

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Perifytické sinice Záhlinických rybníků

Bakalářská práce

Zdeňka Kadlčíková

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie pro vzdělávání maior – Matematika pro vzdělávání minor

Forma studia: prezenční

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

Olomouc 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Petra Hašlera, Ph.D. a jen s použitím zdrojů uvedených v seznamu literatury.

V Olomouci dne

.....

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu doc. RNDr. Petru Hašlerovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, čas a pomoc při determinaci sinic. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Elišce Dřimalové za pomoc při práci v laboratoři.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Zdeňka Kadlčíková

Název práce: Perifytické sinice Záhlinických rybníků

Typ práce: bakalářská

Pracoviště: Katedra botaniky PřF UP

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D., Katedra botaniky PřF UP

Rok obhajoby práce: 2023

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá perifytickými sinicemi Záhlinických rybníků. Cílem práce je příprava literární rešerše z biologie perifytických sinic, sběr vzorků v Záhlinických rybnících, studium a izolace nalezených druhů a praktická demonstrace sinic ve výuce na ZŠ.

V první kapitole je uvedena obecná charakteristika sinic, jejich stavba, rozmnožování, vývoj, využití a systematika. Dále jsou obecně popsány rybníky a Přírodní park Záhlinické rybníky. Vzorky byly odebrány z nárůstu na rákosu, ze sedimentu u dna rybníku a pomocí nárůstových pastí. Dále byly zpracovány v algologické laboratoři PřF UPOL. Celkem bylo determinováno 22 různých druhů sinic. Převážně se jedná o vláknité druhy. Nejhojněji jsou zastoupeny rody *Pseudanabaena*, *Anagnostidinema*, *Leptolyngbya* a *Microcoleus*.

Součástí práce je analýza postavení sinic ve výuce na základních a středních školách v rámci RVP a ŠVP, včetně rozboru vybraných učebnic. Vypracovala jsem podrobnou pedagogickou a teoretickou přípravu pro praktickou demonstraci sinic ve výuce na základní škole, kterou jsem následně aplikovala.

Klíčová slova: sinice, rybníky, Záhlinice, vzorky, determinace, výuka

Počet stran: 64

Počet příloh: 7

Jazyk: čeština

Bibliographical identificatoin

Author's first name and surname: Zdeňka Kadlčíková

Title of thesis: Periphytic cyanobacteria of the Záhlinice ponds

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Botany PřF UP

Supervisor: doc. RNDr. Petr Hašler, Ph.D., Department of Botany PřF UP

The year of presentation: 2023

Abstract

The Bachelor thesis studies periphytic cyanobacteria of the Záhlinice ponds. The aim of the work is to prepare literary research in biology of periphytic cyanobacteria, collect samples in Záhlinice ponds, study and isolation of discovered species and practical demonstration of cyanobacteria in elementary school education.

The first chapter summarizes general characteristics of cyanobacteria, their's morphology, reproduction, evolution, use and systematics. Then, it also includes general description of the ponds and Natural Park Záhlinice. The samples were taken from reed, where there has been an increased presence of cyanobacteria, sediment from the bottom and periphytic trap. The samples were processed in the phycology laboratory at the Faculty of Science, Palacký University. Almost 22 species of cyanobacteria was identified, mostly filamentous species. Amongst the most common ones are *Pseudanabaena*, *Anagnostidinema*, *Leptolyngbya* and *Microcoleus*.

A part of the thesis focuses on the status of cyanobacteria in elementary school and high school education within framework education program and school education program, including analysis of certain textbooks. I prepared a detailed educational and theoretic preparation for practical demonstration of cyanobacteria in elementary school education, which I applied afterwards.

Keywords: cyanobacteria, ponds. Záhlinice, samples, determination, teaching

Number of pages: 64

Number of appendices: 7

Language: Czech

Obsah

Úvod a cíl práce.....	8
1. Sinice.....	9
1.1. Obecná charakteristika.....	9
1.2. Stavba buňky.....	9
1.3. Specializované buňky.....	11
1.3.1. Aerotopy.....	11
1.3.2. Heterocyty.....	11
1.3.3. Akinety.....	11
1.4. Rozmnožování.....	12
1.5. Výskyt.....	13
1.6. Vodní květ.....	13
1.7. Vývoj sinic.....	15
1.8. Využití sinic.....	15
1.9. Systém sinic.....	16
1.9.1. Řád: Gloeobacterales.....	17
1.9.2. Řád: Chroococcales.....	17
1.9.3. Řád: Oscillatoriales.....	18
1.9.4. Řád: Nostocales.....	18
1.9.5. Řád: Synechococcales.....	18
1.9.6. Řád: Spirulinales.....	18
1.9.7. Řád: Pleurocapsales.....	19
1.9.8. Řád: Chroococciopsidales.....	19
2. Rybníky.....	20
3. Záhlinické rybníky.....	22
3.1. Fauna.....	23
3.2. Flóra.....	24
4. Postavení sinic ve výuce na ŽŠ a SŠ.....	25
4.1. Rámcový vzdělávací program.....	25
4.2. Školní vzdělávací program.....	26
4.3. Učebnice přírodopisu pro ZŠ.....	27
4.4. Učebnice biologie pro SŠ.....	28
5. Metodika.....	30
5.1. Odběrová místa.....	30

5.2. Metody sběru vzorků.....	30
5.2.1. Nárůst na rákosu.....	30
5.2.2. Nárůstové pasti.....	30
5.2.3. Odběr sedimentu.....	31
5.3. Práce v laboratoři.....	32
6. Výsledky.....	34
6.1. Popisy nalezených druhů.....	36
7. Praktická demonstrace sinic ve výuce na ZŠ.....	39
7.1. Úvod.....	39
7.2. Příprava.....	39
7.3. Výuka.....	39
7.4. Opakování.....	40
7.5. Zhodnocení výuky.....	41
8. Diskuze.....	43
9. Závěr.....	45
10. Literatura.....	46
11. Přílohy.....	52

Úvod a cíl práce

Sinice se řadí mezi mikroskopické fotoautotrofní prokaryotické organismy. Mají jednoduchou buněčnou stavbu bez membránových organel. Vyživují se pomocí fotosyntézy. Vyvinuly se asi před 3 miliardami let v době prekambria. Významně se podíleli na vzniku kyslíkaté atmosféry a všech současných ekosystémů na Zemi. Jedná se o kosmopolitní organismy, jsou téměř všudypřítomné. Tato práce je zaměřena na vodní sinice a to především na nárůstové neboli perifytické druhy.

Úvodní část je věnována obecné charakteristice sinic, jejich stavbě, specializovaným buňkám, výskytu, vývoji, rozmnožování, využití a systematice. Dále jsou popsány obecné vlastnosti rybníků, a poté Přírodní park Záhlinické rybníky. Všechny vzorky, se kterými jsem dále pracovala, byly odebrány v Záhlinických rybnících. Sběr vzorků probíhal od listopadu 2021 do října 2022. Ke sběru byly použity různé metody, které jsou dále v práci popsány.

Součástí je také praktická ukázka výuky sinic na základní škole včetně podrobné pedagogické a teoretické přípravy na edukační jednotku a návrhu na písemné opakování daného tématu.

Cílem práce je tvorba literární rešerše z biologie perifytických sinic, sběr vzorků v Záhlinických rybnících, studium, izolace a následná determinace nalezených druhů a praktická demonstrace sinic ve výuce na ZŠ.

1. Sinice

1.1. Obecná charakteristika

Sinice (Cyanophyta, Cyanobacteria, Cyanoprokaryota) jsou prokaryotické organismy s jednoduchou buněčnou stavbou bez membránových organel. Jsou fotoautotrofní, tj. obsahují fotosyntetická barviva, díky kterým vytvářejí organickou hmotu z látek anorganických za pomoci světla (Pouličková & Jurčák 2001). Tělo je tvořeno stélkou, která může být vláknitá nebo kokální. Sinice netvoří žádná bičíkatá stádia. Mohou žít jednotlivě nebo v koloniích. Jedná se o kosmopolitní organismy, mohou žít téměř kdekoliv. Nejčastěji mají modrozelenou barvu. Většinou se řadí mezi gramnegativní bakterie. To znamená, že mají pevnou buněčnou stěnu, která znemožňuje zbarvení buňky Grammovým barvením (Kalina 1994). Pouhým okem jsou neviditelné, jejich velikost se pohybuje v řádu jednotek mikrometrů. Sinice se na Zemi vyvinuly asi před 3 miliardami let v období prekambria (Schopf 1974). Období mezi 2,5 a 0,6 miliardami let se nazývá „věk sinic“. Staly se dominující skupinou organismů na Zemi, které vytvářely kyslíkatou atmosféru (Tamitani a kol. 2006). Studium sinic se zabývá věda algologie.

1.2. Stavba buňky

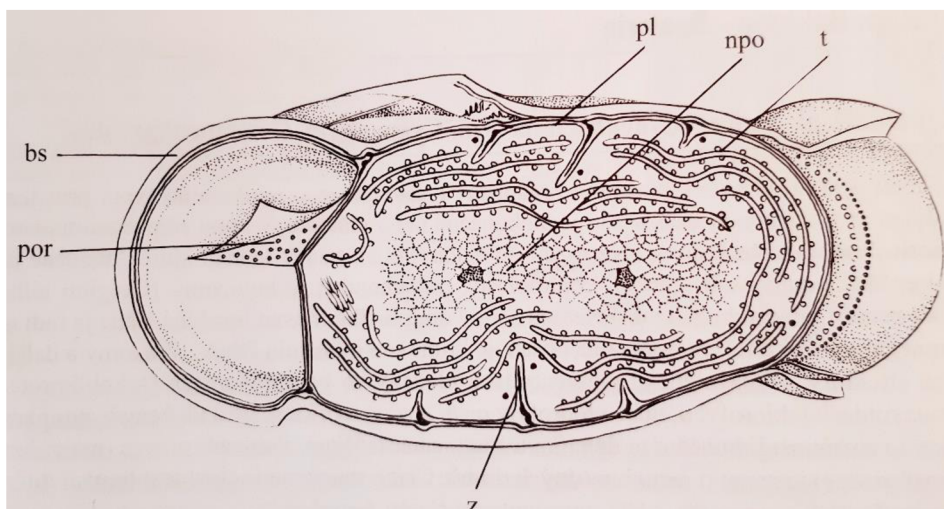
Vnitřní obsah buňky je ohraničen cytoplazmatickou membránou, nad kterou se nachází čtyřvrstevná buněčná stěna. Vnější obal tvoří vrstva slizu složená z lipopolysacharidů nazývána glykokalyx, těž slizový obal nebo slizová pochva. Vláknité sinice tvoří slizové pochvy, kdežto slizový obal je typický pro kokální sinice (Kalina a Váňa 2005). Buněčná stěna je složena především z peptidoglykanů a to hlavně z mureinu a kyseliny diaminopimelové (Lee 2008). Jelikož se sinice řadí mezi bakterie, má na jejich buněčnou stěnu velmi negativní účinky penicilin. Charakteristický klouzavý nebo drkavý pohyb sinic zajišťují kontraktilní mikrofibrily, které byly objeveny mezi vrstvami buněčné stěny (Hoiczky a Baumeister 1998).

