhodné knihu využívat jako běžnou učebnici, spíše jako studijní pomůcku při přípravě absolventa gymnázia k přijímacím zkouškám na vysoké školy. Díky podrobnému zpracování učiva a rozsáhlosti informací může být studentům nápomocná i v začátcích studia vysokoškolské biologie. V Novém přehledu biologie najdeme učivo biologie v několika celcích.

Sinice jsou zařazeny do celku – Bakterie (*Bacteria*) v části Oxygenní fototrofní bakterie. Jak již bylo zmíněno, informace jsou velmi podrobné. V textu se dočteme o stavbě buňky, barvivech, průběhu fotosyntézy, morfologii, specializovaných buňkách i o ekologii. Najdeme zde dělení do pěti skupin na základě morfologických charakteristik. Text je značně členěný do mnoha kapitol a podkapitol, což může působit lehce chaoticky. V části věnované sinicím jsem nenašla žádné zásadní nedostatky. U jedné skupiny vláknitých sinic jsou popisovány buňky se schopností fixace vzdušného dusíku opět jako „heterocysty“. Tento pojem je zastaralý. Buňky by bylo vhodnější označit jako „heterocyty“. Součástí textu je několik hezky zpracovaných obrázků, které znázorňují způsoby dělení sinic.

Odmaturuj z biologie

Benešová, M., Hamplová, H., Knotová, K., Lefnerová, P., Pfeiferová, E., Sáčková, I., Satrapová, H. (2013): Odmaturuj z biologie. 2. vydání. – 256 pp., Didaktis, Brno.

Odmaturuj z biologie představuje druhé, přepracované vydání známého titulu z edice Odmaturuj. Titul je zpracován dle RVP pro gymnaziální vzdělávání. Je vhodné jej využít při přípravě na maturitní zkoušku, případně na přijímací zkoušky na vysoké školy.

Publikace je členěna do devíti hlavních celků, které se zabývají obecnými zákonitostmi živých soustav, viry a prokaryotickými organismy, protisty, rostlinami, houbami, biologií člověka, genetikou a ekologií. Sinice jsou zařazeny do celku 2, Viry a prokaryotické organismy. Kapitola o sinicích je rozdělena do několika bodů. Obecná charakteristika, význam, stavba, rozmnožování a zástupci. Ze zástupců jsou uvedeni *Spirulina, Nostoc, Anabaena* a *Trichodesmium*. Text obsahuje základní středoškolské učivo a jeho přehlednost usnadňuje strukturování do odrážek a odstavců s barevně

vyznačenými důležitými pojmy. V textu jsou přítomny žluté písmenné indexy, které odkazují na obrazový materiál, případně na postranní lištu. Postranní sloupce doplňují informace z hlavního textu, přinášejí krátké odstavce objasňující pojem z hlavního textu, přinášejí zajímavosti, nebo poukazují na praktické využití poznatku.

Součástí kapitoly je fotografie s popisky ke stavbě buňky. Rovněž fotografie se stromatolity.

4.2 Determinované sinice a řasy v jednotlivých vzorcích s rozdíly v různých mediích

Z lokalit na území města Holešova bylo odebráno celkem 24 vzorků, z toho v 17 vzorcích byly pozorovány sinice. Nejvíce zástupců sinic bylo pozorováno ve vzorcích 2 (fasáda budovy vlakového nádraží), 11(kaluž se štěrkovým podkladem v zámecké zahradě) a 12 (běžecký okruh na hřišti gymnázia). Ve vzorcích 3 (povrch dřevěné lavičky), 4 (kůra buku), 8 (kůra lípy), 16 (omítka jídelny gymnázia) a 19 (povrch půdy pod zeravy) se vyskytovaly pouze zástupci řas. Žádné mikroorganismy nebyly popsány ve vzorcích 22 (povrchu bronzové sochy v parku Amerika) a 24, který byl odebrán z vyschlého dna řeky Rusavy.

Nejčastěji determinovaným rodem byl rod *Leptolyngbya*. Ve vzorcích byly pozorovány druhy *L. foveolarum, L. boryana, L. nodulosa* a *L. compacta.* Ve vzorku č.5 byl pravděpodobně pozorován i druh *L. gracillima***,** ten však nebylo možno jen na základě morfologických znaků s jistotou určit.

Nejvíce atraktivními rody pro žáky se ukázaly rody *Calothrix* (vzorky 12 – běžecký okruh, 13 – povrch vlhké půdy na hřišti gymnázia) a *Tolypothrix* (vzorky 7 – povrch pískovcové sochy, 18 – zámecká dlažba u gymnázia). Z běžně uváděných zástupců téměř ve všech učebnicích byl ve vzorcích popsán rod *Nostoc* (vzorky 12 – běžecký okruh na hřišti gymnázia a 17 – betonový povrch vrhací plochy).

Vzorek č. 1:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Sinice				
Leptolyngbya foveolarum	+	+	-	-
Řasy				
Stichococcus bacilaris	+	-	+	+
Stichococcus minutus	+	-	+	+
Trebouxia sp.	+	-	-	-

Vzorek č. 2:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Sinice				
Leptolyngbya sp.	+	+	-	-
Nodosilinea sp.	+	-	-	-
Phormidium sp.	+	+	-	+
Schizothrix lardacea	+	-	-	-
Řasy				
Desmococcus olivaceus	-	-	+	-

Vzorek č. 3:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Řasy				
Desmococcus olivaceus	+	+	+	+

Vzorek č. 4:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Řasy				
Stichococcus allas	+	+	+	+

Vzorek č. 5:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Leptolyngbya (cf.) *gracillima*	+	+	-	+
Microcoleus autumnalis	+	+	-	-
Tolypothtrix sp.	-	+	-	-
Řasy				
Klebsormidium flaccidum	-	-	-	+
Myrmecia sp.	+	+	+	+
Schysococcus bacilaris	-	-	-	+

Vzorek č. 6:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Schizothrix sp.	+	-	-	-
Řasy				
Myrmecia sp.	+	+	+	+

Vzorek č. 7:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Tolypothrix sp.	+	+	-	+
Řasy				
Desmococcus olivaceus	+	+	+	+
Chlorella sp.	+	+	+	+
Klebsormidium flaccidum	-	-	-	+
Myrmecia sp.	+	+	+	+

Vzorek č. 8:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Řasy				
Desmococcus olivaceus	+	+	-	+
Chlorella sp.	+	-	+	+
Schysococcus bacilaris	+	-	-	+
Schysococcus minor	+	-	-	+

Vzorek č. 9:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Leptolyngbya boryana	+	+	-	-
Phormidium sp.	+	+	-	+
Řasy				
Desmococcus olivaceus	-	+	+	+
Pediastrum sp.	+	-	+	-
Scenedesmus opoliensis	+	-	+	+

Vzorek č. 10:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Geitlerinema amphibium	+	+	-	-
Leptolyngbya sp.	+	+	+	-
Řasy				
Chlamydomonas	-	-	+	-
Chlorella sp.	-	-	+	+

Vzorek č. 11:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Leptolyngbya foveolarum	+	+	-	+
Leptolyngbya nodulosa	+	-	-	-
Microcoleus autumnalis	+	+	-	-
Phormidium sp.	+	+	-	-
Řasy				
Desmococcus olivaceus	-	-	+	+

Vzorek č. 12:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Calothrix sp.	+	-	-	-
Leptolyngbya sp.	+	+	-	-
Nostoc microscopicum	+	-	-	-
Schizothrix sp.	+	+	-	-
Řasy				
Desmococcus olivaceus	-	-	+	+
Chlorella sp.	+	+	+	+

Vzorek č. 13:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Calothrix sp.	+	+	-	-
Leptolyngbya sp.	+	-	-	-
Pseudophormidium sp.	+	-	+	-
Řasy				
Chlorella sp.	-	-	-	+

Vzorek č. 14:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Chroococcidiopsis sp.	+	+	-	+
Leptolyngbya foveolarum	+	-	+	+
Řasy				
Cenochloris signiensis	+	+	+	+
Coccomyxa corbierei	+	-	-	-
Klebsormidium flaccidum	+	+	+	-
Stichococcus minutus	+	+	+	+

Vzorek č. 15:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Sinice				
Leptolyngbya sp.	+	-	-	-
Phormidium sp.	+	+	-	-
Pseudophormidium sp.	+	+	-	-
Řasy				
Schysococcus bacilaris	-	-	+	+
Schysococcus minor	-	-	+	+

Vzorek č. 16:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
Řasy				
Chlorella sp.	-	-	+	+
Stigeoclonium sp.	+	+	-	-

Vzorek č. 17:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Sinice				
Leptolyngbya foveolarum	+	+	+	+
Nostoc sp.	+	-	-	-
Phormidium sp.	-	+	-	-
Řasy				
Desmococcus olivaceus	-	-	+	+

Vzorek č. 18:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Sinice				
Leptolyngbya compacta	+	+	-	-
Microcoleus autumnalis	+	+	-	-
Tolypothrix sp.	-	+	-	-
Řasy				
Klebsormidium faccidum	-	-	+	+

Vzorek č. 19:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Řasy				
Desmococcus olivaceus	+	-	-	-
Klebsormidium faccidum	+	-	+	-

Vzorek č. 20:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Sinice				
Leptolyngbya foveolarum	+	+	-	-
Microcoleus vaginatus	+	+	-	-
Nodosilinea sp.	+	-	-	-
Řasy				
Chlorella sp.	-	+	-	-

Vzorek č. 21:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Sinice				
Leptolyngbya foveolarum	+	-	-	-
Leptolyngbya sp.	+	-	-	-
Microcoleus vaginatus	+	+	-	-

Vzorek č. 22:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
-	-	-	-	-

Vzorek č. 23:

	Agar	**Z medium**	**Kristalon 0,1**	**Kristalon 0,5**
Sinice				
Leptolyngbya foveolarum	+	+	-	-
Řasy				
Chlorella sp.	-	-	+	+

Vzorek č. 24:

	Agar	Z medium	Kristalon 0,1	Kristalon 0,5
-	-	-	-	-

4.3 Morfologický popis determinovaných sinic

Na základě pozorovaných morfologických a ekologických znaků sinic vyskytujících se v odebraných vzorcích byly s využitím determinační lieratury určeny tyto rody a druhy.

***Calothrix* sp.** (příloha 26)

Heteropolární vlákna se vyskytují ve vzorcích jednotlivě nebo v malých skupinách navzájem oddělené. Vlákna jsou složeny z rozšířené bazální části a zužující se apikální části. Některá vlákna jsou zahnutá. Ve vláknech je vždy přítomen víceméně sférický bazální heterocyt. Slizové obaly jsou pevné, u bazálních částí až 3 μm široké, bezbarvé, či nahnědlé. Buňky mají válcovitý tvar.

Výskyt: na povrchu vlhké půdy, na povrchu běžeckého okruhu.

***Chroococcidiopsis* sp.** (příloha 25)

Buňky se ve vzorku vyskytují jednotlivě nebo v nepravidelných shlucích. V průměru měří buňky 2,5–3 μm. Jejich barva je tmavě zelená. Slizové obaly jsou tenké a bez zbarvení. Jednotlivé buňky jsou kulovité, polokulovité až nepravidelné. U mnoha buněk je viditelné nepravidelné dělení v různých rovinách.

Výskyt: kůra javoru.

Geitlerinema amphibium (Anagnostidinema amphibium) (příloha 27)

Trichomy jsou obvykle rovné nebo mírně zakřivené a dlouhé, ± rovnoběžně uspořádané. Ve světle olivově zelených až modrozelených buňkách se často u příčných stěn často vyskytují oranžová zásobní grana. Buňky jsou 2–3x delší než široké. Šířka buněk je 2–2,5 μm. Apikální buňky jsou protáhlé, zaoblené nebo protáhlé postupně se zužující ke konci vlákna. Někdy mírně zahnuté, bez kalyptry.

Výskyt: na betonovém dně kašny.

***Leptolyngbya* sp.**

Velmi tenká, dlouhá, světle zelená až lehce nažloutlá vlákna. U některých vzorků je viditelné jejich zakroucení. Slizová pochva je velmi tenká, pevná bez zabarvení. Buňky jsou víceméně izodiametrické s jasně viditelnými buněčnými přehrádkami. Šířka buněk 0,9–2 μm, délka 1–2,6 μm. Apikální buňky se rozměry neliší od ostatních ve vlákně. Jsou cylindrické bez zúžení. Vyskytují se tmavě zelené nekrotické buňky.

Výskyt: na povrchu fasády, na betonovém dně kašny, na povrchu běžeckého okruhu, na povrchu vlhké půdy, na betonové dlažbě,

Leptolyngbya boryana (příloha 31)

Tmavě zelená vlákna jsou zvlněná a často vzájemně propletená. Slizové obaly nejou zbarveny. Buňky mají víceméně kubický tvar. Jejich délka i šířka se pohybuje v rozmezí 1,5–3 μm. V místě buněčných stěn je pozorovatelné nápadné zaškrcení. Zaoblené apikální buňky jsou mírně delší než ostatní buňky ve vlákně.

Výskyt: jezírko v parku.

Leptolyngbya compacta

Bledě zelenomodrá vlákna, obklopena tenkými, bezbarvými slizovými obaly jsou často zvlněná. Buňky jsou izodiametrické, někdy však lehce širší než delší. Délka buněk je 0,5–2 μm, šířka až 2,5 μm. U špatně rozeznatelných příčných stěn je viditelné mírné zaškrcení.

Výskyt: na povrchu zámecké dlažby.

Leptolyngbya foveolarum

Vlákna jsou velmi tenká, tmavě zeleně zbarvená, většinou rovná, paralelně uspořádaná. Vyskytují se i vlákna zvlněná a vzájemně propletená. Je přítomna tenká, pevná slizová pochva bez zabarvení. Buňky jsou izodiametrické s jasně viditelnými buněčnými přehrádkami. Obsah buněk je většinou homogenní. U některých vláken jsou viditelná řídce rozptýlená bledá zelenomodrá grana. Šířka buněk 0,9–2 μm, délka 1–2,6 μm. Apikální buňky se rozměry neliší od ostatních ve vlákně. Je často viditelné nepravé větvení vláken. Vyskytují se tmavě zelené nekrotické buňky.

Výskyt: na betonovém povrchu, na povrchu vlhké půdy, jezírko v parku.

Leptolyngbya* (cf.) *gracillima

Vyskytují se tmavě zelená rovná i mírně zvlněná vlákna. Buňky jsou téměř izodiametrické 1,5–2 μm dlouhé i široké. U příčných stěn není patrné zaškrcení, grana se v buňkách rovněž nevyskytují. Apikální buňky jsou zaoblené.

Výskyt: na žulovém podstavci sochy.

Leptolyngbya nodulosa

Od ostatních zástupců rodu *Leptolyngbya* se liší uzlíkovitými útvary složených z buněk, které se vyskytují nepravidelně kolem vlákna. Buňky mají válcovitý tvar, jsou 1,2 –2,5 μm dlouhé a 1–1,5 μm široké. Tyto uzlíky jsou obklopeny samostatnými slizovými obaly.

Výskyt: v kaluži se štěrkovým dnem.

Microcoleus autumnalis (příloha 29*)*

Tomuto kmenu se při kultivaci příliš nedaří. Ve vzorcích jsou patrné kousky vláken velmi špatné kvality s velkým množstvím nekrotických buněk. Kolem zbytků olivově zelených, místy načervenalých vláken se nacházejí bezbarvé, silné slizové obaly. Jednotlivé buňky jsou výrazně kratší než dlouhé. Průměrná šířka je 6 μm, délka 3 μm. Vlákna se ke koncům zužují. Apikální buňky jsou užší než ostatní buňky ve vlákně, jejich průměrná šířka jsou 3 μm. Na koncích tupě zaoblené s kuželovitou kalyptrou.

Výskyt: na betonovém povrchu, v kaluži se štěrkovým dnem.

Microcoleus vaginatus (příloha 30)

Ve vzorcích se vyskytují světle zelená vlákna. Slizové pochvy jsou pevné, tenké a bezbarvé. Šířka vegetativních buněk je 5–6 μm. Délka 2,5–4 μm. Mezi buňkami jsou znatelné přepážky. V místě buněčných přepážek jsou ve velkém množství nahromaděná granula. Vlákna se na koncích zužují, u některých vláken je viditelné mírné zahnutí. Na rozdíl od ostatních buněk ve vlákně jsou apikální buňky výrazně protažené se zaoblenou kalyptrou.

Výskyt: na povrchu vlhké půdy.

***Nodosilinea* sp.**

Ve vzorcích se vyskytují jednotlivá vlákna i shluky s typickými uzly. Tyto uzly se vytváří za zhoršených světelných podmínek. Vlákna jsou obalena výraznými bezbarvými slizovými obaly. Buňky jsou zploštělé s jasně viditelnými buněčnými přehrádkami. Průměrná šířka buněk je 2,5 μm, délka 1 μm. Apikální buňky jsou zakulacené a svými rozměry se neliší od ostatních buněk ve vlákně.

Výskyt: na povrchu fasády, na povrchu vlhké půdy.

***Nostoc* sp.**

Ve vzorku se nachází jen pozůstatky původního vlákna, podle kterých není možno určit konkrétní druh.

Výskyt: na betonovém povrchu.

Nostoc microscopicum (příloha 28)

Vytváří nepravidelně kulovité až laločnaté kolonie s výrazným tuhým slizovým obalem na povrchu. Vlákna jsou v kolonii hustě nahromaděná, jejich výskyt je pravidelný. Jsou stočená a vzájemně propletená. Slizové pochvy jsou u vláken dobře viditelné jen na periferii kolonie. Buňky mají kulovitý tvar. Apikální buňky se neliší od ostatních ve vláknech. Ve vláknech se hojně vyskytují heterocyty.

Výskyt: na povrchu běžeckého okruhu.

***Phormidium* sp**.

Tmavě zelená nevětvená vlákna se ve vzorcích nacházejí ve shlucích. Vlákna jsou rovná, některá na koncích mírně zahnutá. Pochvy jsou trubkovité, pevné, bezbarvé. Tvar buněk je válcovitý, jejich šířka 2–6 μm. Buňky jsou mírně delší než široké. Délka buněk je 3–5 μm. Je viditelné zúžené u příčných stěn a grana rozmístěná v celém buněčném obsahu. Apikální buňky jsou většino široce zaoblené, v případě některých vláken zašpičatělé.

Výskyt: na povrchu fasády, v jezírku, v kaluži se štěrkovým podkladem, na betonové povrchu.

***Pseudophormidium* sp.** (příloha 33)

Zelenožlutá vlákna se ve vzorcích vyskytují jednotlivě nebo jsou spojeny do mikroskopických povlaků. Okolo vláken jsou viditelné mohutné, bezbarvé slizové obaly. Trichomy jsou izopolární, relativně krátké, zatočené a často rozpadnuté ve slizových obalech. Jednotlivé buňky mají válcovitý tvar a neobsahují granula. Jsou široké 2,5–5 μm, dlouhé 2–3 μm. Konce vláken jsou mírně bambulkovitě rozšířené. Dochází zde k rozšiřování a následnému zužování buněk směrem k apikální buňce. Apikální buňky jsou výrazně zúžené a zaoblené.

Výskyt: na povrchu vlhké půdy, na betonovém povrchu.

***Schiothrix* sp.**

Kolem shluků tmavě zelených vláken se nacházejí bezbarvé slizové obaly. Průměrná šířka buněk jsou 2 µm, délka 3–4 µm. Apikální buňky jsou výrazně protažené (až 6 µm) zúžené a typicky zahnuté.

Výskyt: na betonovém povrchu, na povrchu běžeckého okruhu.

Schizothrix lardacea (příloha 32)

Bezbarvé, pevné ke konci se zužující slizové obaly obklopují většinou dvě ale i více světle zelených vláken. Jednotlivé buňky jsou delší než široké, šířka 1–2 µm, délka maximálně 3,5 µm. Podél příčných přehrádek jsou viditelná granula. Apikální buňky se rozměry neliší od ostatních ve vlákně, ke konci se mírně zužují.

Výskyt: na povrchu fasády.

***Tolypothrix* sp.**

U jednotlivých modrozelených vláken se vyskytují tenké, bezbarvé slizové pochvy. Válcovité buňky jsou 7,5–11 µm široké a asi 3 µm dlouhé. Mezi buňkami jsou jasně viditelné buněčné přepážky. U některých buněk jsou viditelná nepravidelně se vyskytující zásobní granula. Apikální buňky jsou zaoblené. Ve vláknech se často vyskytují tmavě zelené nekrotické buňky. Nápadným znakem jsou hojně se vyskytující sférické heterocyty a nepravé větvení vláken.

Výskyt: na betonové a pískovcovém povrchu.

4.4 Zhodnocení vitality vzorku č. 9 v různých typech hnojiv

Vzorek číslo 9 byl vybrán na základě druhového složení, a především díky atraktivnosti odběrového místa. Vodní plocha v zámeckém parku, ze které byl vzorek odebrán, je snadno přístupná a žákům dobře známá nejen z letního festivalu, v průběhu kterého, zde probíhají závody plavidel. Tento vzorek byl následně očkován do médií připravených z několika běžně dostupných zahrádkářských hnojiv.

Alternativní způsob kultivace byl testován s cílem usnadnit učitelům přípravu výukových materiálů. Téma sinic bývá do výuky zařazeno v období vegetačního klidu organismů, kdy má učitel omezené možnosti odběru vzorků pro mikroskopování a metody laboratorní kultivace jsou ve školních podmínkách téměř nemožné. V tomto případě je možné ke kultivaci využít roztoky s běžně dostupnými zahrádkářskými hnojivy.

Experiment se vydařil u většiny testovaných vícesložkových hnojiv. Kultivace byla nejúspěšnější u hnojiv Vitality komplex – AGRO a Orchidea – AGRO. Jediné hnojivo, které bych z testovaných vzorků ke školní kultivaci nedoporučila je Granulovaný vápnitý dolomit od firmy FORESTINA MINERAL.

4.4.1 tekutá hnojiva

U hnojiva **Cererit (original)** – FORESTINA MINERAL (přílohy 34–36) je patrná zhoršující se vitalita mikroorganismů a snižují se počet zastoupených rodů s narůstající koncentrací hnojiva. V roztoku s 10 µl hnojiva v 10 ml destilované vody se vyskytují zástupci sinic *Phormidium* sp. a *Leptolyngbya boryana.* Řasy jsou zastoupeny rody *Cenochloris* sp.*, Pediastrum* sp.*,* a *Scenedesmus* sp. Ve vzorku se hojně vyskytuje i rozsivka rodu *Navicula* sp. V roztoku s 50 µl Cereritu (original) v 10 ml destilované vody výrazně převažují řasy, které jsou zastoupeny rody *Pediastrum* sp. a *Scenedesmus* sp. Sinice *Phormidium* sp. a *Leptolyngbya boryana* se vyskytují mnohem méně a je patrná velmi špatná kvalita vláken. V roztoku se 100 µl hnojiva v 10 ml destilované vody je vitalita všech mikroorgasnimů velmi špatná. Jsou viditelné zbytky vláken sinice rodu *Leptolyngbya*. Řasy jsou zastoupeny pouze rodem *Cenochloris.*

V případě hnojiva **Universal – pokojové i venkovní rostliny** – AGRO (přílohy 37–39) se v médiích se všemi koncentracemi hnojiv vyskytují sinice rou *Phormidium* a *Leptolyngbya*. Řasy jsou zastoupeny rody *Desmococcus*, *Pediastrum* a *Scenedesmus*. Zmíněné rody sinic dominují v roztoku s nejnižším obsahem hnojiva. V roztocích s 50

µl a 100 µl hnojiva v 10 ml destilované vody dominují zástupci řas. Nejlépe se sinicím i řasám opět daří v roztoku s 10 µl hnojiva v 10 ml destilované vody. U roztoků s vyššími koncentracemi hnojiv jsou často viditelná rozlámaná vlákna a nekrotické buňky.

V roztocích všech koncentrací **Hnojiva na kaktusy –** AGRO **(**přílohy 40–42**).** se daří sinicím i řasám. V roztoku s 10 µl hnojiva v 10 ml destilované vody jsou sinice zastoupeny rodem *Phormidium* i *Leptolyngbya*. Nejhojnějším zástupcem řas ve vzorku je rod *Scenedesmus*. V roztoku s 50 µl hnojiva jsou dominantní řasy rodu *Scenedesmus* a *Pediastrum*. Sinice jsou zastoupeny pouze rodem *Leptolyngbya*, rod *Phormidium* se při této koncentraci vůbec nevyskytuje. V roztoku se 100 µl hnojiva na kaktusy v 10 ml destilované vody jsem opět zaznamenala hojnější výskyt řas. Determinovala jsem rody *Scenedesmus* a *Pediastrum.* Sinice jsou zastoupeny rody *Phormidium* a *Leptolyngbya*.

V případě hnojiva **Balkonová rajčata** – POKON (příloha 43) je druhově nejbohatší roztok s 10 µl hnojiva v 10 ml destilované vody. Byly zde determinovány sinice rodu *Phormidium* a *Leptolyngbya.* Stejně jako v případě předchozích hnojiv byly popsány řasy rodu *Scenedesmus* a *Pediastrum.* Nově se v roztoku s 10 µl hnojiva na balkonová rajčata v 10 ml destilované vody vyskytly řasy *Chlorella* a *Stichococcus minor*. V roztoku s 50 µl hnojiva v 10 ml destilované vody se sinice vůbec nevyskytují. Pozorovala jsem jen několik buněk řasy rodu *Scenedesmus*. V roztoku se 100 µl hnojiva v 10 ml destilované vody se hojně vyskytují zástupci řas rodu *Scenedesmus* a *Chlorella.* Pozorovala jsem několik zbytků vláken sinice rodu *Phormidium* ve velmi špatné kvalitě.

Roztok s 10 µl hnojiva **Pelargonie** v 10 ml destilované vody – AGRO (přílohy 44–45) se ukázalo jako vhodný pro kultivaci rodu *Leptolyngbya*. Při této koncentraci se sinici velmi dařilo. Kromě rodu *Leptolyngbya* se ve vzorku vyskytovalo i několik buněk řasy rodu *Scenedesmus*. Rod *Leptolyngbya* byl determinován i v roztoku s 50 µl hnojiva na pelargonie v 10 ml destilované vody. Při této koncentraci bylo pozorováno i několik neprospívajících vláken rodu *Phormidium* a řasy rodu *Desmococcus, Chlorella, Scenedesmus* a *Stichococcus*. Při nejvyšší koncentraci hnojiva Pelargonie bylo pozorováno jen pár buněk řasy rodu *Scenedesmus*.

V médiích s hnojivem **Vitality komplex** – AGRO (přílohy 46–47) se sinicím, které jsou zastoupeny rody *Phormidium* a *Leptolyngbya* nejlépe dařilo v roztoku s 10 µl hnojiva v 10 ml destilované vody. S narůstající koncentrací hnojiva byla patrná

zhoršující se kvalita vyskytujících se vláken sinic a nárůst počtu řas. Pří střední koncentraci hnojiva se ve vzorku vyskytovala sinice rodu *Leptolyngbya* s převahou nekrotických buněk ve vláknech. Bylo pozorováno i hormogonium, vytvořené rodem *Phormidium*. Při nejvyšší koncentraci hnojiva dominovala řasa *Scenedesmus*. Byla pozorována tři odumírajících vlákna *Leptolyngbye*.

Ve všech koncentracích roztoků hnojiva **Orchidea** – AGRO (přílohy 48–49) se vyskytuje sinice rodu *Leptolyngbya*, počet a kvalita vláken klesá s rostoucí koncentrací. Rod *Phormidium* se vyskytuje v roztocích s 10 μl a 100 μl hnojiva v 10 ml destilované vody. Vlákna rodu *Phormidium* jsou spíše rozlámaná s velkým počtem nekrotických buněk. S rostoucí koncentrací hnojiva se ve vzorcích zvyšuje počet buněk i rodů řas. Řasy jsou zastoupeny rody *Chlorella*, *Pediastrum* a *Scenedesmus*.

I v roztocích **Hnojiva na citrusy** – KAPKA FORESTINA (příloha 50) se vyskytují sinice *Leptolygbya* a *Phormidium*, které jsou dominantními druhy v roztoku s nejnižší koncentrací hnojiva. V roztocích s vyššími objemy hnojiv převažují řasy rodu *Scenedesmus*.

4.4.2 pevná hnojiva

Pro kultivaci sinic se v případě hnojiva **Cererit hobby pro cibuli a česnek** – MOUNTFIELD (příloha 51) ukázalo nejlepší médium s nejvyšší koncentrací hnojiva. Při této koncentraci byly determinovány rody *Phormidium* a *Leptolyngbya*. Vlákna byla v dobré kvalitě. Při střední koncentraci se ve vzorku vyskytovalo několik vláken rodu *Phormidium* velmi špatné kvality s převažujícími nekrotickými buňkami. Při nejnižší koncentraci hnojiva se sinice nevyskytovaly. Pozorováno bylo jen několik buněk řasy rodu *Scenedesmus*.

Hnojivo **Granulovaný vápnitý dolomit** – FORESTINA MINERAL se ukázalo pro kultivaci mikroorganismů zastoupených ve vzorku č. 9 jako nevhodné. V žádném ze tří médií s různými koncentracemi hnojiva nebyly pozorovány vitální buňky sinic ani řas.

Roztoky se všemi koncentracemi hnojiva **NPK s guánem** – HOŠTICKÉ HNOJIVO (přílohy 52–54) se ukázaly jako vhodné pro kultivaci sinic. Při nejnižší koncentraci hnojiva ve vzoru dominoval rod *Leptolyngbya*. Ve všech koncentracích byl

popsán i rod *Phormidium*, který dominoval v roztocích se střední a nejvyšší koncentrací hnojiva. Vitalita vzorků byla v případě všech koncentrací velmi dobrá.

V roztocích **Univerzálního hnojivo pro rostliny** – GRANDIOL (přílohy 55–57) byl zaznamenán rod *Leptolyngbya*, který se hojně vyskytuje ve všech koncentracích. S narůstající koncentrací hnojiva přibývá ve vzorcích počet řas rodu *Scenedesmus* a *Chlorella*.

Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO (přílohy 58–60) se rovněž ukázalo jako vhodným médiem pro kultivaci sinic. Při všech koncentracích byl zaznamenán rod *Leptolyngbya*. Při nejvyšší koncentraci také rod *Phormidium,* který při této koncetraci dominoval a řasy rodu *Scenedesmus.*

4.4.3 kontrolní Z médium

Jako kontrolní médium bylo zvoleno Z médiu. V tomto médiu byly pozorovány přvažně zástupci sinic. Determinovány byly rody *Leptolyngbya* a *Phormidium*. Řasy se v kontrolním médiu vyskytovaly jen ojediněle (příloha 61).

4.5 Zhodnocení využitelnosti okolí Gymnázia L. Jaroše pro praktickou výuku biologie

Sinic se běžně vyskytují v přírodě, která nás obklopuje. Jsou součástí vodních ploch, žijí v půdě, na kamenech či kůře stromů. Mohou být nacházeny také v podobě povlaků na omítkách, sochách i jako součást kašen a jezírek. Díky schopnosti sinic vytvářet obrovské množství biomasy během velmi krátké doby, a přežívání v i podmínkách, které jsou pro jiné organismy nevhodné, jsou sinice dobře dostupným přírodním materiálem pro praktické využití v hodinách biologie.

V okolí gymnázia se nachází několik vhodných míst k odběru vzorků. Součástí areálu je sportovní areál a pak s vysázenou zelení a několika vlhkými, stinnými i slunečnými místy s hojným výskytem sinic. V bezprostřední blízkosti budovy gymnázia je vysázená stromová alej. Vhodná místa k odběru byla nalezena i na nedalekém autobusovém nádraží. Odběry byly rovněž uskutečněny v centru města z pískovcového podstavce Morového sloupu, kašny a několik květináčů na náměstí T. G. Masaryka. Nejideálnějšími odběrovými lokalitami byly zámecký park a park Amerika. Zde byly vzorky odebírány z půdy, kůry stromů, pravidelně zaplavovaných štěrkových substrátů, z plochy jezírka a kaluží.

V rámci biologie mohou být studenti seznámeni s biotopovou a druhovou diverzitou nebo druhovou diverzitou sinic vyskytujících se na odběrových lokalitách. Je možné využít dobrou znalost okolí a před exkurzí nechat samotné žáky, aby vytipovali odběrové lokality na základě předchozích informací o habitatech sinic. Žáci mohou být aktivně zapojeni také do sběru sinic v rámci exkurze.

Praktická terénní činnost může být doplněna dalšími úkoly – např. práce s mapou při vyhledávání vhodných lokalit k odběru, práce s naučnými tabulemi v parcích případně dalšími zdroji, měření parametrů vody (teploty, pH, průhlednosti apod.). Rovněž může být využit historický význam města. Žákům mohou být představeny významné a jedineční stavby, které budou při exkurzi míjet nebo z jejich okolí vzorky přímo odebírat.

Žáci se poté při laboratorní práci mohou seznámit se základními druhy sinic a naučit se tyto zástupce poznávat a charakterizovat. Z výše zmíněných důvodů hodnotím okolí Gymnázia Ladislava a Jaroše a město Holešov jako vhodnou lokalitu pro účely

praktické výuky biologie s přesahem do jiných předmětů jako je zeměpis, dějepis a ekologie.

5. DIDAKTICKÁ ČÁST

5.1 Vycházka do terénu a laboratorní práce

Lépe se věc naučíme, když ji sami děláme, než když jen posloucháme nebo se díváme. Terénní výuka a praktika mohou být zábavnou zkušeností, při níž mají žáci aktivní roli (Petty 2004). Vycházka do terénu je formou výuky, která slouží k propojení její teoretické a praktické složky. Výhodou je možnost žáků pozorovat přírodniny v jejich přirozeném prostředí. Hlavním cílem je doplnění a upevnění vědomostí a dovedností získaných při teoretické výuce. Významným aspektem je vytváření optimálního prostředí pro rozvíjení mezipředmětových vztahů, praktickou aplikaci vědomostí a dovedností a jejich vzájemné propojení (Švecová 2012). Žáci poznávají vztahy mezi organismy a prostředím, zároveň si při exkurzi vytvářejí vztah k přírodě a životnímu prostředí (Švecová 2002). Po mimoškolní části vyučování by měla následovat i část školní, kdy se k terénní činnosti vrátíme v některé z příštích vyučovacích hodin, zhodnotíme ji, zkontrolujeme pracovní listy, zpracujeme (určíme, usušíme, konzervujeme apod.) nasbíraný materiál. Žáci mohou také připravit její prezentaci na nástěnku, výstavu fotografií nebo přírodnin. Na terénní výuku mohou navazovat i laboratorní cvičení, která budou věnována práci s přineseným materiálem (Pavlasová 2014).