Vnitřní prostředí buňky není rozlišeno na jednotlivé organely, které by byly ohraničeny membránami. V buňce se nachází chromatoplazma tvořená především fotosyntetickými strukturami, která je výrazněji zbarvena a nachází se při okraji buňky, a centroplazma, kde převládají molekuly DNA (obr. 1). Centroplazma se jeví pod mikroskopem jako světlejší oblast rozkládající se ve středu buňky (Hindák 1978). Sinice mají svou genetickou informaci uloženou ve velké kruhové molekule DNA,

kteřá tvoř́ smyčky a je připevněna k plazmatické membráně. Kromě toho nesou doplňkovou genetickou informaci drobné kruhové útvary plazmidy, které se uplatňují při rekombinantním procesu (Kalina a Váňa 2005). Stejně jako všechny buňky i buňky sinic obsahují ribozomy, které se účastní procesu tvorby proteinů.

Na průběhu fotosyntézy se podílí tylakoidy, což je soustava membrán nacházející se při periferii buňky. Tylakoidy mají podobu malých měchýřků tvořených fotosyntetickou membránou. V membráně tylakoidů se nacházejí fotosyntetická barviva, která slouží k zachycení světelné energie. U sinic je to především chlorofyl-a (Palenik a Haselkorn 1992). Dále jsou to například fykobiliny (fykoerytrin a fykocyanin), β -karoten a několik xantofylů. Poměr fykoerytrinu a fykocyaninu určuje výslednou barvu buňky (Castenholz 2001). Sinice jsou do jisté míry schopny měnit odstíny barvy v závislosti na vnějším prostředí. Tento jev se nazývá chromatická adaptace (Tandeau de Marsac a Houmarda 1993). Uvnitř tylakoidů se nachází proteinové struktury fotosystém I a fotosystém II, kde probíhá fotolýza vody, uvolňování kyslíku a excitace elektronů pomocí světla, které dále putují do transportního řetězce. Dochází k přeměně světelné energie na chemickou. Chemická energie je ukládána do molekul bohatých na energii NADPH a ATP. Tyto molekuly jsou následně využity pro tvorbu polysacharidů.

Hlavní zásobní látkou je sinicový škrob. Kromě něj se v buňkách sinic nachází také cyanofycinová zrna. Jedná se o dusíkatou zásobní látku. Buňky mohou obsahovat také polyfosfátové granule (volutin), které představují zásobu fosforečnanů (Kalina a Váňa 2005).



Obr. 1: Prostorový model buňky *Oscillatoria*: bs – buněčná stěna, npo – nukleoplazmatická oblast, pl – plazmatická membrána, por – póry, t – thylakoidy, z – základ příčných přehrádek (Kalina a Váňa 2005)

1.3. Specializované buňky

1.3.1. Aerotopy

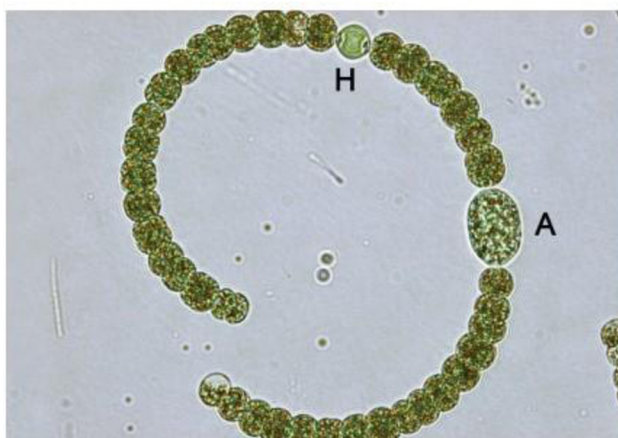
Aerotopy jsou váčky obsahující plyn. Slouží k nadnášení sinic, jelikož snižují jejich hmotnost. Vyskytují se především u druhů tvořících vodní květ. Základní jednotkou je plynová vezikula, ty se pak slučují do aerotopů. Stěna vezikul je tvořena proteiny, je propustná pro plyny rozpuštěné ve vodě (Kalina 1994).

1.3.2. Heterocyty

Heterocyty jsou přeměněné (metamorfované) vegetativní buňky, které slouží k fixaci vzdušného dusíku (obr. 2). Sinice je schopna při nedostatku dusíku vytvořit tyto buňky do 24 hodin. Při mikroskopickém pozorování se jedná o zdánlivě prázdné buňky s tlustou buněčnou stěnou. Dusík je vázán za pomoci enzymu nitrogenázy, která je schopna vytvořit dusíkaté sloučeniny. Jelikož enzym pracuje jen v anaerobních podmínkách, jsou v heterocyty tylakoidy obsahující pouze komplex fotosystém I, který neprodukuje kyslík (Kulasooriya a kol. 1972). Sinice tímto zvyšují podíl živin v přírodě.

1.3.3. Akinety

Akinety jsou útvary, které si sinice vytvoří k přečkání nepříznivých podmínek (obr. 2). Obecně jsou obvykle rozpoznatelné podle jejich větších rozměrů vzhledem k vegetativním buňkám a nápadné granulace v důsledku vysokých koncentrací zásobních látek (Meeks a kol. 2002). Některé akinety mohou být velmi výrazné (např. *Anabaena sensu lato*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaenopsis* spp.). U jiných rodů (např. *Nostoc sensu lato*) akinety mohou být naopak hůře pozorovatelné. Jejich tvorba začíná na konci vegetačního období. Akinety mohou vzniknout metamorfózou jedné nebo více vegetativních buněk přes stádium proakinety. Vytváří se hlavně u stárnoucích populací. Mají schopnost vyklíčit v nové vlákno (Hindák 1978).

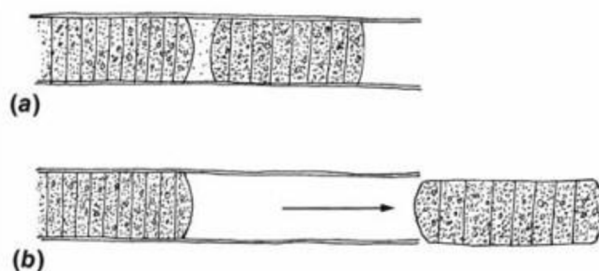


Obr. 2: Sinice rodu *Anabaena*, A – akinety, H – heterocyty (Šejnohová, Maršálek)

1.4. Rozmnožování

Sinice se rozmnožují nepohlavně a to buď dělením, nebo rozpadem vlákna v závislosti na tvaru stélky. Kokální sinice se rozmnožují prostým dělením, kdy se z plazmatické membrány a následně i buněčné stěny tvoří příčná přehrádka. Příčná přehrádka je tvořena od obvodu do středu buňky. Slizový obal se dělení neúčastní. Vznikají dvě dceřiné buňky. Během složitějšího dělení, které může probíhat ve více rovinách, mohou vznikat deskovité nebo prostorově uspořádané kolonie. U jednobuněčných sinic byla nedávno objevena také genetická rekombinace, které se účastní plazmidy nesoucí doplňkovou genetickou informaci. Tímto je vysvětlována morfologická a fyziologická variabilita sinic. Odlišné genetické varianty byly prokázány například u rodu *Planktothrix* v norském jezeře Steinsfjorden. Populace vykazovala rozdíly v dynamice květu (Sogge a kol. 2013).

Růst vláknitých sinic probíhá obdobným způsobem nepohlavního dělení. Naopak rozmnožování vláken probíhá pomocí rozpadu vlákna na rozmnožovací fragmenty hormogonie (obr. 3). Ve vlákně se může vytvořit nekrotická buňka a v tomto místě se následně vlákno rozpadne buď na několik hormogonií současně, nebo dochází k postupnému oddělování hormogonií. Hormogonie jsou často schopny pohybu. Vzdalují se od mateřské populace a kolonizují nové substráty. Postupem času dorůstají do velikosti běžného vlákna (Meeks a Elhai 2002). Někdy se vlákna mohou rozlomit na příčné přehrádce (např. *Pseudanabaena*).



Obr. 3: Tvorba hormogonie (Smith 1950)

Vláknité sinice se mohou také větvit. Rozlišujeme větvení pravé a nepravé (obr. 4). O nepravé větvení se jedná při vychýlení vlákna z původního směru kvůli nějaké překážce (např. heterocyt). Pravé větvení nastává při změně roviny dělení kterékoliv buňky (Kalina 1994).



Obr. 4: Pravé větvení (a), nepravé větvení (d), (e) (Smith 1950)

1.5. Výskyt

Sinice jsou kosmopolitní organismy, což znamená, že jsou téměř všudypřítomné. Dokáží přežít i v extrémních podmínkách. Vyskytují se ve sladkých i slaných vodách a to v podobě bentosu, perifytonu a planktonu. Bentos zahrnuje organismy žijící přisedle u dna. Perifytické organismy porůstají jiné předměty ponořené ve vodě. Volně se vznášející částice ve vodním sloupci jsou součástí planktonu (Pouličková & Jurčák 2001). Dále se vyskytují v půdě, na skalách, na kůrách stromů nebo i na ledovci. Snesou prudké výkyvy teplot i obsahu vody, proto přežijí i v termálních pramenech nebo v poušti. Hojná je také symbióza sinic s houbami, vznikají lišejníky. Houba poskytuje vodu a minerální látky a sinice pomocí fotosyntézy vytváří organické látky. Nejčastěji se jedná o sinice rodu *Gloeocapsa*, *Chroococcus* nebo *Nostoc* (Klaban 2011).

1.6. Vodní květ

V letních měsících často dochází k tvorbě vodního květu (obr. 5). Ten vzniká na vodní hladině při přemnožení sinic. Nejčastěji se vyskytuje na stojatých vodách.

Byl však pozorován i v pomalu tekoucích úsecích velkých řek a jejich slepých ramen (např. Dunaj, Nil). V buňkách planktonních sinic se hojně nacházejí aerotopy, které sinice nadnáší a drží je na hladině. Sinice tvoří vodní květ především díky své odolnosti a adaptabilitě, vysoké schopnosti zachytávat světlo, živiny dusíku, případně fosforu a toleranci k vyšší teplotě okolí (Tang a kol. 1997). Vodní květ se vyskytuje především v eutrofních vodách, které jsou bohaté na dusičnany a fosforečnany. Tyto látky se mohou do vody dostat například z polí, odpadními vodami z domácností, zemědělství a průmyslu. Typickými rody tvořící vodní květ jsou například *Microcystis*, *Anabaena* (*Dolichospermum*) nebo *Planktothrix* (Maršálek a kol. 1996).

Vodní květ je nebezpečný z hlediska ekologie, ale také pro člověka. Při hustém pokrytí vodní hladiny sinicemi probíhají hnilobné procesy díky odčerpání rozpuštěného kyslíku ve vodě. Důsledkem toho může dojít k nadměrnému úhynu ryb a snížení celkové druhové bohatosti na postižené lokalitě. Silně ohrožující je produkce toxinů sinicemi, tzv. cyanotoxiny. Rozpětí jejich účinku je velmi široké. Působí jako neurotoxiny, hepatotoxiny, imunotoxiny nebo embryotoxiny. Mají negativní účinky na nervovou soustavu, játra, obranný systém nebo zárodek (Carmichael 1992). Řadí se také mezi karcinogeny (Klaban 2011).