Laboratorní práce poskytují žákům příležitost k praktickému používání osvojených vědomostí, k jejich upevňování a prohlubování. Žáci získávají praktické dovednosti, učí se samostatně pracovat, formulovat hypotézy, zaznamenávat průběh experimentu a vyvozovat závěry (Řehák 1967). Mikroskopická praktika rozvíjí kompetence pracovní a sociální. Důležitá jsou obzvláště při výuce algologie, kdy žákům rozšiřují povědomí o rozmanitosti mikroorganismů, které jsou pro ně jinak velmi abstraktní. (Nolčová a Vágnerová 2016). Experiment by měl být vždy tak, aby žáci zjišťovali něco jim neznámého. Výstupem laboratorního cvičení bývá písemný protokol. Je třeba žáky seznámit dopředu s tím, jak má správně vypadat a jaké údaje má obsahovat. Vhodné je jim ukázat vzorový protokol. Další možností je poskytnout žákům formulář protokolu s nadepsanými jednotlivými částmi a oni ho potom jenom vyplňují. Během praktického cvičení je nutné provádět kontrolu, zda žáci postupují správným způsobem a zejména, zda dodržují zásady bezpečné práce, se kterými byli seznámeni na začátku praktických cvičení (Pavlasová 2014). Na konci laboratorní práce by měl být vymezen prostor pro závěrečné shrnutí a prezentaci výsledků (Vinter a Králíček 2016).

Velmi důležitá bývá také diskuze, při které žáci v jednotlivých skupinách rozebírají a porovnávají dosažené výsledky (Petty 2004).

5.2 Návrh vyučovacích hodin

Cílem několika vyučovacích hodin věnovaných sinicím je propojení teoretické části s každodenním životem žáků. Žáci se seznámí se základní charakteristiku, morfologickými znaky a ekologií některých rodů sinic.

Téma: Sinice v našem okolí

Ukotvení v RVP: vzdělávací oblast člověk a příroda, předmět biologie, tematický okruh biologie rostlin

Zařazení do výuky: prvním ročníku čtyřletého gymnázia, kvinta v případě osmiletého gymnázia

Mezipředmětové vztahy: zeměpis (práce s mapou, mapování okolí), chemie, fyzika (chemické a fyzikální vlastnosti vody), ekologie (vztahy prostředí a organismů), dějepis (propojení s historií města)

Průřezová témata: Environmentální výchova (ekosystémy, základní podmínky života, lidské aktivity a problémy životního prostředí, vztah člověka k prostředí), Osobnostní a sociální výchova (rozvoj schopností poznávání, komunikace, kooperace a kompetice, řešení problémů a rozhodovací dovednosti)

Didaktické cíle:

- Žák se zorientuje v mapě.
- Žák vytipuje vhodná odběrová místa.
- Žák aplikuje teoretické poznatky při řešení praktických situací.
- Žák připraví mikroskopický preparát.
- Žák popíše stavbu buněk sinic.
- Žák determinuje dle morfologických znaků dané zástupce.
- Žák posoudí význam sinic.

Metody výuky: výklad, rozhovor, brainstorming, práce s literaturou, pokus

Organizační formy: laboratorní práce, vycházka do terénu, výuka ve skupinách

Místo realizace: okolí Gymnázia L. Jaroše v Holešově, město Holešov

Pomůcky: plastové odběrové lahvičky s víčkem (objem cca 100 ml), odběrové sáčky, nožík, polévková lžíce, pipeta, mikroskopy, podložní a krycí sklíčka, kapátko, destilovaná voda, papíry, psací potřeby, odborná literatura, určovací klíče

Časová náročnost: 3 vyučovací hodiny (135 minut)

Scénář vyučovacích hodin:

Žáci by měli mít o sinicích dostatek informací ještě před zahájením laboratorního cvičení. Proto bude první vyučovací hodina věnována teoretickému úvodu. Na tabuli bude napsáno téma následujících tří hodin – SINICE. Pomocí brainstormingové metody a následného dotazování se žáci společně s učitelem snaží dát dohromady co nejvíce informací k tomuto tématu. Následně učitel teoretický úvod doplní. Důraz bude kladen na stavbu buňky sinic, na význam sinic v přírodě a pro člověka a biotopy, ve kterých se sinice vyskytují. V poslední části hodiny budou žáci rozděleni do pracovních skupin, do kterým jim bude jim rozdána vytištěná mapa okolí školy. Jejich úkolem bude na základě získaných znalostí o výskytu sinic vytipovat vhodná místa k odběru vzorků pro laboratorní cvičení (soustředit by se měli na vodní plochy, místa s hojnou vegetací, či vlhká, slunná stanoviště). Nakonec si každá skupina vytipuje jedno, jiné odběrové místo než ostatní skupinky.

Druhá hodina bude věnována samotnému získávání vzorků. Žáci dostanou pomůcky nezbytné k odběrům a budu instruováni jakým způsobem s nimi zacházet. Společně s učitelem se vydají na dopředu vytipovaná místa ve městě Holešově, na kterých odběry samostatně v rámci pracovních skupinek provedou.

Posledním úkolem pro žáky bude zpracování vzorků ve školní laboratoři. Jejich úkolem bude vytvoření preparátu k pozorování mikroskopem. V průběhu pozorování si budou všímat nápadných morfologických znaků. Podle kterých se pokusí jednotlivé rody s využitím určovací literatury determinovat. Nejvíce zastoupený rod ve vzorku si žáci schematicky zakreslí do pracovního listu. Při zakreslování a popisování struktur by si žáci měli uvědomovat rozdíly mezi prokaryotickou, eukaryotickou buňkou a také důležitost morfologických znaků pro určování sinic.

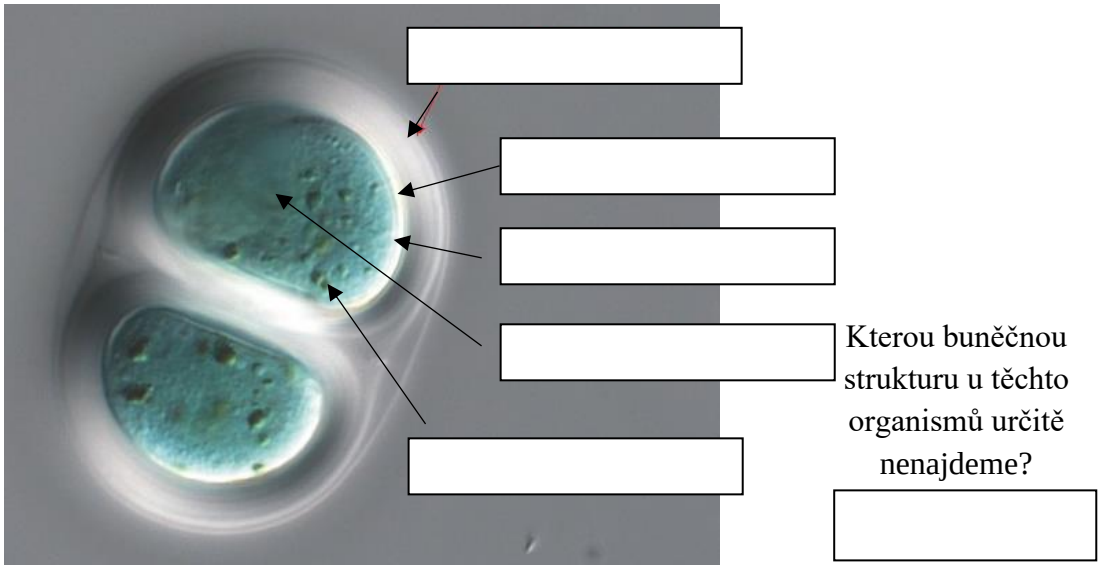
V závěru laboratorního cvičení budou jednotlivé skupinky prezentovat své výsledky ostatním. Výsledky z jednotlivých odběrových míst budou porovnány.

5.3 Návrh pracovního listu s pracovním postupem

SINICE – (*pracovní list s teoretickým úvodem*)

- *Sinice jsou velmi drobné a jednoduché organismy. V průběhu své dlouhé evoluce si vytvořily fotosyntetický aparát a jsou tedy schopny provádět **fotosyntézu**. Jejich zásobní látkou je **sinicový škrob**.*

1) Sinice se řadí k …… organismům. Popiš stavbu jejich buňky.



Kterou buněčnou strukturu u těchto organismů určitě nenajdeme?

- *Můžeme pozorovat různé tvary **stélek** sinic (kokální, buňky v koloniích, jednoduchá vlákna, složitě větvená vlákna se specializovanými buňkami).*
- *Sinice jsou schopné žít téměř ve všech biotopech na zeměkouli – jsou **kosmopolitní**.*
- *Sinic se **běžně** vyskytují v přírodě, která nás obklopuje. Jsou součástí vodních ploch, žijí v půdě, na kamenech či kůře stromů. Mohou být nacházeny také v podobě povlaků na omítkách, sochách i jako součást kašen a jezírek.*
- *Jsou významnými producenty kyslíku, ovlivňují koloběh dusíku, využívají se využívají k přípravě jídel nebo potravních doplňků s vysokým obsahem bílkovin, vitaminů a β-karotenu.*
- *Sinice mohou mít pro člověka i negativní význam. Především na konci léta dochází k okem viditelnému přemnožení sinic – **vodní květ**. Sinice produkují toxické látky, které mohou u lidí vyvolat alergie.*

2) Na základě zjištěných informací se pokus označit místa v okolí školy, kde by se mohly sinice vyskytovat *(místo, kde se právě nacházíš je vyznačeno červeným křížkem)*

3) Vydej se na vyznačené místo a pomocí dostupných pomůcek proveď odběr.

4) Z odebraného vzorku připrav preparát k mikroskopování.

5) Preparát pozoruj v mikroskopu, všímej si nápadných znaků.

6) Podle pozorovaných znaků se s využitím určovacího klíče pokus pojmenovat rody sinic ve vzorku.

7) Proveď nákres nejvíce zastoupeného rodu.

Zvětšení: _____

8) Své výsledky srovnej se spolužáky. Které rody sinic byly v rámci třídy určeny?

9) Zhodnoť svou práci:

6. DISKUZE

Sinice jsou hlavní složkou mikrobiální populace suchozemských i vodních stanovišť po celém světě (Galhano et al. 2010). Navzdory tomu jsou tyto organismy při praktické výuce často opomíjeny (Kaufnerová 2015). Na základních a středních školách jsou sinice probírány v rámci většího celku biologie bakterií. Na základních školách je tento celek zařazen do učiva šestého ročníku. Na středních školách do prvním ročníku, v případě víceletého je toto učivo probíráno v kvintě. Nolčová a Vágnerová (2016) ve své práci uvádějí, že se jedná o téma obtížné a poměrně abstraktní, které v žácích nezanechává dlouhodobější stopu. Chybou je podle autorek nedostatečná motivace žáků – nezajímavá prezentace tohoto tématu, absence praktických cvičení či malý důraz na provázanost tématu s životem žáka či aktuálními potřebami společnosti.

Součástí mojí diplomové práce, která se zabývá sinicemi v okolí gymnázia Ladislava Jaroše v Holešově a jejich využitím ve výuce je návrh vyučovacích hodin, ve kterých je kladen důraz na aktivitu žáků. Dle Pettyho (2004) se věc lépe naučíme, když ji sami děláme, než když jen posloucháme nebo se díváme. Samostatná práce dává žákům příležitost používat – aplikovat a procvičovat znalosti a dovednosti, a to často v podmínkách odpovídajícím skutečnosti. Rovněž Vinter a Králíček (2016) v publikaci Začínající učitel biologie uvádějí, že aktivní učení zvyšuje zájem žáků o biologii. Součástí navrhovaných hodin je tedy terénní výuka, při níž žáci odeberou vzorky sinic v okolí školy, se kterými budou následně pracovat při praktiku ve školní učebně. Terénní výuka a praktika mohou být zábavnou zkušeností, při níž mají žáci aktivní roli (Petty 2004 Po dohodě s učitelkou biologie na gymnáziu Ladislava Jaroše v Holešově se mi podařilo prakticky vyzkoušet jednotlivé přístupy, které se mi při realizaci vyučovacích hodin na téma biologie sinic velmi osvědčily. Pro většinu žáků bylo zařazení terénní výuky a praktik zajímavou novinkou. Většinou jsem se setkala s nadšenými žáky s velkou motivací k další činnosti. Mohu tedy souhlasit s Pettym (2004), který tvrdí, že když je metoda objevování dobře naplánovaná představuje aktivní formu učení – náročný, ale zvládnutelný a zábavný úkol, díky kterému žák velmi rychle porozumí učivu.

Důvodem, proč se učitelé tématem sinic neradi zabývají více do hloubky, může být nedostatečnost učebnic v rámci této problematiky. Učitelům chybí dostatek zdrojů informací a inspirace (Nolčová & Vágnerová 2018). Z výzkumu Kaufnerové &

Vágnerové (2013) vyplývá, že prakticky jediným zdrojem informací o sinicích jsou pro žáky právě učebnice. Proto je nutné klást důraz na jejich vhodný výběr. V rámci své diplomové práce jsem

provedla kvalitativní obsahovou analýz několika vybraných učebnic pro základní a střední školy, ve kterých jsem se zaměřila na kapitoly obsahující učivo o sinicích. Musím souhlasit s mnohými názory Kaufnerové a Vágnerové (2013), které publikují v článku: Sinice a řasy v učebnicích pro základní a střední školy. Obecně lze říci, že často dochází ke zkreslení informací vlivem zjednodušování učiva. Ve většině učebnic byly sinice vyčleněny z bakterií, v některých učebnicích došlo dokonce k mylnému zařazení sinic do kapitoly zabývající se rostlinami. Ne vždy jsou žákům předkládáni vhodní zástupci, kteří by měli reprezentovat charakteristické rysy probírané skupiny. Rovněž jsou často jako zástupci konkrétních skupin voleny rody a druhy, které se v přírodě vyskytují vzácně a žáci nemají možnost je pozorovat. Dle mého názoru není nezbytné uvádět v učebnicích pro základní ani střední školy latinskou terminologii. Pokud se však v učebnicích vyskytuje, mělo by být její využívání jednotné. V případě učebnice Biologie pro první ročník gymnázia jsem se setkala s pojmenováváním některých zástupců českými názvy a jiných latinskými, přestože pro ně české ekvivalenty existují. V učebních se nachází málo příkladů, kde se mohou žáci se sinicemi při svých výpravách do přírody setkat. Rovněž jsem ve spoustě učebnic postrádala jakékoliv možnosti využití sinic a jejich propojení s běžným životem žáků.

Komplikací při zařazení pokusů do výuku může být i roční doba. Téma sinic může být do výuky zařazeno v období vegetačního klidu organismů, kdy není možné získat vhodné přírodní vzorky (Kaufnerová 2015). V tomto období má učitel omezené možnosti odběru vzorků pro mikroskopování. Možností je kultivace kmenů sinic, ke které se využívá několik typů živných médií přizpůsobených svým složením nárokům konkrétních druhů. Metody laboratorní kultivace jsou ve školních podmínkách často nemožné. Součástí mojí diplomové práce je experiment, který by mohl učitelům kultivaci mimo vegetační období organismů usnadnit. Ke kultivaci odebraných vzorků z různých stanovišť jsem využila několik běžně dostupných zahrádkářských hnojiv pro pokojové rostliny a zeleninu. Média byla připravena a kultivována v laboratorních podmínkách. Vhodnou alternativou k autoklávu a kultivačnímu boxu je tlakový hrnec a místnost s pokojovou teplotou. Potvrdilo se mi závěr Kaufnerové (2015), že k poměrně snadno kultivovatelným organismům se řadí většina zelených řas, především rodům

rodů *Pediastrum*, *Scenedesmus* a *Desmodesmus* se v médiích připravných z hnojiv velmi dařilo při různých koncentracích. Úspěšná byla také kultivace sinic rodů *Leptolyngbya*, *Phormidium*, *Pseudophormidium* a *Tolypothrix*. Těmto organismům se dařilo při nižších hodnotách koncentrací hnojiv.

Jak ale uvádí Kaufnerová (2015) ve své práci. Při dlouhodobém udržování kultury je potřebné dodávat kultivovanému kmeni dostatečný přísun živin, což by bylo zajišťováno přeočkováním kultury do nové kultivační nádoby s živným médiem.

7. ZÁVĚR

V této práci jsem se zabývala výskytem sinic v okolí Gymnázia Ladislava Jaroše a způsoby jejich využití ve výuce. Hlavním cílem bylo navržení způsobů pro zatraktivnění výuky tohoto tématu pro žáky i vyučující.

První, rešeršní část diplomové práce je věnována kvalitativní obsahové analýze několika vybraných učebnic pro základní a střední školy, ve kterých jsem se zaměřila na kapitoly obsahující učivo o sinicích. Učebnice byly hodnoceny z hlediska přehlednosti, návaznosti textu, míry obtížnosti a rozsahu učiva. Dále jsem se zaměřila na odbornou správnost a aktuálnost vzhledem k současnému stavu vědy.

Další, praktická část práce je věnována experimentu, v rámci, kterého jsem provedla odběry vzorků z různých lokalit v okolí gymnázia. Odebrané vzorky byly kultivovány v běžně laboratorně využívaných médiích a v různých koncentracích zahrádkářského hnojiva Kristalon Gold. Ve všech vzorcích byla provedena determinace vyskytujících se organismů. Rovněž byla srovnávána vitalita mikroorganismů v běžný a alternativních médiích. Následně byl vybrán vzorek číslo 9 (dle největší atraktivnosti odběrového místa pro žáky a druhového složení), a ten byl očkován do roztoků dalších třinácti tekutých a pevných zahrádkářských hnojiv. Opět byla vyhodnocena vitalita mikroorganismů. Kultivace v médiích s hnojivy byla úspěšná u sinic rodů *Leptolyngbya*, *Phormidium, Pseudophormidium* a *Tolypothrix*. Dařilo se i řasám, především rodům *Pediastrum, Scenedesmus* a *Desmodesmus*.

Poslední část práce je věnována návrhu vyučovacích hodin, jejichž hlavním cílem je zatraktivnit výuku sinic ve školách aktivním zapojením žáků. Navržené hodiny byly úspěšně odučeny na Gymnáziu Ladislava Jaroše v Holešově v rámci biologie u studentů prvního ročníku.

8. SEZNAM HODNOCENÝCH UČEBNIC

Benešová, M., Hamplová, H., Knotová, K., Lefnerová, P., Pfeiferová, E., Sáčková, I., Satrapová, H. (2013): Odmaturuj z biologie. 2. vydání. – 256 pp., Didaktis, Brno.

Čabradová, V., Hasch, F., Sejpka, J. et Vaněčková, I. (2012). Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia. – 120 pp., Fraus, Plzeň.

Dobroruka, L. J., Cílek, V. et Hasch, F. (1999). Přírodopis I pro 6. ročník ZŠ. – 127 pp., Scientia, Praha.

Hančová, H., Vlková, M. (1997): Biologie v kostce. I, Obecná biologie, mikrobiologie, botanika, mykologie, ekologie, genetika. – 112 pp., Fragment, Havlíčkův Brod.

Jelínek, J., Zicháček, V. (2005): Biologie pro gymnázia. – 575 pp., Nakladatelství Olomouc, Olomouc.

Jurčák, J. et Froněk, J. (2009). Přírodopis 6 pro základní školy, zoologie a botanika. – 127 pp., Prodos, Praha.

Kubát, K. et al. (2003): Botanika. – 220 pp., Scientia, Praha.

Kubišta, V. (1992): Obecná biologie. 1. vydání. – 96 pp., Fortuna, Praha.

Kvasničková, D., Jeník, J., Pecina, P., Froněk, J., Cais, J. (1995): Poznáváme život: přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením. 6, 2. část. – 128 pp., Fortuna, Praha.

Lenochová, M., Nečas, O., Dvořák, F., Vilček, F., Boháč, I. (1984): Biologie pro 1. ročník gymnázia. – 253 pp., Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Rozsypal, S. (2013): Nový přehled biologie. – 824 pp., Scientia, Praha.

9. POUŽITÁ LITERATURA

Balada, J. et al. (2007): Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 1. vydání. – 100 pp., Výzkumný ústav pedagogický, Praha.

Balada, J. et al. (2017): Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 3. vydání. –165 pp., Výzkumný ústav pedagogický, Praha.

Berrendero, E., Perona, E., Mateo, P. (2011): Phenotypic variability and phylogenetic relationships of the genera *Tolypothrix* and *Calothrix* (*Nostocales, Cyanobacteria*) from running water. – Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 61: 3039–51.

Gilíková H., Otava J., Stráník Z. (2002): Petrografická charakteristika sedimentů magurského flyše na listu mapy 25-312 Holešov. Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 2001., 9, 26-29., Brno.

Gkelis S., Ourailidis I., Panou M., Pappas N. (2016): Cyanobacteria of Greece: an annotated checklist. Biodiversity Data J. 2016: 4.

Galhano, V., de Figueiredo, D. R., Alves, A., Correia, A., Pereira, M. J., Laranjo, J. G., Peixoto, F. (2010): Morphological, biochemical and molecular characterization of Anabaena, Aphanizomenon and Nostoc strains (*Cyanobacteria, Nostocales*) isolated from Portuguese freshwater habitats. – Hydrobiologia 663: 187–203.

Gérard, E., De Goeyse, S., Hugoni, M., Agogué, H., Richard, L., Milesi, V., at al. (2018) Key role of alphaproteobacteria and cyanobacteria in the formation of stromatolites of Lake Dziani Dzaha (Mayotte, Western Indian Ocean). – Frontiers in Microbiology, 9:796.

Kaufnerová, V. (2015): Metody izolace a kultivace sinic a řas pro potřeby výuky na základních a středních školách. – Arnica 4 (1–2): 7–12.

Kaufnerová, V. & Vágnerová, P. (2013): Sinice a řasy v učebnicích pro základní a střední školy. – Arnica, (3)1–2: 9–18.

Kaštovský, J., Hauer, T., Geriš, R., Chattová, B., Juráň, J., Lepšová-Skácelová, O., Pitelková, P., Pusztai, M., Škaloud, P., Šťastný, J., Čapková, K., Bohunická, M. & Mühlsteinová, R. (2018): Atlas sinic a řas ČR 1. – 384 pp., Powerprint, Praha.

Kaštovský, J., Hauer, T., Geriš, R., Chattová, B., Juráň, J., Lepšová-Skácelová, O., Pitelková, P., Pusztai, M., Škaloud, P., Šťastný, J., Čapková, K., Bohunická, M. & Mühlsteinová, R. (2018): Atlas sinic a řas ČR 2. – 480 pp., Powerprint, Praha.

Květoň, V. (2001): Normální teploty vzduchu na území České republiky v období 1961-1990 a vybrané teplotní charakteristiky období 1961-2000. 1. vyd. – 197 pp., Český hydrometeorologický ústav, Praha.

Li, Z., Brand, J. (2007): Leptolyngbya nodulosa sp. nov. (*Oscillatoriaceae*), a subtropical marine cyanobacterium that produces a unique multicellular structure. – Phycologia 46: 396–401.

Mikk, J. (2007): Učebnice: budoucnost národa. In Maňák, J. & Knecht, P., Hodnocení učebnic. – 11-23 pp., Paido, Brno.

Nolčová, L. & Vágnerová, P. (2016): Zajímavá a motivující výuka řas a sinic na základních a středních školách. Arnica. – 5(1–2): 32–38.

Pavlasová, L. (2014): Přehled didaktiky biologie – 58 pp., Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy, Praha.

Perkerson, R., Johansen, J., Kováčik, L., Brand, J., Kaštovský, J. & Casamatta, D. (2011): A unique Pseudanabaenalean (*Cyanobacteria*) genus *Nodosilinea* gen. nov. based on morphological and molecular data. Journal of Phycology. – 47: 1397–1412.

Petty G. (2004): Moderní vyučování. 3. vydání, 380 pp. Portál, Praha.

Ruffing, A. M. (2011): Engineered cyanobacteria Teaching an old bug new tricks. – Bioengineered Bugs 2(3): 136–149.

Řehák, B. (1967): Vyučování biologii. – 296 pp., Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Sikorová, Z. (2007): Návrh seznamu hodnotících kritérií pro učebnice základních a středních škol. – 31-40 pp., Paido, Brno.

Strunecký, O., Bohunická, M., Johansen, J. R., Čapková, K., Raabová, L., Dvořák, P., Komárek, J. (2017): A revision of the genus *Geitlerinema* and description of the genus *Anagnostidinema* gen. Nov. (*Oscillatoriophycidae*, *Cyanobacteria*). Fottea. – 17: 114–126.

Švecová, M. (2002): Exkurze jako prostředek propojení teoretické a praktické složky výuky na vysoké škole: 71–74. In: Inovace vysokoškolské výuky v environmentálních oborech. Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí, Praha.

Švecová, M. (2012): Školní projekty v environmentální výchově a jejich využití ve školní praxi. Vysoká škola evropských a regionálních studií, České Budějovice.

Ušáková, K., Zedníčková, S. (2018): Žiacke predstavy o mikroorganismech na základnej škole. – Pedagogická revue 2(65): 37–61.

Voženílek, V. & Květoň, V. (2011): Klimatické oblasti Česka klasifikace podle Quitta za období 1961-2000, 1. vydání. – 20 pp., Univerzita Palackého, Olomouc.

Vinter, V & Králíček, I (2016): Začínající učitel biologie, 1. vydání. – 256 pp., Univerzita Palackého, Olomouc.

INTERNETOVÉ ZDROJE

www1: Charakteristika zájmového území, Holešov https://www.edpp.cz
(cit. 17. 5. 2019)
www2: Archiv, Holešov http://www.in-pocasi.cz (cit. 19. 5. 2019)

ZDROJE MAP

https://mapy.cz/zakladni?x=17.5564662&y=49.3421616&z=12&l=0&source=muni&id=3125 (cit. 24. 8. 2019)

https://mapy.cz/zakladni?x=17.5791147&y=49.3321401&z=16&l=0&source=muni&id=3125 (cit. 24. 8. 2019)

10. SEZNAM PŘÍLOH

10.1 Fotografie lokalit odběrů

Příloha 1: vzorek č. 1 – patník – plot u gymnázia

Příloha 2: vzorek č. 2 – fasáda budovy vlakového nádraží

Příloha č. 3: vzorek č. 3 – dřevěná lavička u odborného učiliště

Příloha 4: vzorek č. 4 – kůra buku – alej kolem hlavní silnice

Příloha 5: vzorek č. 5: žulový podstavec – socha T. G. Masaryka před gymnáziem

Příloha 6: vzorek č. 6 – betonový květináč – náměstí Dr. Edvarda Beneše

Příloha 7: vzorek č. 7 – pískovcová socha – kostel Nanebevzetí Panny Marie

Příloha 8: vzorek č. 8 – kůra lípy – vstup do zámecké zahrady

Příloha 9: vzorek č. 9 – nárůst v jezírku – zámecká zahrada

Příloha 10: vzorek č. 10 – nárust na dně kašny – náměstí Dr. Edvarda Beneše

Příloha 11: vzorek č. 11 – kaluž u jezírka v zámecké zahradě – štěrkový podklad

Příloha 12: vzorek č. 12 – běžecký okruh – hřiště gymnázia

Příloha 13: vzorek č. 13 – vlhká půda u betonové zdi – hřiště gymnázia

Příloha 14: vzorek č. 14 – kůra javoru – hřiště gymnázia

Příloha 15: vzorek č. 15 – betonová dlažba u jídelny gymnázia

Příloha 16: vzorek č. 16 – omítka – jídelna gymnázia (v místě odtékající vody z parapetu)

Příloha 17: vzorek č. 17 – vybetonovaná vrhací plocha – hřiště gymnázia

Příloha 18: vzorek č. 18 – zámecká dlažba – park před gymnáziem

Příloha 19: vzorek č. 19 – půda pod zeravy – park Amerika

Příloha 20: Vzorek č. 20 – vlhká půda u lavičky – park Amerika – dětské hřiště

Příloha 21: vzorek č. 21 – půda pod lipovým kmenem

Příloha22: vzorek č. 22 – bronzová socha u vstupu do parku Amerika

Příloha 23: vzorek č. 23 – jezírko – oblázkové dno – park Amerika

10.2 Determinované sinice v jednotlivých vzorcích

Příloha 24: *Nodozilinea* sp. – vzorek č. 2 – agar

Příloha 25: *Chroococcidiopsis* sp. – vzorek č. 14 – a, b – agar, c, d – Z medium

Příloha 26: *Calothrix* sp. – vzorek č. 13 – Z medium

Příloha 27: *Geitlerinema amphibium* – vzorek č. 10, a, b – agar, c, d, e – Z medium

Příloha 28: *Nostoc microscopicum* – vzorek č. 12, a, b – agar

Příloha 29: *Microcoleus autumnalis* – a, b, e – vzorek č. 20 – Z medium, c – vzorek č. 11 – agar, d – vzorek č. 5 – Z medium, f – vzorek č. 18 – agar

Příloha 30: *Microcoleus vaginatus* – a, d – vzorek č. 20 – agar, b, c, d – vzorek č. 21 – agar

Příloha 31: *Leptolyngbya boryana* – a, b, c, d, e – vzorek č 9 – agar

Příloha 32: a – *Schizothrix lardacea* – vzorek č. 2 – agar, b, c – *Schizothrix* sp. – vzorek č 6 – agar

Příloha 33: *Pseudophormidium* sp. – a, c, d – vzorek č. 15 – agar, b – vzorek č. 13 – agar

10.3 Zhodnocení vitality vzorku č. 9 v různých typech hnojiv

Příloha 34: Cererit (original) – FORESTINA MINERAL 10 µl

Příloha 35: Cererit (original) – FORESTINA MINERAL 50 µl

Příloha 36: Cererit (original) – FORESTINA MINERAL 100 µl

Příloha 37: Universal – pokojové i venkovní rostliny – AGRO 10 µl

Příloha 38: Universal – pokojové i venkovní rostliny – AGRO 50 µl

Příloha 39: Universal – pokojové i venkovní rostliny – AGRO 100 µl

Příloha 40: Hnojivo na kaktusy – AGRO 10 µl

Příloha 41: Hnojivo na kaktusy – AGRO 50 µl

Příloha 42: Hnojivo na kaktusy – AGRO 100 µl

Příloha 43: Balkonová rajčata – POKON 10 µl

Příloha 44: Pelargonie – AGRO 10 µl

Příloha 45: Pelargonie – AGRO 50 µl

Příloha 46: Vitality komplex – AGRO 10 µl

Příloha 47: Vitality komplex – AGRO 50 µl

Příloha 48: Orchidea – AGRO 10 µl

Příloha 49: Orchidea – AGRO 100 µl

Příloha 50: Hnojivo na citrusy – KAPKA FORESTINA 50 µl

Příloha 51: Cererit hobby pro cibuli a česnek – MOUNTFIELD 15 µl roztoku hnojiva

Příloha 52: NPK s guánem – HOŠTICKÉ HNOJIVO 5 µl roztoku hnojiva

Příloha 53: NPK s guánem – HOŠTICKÉ HNOJIVO 10 µl roztoku hnojiva

Příloha 54: NPK s guánem – HOŠTICKÉ HNOJIVO 15 µl roztoku hnojiva

Příloha 55: Univerzálního hnojivo pro rostliny GRANDIOL– 5 µl roztoku hnojiva

Příloha 56: Univerzálního hnojivo pro rostliny GRANDIOL – 10 µl roztoku hnojiva

Příloha 57: Univerzálního hnojivo pro rostliny GRANDIOL – 15 µl roztoku hnojiva

Příloha 58: Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO – 5 µl roztoku hnojiva

Příloha 59: Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO – 10 µl roztoku hnojiva

Příloha 60: Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO – 15 µl roztoku hnojiva

Příloha 61: Kontrolní Z médium

10.4 Fotografie ze cvičení na Gymnáziu Ladislava Jaroše v Holešově (žáci 1. ročníku čtyřletého gymnázia)

Příloha 62: Vybavení učebny a odebrané vzorky

Příloha 63: Práce žáků

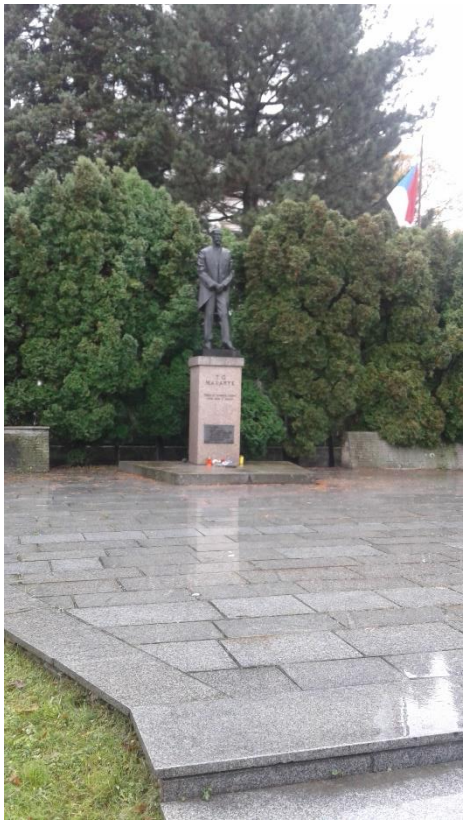
Fotografie lokalit odběrů

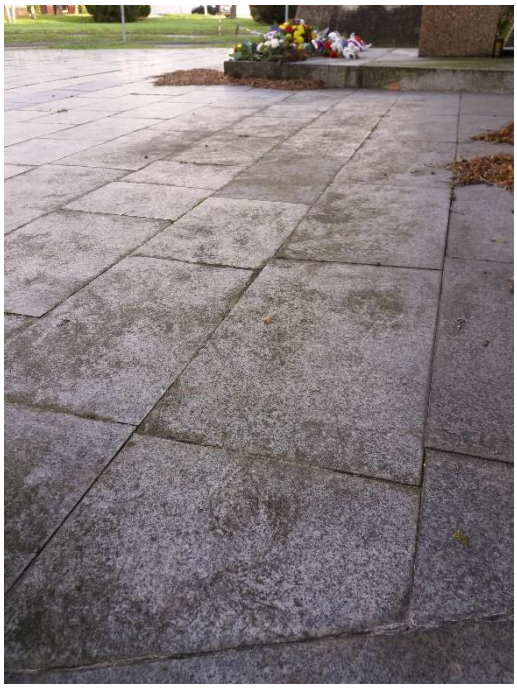
Příloha 1: vzorek č. 1 – patník – plot u gymnázia