Vodní květ můžeme pozorovat na vodní hladině pouhým okem. Snadno si můžeme také přítomnost sinic vodního květu ověřit. Do lahve odebereme vzorek vody a po hodině pozorujeme změny, zda se velké množství sinic s aerotopy vznáší u vodní hladiny v podobě souvislého povlaku nebo prstence kolem stěny nádoby (Pouličková a kol. 2015). Vzhledem k jejich adaptabilitě a vysoké schopnosti se rozmnožovat je velmi obtížné ze zasažené lokality sinice vodního květu odstranit. Řešení jsou velmi často finančně nákladné a dlouhodobý výsledek není s jistotou zaručen.



Obr. 5: Vodní květ (Biologické centrum AV ČR)

1.7. Vývoj sinic

Sinice se na Zemi vyvinuly asi před 3 miliardami let, což je období prekambria. Jejich vývoj úzce souvisel s vývojem anaerobních fotosyntetických bakterií. Do té doby, než vznikl fotosystém II, probíhala fotosyntéza sinic anaerobně (Kalina 1994). S rozvojem fotosyntetického aparátu sinic se začal do hydrosféry a atmosféry uvolňovat kyslík a jeho koncentrace v atmosféře postupně narůstala. Došlo k takzvané velké kyslíkové katastrofě, kdy se atmosféra Země změnila ze slabě redukční na oxidační. Vlivem této změny došlo k vyhynutí mnoha druhů (Holland 2006). Sinice se významně podílely na vzniku kyslíkaté atmosféry a tím i na vzniku většiny dnešních ekosystémů. Dokladem počátků života na Zemi jsou dnes stromatolity (obr. 6). Jedná se o hříbovité útvary vzniklé nárůstem sinic. Název těmto útvarům dal geolog C. Walcott. Můžeme je nalézt na březích moří, nejhojněji v Austrálii (Buick 1992).



Obr. 6: Stromatolity, Shark Bay, Austrálie (Logan 1961)

1.8. Využití sinic

Sinice mají nezanedbatelný význam. V Číně se například využívá vztahu sinice *Trichormus* a kapradiny *Azolla* k zúrodnování rýžových polí. Společně tvoří *Trichormus-Anabaena* systém, díky kterému se dostává větší množství dusíku do půdy (Swaminathan 1984). Sinice je ukrytá v dutinách listů kapradiny a váže vzdušný dusík, proto je považován *Trichormus-Anabaena* systém za velmi kvalitní biogenní hnojivo (Yadav 2014). Sinice jsou ale také i přes svou toxicitu součástí jídelníčku v mnoha zemích díky jejich vysokému obsahu proteinů v sušině, který činí 60 až 70 % (Belay a kol. 1966).

Nejčastěji je pěstována sinice rodu *Arthrospira*, která se využívá kvůli své lehké stravitelnosti. Potraviny zahrnující tuto sinici jsou bohaté na proteiny, mastné kyseliny, karoten a vitamíny, především vitamín B₁₂. *Arthrospira* obsahuje ale také vysoký podíl nukleových kyselin, které mohou způsobovat onemocnění dna. Nesmí se tedy překročit denní dávka, která činí 50 g (Kalina a Váňa 2005). Tato sinice byla pojídána již starými Aztéky. V Číně se pojídá sinice rodu *Nostoc*. Nejtypičtějším druhem je *N. flagelliforme* pod tradičním názvem „Fà cài“ (Pouličková 2011).

1.9. Systém sinic

Dříve se sinice dělily především na základě morfologie (tvar stélky, přítomnost heterocytů a akinet, popř. větvení vlákna). Tento systém se začal postupně utvářet již v 19. století, přičemž hlavní roli v budování tohoto systému hráli významní algologové jako Gommont, Bourelly, Bornet, Flahault, Kützing či Brébisson. Počátkem 20. století byly práce dřívějších autorů revidovány Geitlerem, jehož přístup ve studiu morfologické variability druhů a jejich ekologie výrazně ovlivnil systematiku téměř po celý zbytek století. V 80tých letech Anagnostidis a Komárek představili svůj revoluční koncept taxonomie sinic na základě kombinace morfologických znaků, ekologie druhů, biochemických vlastností a později i molekulárních znaků tzv. polyfázový přístup, který ovlivnil systematiku sinic do současnosti. Komárek s Anagnostidisem stanovili čtyři základní řády Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales a Stigonematales. Ustanovení těchto řádů a veškeré taxonomie bylo řízeno jasnou logikou morfologicky rozlišitelných znaků, což značně ulehčovalo práci s použitím světelného mikroskopu. Nicméně současným rozhodujícím kritériem pro klasifikaci sinic je hlavně zkoumání fylogenetických vztahů mezi sinicemi založených na sekvenční analýze DNA, což vůbec nemusí odpovídat výsledkům morfologického pozorování. Tato revize byla zahájena mikrobiologicky již v 70. letech 20. století, kdy sinice zkoumali z pohledu bakterií, tedy i metodami klasické mikrobiologie, nikoliv však botaniky (Stanier a kol. 1971). Nově se v systému sinic uvádí osm řádů (Komárek a kol. 2014).

Říše: Prokaryota

Oddělení: Cyanophyta

Třída: Cyanophyceae

Řád: Gloeobacterales

Řád: Chroococcales

Řád: Oscillatoriales

Řád: Nostocales

Řád: Synechococcales

Řád: Spirulinales

Řád: Pleurocapsales

Řád: Chroococciopsidales

1.9.1. Řád: Gloeobacterales

Základní charakteristikou tohoto řádu je absence tylakoidů. Pigmenty zachycující světlo jsou umístěny na povrchu cytoplazmatické membrány. Jedná se o kulovité nebo mírně oválné buňky, které se vyskytují buď jednotlivě, nebo v koloniích. Nejsou pohyblivé. Jsou pokryty slizem. Řád zahrnuje jediný známý rod *Gloeobacter* (Komárek a kol. 2014).

1.9.2. Řád: Chroococcales

Řád Chroococcales zahrnuje kokální jednobuněčné sinice. Buňky mají kulovitý, oválný nebo vejčitý tvar. Nevyskytují se u nich heterocyty ani akinety. Často jsou obklopeny vrstvou slizu. Žijí buď jednotlivě, nebo v koloniích. Rozmnožují se dělením, které může probíhat v jedné, ve dvou nebo výjimečně ve třech na sebe kolmých rovinách. Protáhlé buňky se dělí hlavně kolmo ke své ose (Padmaja 1972). Před dalším dělením dorůstají do velikosti mateřských buněk. Různé rody mají různě uspořádané thylakoidy. Jejich pozice a počet je jedním z klasifikačních kritérií (Komárek a kol. 1985). Nejčastěji vyskytující se je zástupce rodu *Microcystis*. Jedná se o sinici hojně zastoupenou ve sladkých vodách a vodním květu. Produkuje hepatotoxiny. Mezi další zástupce se řadí například *Chroococcus* nebo *Gloeocapsa* (Komárek a kol. 2014).

1.9.3. Řád: Oscillatoriales

Jedná se o převážně vláknité sinice, které se nevětví. Na základě molekulárních analýz byly do řádu přesunuty i některé kokální sinice. Netvoří heterocyty ani akinety. Vlákna jsou často uložena ve slizových pochvách. Rozmnožují se za pomoci hormogonií. Jsou charakteristické pro svůj klouzavý nebo drkavý pohyb. Žijí jednotlivě nebo v koloniích (Komárek a Anagnostidis 2005). Hlavními určovacími znaky jsou morfologie slizové pochvy, vlákna, rozměry buněk a místo výskytu (Geitler 1925). Koncové buňky vláken bývají zakončené čepičkou. V přírodě dosahují velmi vysoké variability. Mezi typické zástupce patří *Oscillatoria*, která má český název drkalka právě díky svému pohybu. Mezi další zástupce patří například *Phormidium*, *Planktothrix*, *Microcoleus* nebo *Geitlerinema* (Elenkin 1935).

1.9.4. Řád: Nostocales

Do tohoto řádu patří vláknité sinice s izopolárním nebo heteropolárním vláknem. Většinou jsou nevětvené, může se ale vyskytnout nepravé větvení. Žijí jednotlivě nebo v koloniích. Stélky jsou často obaleny slizem, který může mít i hnědou barvu. Hojně se vyskytují heterocyty fixující vzdušný dusík a akinety sloužící k přečkání nepříznivých podmínek. Řád zahrnuje obvyklý planktonní rod *Dolichospermum* (*Anabaena*), který je součástí vodního květu. Sinice rodu *Nostoc* tvoří žlutavé, olivově-zelené a hnědavé slizovité kolonie. Rod *Tolypothrix* je charakteristický svým nepravým větvením. Dalšími významnými rody jsou například *Nodularia* nebo *Aphanizomenon* (Komárek a kol. 2014).

1.9.5. Řád: Synechococcales

Řád Synechococcales obsahuje více než 70 rodů. Zahrnuje zástupce jak s kokální, tak s vláknitou stélkou. Hojně se objevují kolonie. Mezi základní zástupce patří například *Synechococcus*, *Merismopeida*, *Pseudanabaena* nebo kosmopolitně rozšířený rod vláknité sinice *Leptolyngbya* (Komárek a kol. 2014).

1.9.6. Řád: Spirulinales

Řád Spirulinales zahrnuje vláknité sinice, jejichž stélka je spirálně stočena. Typická je absence slizové pochvy, heterocytů a akinet. Aktivně se pohybují (Komárek a kol. 2014).

1.9.7. Řád: Pleurocapsales

Do řádu Pleurocapsales patří vláknité i kokální sinice. Vyskytuje se u nich mnohonásobné dělení. Řád zahrnuje spoustu zástupců. Jedním z nich je rod *Pleurocapsa* (Komárek a kol. 2014).

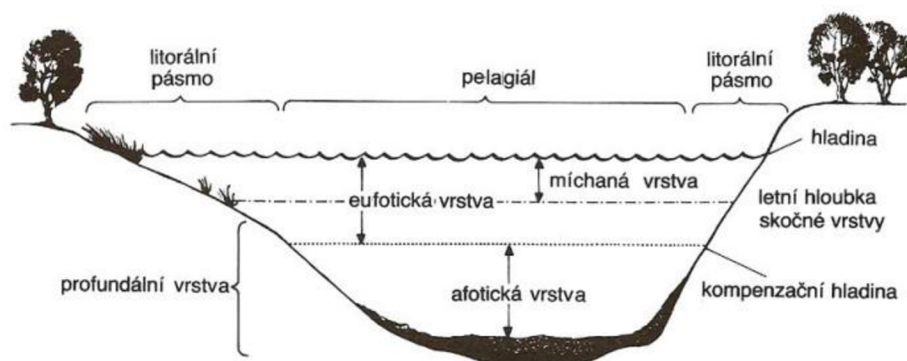
1.9.8. Řád: Chroococciopsidales

Do řádu patří jediný rod a to *Chroococciopsis*. Je schopen osidlovat extrémní stanoviště (Komárek a kol. 2014). Morfologicky je podobný rodům z řádu Chroococcales nebo Pleurocapsales. Buňky jsou v průměru menší než 5 μm (Dvořák a kol. 2017).