Příloha 2: vzorek č. 2 – fasáda budovy vlakového nádraží

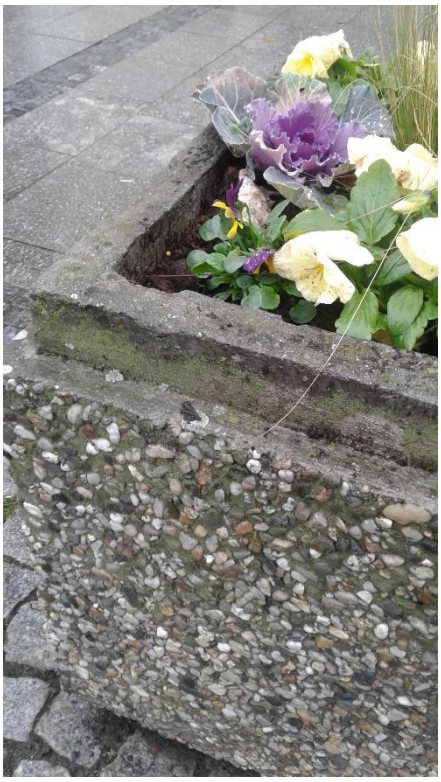
Příloha 3: vzorek č. 3 – dřevěná lavička u odborného učiliště

Příloha 4: vzorek č. 4 – kůra buku – alej kolem hlavní silnice

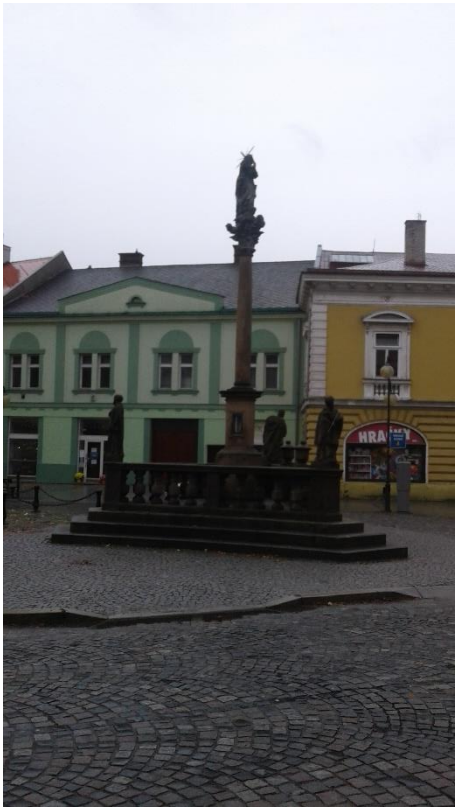




Příloha 5: vzorek č. 5: žulový podstavec – socha T. G. Masaryka před gymnáziem

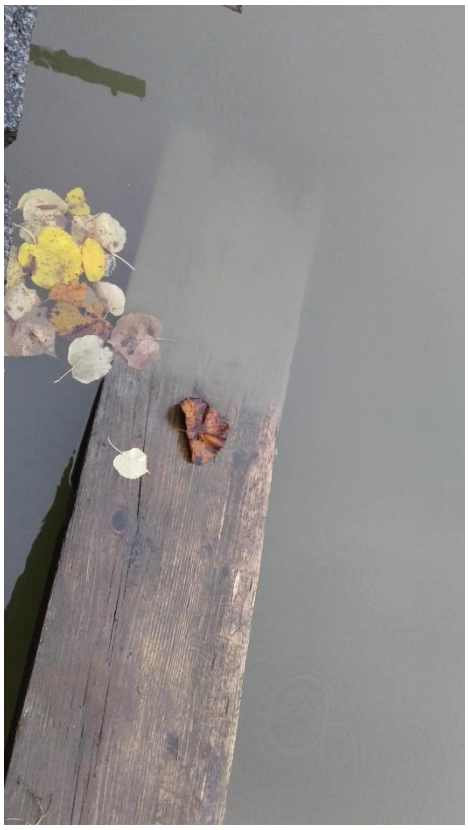


Příloha 6: vzorek č. 6 – betonový květináč – náměstí Dr. Edvarda Beneše

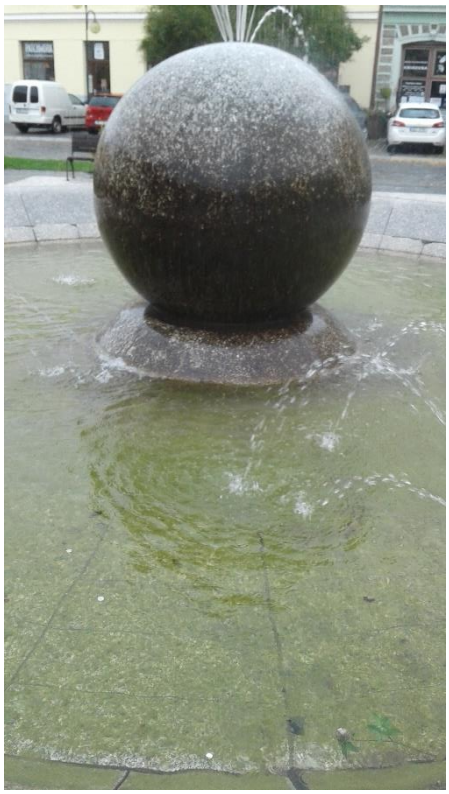
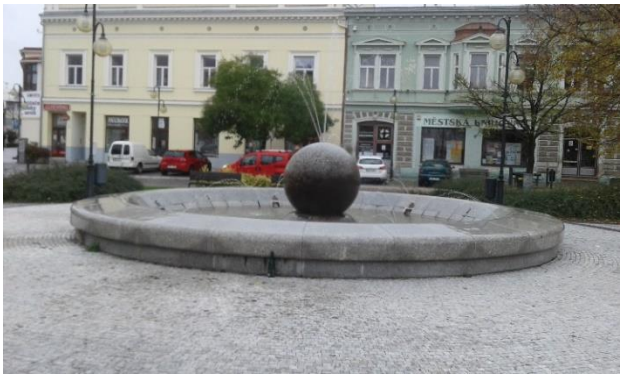


Příloha 7: vzorek č. 7 – pískovcová socha – kostel Nanebevzetí Panny Marie

Příloha 8: vzorek č. 8 – kůra lípy – vstup do zámecké zahrady



Příloha 9: vzorek č. 9 – nárůst v jezírku – zámecká zahrada

Příloha 10: vzorek č. 10 – nárust na dně kašny – náměstí Dr. Edvarda Beneše

Příloha 11: vzorek č. 11 – kalužu u jezírka v zámecké zahradě – štěrkový podklad

Příloha 12: vzorek č. 12 – běžecký okruh – hřiště gymnázia

Příloha 13: vzorek č. 13 – vlhká půda u betonové zdi – hřiště gymnázia

Příloha 14: vzorek č. 14 – kůra javoru – hřiště gymnázia

Příloha 15: vzorek č. 15 – betonová dlažba u jídelny gymnázia

Příloha 16: vzorek č. 16 – omítka – jídelna gymnázia (v místě odtékající vody z parapetu)

Příloha 17: vzorek č. 17 – vybetonovaná vrhací plocha – hřiště gymnázia

Příloha 18: vzorek č. 18 – zámecká dlažba – park před gymnáziem

Příloha 19: vzorek č. 19 – půda pod zeravy – park Amerika

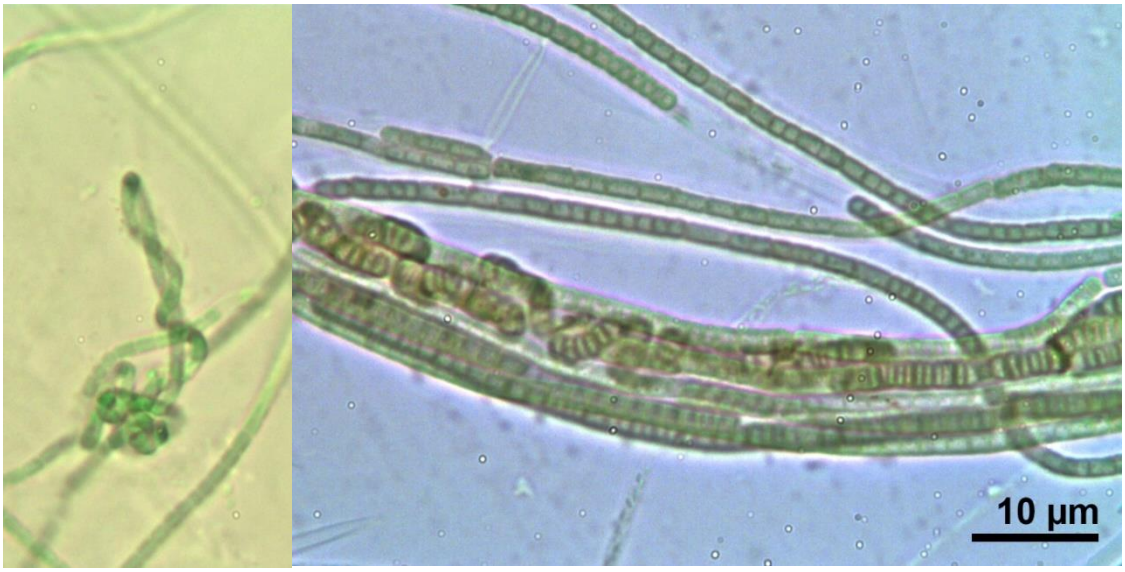
Příloha 20: Vzorek č. 20 – vlhká půda u lavičky – park Amerika – dětské hřiště

Příloha 21: vzorek č. 21 – půda pod lipovým kmenem

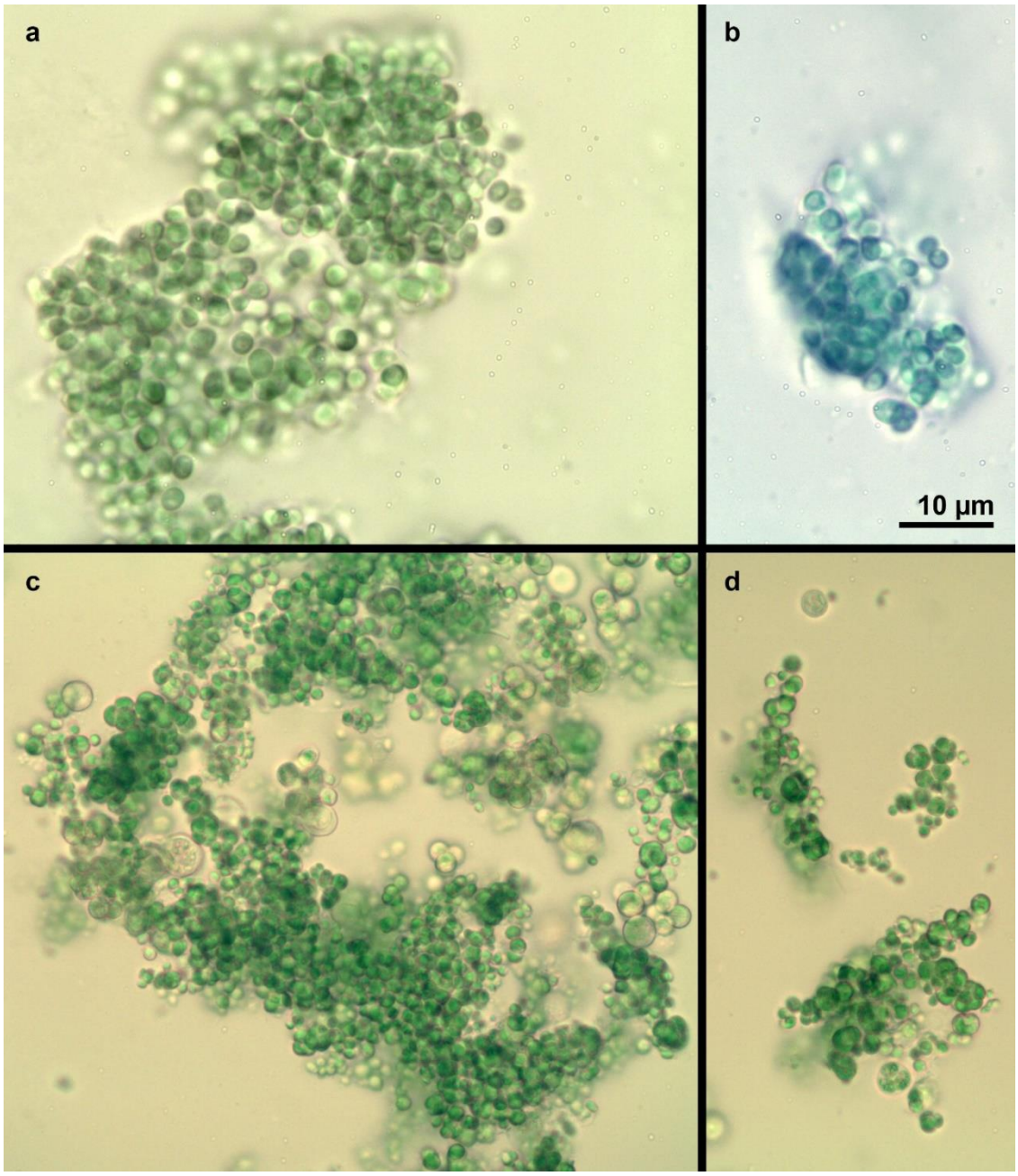
Příloha22: vzorek č. 22 – bronzová socha u vstupu do parku Amerika

Příloha 23: vzorek č. 23 – jezírko – oblázkové dno – park Amerika

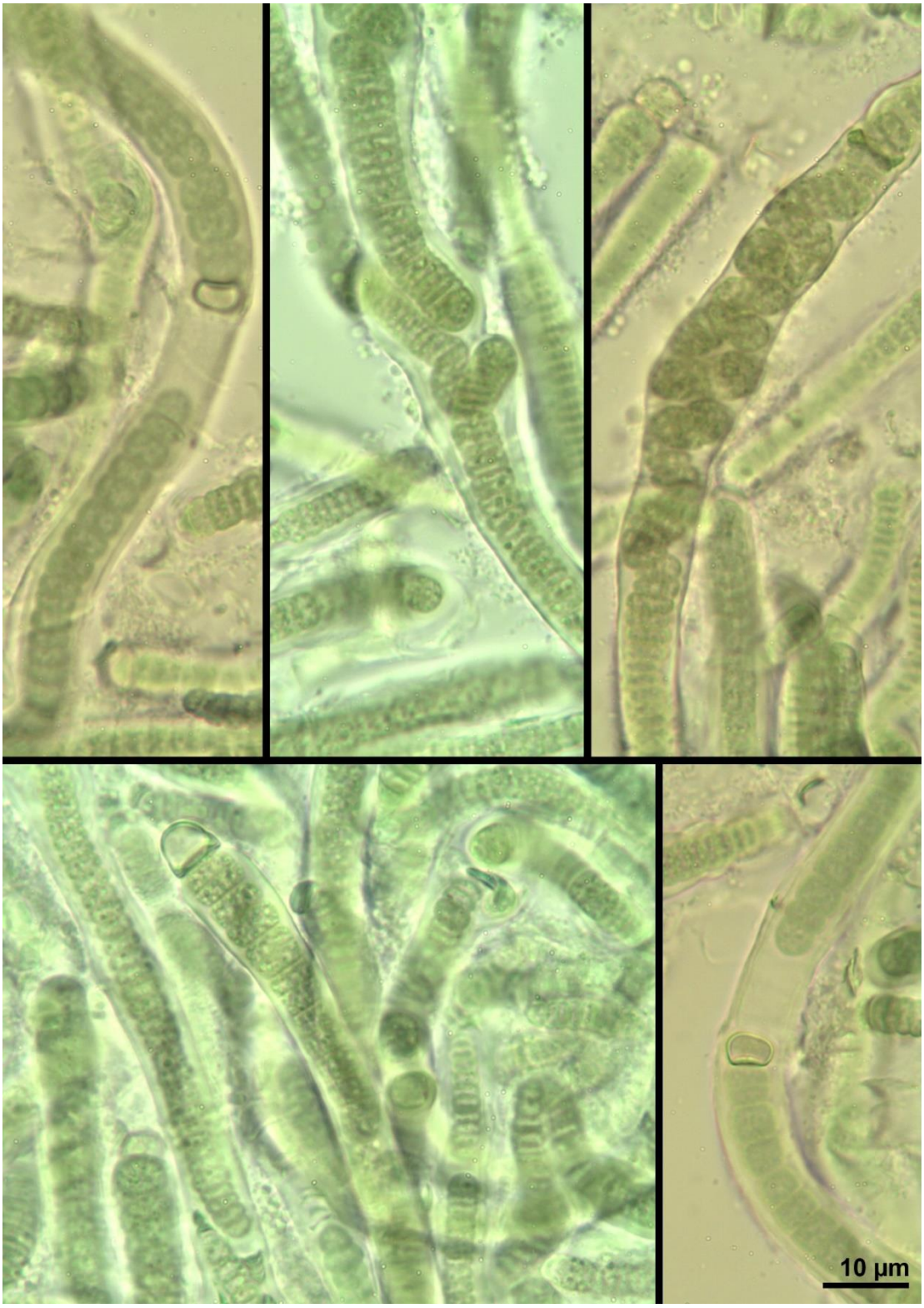
Determinované sinice v jednotlivých vzorcích



Příloha 24: *Nodosilinea* sp. – vzorek č. 2 – agar

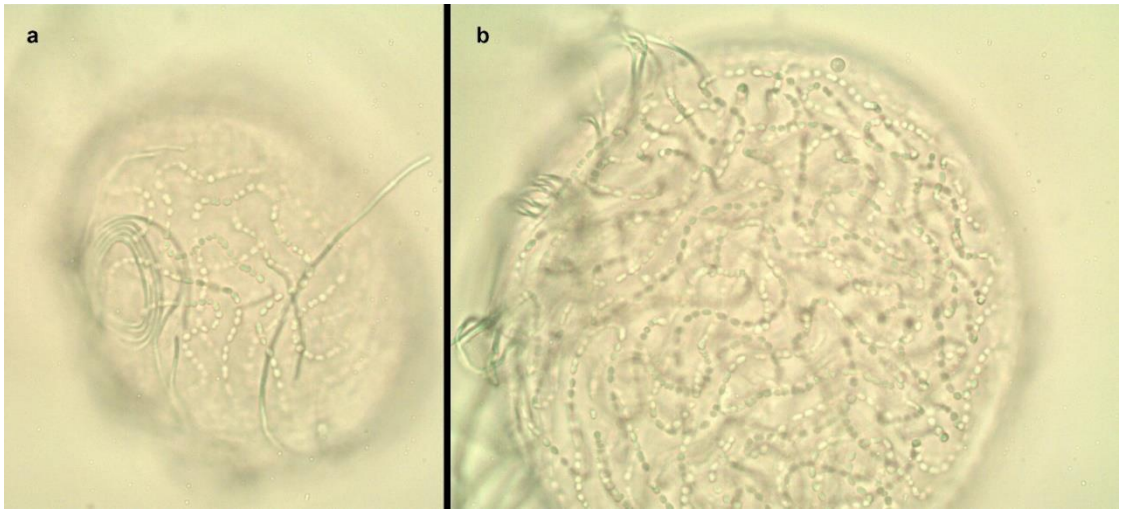


Příloha 25: *Chroococcidiopsis* sp. – vzorek č. 14 – a, b – agar, c, d – Z medium

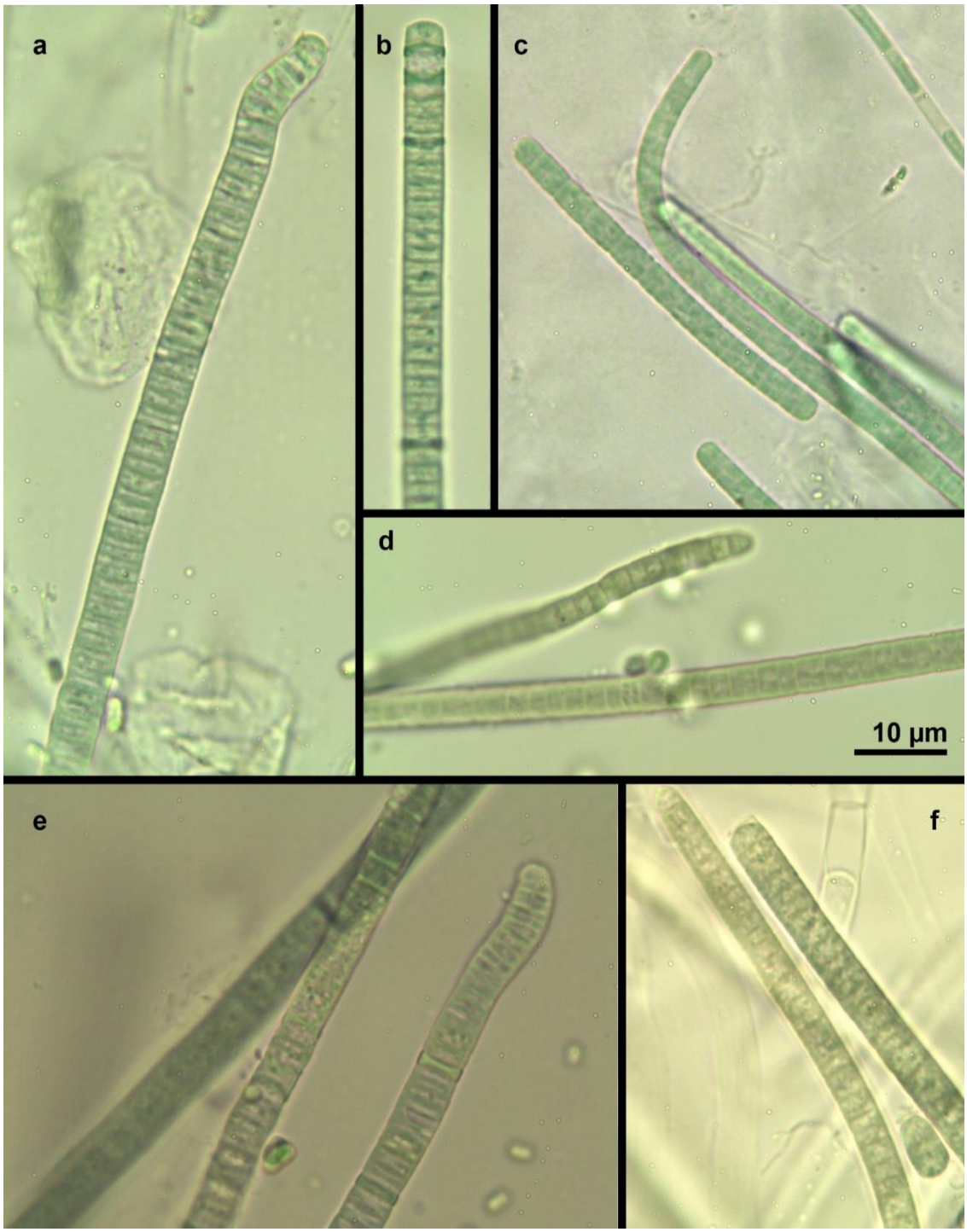


Příloha 26: *Calothrix* sp. – vzorek č. 13 – Z medium

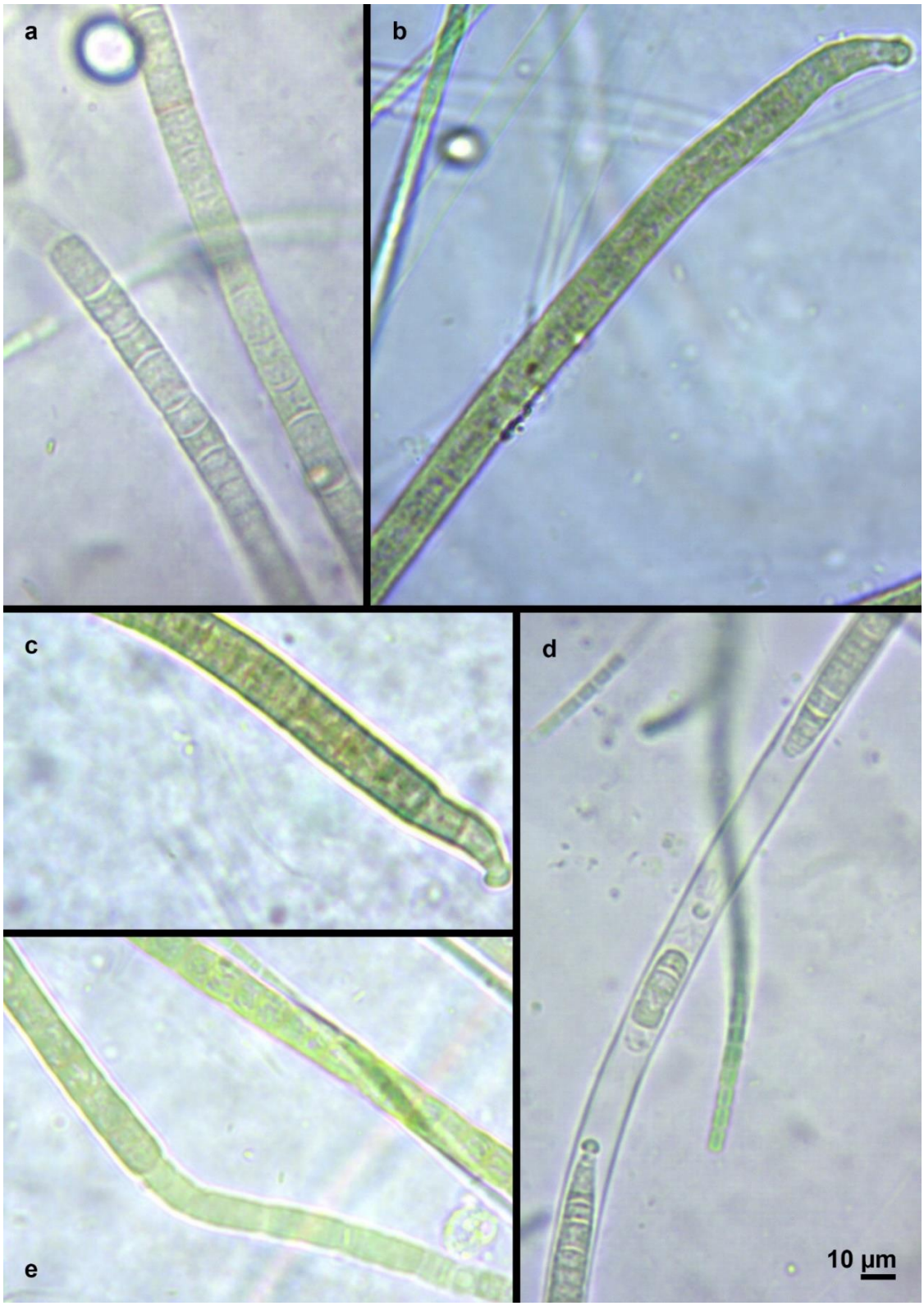
Příloha 27: *Geitlerinema amphibium* – vzorek č. 10, a, b – agar, c, d, e – Z medium



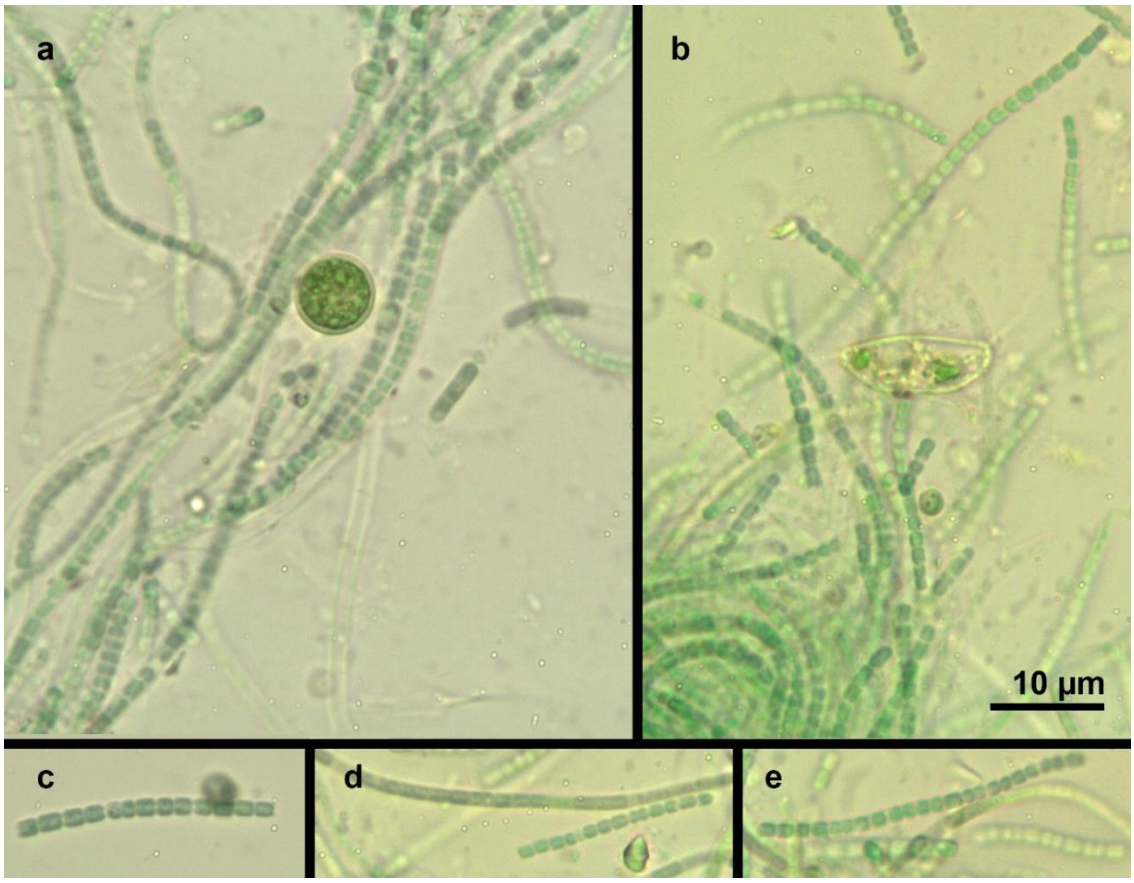
Příloha 28: *Nostoc microscopicum* – vzorek č. 12, a, b – agar



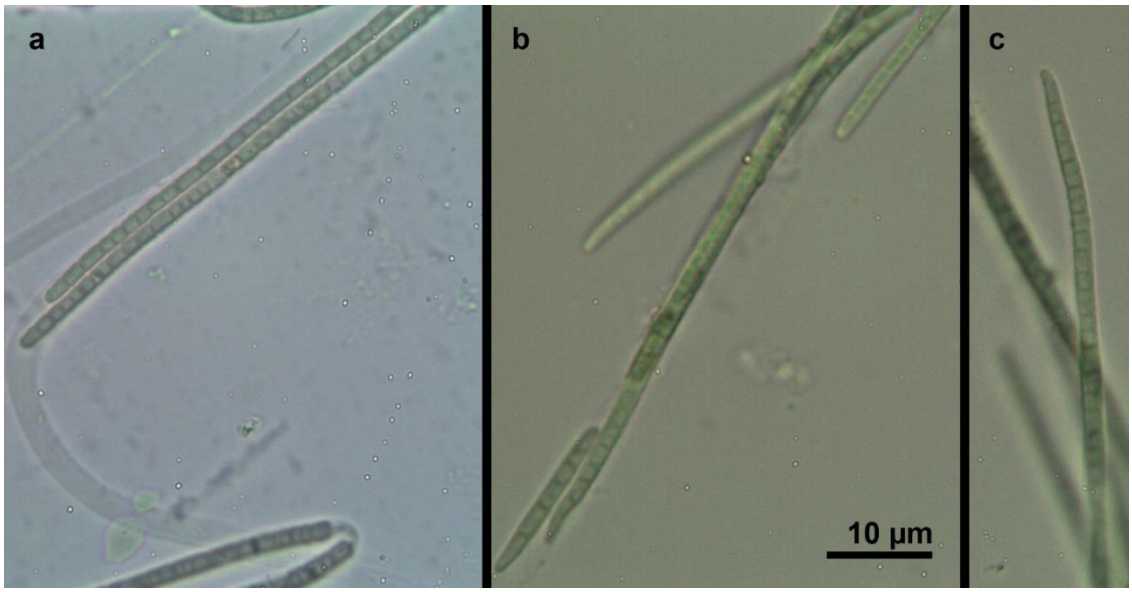
Příloha 29: *Microcoleus autumnalis* – a, b, e – vzorek č. 20 – Z medium, c – vzorek č. 11 – agar, d – vzorek č. 5 – Z medium, f – vzorek č. 18 – agar



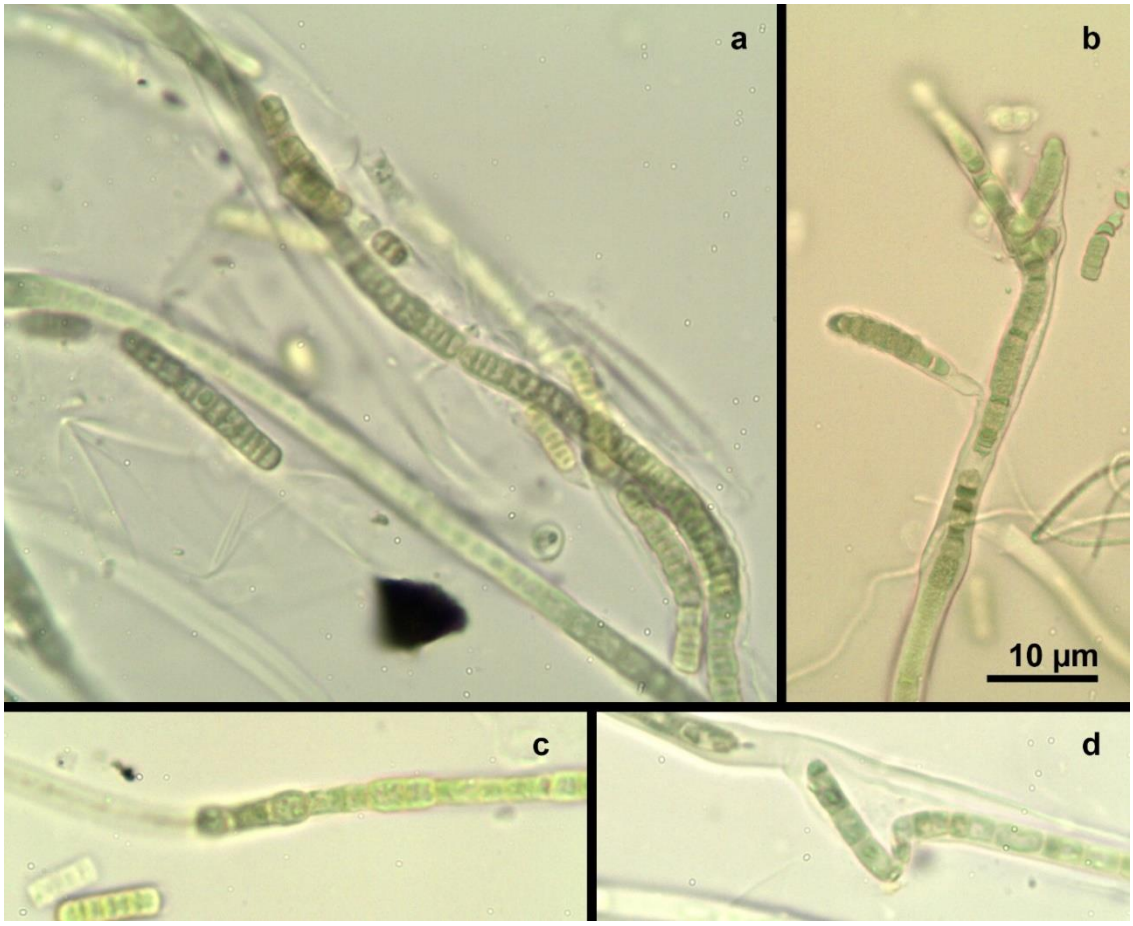
Příloha 30: *Microcoleus vaginatus* – a, d – vzorek č. 20 – agar, b, c, d – vzorek č. 21 – agar