2. Rybníky

Rybníky patří mezi uměle vybudované vodní nádrže (obr. 7). Slouží k rekreaci, rybaření a především k chovu ryb. Rybníky řadíme mezi vody lentické neboli stojaté, nedochází tedy k pohybu vody. Probíhá zde ale cirkulace, která slouží k promíchání vodního sloupce. Dochází k vyrovnání teploty a promíchání živin.

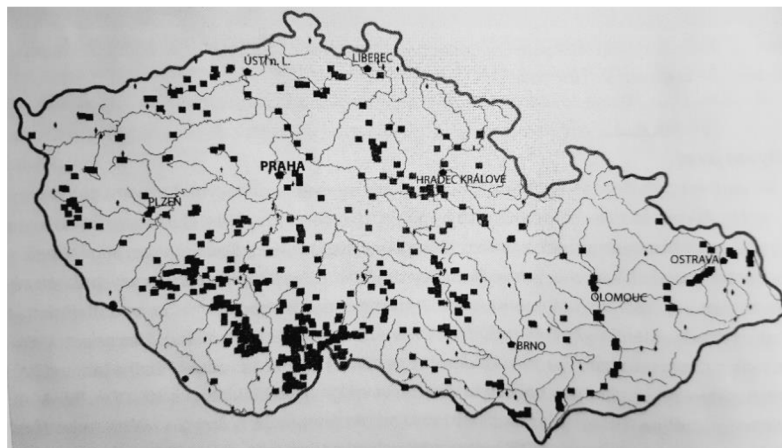
Rybníky jsou charakteristické polymiktickou cirkulací, tedy promícháním několikrát během letního období. Cirkulace se střídá se stratifikací, což je rozdílná hodnota teplot ve vodním sloupci v závislosti na hloubce. Horní vrstva dosahuje vyšší teploty, jelikož je zahřívána od Slunce. Nazývá se epilimnion. Poté následuje střední vrstva, kde dochází k prudké změně teploty, tzv. skočná vrstva. Na dně se nachází studená vrstva hypolimnion. Opačná situace nastává v zimě, kdy je chladnější horní vrstva, která zamrzá. Rybníky jsou míchány pomocí proudění větru. Pohyb vody může mít na sinice nezanedbatelný vliv, například na jejich tvar buněk, délku vláken, fragmentaci kolonií nebo pohyb substrátu, na kterém rostou (Douglas 1958).



Obr. 7: Schéma horizontálního a vertikálního členění vodní nádrže (Lellák a Kubíček, 1992).

Ekosystém rybníka je ovlivněn především lidskou činností a chovem ryb (obr. 8). Množství sinic v rybníku je také závislé na počtu ryb a jejich stáří. Přidáním vrcholového predátora lze ovlivňovat populační početnost organismů na ostatních úrovních potravního řetězce. Jedná se o tzv. kaskádovitý efekt predace (Townsend a kol. 2010). Ryby živící se zooplanktonem snižují jeho množství, tím pádem dochází k namnožení fytoplanktonu. Když se do rybníku vysadí dravá ryba, populace ryb živících se zooplanktonem klesne. Dojde k namnožení zooplanktonu, který reguluje množství fytoplanktonu (Brett a Goldman 1996). Tuto hypotézu potvrdil Lathrop a kol. (2002)

při provádění biomanipulace na jezeře ve Wisconsinu (USA), kde vysadili candáta amerického a štika obecnou. Rybníky se pravidelně vypouští, ale už nedochází tak často k vyhrnování sedimentů ze dna, které se zde hromadí. Následně musí být odtěženy v rámci revitalizace.



Obr. 8: Rybníky v ČR (Pouličková 2011)

3. Záhlinické rybníky

Záhlinické rybníky se nachází na východní Moravě jižně od města Hulín a asi 200 m východně od obce Záhlinice. Leží na středním toku řeky Moravy. Rybníky jsou napájeny říčkami Rusavou a Mojenou. Krajina je charakteristická svými loukami, poli, lužními lesy a soustavou rybníků. Celá lokalita byla v roce 1995 vyhlášena Přírodním parkem (obr. 9).

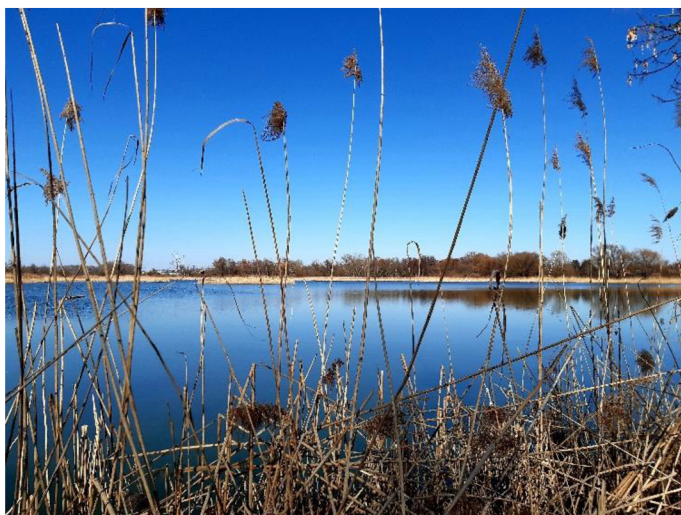


Obr. 9: Přírodní park Záhlinické rybníky (Mapy.cz)

Rybníky byly budovány již od 14. století. V 16. století v letech 1547-1573 se dočkaly rozšíření od olomouckého biskupa Jana Skály z Doubravky. Jan Skála se stal autorem první učebnice rybníkářství v českých zemích. Poté došlo v 18. století k vysušení rybníků, staly se z nich pastviny. Obnova byla realizována v první polovině 20. století v letech 1953-1981. Aktuálně mají rybníky celkovou rozlohu 239 ha.

Soustavu rybníků tvoří především 4 hlavní rybníky – Svárovský, Doubravický, Plánavský a Němčický. Rybníky jsou vzájemně propojeny pomocí říček Rusavy a Mojeny a také pomocí četných kanálů. Jsou rozděleny pomocí rozsáhlého systému hrází na několik dílčích částí. Rybníky mají písčité podloží. Břehy jsou hustě porosteny rákosím. Nyní se zde chovají především kapři, amuři, tolstolobici, líni, štiky a sumci. Vodní plochy slouží také pro chov drůbeže.

Záhlinické rybníky (obr. 10) byly 12. dubna 1995 vyhlášeny Přírodním parkem. Přírodní park Záhlinické rybníky se rozkládá na celkové ploše asi 500 ha. Součástí jsou lužní lesy, tvořeny především dubem a jasanem. Tato oblast se nazývá Zámeček, nachází se zde také stejnojmenná myslivna. Přes les vede naučná stezka Zámeček dlouhá asi 4 km. Oblastí vede také cyklostezka. Součástí je dančí obora a bažantnice s bažantem královským. V lokalitě leží četné tůně a podmáčené louky.



Obr. 10: Záhlinické rybníky (Zdeňka Kadlčíková 2022)

3.1. Fauna

Záhlinické rybníky jsou nejvýznamnější ornitologickou lokalitou na střední Moravě. Nachází se zde významné stanoviště a hnízdiště vodních a také tažných ptáků. U rybníků bylo spatřeno až 270 druhů ptáků. Z toho zde až 135 druhů hnízdí. Trvale žije u rybníků asi 100 druhů ptactva. Jedná se například o kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*), který má jako jeden z mála vodních ptáků smáčivé peří. Je typický svou pozicí s roztaženými křídly, kdy si suší peří. Dále se zde nachází například volavka popelavá (*Ardea cinerea*), která má při letu krk zahnutý ve tvaru písmena S, nebo lžičák pestrý (*Anas clypeata*) s velmi širokým zobákem.

Kromě zástupců ptactva se zde nachází také druhově bohaté stanoviště bezobratlých. V lokalitě je četný výskyt mnoha druhů vážek, motýlů či brouků. Ve vodě žijí raci a mlži.

Na území bylo nalezeno také 11 druhů chráněných obojživelníků, 3 druhy chráněných plazů a ze savců například bobr evropský nebo netopýři.

3.2. Flóra

V oblasti se nachází mnoho chráněných a ohrožených rostlinných druhů. Dle českého klimatologa Quitta (1971) spadá lokalita Záhlinických rybníků do teplé, mírně vlhké klimatické oblasti. Je charakteristická krátkým teplým jarem, dlouhým suchým létem a následně krátkým teplým podzimem i zimou. Roční úhrn srážek činí 550-650 mm. Průměrná roční teplota je 8-9 °C.

Východní část Moravy včetně Záhlinických rybníků patří k okrajové části regionálně-geografického celku Západní Karpaty. Podloží zde tvoří písky, štěrky a jíly. Záhlinické rybníky leží v nadmořské výšce asi 188 m. Celá oblast spadá do fytochorionu 21b Hornomoravský úval.

Lze zde spatřit například silně ohrožený česnek hranatý (*Allium angulosum*), vlhkomilný pryskyřník velký (*Ranunculus lingua*) nebo chráněnou rostlinu vlhkomilných luk pryšec bahenní (*Euphorbia palustris*). V blízkosti rákosin se vyskytuje světlomilný starček poříční (*Senecio sarracenicus*). Mezi kriticky ohrožené druhy rostoucí v této lokalitě se řadí také fialově kvetoucí hrachor bahenní (*Lathyrus palustris*). V lužním lese můžeme zahlédnout žluťuchu lesklou (*Thalictrum lucidum*).

4. Postavení sinic ve výuce na ZŠ a SŠ

4.1. Rámcový vzdělávací program

Rámcový vzdělávací program vymezuje závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy vzdělávání (předškolní, základní, střední). Jedná se povinně zveřejňované dokumenty. Vyzdvihuje především důležitost klíčových kompetencí žáků a uplatnění získaných znalostí a dovedností v budoucím životě. RVP vymezuje obsah a rozsah vyučované látky, jakým způsobem by měly být informace žákům předány, jak pracovat s mimořádně nadanými žáky a s žáky se speciálními vzdělávacími potřebami nebo například nutnost propojení látky pomocí průřezových témat (MŠMT 2021).

Klíčové kompetence (Tab. 1) představují souhrn vědomostí, schopností, dovedností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatněný každého člena ve společnosti (MŠMT 2021). V rámci úpravy RVP platné od 1. září 2021 dochází k rozšíření klíčových kompetencí o kompetenci digitální. Digitální znalosti a dovednosti patří v dnešní době již k neodmyslitelným součástem vzdělávání.