Příloha 31: *Leptolyngbya boryana* – a, b, c, d, e – vzorek č 9 – agar



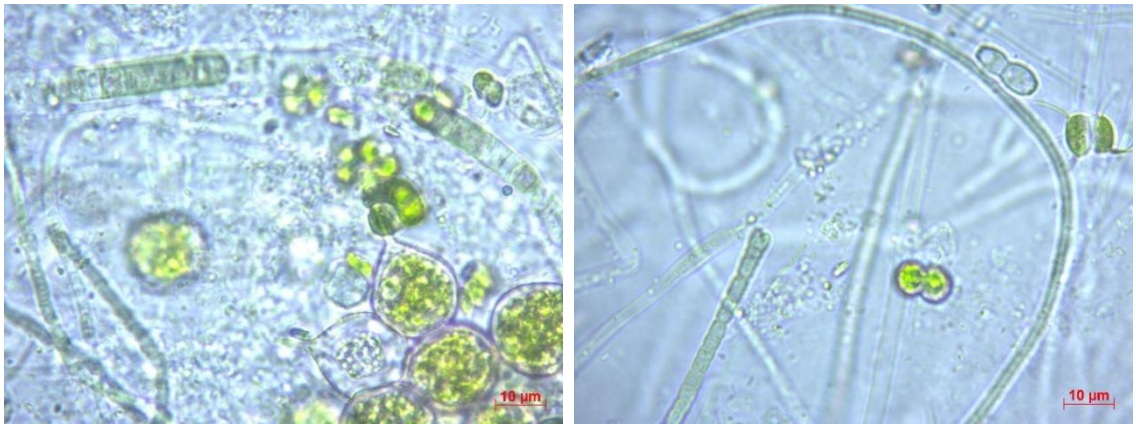
Příloha 32: a – *Schizothrix lardacea* – vzorek č. 2 – agar, b, c – *Schizothrix* sp. – vzorek č 6 – agar



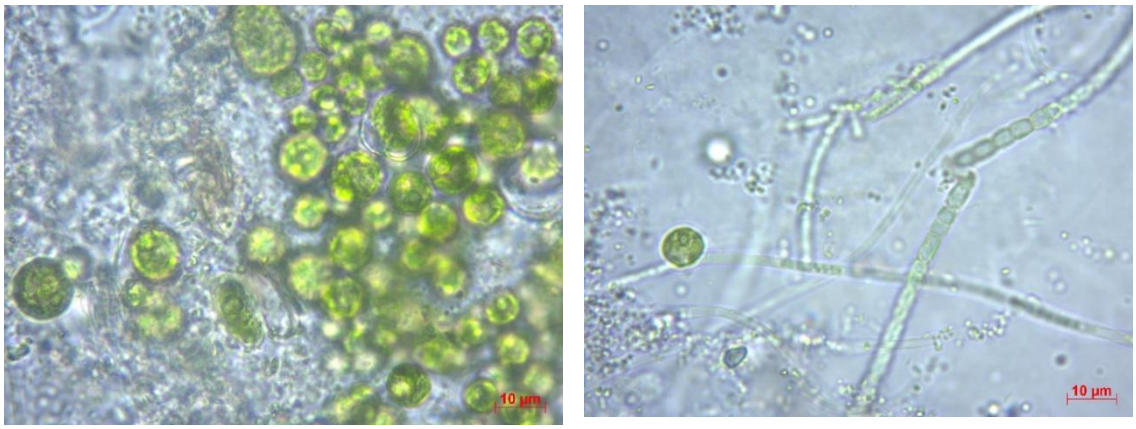
Příloha 33: *Pseudophormidium* sp. – a, c, d – vzorek č. 15 – agar, b – vzorek č. 13 – agar

Zhodnocení vitality vzorku č. 9 v různých typech hnojiv

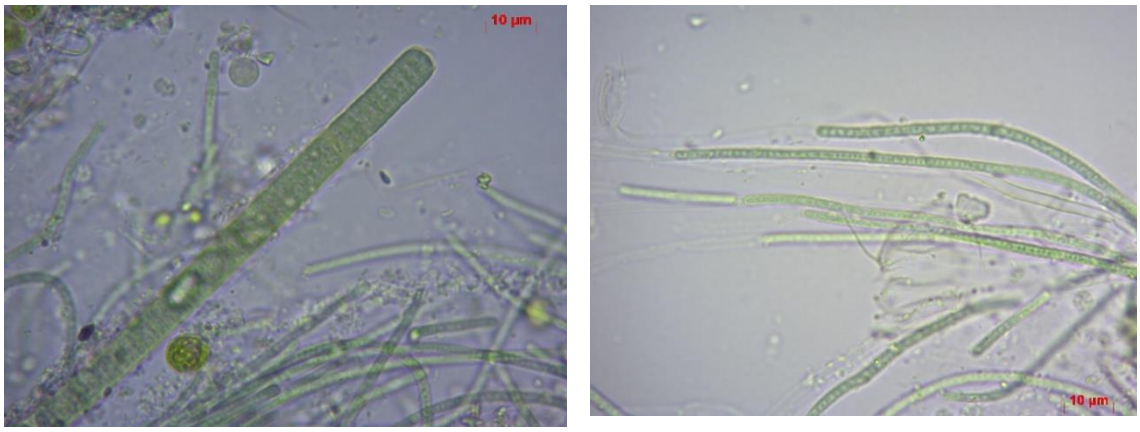
Příloha 34: Cererit (original) – FORESTINA MINERAL 10 µl



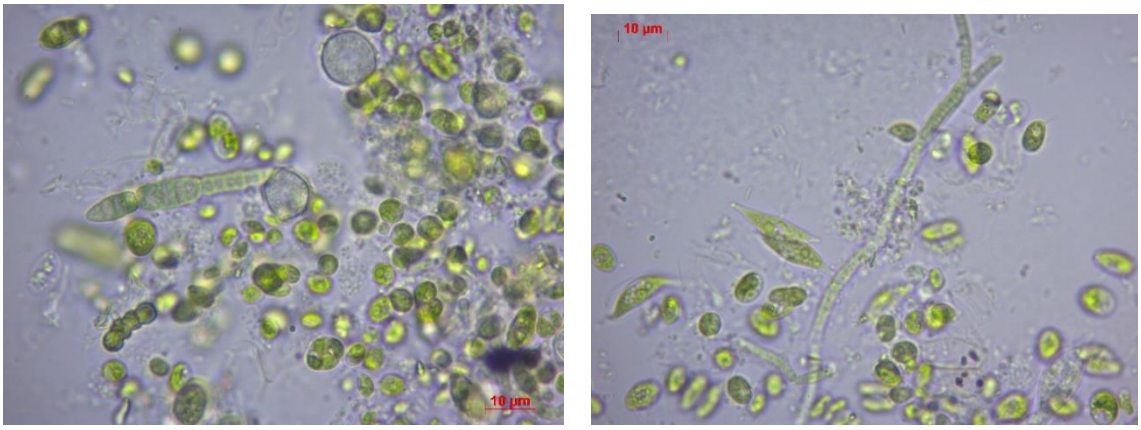
Příloha 35: Cererit (original) – FORESTINA MINERAL 50 µl



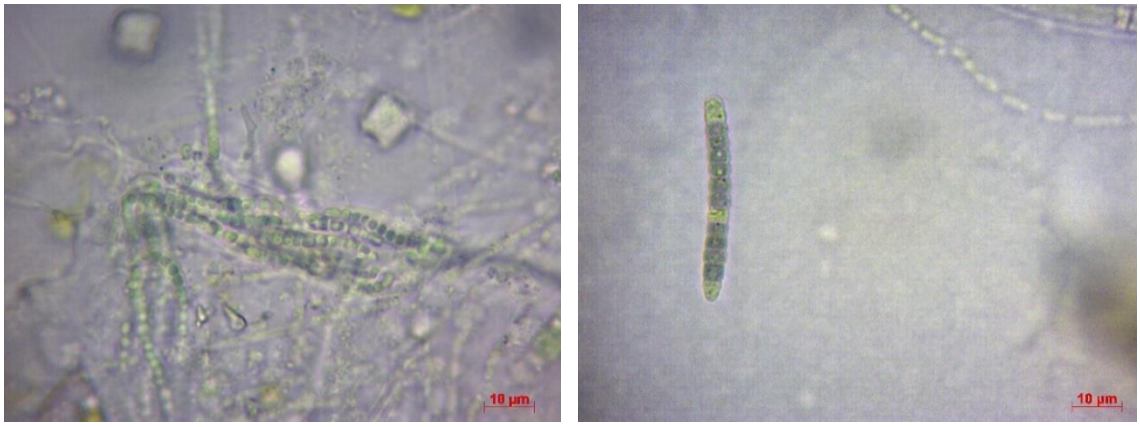
Příloha 36: Cererit (original) – FORESTINA MINERAL 100 µl



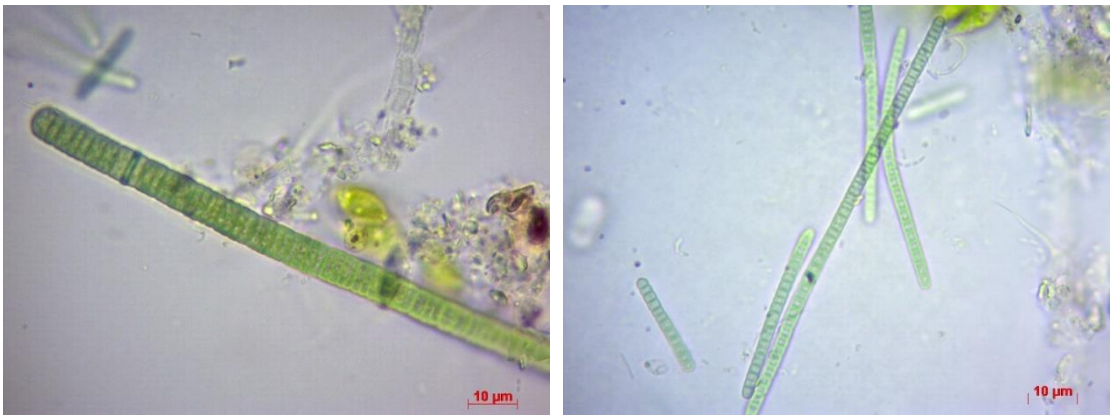
Příloha 37: Universal – pokojové i venkovní rostliny – AGRO 10 µl



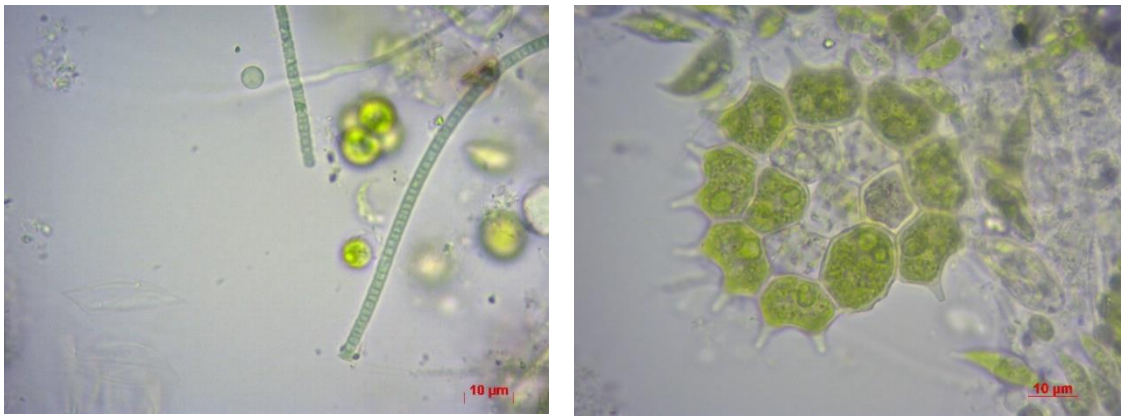
Příloha 38: Universal – pokojové i venkovní rostliny – AGRO 50 µl



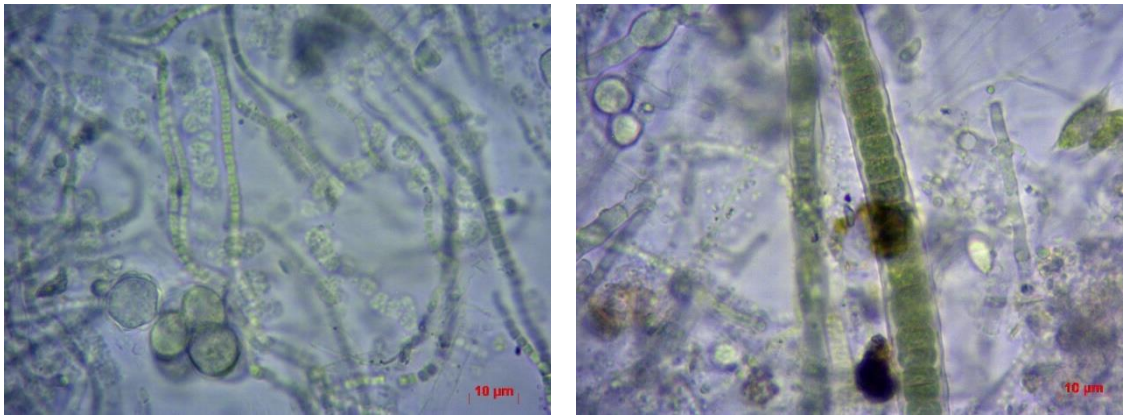
Příloha 39: Universal – pokojové i venkovní rostliny – AGRO 100 µl



Příloha 40: Hnojivo na kaktusy – AGRO 10 µl



Příloha 41: Hnojivo na kaktusy – AGRO 50 µl

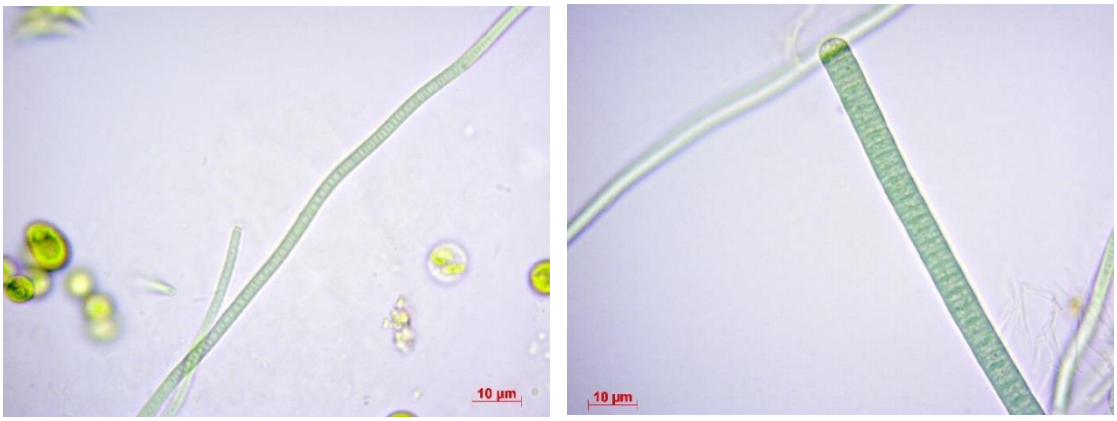


Příloha 42: Hnojivo na kaktusy – AGRO 100 µl

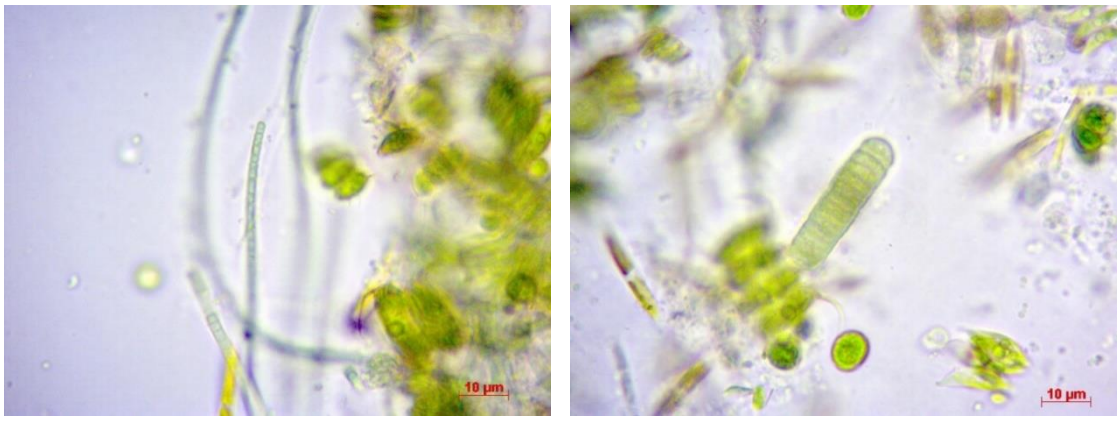
Příloha 43: Balkonová rajčata – POKON 10 µl