Tab. 1: Klíčové kompetence (MŠMT 2021)

Kompetence k učení	Žák využívá vhodné způsoby a strategie k učení, je ochotný se vzdělávat do budoucna, kriticky posuzuje a vyvozuje závěry.
Kompetence k řešení problémů	Žák rozpozná problém, promýšlí si jeho řešení a vyhledává informace.
Kompetence komunikativní	Žák formuluje logicky své myšlenky, naslouchá, má kultivovaný písemný projev, zapojuje se do diskuze.
Kompetence sociální a personální	Žák dokáže pracovat ve skupině, spolupracuje s pedagogy, respektuje názory ostatních.
Kompetence občanské	Žák chápe společenské normy, snaží se o podporu zdraví a rozvoje společnosti.
Kompetence pracovní	Žák plní povinnosti, používá bezpečně nástroje a vybavení, dodržuje pravidla.
Kompetence digitální	Žák ovládá digitální zařízení, aplikace a služby, vyhledává informace, které kriticky posuzuje.

Rámcový vzdělávací program rozděluje obsah výuky do devíti vzdělávacích oblastí. Výuka přírodopisu na základní škole (biologie na střední škole) je zařazena do oblasti Člověk a příroda spolu s předměty chemie, fyzika a zeměpis.

Na základní škole jsou sinice zařazeny do kapitoly obecná biologie a genetika. Žák by měl uvést základní podmínky života na Zemi, orientovat se ve vývoji organismů, vysvětlit podstatu pohlavního a nepohlavního rozmnožování a uvést význam bakterií v přírodě i pro člověka (MŠMT 2021).

V rámci výuky na gymnáziu se sinice řadí k biologii bakterií. Žák by měl zvládat popsat stavbu a funkci bakterií, charakterizovat je z ekologického, hospodářského i zdravotního hlediska a popsat způsob ochrany proti bakteriím (MŠMT).

4.2. Školní vzdělávací program

Školní vzdělávací program si zpracovává vždy konkrétní škola. Je v něm obsažen detailní učební plán, časová dotace pro jednotlivé předměty nebo například metody hodnocení žáků. Je zde také specifikováno, jak pracovat s žáky se speciálními vzdělávacími potřebami a s žáky mimořádně nadanými. Detailně jsou uvedeny také učební osnovy, kde je podrobně rozepsáno, jaké učivo by měl žák zvládat.

Na základní škole se časová dotace hodin přírodopisu na druhém stupni pohybuje mezi 7 až 8 hodinami týdně, kdy jsou většinou 2 hodiny týdně v každém ročníku. V posledním ročníku základní školy bývá někdy vyučován přírodopis jen jednou týdně. Sinice jsou vyučovány v 6. ročníku. Žáci by měli zvládat objasnit vznik, vývoj a podmínky života na Zemi, rozdíl mezi buňkou rostlin, živočichů a bakterií, výskyt, význam a praktické využití bakterií (ŠVP ZŠ Tlumačov).

Na gymnáziích je již časová dotace hodin biologie vyšší. Součástí výuky jsou také praktická cvičení. Nejčastěji je uváděna časová dotace 9 hodin. Sinice jsou zařazeny na začátku 1. ročníku. Žáci by měli uvést rozdíly mezi prokaryotickou a eukaryotickou buňkou, charakterizovat sinice, uvést rozdíly ve stavbě, popsat metabolismus a rozmnožování, charakterizovat sinice z ekologického, hospodářského a zdravotního hlediska. Sinice jsou vyučovány v rámci prokaryotických organismů společně s ostatními bakteriemi a doménou archea (ŠVP Gymnázium Olomouc – Hejčín).

4.3. Učebnice přírodopisu pro ZŠ

Učebnice přírodopisu pro základní školy slouží k rozšiřování a prohlubování znalostí žáků z prvního stupně základní školy. Texty objasňují základní pojmy, jejichž znalost bude dále zdokonalována v rámci dalšího studia.

V učebnici Hravý přírodopis (Žídková a Knůrová 2017) je podkapitola věnující se sinicím zařazena v rámci kapitoly mikroorganismy společně s ostatními bakteriemi, s viry a prvoky. Učebnice byla napsána v souladu s rámcovým vzdělávacím programem. Sinicím je věnována jedna strana velikosti A₄. Je zde uvedeno zařazení sinic (bakterie, mají prokaryotickou buňku), jejich schopnost fotosyntézy, výskyt, symbióza s houbami, tvorba vodního květu a vylučování toxických látek. Pomocí fotografií jsou znázorněni základní zástupci – jednořadka, drkalka, sinivka. Jsou zde napsány také zajímavosti jako například podíl sinic na vývoji Země doložen stromatolity nebo vznik eukaryotické buňky pomocí endosymbiotické teorie. Učivo je velmi pěkně graficky zpracováno, doplněno řadou fotografií (stromatolity, lišejník, vodní květ, jednořadka, drkalka, sinivka). Na konci podkapitoly o sinicích se nachází barevně vyznačený rámeček shrnující učivo. Učebnice je doplněna také pracovním sešitem, kde si žáci mohou získané informace procvičit a ucelit. Pracovní sešit obsahuje cvičení na popis buňky sinice nebo kroužkování charakteristických vlastností. Bylo by vhodné doplnit, že tělo sinice se nazývá stélka, případně zdůraznit význam fotosyntézy jak pro sinici, tak pro planetu.

Učebnice Přírodopis pro 6. ročník (Musilová a Konětopský 2007) je zpracována obdobným způsobem. Velký důraz je kladen na propojení znalostí s praktickým životem. Učebnice vychází z rámcového vzdělávacího programu. Jsou zde uvedeny odkazy na korespondující učivo ostatních předmětů a průřezová témata. Učivo je prokládáno řadou úkolů, zajímavostí a návodů na pokusy. Sinice jsou zařazeny do kapitoly společně s bakteriemi. Jsou zde uvedeny také základní informace doplněny fotografiemi. Detailně je popsán vznik vodního květu. Jako zástupci jsou na fotografiích uvedeni *Microcystis* a *Chroococcus*. Pro žáky základní školy by bylo vhodnější uvést zástupce českými názvy, případně uvést i nějakou vláknitou sinici. Na konci učebnice jsou napsány očekávané výstupy z každého učiva, které by měl žák zvládat. Učebnice je také doplněna pracovním sešitem.

V závěrečné části obou učebnic se nachází návody na laboratorní práce. Nejsou zaměřeny přímo na sinice. Jedno z pozorování se týká jednobuněčné řasy

zrněnky. V pracovních sešitech mají žáci předpřipravené protokoly, do kterých si zakreslí pozorovaný objekt.

4.4. Učebnice biologie pro SŠ

Žáci středních škol se již setkají s více odbornými texty. Všechna témata jsou vyučována podrobněji než na ZŠ. Naučí se aplikovat získané poznatky a dokáží se orientovat v dané problematice.

Nejpoužívanější učebnicí biologie na střední škole je Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček 2014). K porozumění textu přispívají fotografie a perokresby. Závěrečná část je zaměřena na praktická cvičení, která jsou na střední škole běžnou součástí výuky biologie.

Kapitola o sinicích je zařazena v rámci prokaryotických organismů. Jsou zde uvedeny informace o vzniku thylakoidů, obsahu barviv v buňce a následného zbarvení sinic. Popsány jsou jednobuněčné sinice tvořící slizový obal a vláknité sinice obalené slizovou pochvou. Vysvětleno je rozdílné rozmnožování pomocí dělení nebo hormogonií. Učebnice uvádí také některé specializované buňky – heterocyty a akinety. Jsou zde uvedena nejčastější místa výskytu, tvorba vodního květu a také vysvětlen význam sinic při vzniku současné atmosféry. Sinice jsou prezentovány pomocí zástupců *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Lyngbya* a *Oscillatoria*, kteří jsou v učebnici nakresleni. Uveden je také náčrt buňky sinice. V obrazové části se nacházejí fotografie rodů *Microcystis*, *Anabaena* a *Chroococcus*. V doplňkové části je detailně rozebrána fyziologie prokaryot (zařazení sinic mezi fotoautotrofní organismy). Praktická část neobsahuje úkol zaměřený na pozorování sinic.

V Přehledu biologie (Rozsypal 1998) jsou sinice uvedeny taktéž v rámci bakterií. Kapitola zahrnuje část věnující se barvivům sinic, výživě sinic nebo jejich vysoké adaptabilitě k prostředí. Učebnice uvádí také pojem vodní květ a vysvětluje jeho vznik. Dále je popsána vnitřní stavba buňky, vnější tvar buňky a slizové obaly. Podrobně je objasněn vznik kyslíkaté atmosféry. Stáří sinic je doloženo výskytem stromatolitů. Kapitola uzavírá využití sinic, které je prezentováno zúrodnováním rýžových polí. V tabulce jsou uvedeny čtyři dřívější řády sinic, u kterých je vždy uveden jeden z nejznámějších zástupců. V kapitole věnující se sinicím nejsou uvedeny způsoby rozmnožování. Nachází se v obecném úvodu k řiši bakterie. V učebnici se nachází obrázky buňky sinice, náčrty rodů *Anabaena*, *Lyngbya* a *Microcystis*.

Novější verze učebnice *Nový přehled biologie* (Rozsypal 2003) je obohacena více nákresey, fotografiemi a schémata, které danou problematiku lépe vysvětlují. Detailně je rozkresleno rozmnožování sinic. Jsou uvedeny základní řády sinic včetně krátkého morfologického popisu. Vysvětlen je také růst populace bakterií, který je znázorněn růstovou křivkou. Učebnice se vůbec nezmiňuje o využití sinic ani o jejich toxicitě a nebezpečnosti vodního květu pro okolí. Nejsou zde uvedeni žádní konkrétní zástupci.

5. Metodika

5.1. Odběrová místa

Všechny vzorky byly odebrány v lokalitě Záhlinické rybníky. Vzorky jsem sbírala průběžně od 2. 11. 2021 do 2. 10. 2022 na třech různých odběrných místech (příloha 1). Na každém odběrném místě jsem aplikovala všechny metody odběru.

5.2. Metody sběru vzorků

5.2.1. Nárůst na rákosu

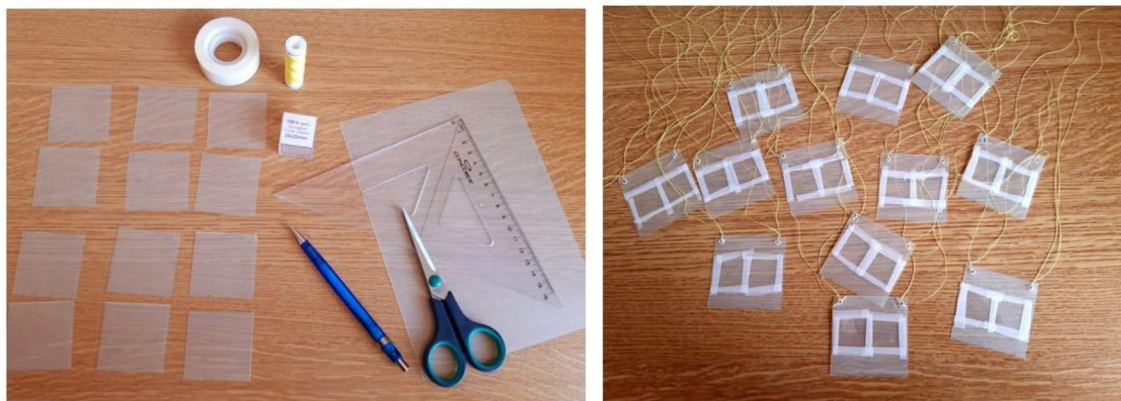
Nejjednodušší a nejrychlejší metodou sběru vzorků byl odběr z ponořeného stébla rákosu (*Phragmites australis*) (obr. 11). Nůžkami jsem ustříhla asi 5 cm dlouhé stéblo, které se nacházelo pod vodní hladinou. Tento vzorek jsem umístila do sklenice s vodou taktéž z dané lokality. V laboratoři jsem nárůst na stéble seškrábala pomocí skalpelu, pozorovala pod mikroskopem a dále kultivovala.



Obr. 11: Ponořená stébla rákosu (Zdeňka Kadlčíková 2022)

5.2.2. Nárůstové pasti

Jako další jsem k odběru vzorků sinic využila nárůstové pasti, které jsem si sama vytvořila (obr. 12). Potřebovala jsem popisovací folii, nůžky, pravítko, tužku, nit, lepicí pásku a krycí sklíčka. Pomocí pravítka jsem si folii rozměřila na čtverce o velikosti 5 x 5 cm a poté ji rozstříhala. Na každý čtverec jsem pomocí lepicí pásky připevnila 2 krycí sklíčka. Ve čtverci jsem ve dvou rozích udělala pomocí nůžek díry, kudy jsem provlekla nit, aby se nárůstová past dala ve vodě pevně uvázat.



Obr. 12: Výroba nárůstové pasti (Zdeňka Kadlčíková 2022)

Takto připravené nárůstové pasti jsem umístila na jeden měsíc na odběrová místa. Past jsem přivázala pomocí nitě ke stéblu rákosu tak, aby volně plavala pod vodní hladinou. Po jednom měsíci jsem nárůstové pasti z rybníků vyjmula a umístila do sklenice s vodou z daného stanoviště (obr. 13). V laboratoři jsem odlepila krycí sklička a přímo pozorovala pod mikroskopem. Poté jsem vytvořenou vrstvu seškrábala pomocí skalpelu a dále kultivovala.



Obr. 13: Nárůstová past po jednom měsíci (Zdeňka Kadlčíková 2022)

5.2.3. Odběr sedimentu

Ke sběru sinic jsem využila také metodu odběru sedimentu ze dna rybníku (obr. 14). Potřebovala jsem trubku o průměru asi 1 cm a plastové nádoby. Vrchní otvor trubky jsem ucpala prstem a spodní konec jsem ponořila do vody. Prst jsem oddělala a spodním koncem trubky pomalu posouvala po dně rybníka. Do trubky se nasál sediment. Poté jsem vrchní otvor opět ucpala, trubku vyjmula z vody a nasátý sediment vypustila do přichystané nádoby.



Obr. 14: Odběr sedimentu (Zdeňka Kadlčíková 2022)

V laboratoři jsem sediment přelila do plastových nádob, ve kterých probíhalo usazování (obr. 15). Sediment klesl ke dnu a na povrch vystoupala voda. Vodu jsem na druhý den pomocí odsávačky odsála. Na povrch sedimentu, který zůstal na dně nádoby, jsem položila buničinu a krycí sklíčka. Jelikož sinice potřebují světlo, snažili se dostat na povrch. Po dvou dnech jsem umístila krycí sklíčka pod mikroskop a mohla jsem pozorovat sinice, které se na ně přichytili.



Obr. 15: Usazování sedimentu (Zdeňka Kadlčíková 2022)

5.3. Práce v laboratoři

Se získanými vzorky z terénu jsem dále pracovala v algologické laboratoři na Katedře botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (příloha 2). Vzorky jsem kultivovala pomocí Z média (Tab. 2) ve zkumavkách a na Petriho miskách. Se vzorky je nutné pracovat ve sterilním prostředí, aby nedošlo ke kontaminaci například bakteriemi. Proto jsem vždy pracovala ve flowboxu, který jsem

před použitím vydesinfikovala. Pomocí kahanu jsem sterilizovala nástroje (pinzeta, jehla, klička). Před zahájením práce jsem si také vydesinfikovala ruce.

Vzorky z terénu jsem se snažila přechistit a v každé zkumavce získat jeden čistý kmen sinic. Po nějaké době jsem vzorky vždy přeočkovala do nových zkumavek s médiem Z. Zkumavky se uchovávají ve fytotronu, kde jsou zajištěny ideální podmínky pro růst kultury. Následně jsem vzorky pozorovala pod mikroskopem, dokumentovala a snažila se získané kmeny determinovat.

Tab. 2: Složení Z média

Látka	Množství na 1 000 ml Z média
NaNO ₃	46,7 g
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	5,9 g
K ₃ HPO ₄	3,1 g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	2,5 g
Na ₂ CO ₃	2,1 g
Gaffronův roztok (mikroelementy)	0,08 ml
0,138 g FeCl ₃ · 6H ₂ O v 5 ml 0,1M HCl 0,186 g EDTA-Na ₂ v 5 ml 0,1M HCl	10 ml

6. Výsledky

Ve studované lokalitě Záhlinické rybníky jsem našla celkem 22 druhů sinic. Převážně se zde vyskytovaly vláknité druhy, kterých bylo determinováno celkem 19. Pouze 3 druhy měly kokální stélku. Nejhojněji byly zastoupeny druhy z řádů Oscillatoriales a Synechococcales, méně druhů se vyskytlo z řádů Nostocales a Chroococcales. Ostatní řády nebyly zastoupeny. Nejvíce se ve vzorcích objevovaly rody *Pseudanabaena*, *Anagnostidinema*, *Leptolyngbya* a *Microcoleus*. K nejčastěji se vyskytujícím druhům jsem z mikroskopických fotografií vytvořila obrazové tabule (příloha 3).

Vyhodnotila jsem výskyt druhů v závislosti na metodě a místě odběru (Tab. 3). Nejvíce druhů bylo nalezeno ve vzorcích sedimentu ze dna rybníku a nárůstu na rákosu. Celkem se zde nacházelo 13 různých druhů. Nejmenší variabilita byla ve vzorcích odebrané půdy z břehu. Determinováno bylo pouhých 5 druhů. Druhy *Pseudanabaena*, *Anagnostidinema* a *Leptolyngbya* se vyskytovaly téměř na všech substrátech.

Tab. 3: Výskyt druhů v závislosti na místě a metodě odběru

	Půda z břehu	Sediment ze dna	Nárůst na rákosu	Nárůstové pasti
<i>Anabaena planctonica</i>	-	-	-	+
<i>Anagnostidinema amphibium</i>	+	+	-	+
<i>Anagnostidinema pseudacutissimum</i>	+	+	+	+
<i>Aphanocapsa holsatica</i>	-	-	+	+
<i>Drouetiella</i> sp.	-	-	+	+
<i>Geitlerinema splendidum</i>	-	+	-	-
<i>Geminocystis</i> sp.	-	-	-	+
<i>Kamptonema animale</i>	-	+	-	+
<i>Komvophoron</i> sp.	+	+	+	-
<i>Leptolyngbya boryana</i>	+	-	+	+
<i>Mantellum commune</i>	-	-	+	-
<i>Microcoleus amoenus</i>	-	+	-	-
<i>Microcoleus autumnalis</i>	-	-	+	+
<i>Microcoleus vaginatus</i>	+	+	-	-
<i>Nostoc</i> sp.	-	-	+	-
<i>Oscillatoria limosa</i>	-	+	-	-
<i>Phormidium chalybeum</i>	-	+	+	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	-	+	+	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	+	+	+
<i>Pseudanabaena galeata</i>	-	+	+	+
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	-	+	-	-
<i>Romeria elegans</i>	-	-	+	-

6.1. Popisy nalezených druhů

Anabaena planctonica (*Dolichospermum planctonicum*) – je vláknitá sinice řádu Nostocales. Vlákna se vyskytují jednotlivě, jsou rovná či jemně zprohýbaná, uložena v silném rozplývavém slizu. Buňky jsou soudečkovité, kratší než široké. Apikální buňky jsou zaokrouhlené. Hojně se vyskytují heterocyty.

Anagnostidinema amphibium – jedná se o vláknitou sinici řádu Oscillatoriales. Vlákna jsou dlouhá, rovná, bez slizových pochev, nejsou zaškrcovaná. Ke konci se mírně zužují, ale nikdy nejsou špičaté. Buňky jsou 2-4x delší než široké. Konce vláken jsou rovné.

Anagnostidinema pseudacutissimum – je vláknitá sinice z řádu Oscillatoriales. Vlákna jsou tenká, 1-3 μm široká, netvoří slizovou pochvu, nejsou zaškrcovaná. Intenzivně se pohybují a ohýbají. V buňkách jsou patrná granula. Apikální konec vlákna se lehce zužuje, nikdy netvoří kalyptru. Konce vláken jsou zahnuté.

Aphanocapsa holsatica – jedná se o kokální sinici z řádu Chroococcales. Tvoří mikroskopické kulovité kolonie, které jsou uloženy v bezbarvém homogenním slizu. Buňky jsou kulovité bez vlastního slizového obalu. Dělení probíhá ve dvou na sebe kolmých rovinách. Buňky mají v průměru asi 1 μm .

Drouetiella sp. – je vláknitá sinice z řádu Synechococcales. Vlákna se vyskytují jednotlivě nebo ve svazcích. Občas se vyskytuje nepravé větvení. Vlákna jsou rovná, zprohýbaná nebo stočená, mírně zaškrcovaná. Buňky jsou většinou delší než široké. Apikální buňky jsou zaoblené bez kalyptry.

Geitlerinema splendidum – patří mezi vláknité sinice z řádu Oscillatoriales. Vlákna jsou dlouhá, rovná či stočená, nejsou zaškrcována, netvoří slizové pochvy. Jednotlivé buňky jsou 2-4x delší než široké. Často se na přepážkách vyskytují granula. Konce vláken se zužují, koncové buňky jsou prodloužené a ohnuté, zakončené mírným rozšířením.

Geminocystis sp. – jedná se o kokální sinici řádu Chroococcales. Buňky jsou kulovité až mírně oválné, osamocené, nikdy netvoří kolonie. Netvoří slizové obaly nebo jen velmi nevýrazné.

Kamptonema animale – je vláknitá sinice z řádu Oscillatoriales. Vlákna jsou rovná, jemně zprohýbaná, nepřisedají k podkladu, nejsou zaškrcována. Jejich šířka je

4-6 μm . Ke konci se vlákno zužuje. Konce jsou mírně zahnuté a pohyblivé. Slizové pochvy se vyskytují jen velmi zřídka. Buňky jsou až o polovinu kratší než široké. Konec vlákna nekryje kalyptra.

Komvophoron sp. – je poměrně krátká vláknitá sinice z řádu Oscillatoriales. Vlákna se vyskytují jednotlivě nebo ve slizovitých koloniích. Jsou rovná nebo mírně obloukovitá, hluboce zaškrčená, ke koncům se nezužují, nejsou pohyblivá. Buňky jsou soudečkovité, koncové buňky zaoblené bez kalyptry.