Příloha 44: Pelargonie – AGRO 10 µl

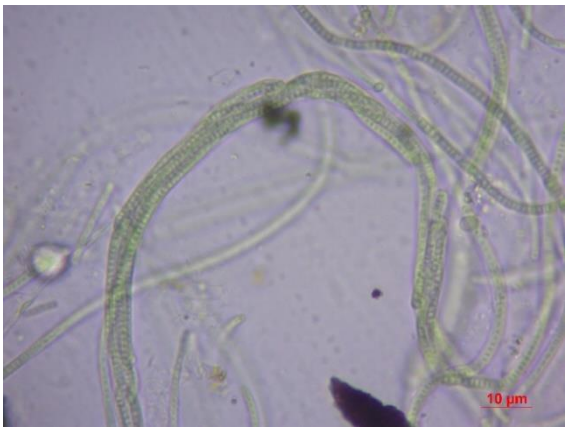
Příloha 45: Pelargonie – AGRO 50 µl



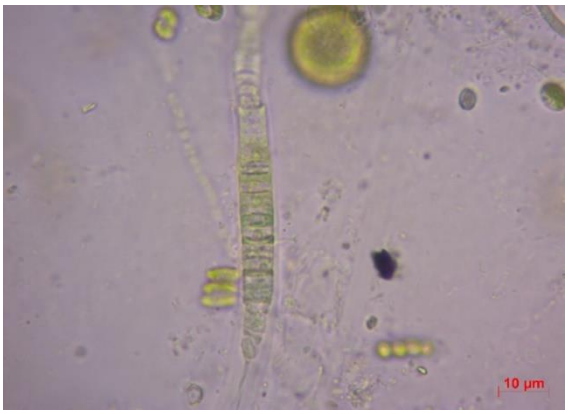
Příloha 46: Vitality komplex – AGRO 10 µl



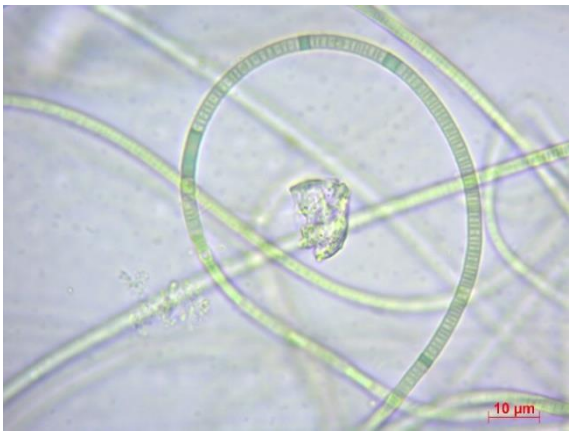
Příloha 47: Vitality komplex – AGRO 50 µl



Příloha 48: Orchidea – AGRO 50 µl



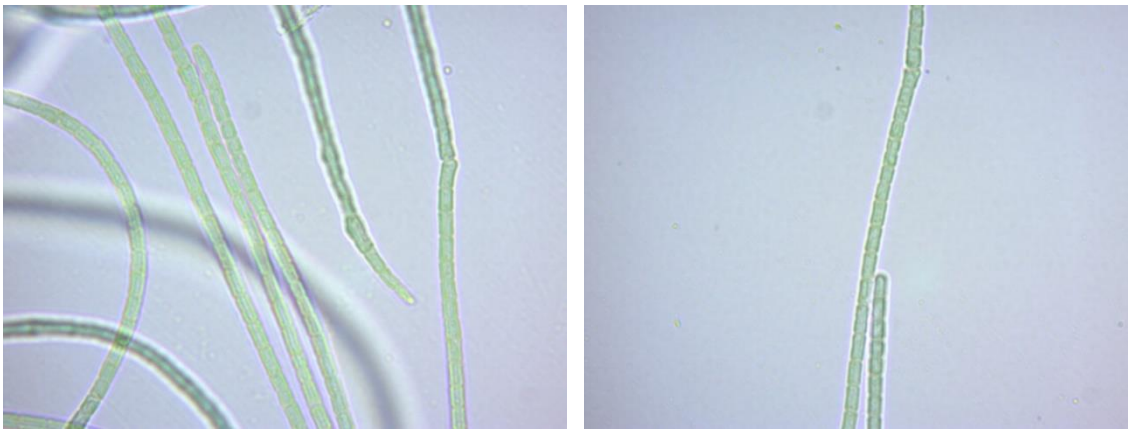
Příloha 49: Orchidea – AGRO 100 µl



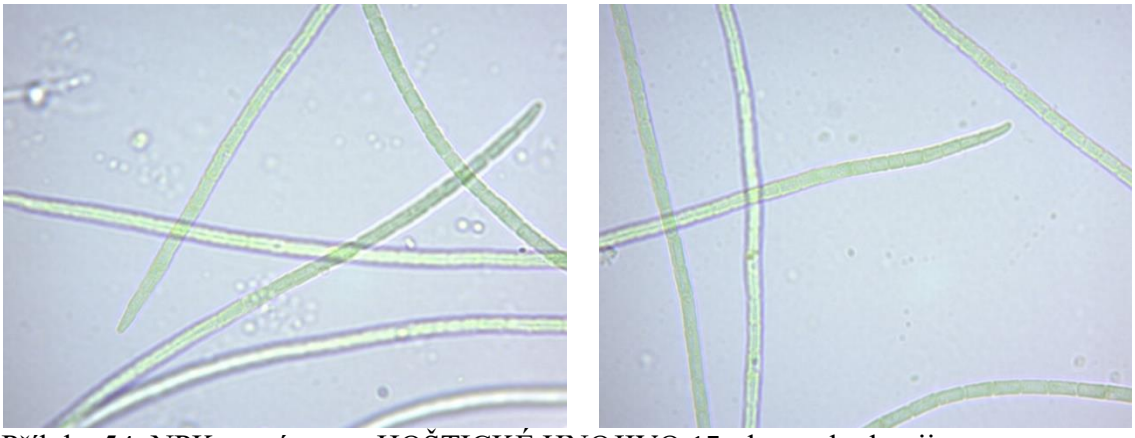
Příloha 50: Hnojivo na citrusy – KAPKA FORESTINA 50 µl

Příloha 51: Cererit hobby pro cibuli a česnek – MOUNTFIELD 15 µl roztoku hnojiva

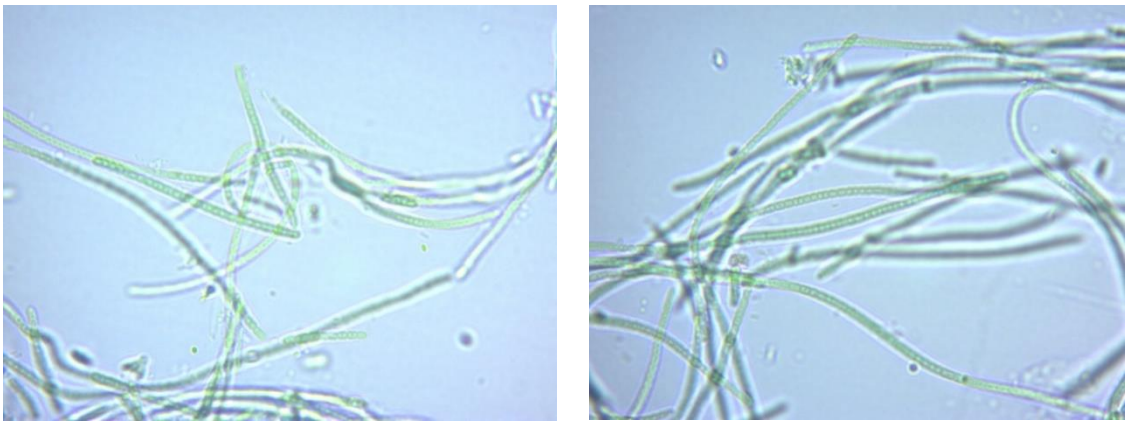
Příloha 52: NPK s guánem – HOŠTICKÉ HNOJIVO 5 µl roztoku hnojiva



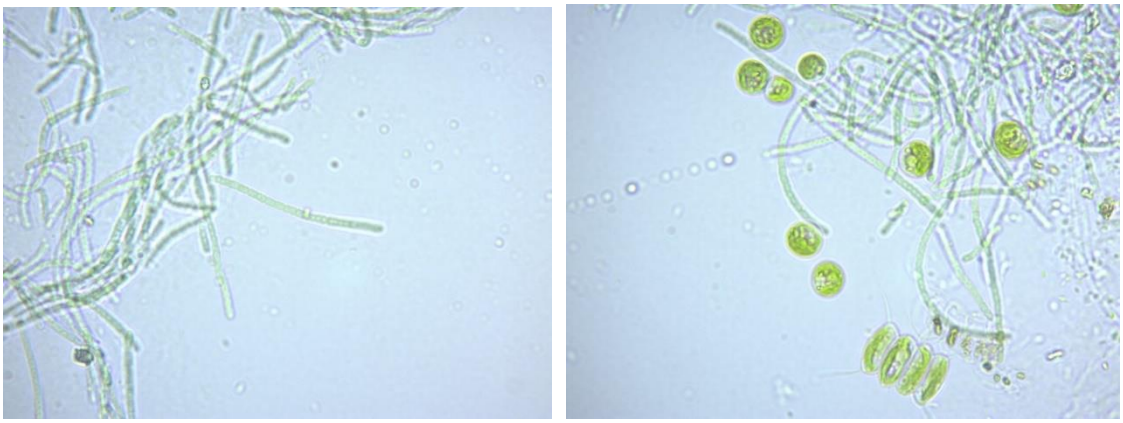
Příloha 53: NPK s guánem – HOŠTICKÉ HNOJIVO 10 µl roztoku hnojiva



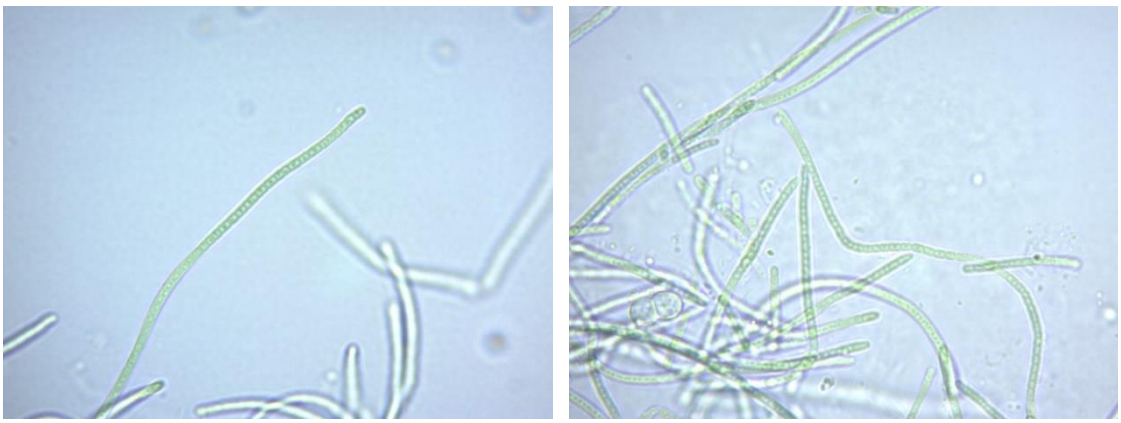
Příloha 54: NPK s guánem – HOŠTICKÉ HNOJIVO 15 µl roztoku hnojiva



Příloha 55: Univerzálního hnojivo pro rostliny GRANDIOL– 5 µl roztoku hnojiva

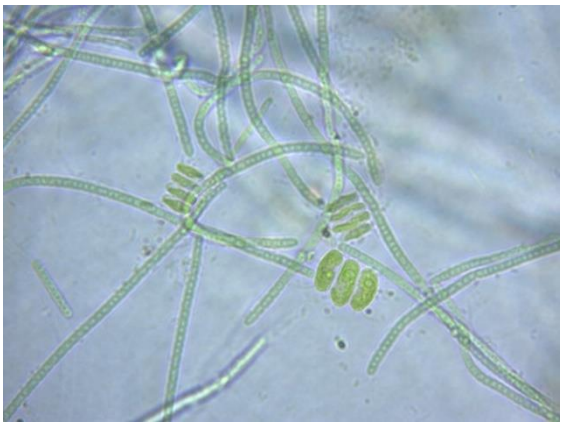


Příloha 56: Univerzálního hnojivo pro rostliny GRANDIOL – 10 µl roztoku hnojiva



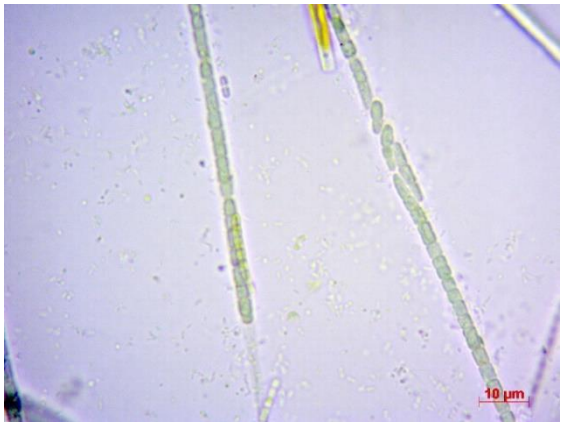
Příloha 57: Univerzálního hnojivo pro rostliny GRANDIOL – 15 µl roztoku hnojiva

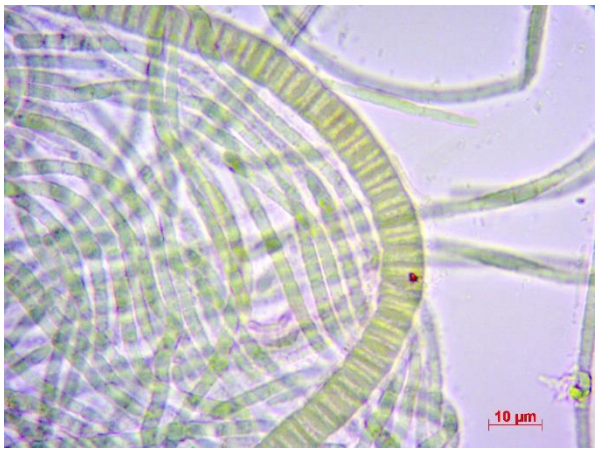
Příloha 58: Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO – 5 µl roztoku hnojiva



Příloha 59: Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO – 10 µl roztoku hnojiva

Příloha 60: Hnojivo na plod (rajčata, papriky, okurky, tykve, dýně) – AGRA DUO – 15 µl roztoku hnojiva

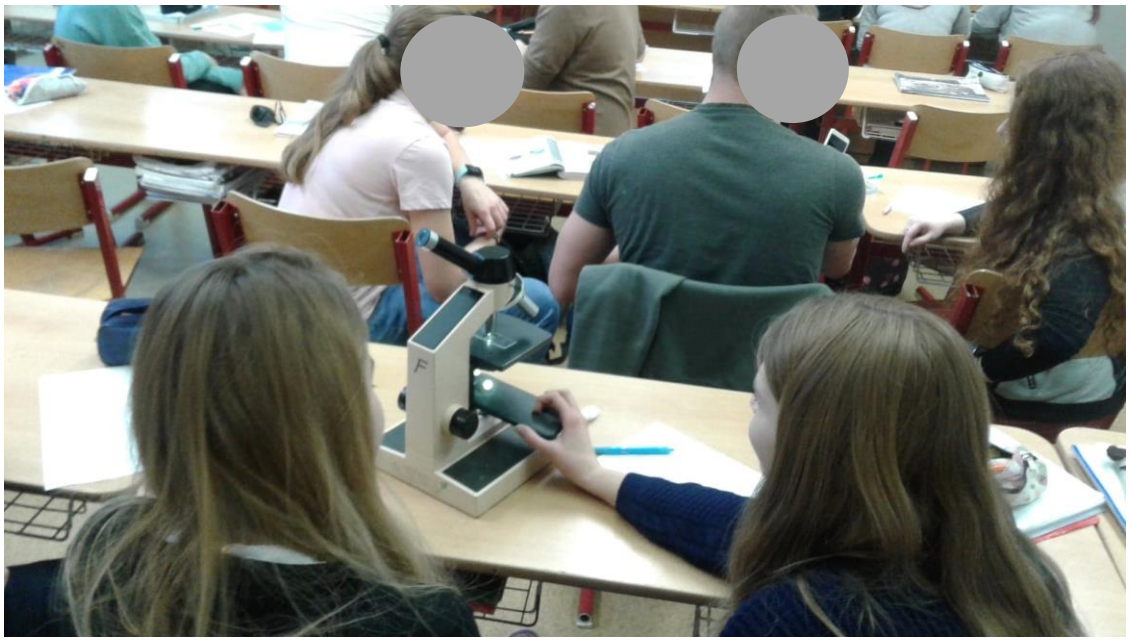




Příloha 61: Kontrolní Z médium

Fotografie ze cvičení na Gymnáziu Ladislava Jaroše v Holešově

Příloha 62: Vybavení učebny a odebrané vzorky



Příloha 63: Práce žáků