Leptolyngbya boryana – patří mezi vláknité sinice řádu Synechococcales. Vlákna jsou často spletena dohromady, zprohýbaná, hojně se u nich vyskytuje nepravé větvení. Z pravidla jsou uložena ve zřetelné slizové pochvě. Vlákníčko dosahuje šířky 2,5-3,5 μm . Buňky jsou stejně dlouhé a široké, na přepážkách silně zaškrčené. Koncová buňka je zaoblená.

Mantellum commune – je kokální sinice z řádu Chroococcales. Buňky jsou osamocené nebo v jednovrstevných koloniích. Mají kulovitý nebo oválný tvar, tvoří slizové obaly. Jejich vnitřní obsah je homogenní nebo mírně zrnitý.

Microcoleus amoenus – patří mezi vláknité sinice řádu Oscillatoriales. Pochvy jsou velmi těžko viditelné, jejich přítomnost není pravidlem. Vlákníčko se ke konci postupně zužuje. Apikální buňka je často prodloužená, zakončena kalyptrou.

Microcoleus autumnalis – je vláknitá sinice řádu Oscillatoriales. Vlákna se mohou vyskytovat jednotlivě nebo velmi často ve svazku se společnou slizovou pochvou. Jsou rovná nebo jen mírně zvlněná, nejsou zaškrčovaná. Slizové pochvy jsou tenké ale viditelné. Vlákníčko je 4-7 μm široké, buňky jsou 2-4 μm dlouhé. Intenzivně se pohybují. Koncové buňky prodloužené, pokryté kalyptrou.

Microcoleus vaginatus – jedná se o vláknitou sinici z řádu Oscillatoriales. Vlákna jsou často sdružena do svazků, které mají společnou pochvu. Vlákna jsou široká 3-7 μm . Apikální buňka nese kalyptru. Jedná se o velmi podobný druh k *M. autumnalis*.

Nostoc sp. – je vláknitá sinice řádu Nostocales. Tvoří slizovité kolonie s tuhým povrchem, které mohou být až makroskopické. Vlákna jsou izopolární, nevětvená. Uvnitř slizových obalů jsou často komplikovaně stočená. Buňky jsou soudečkovité. Tvoří heterocyty, které jsou širší než vegetativní buňky.

Oscillatoria limosa – je vláknitá sinice z řádu Oscillatoriales. Tvoří makroskopické slizovité povlaky nebo chomáče. Vlákna jsou rovná či zprohýbaná, široká 11-20 μm , zaškrcovaná jsou jen mírně nebo vůbec. Konce vláken se nezužují, slizové pochvy nejsou přítomny. Buňky jsou deskovité. Koncová buňka je zaoblená, kalyptra není přítomna. Vlákna vykazují typický drkavý pohyb.

Phormidium chalybeum – jedná se o vláknitou sinici řádu Oscillatoriales. Vlákna tvoří až makroskopické tmavě zelené povlaky. Vlákna jsou široká 6-9 μm , rovná či jemně zprohýbaná, jemně zaškrcovaná. Konce vláken jsou krátce zúžené, zahnuté a pohyblivé. Pochvy se vyskytují vzácně. Koncové buňky kuželovité bez kalyptry.

Planktothrix agardhii – jedná se o vláknitou sinici z řádu Oscillatoriales. Vlákna se vyskytují jednotlivě, netvoří shluky. Mají modrozelenou až olivovou barvu, jsou dlouhá až 300 μm . Vlákna nejsou pohyblivá, ke konci se zužují, mají šířku 4-6 μm . Koncová buňka je často zašpičatělá s kalyptrou. Buňky jsou izodiametrické, hojně se vyskytují aerotopy.

Pseudanabaena catenata – jedná se o vláknitou sinici z řádu Synechococcales. Vlákno je rovné či jemně zprohýbané, nepřisedá k podkladu. Vyskytují se jednotlivě nebo sdružené do povlaků. Vlákno je široké 1,2-2 μm . Mezi jednotlivými buňkami je vlákno silně zaškrčené, ke koncům se nezužuje, netvoří slizové pochvy. Buňky jsou delší než široké. Koncové buňky jsou uťaté bez aerotopů.

Pseudanabaena galeata – je vláknitá sinice z řádu Synechococcales. Vlákna jsou taktéž rovná či jemně zprohýbaná, silně zaškrcovaná, ke koncům nezúžená, široká 0,8-2,5 μm . Buňky jsou zpravidla 2-3x delší než široké. Koncové buňky jsou zaoblené s prstencovým aerotopem.

Pseudanabaena mucicola – jedná se o vláknitou sinici řádu Synechococcales. Vlákna se vyskytují jednotlivě, jsou velmi krátká, silně zaškrcovaná, ke konci nezúžená. Buňky jsou kulovité. Apikální buňka je zaoblená bez aerotopů.

Romeria elegans – jedná se o vláknitou sinici řádu Synechococcales. Vlákna se vyskytují jednotlivě, jsou rovná nebo zprohýbaná, rozpadavá, zaškrcovaná, široká 1,3-1,6 μm . Vlákna se ke koncům zužují. Buňky jsou válcovité, dlouhé 3-9 μm . Apikální buňky jsou zaoblené.

7. Praktická demonstrace sinic ve výuce na ZŠ

7.1. Úvod

Pro žáky Základní školy v Tlumačově jsem přichystala vyučovací hodinu na téma sinice. Cílem bylo žáky seznámit s danou problematikou a také jim přiblížit praktické pozorování.

7.2. Příprava

Na hodinu jsem pro žáky 6. A a 6. B připravila výukovou prezentaci. Snažila jsem se použít co nejvíc obrázků, abych žáky zaujala. V prezentaci bylo pouze minimum textu, jen nejdůležitější pojmy, které si měli zapamatovat. Tento postup jsem použila z důvodu názornosti. Žáci si lépe zapamatují pojmy, které vnímají zrakově i sluchem.

Vyhotovila jsem písemnou přípravu (příloha 3, 4), kde jsem detailně rozebrala klíčové body a průběh vyučovací hodiny. Příprava obsahovala základní fakta o sinicích, ale také doplňkové zajímavosti, kterými jsem se snažila hodinu obohatit a žáky tím aktivizovat.

Nejdůležitější částí přípravy byla praktická ukázka sinic. Pro žáky jsem připravila zkumavky se vzorky, které si mohli detailně prohlédnout. A nakonec také sinice prozkoumat pod mikroskopem.

7.3. Výuka

Celou hodinu jsem vedla v obou dvou třídách – jak v 6. A, tak v 6. B, což mi umožnilo obě hodiny mezi sebou porovnat. Na úvod mě vyučující žákům představila, poté už jen vše pozorovala ze zadní lavice.

Jako první jsem žákům sdělila program hodiny a seznámila je s aktivitami, které je čekají. Poté jsem spustila prezentaci a zahájila výklad. Během povídání o sinicích, jsem se snažila zapojit do výuky také žáky. Dávala jsem jim různé otázky a snažila se s nimi komunikovat. Prezentace zabrala asi 20 minut.

Poté jsme společně pozorovali sinice ve zkumavkách. Vzorky jsem žákům nechala kolovat po třídě, aby je mohli zblízka prozkoumat. Během toho jsem objasňovala, jakým způsobem se o sinice musím starat a co všechno potřebují k tomu, aby přežily. Tato činnost zabrala asi 10 min vyučovací hodiny.

Během posledních 15 minut jsme podnikli praktické pozorování pod mikroskopem. Jelikož žáci doposud neměli žádnou zkušenost s mikroskopováním, připravila jsem preparát sama. V každé třídě bylo asi 15 žáků. Pracovali jsme vždy na jednom pracovním místě (lavice s pracovními pomůckami a mikroskopem), kde jsem jim vysvětlovala, jak se preparát sinic správně připravuje. Poté všichni žáci postupně pomocí mikroskopu zkoumali sinice pod různým zvětšením (obr. 16).

Na závěr vyučovací hodiny dostali žáci za domácí úkol si vypracovat podle učebnice zápis z tohoto tématu. Někteří si zápis psali již během mého výkladu. Následující hodinu jsme provedli písemné opakování.



Obr. 16 – Vyučování žáků šestých tříd na ZŠ v Tumačově

7.4. Opakování

V nadcházející vyučovací hodině jsem žákům dala krátké písemné opakování probíraného tématu (příloha 6, 7). Na úvod jsme si společně zopakovali všechny informace, které se o sinicích dozvěděli a které si napsali do svých sešitů. Poté měli asi 15 min na vypracování písemné práce. Během této doby jsem zkontrolovala zápisy v sešitech. Zbytek vyučovací hodiny již přebrala vyučující a začala probírat nové

téma. Písemné práce jsem žákům opravila a oznámkovala podle následující hodnotící stupnice.

Bodovací stupnice

1	100-91 %	6 – 5,5 b
2	90-76 %	5 – 4,5 b
3	75-51 %	4 – 3 b
4	50-33 %	2,5 – 2 b
5	32-0 %	1,5 – 0 b

7.5. Zhodnocení výuky

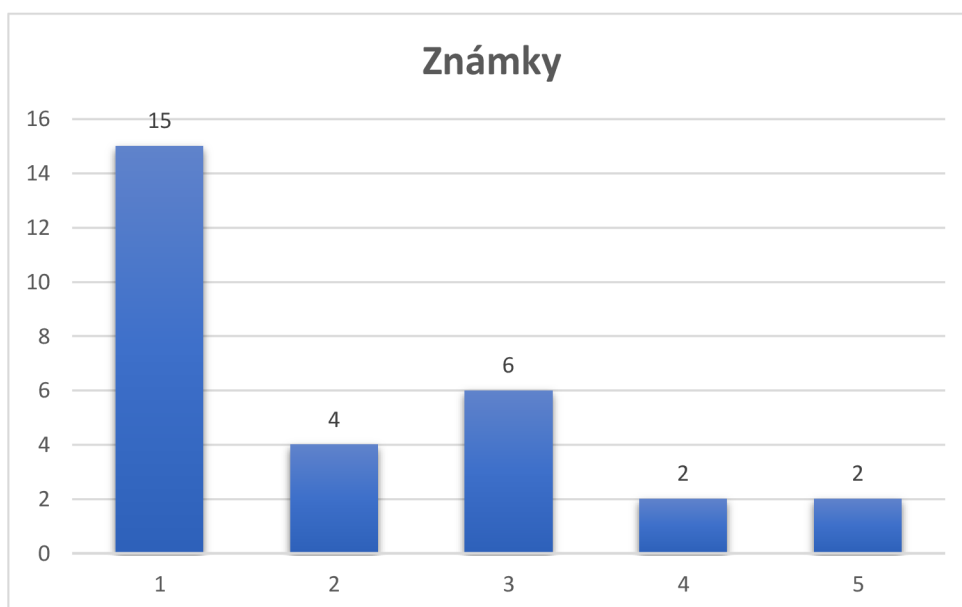
Velmi oceňuji, že jsem dostala možnost vyzkoušet si vést celou vyučovací hodinu. Byla to pro mě cenná zkušenost. Podařilo se mi hodinu časově velmi dobře naplánovat. Během 45 minut jsme zvládli vše, co jsem si přichystala.

S žáky se mi velmi dobře pracovalo. Během výkladu měli spoustu zvědavých dotazů. Dávali pozor, nevykřikovali, pokud chtěli něco říct, tak se přihlásili a čekali, až je vyzvu. V rámci hodiny jsem aplikovala frontální způsob výuky. Využila jsem klasické výukové metody – slovní (přednáška, rozhovor), názorně-praktickou (pozorování) a dovednostně-praktickou (mikroskopování).

Myslím si, že žáky hodina zaujala. Nejvíce nadšení projevili u fotografií z laboratoře, které jsem jim ukazovala a popisovala práci v takovém prostředí. Dále se jim také líbila práce s mikroskopem a praktické pozorování sinic.

Práce se třídou 6. A a 6. B byla rozdílná. Také v písemném opakování předvedla 6. A mnohem lepší výkon než 6. B. Přitom žáci byli do tříd rozdělení náhodně, ne podle studijních výsledků. Mohlo to být způsobeno i tím, že v 6. A jsem měla hned první vyučovací hodinu a v 6. B poslední. Žáci 6. A byli odpočatí a měli dostatek energie na udržení pozornosti po celou hodinu, kdežto žáci poslední vyučovací hodiny byli již unavení z celodenní výuky a bylo pro ně obtížné se plně koncentrovat na vyučovací jednotku. Pro mě jako vyučujícího bylo poměrně náročné žáky udržet v pozornosti i s využitím aktivizujících metod.

V písemném opakování dělala žákům nejvíce problém fotosyntéza, kde se dopouštěli nepřesných nebo neúplných odpovědí. Žáci mají fotosyntézu zafixovanou jako děj, kdy rostlina spotřebovává oxid uhličitý a dává nám kyslík. V hodině jsme řádně probrali podstatu tohoto procesu, přičemž úroveň odbornosti jsem nastavila úměrně věku žáků. Přesto se v písemné práci tyto odpovědi objevily. Při seznámení s výsledky písemného přezkoušení jsem se pokusila dát žákům zpětnou vazbu. Nejproblematictější otázku jsem jim vysvětlila. Mezi žáky se objevily všechny stupně známek, přičemž převažovalo hodnocení výborný (graf 1).



Graf 1 – Známky žáků z písemné práce

8. Diskuze

V práci jsem se zabývala periferytickými sinicemi Záhlinických rybníků. Vzorky byly odebírány z nárůstu na rákosu, z nárůstových pastí, ze sedimentu na dně rybníka a z půdy z okraje břehů. Záhlinické rybníky se dle klimatologa Quitta nacházejí v teplé, mírně vlhké oblasti. Roční úhrn srážek se pohybuje kolem 600 mm. Průměrná roční teplota činí 8-9 °C. Podloží rybníků tvoří především písky, jíly a šterk.

Významnou částí vodního ekosystému jsou právě sinice, které se zde hojně vyskytují. Studie epipelických sinic z českých rybníků (Hašler a kol. 2008) potvrzuje výskyt mnou nalezených druhů. Dominujícími druhy byly *Komvophoron*, *Oscillatoria*, *Phormidium* a *Pseudanabaena*. Všechny tyto sinice se objevily také v mých vzorcích.

Při studii rybníků v Maroku (Oudra a kol. 2002) byly nalezeny stejné rody sinic jako v Záhlinických rybnících. I přes velký rozdíl klimatických podmínek se v rybnících nacházely rody *Pseudanabaena* a *Oscillatoria*. Jedná se o velmi odolné druhy schopné snášet různorodé podmínky. Také při studiu jezer na Novém Zélandu byl potvrzen výskyt rodů *Phormidium*, *Oscillatoria* nebo *Anabaena* (Woodová 2012). Rod *Geitlerinema* byl objeven v termálních jezírcích v Mexiku (López-Cortés 2001).

Další studie korespondující s mými výsledky byla provedena v jihovýchodním Švýcarsku. V alpských plesech byl zaznamenán vysoký obsah cyanotoxinů, který způsobil úhyn více než 100 kusů dobytka. Dominujícími rody zde byly *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudanabaena* a *Tychonema*. Poslední z uvedených se v mých vzorcích neobjevila, protože se jedná především o severoevropský druh rozšířený v chladnějších částech mírného pásma (Mez 1997).

Odběrová metoda pomocí tyče, kterou jsem využila při odběru sedimentu, není dostatečně kvantitativně přesná (Pouličková 2008). Techniky vhodné pro kvantitativní práci obecně vyžadují obnažení povrchu sedimentu. Metoda není dostatečná pro kvantifikaci biomasy nebo objemu produkce, nicméně pro zjištění přítomnosti vyskytujících se druhů je postačující.

Při praktické demonstraci sinic ve výuce na základní škole jsem během výkladu využila Power-Pointovou prezentaci. Tato metoda je v současnosti velmi hojně využívána a spousta z nás by si výuku už jinak nedokázala ani představit. Přesto, že dosahuje vysoké oblíbenosti, objevuje se také silná kritika. Power-Point ohlupuje, jelikož

předávané informace výrazně zjednodušuje a často nedochází ani k porozumění danému tématu. Dále také nepodporuje samostatné učení a myšlení (Liessmann 2015). Během mé prezentace sinic jsem se snažila žákům vše řádně vysvětlit. Zda se mi to povedlo, jsem si ihned ověřovala zpětnou vazbou formou dotazů, které jsem žákům pokládala, a také následnou písemnou prací. Žáky jsem také formou domácího úkolu nechala zpracovat zápis do sešitu z dané problematiky, aby si učivo zopakovali, naučili se pracovat s textem a vyhodnocovat, které informace jsou nejpodstatnější. Práce s knihou a následné psaní informací do sešitu vlastní rukou dá žákům mnohem více než práce s technikou. Používání počítače v raném dětství může v pozdějším věku způsobovat poruchy pozornosti a poruchy čtení. Mozek je třeba stále trénovat a rozvíjet. Počítač sice žákům ušetří opisování, ale na učení má negativní vliv. Moderní informační technika vede k povrchnímu myšlení, rozptýlování pozornosti a izolaci. Na mnoha příkladech ze světa je prokázáno, že masivní používání digitální techniky dětmi nakonec vede k celkovému poklesu výkonu mozku (Spitzer 2016), což je v rozporu se současnou koncepcí strategického rozvoje digitálních kompetencí dětí na ZŠ (MŠMT 2021). Z tohoto důvodu je nanejvýš nutné pečlivě vážit vyučovací metody, aby proces učení byl co nejefektivnější a žáci si tvořili dostatečné množství paměťových stop. Metodická doporučení moderní didaktiky nemusí být nutně tím nejlepším řešením (Čapek 2018). Obvykle se opírají o modelovou spolupracující třídu. Nicméně ve třídách s výskytem žáků s problematickým chováním takové metody většinou troskotají a výsledky mohou být spíše kontraproduktivní. Úspěšnost výuky ve značné části závisí na osobnostním profilu učitele zejména jeho přirozené autoritě, rétorických schopnostech, zkušenostech, umění zaujmout a odborných znalostech.

9. Závěr

V bakalářské práci jsem se zabývala studiem perifytických sinic Záhlinických rybníků. Vzorky byly odebrány na třech místech různými metodami. Sběr vzorků probíhal od října 2021 do listopadu 2022. V algologické laboratoři jsem se vzorky dále pracovala. Celkem bylo determinováno 22 druhů sinic. Mezi nalezenými druhy dominovaly především vláknité sinice, kterých se ve vzorcích vyskytlo celkem 19 druhů. Nejhojněji byly zastoupeny sinice rodu *Pseudanabaena*, *Anagnostidinema*, *Leptolyngbya* a *Microcoleus*. Druhové zastoupení se na jednotlivých odběrových místech nelišilo, jelikož jsou rybníky v těsné blízkosti a propojeny řadou kanálů. Při různých metodách odběru se nejvíce sinic nacházelo v sedimentu a na stéblech ponořeného rákosu. Půda při okraji rybníka měla nejnižší druhovou bohatost. Se vzorky i nadále pracuji a jejich další studium bude předmětem mé diplomové práce.

Pro žáky Základní školy v Tlumačově jsem přichystala vyučovací hodinu na téma sinice. Seznámila jsem žáky s danou problematikou a přiblížila jim praktické pozorování. Vyzkoušela jsem si vyhotovit podrobnou pedagogickou a teoretickou přípravu na edukační jednotku, vést celou vyučovací hodinu, sestavit písemné opakování a hodnotit žáky. Tato zkušenost mě dále motivuje pro další pedagogickou činnost.

10. Literatura

- Belay A., Kato T., Ota Y. (1996): *Spirulina (Arthrospira): potential application as an animal feed supplement*. Journal of Applied Phycology 8, pp. 303-311
- Biologické centrum AV ČR [online] (citováno 22.2.2023) Dostupné z: <https://www.bc.cas.cz/novinky/detail/318/>
- Brett M. T. a Goldman Ch. R. (1996): *A meta-analysis of the freshwater trophic cascade*. Division of Environmental Studies, University of California, Davis, CA 95616, Vol. 93, pp. 7723-7726
- Buick R. (1992): *The antiquity of oxygenic photo-synthesis: evidence from stromatolites in sulphatedeficient archaean lakes*. Science, Vol. 255, Issue 5040, pp. 74-77
- Carmichael W. W. (1992): *Cyanobacteria secondary metabolites – the cyanotoxins*. Journal of Applied Bacteriology, Vol. 72, Issue 6, pp. 445–59
- Čapek R. (2018): *Líný učitel – Jak učit dobře a efektivně*. Nakladatelství Dr. Josef Raabe s.r.o, Praha, 142 s., ISBN 978-80-7496-344-5
- Dvořák P., Casamatta D. A., Hašler P. a kol. (2017): *Diversity of the Cyanobacteria*. Springer International Publishing, Switzerland 2017
- Elenkin A. A. (1935): *Ob osnovnykh principakh systému Cyanophyceae*. Sov. Bot., Vol. 5, pp. 51-83
- Geitler L. (1925): *Synoptische Darstellung der Caynophyceen in morphologischer und systematischer Hinsicht*. Beih.b. Clb. 2. 41, pp. 163-184
- Geologické a geovědní mapy [online] (citováno 20.2.2023) Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/okres-CZ0721/>
- Gymnázium Olomouc – Hejčín (2009): *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] (citováno 23.2.2023) Dostupné z: <https://www.gytool.cz/soubory/SVP/2016-08-18%20SVP%202009.pdf>
- Hašler P., Štěpánková J., Špačková J. a kol. (2008): *Epipellic cyanobacteria and algae: a case study from Czech ponds*. Fottea, Vol. 8, Issue 2, pp. 133-146
- Holland H. D. (2006): *The oxygenation of the atmosphere and oceans*. The Royal Society Publishing, Vol. 361, Issue 1470

- Hindák F. (1978): *Sladkovodné riasy*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 677 s.
- Hoiczkyk, E., Baumeister, W. (1998): *The junctional pore complex, a prokaryotic secretion organelle, is the molecular motor underlying gliding motility in cyanobacteria*. *Current Biology*, Vol. 8, Issue 21, pp. 1161–1168
- Jelínek J., Zicháček V. (2014): *Biologie pro gymnázia*. Nakladatelství Olomouc, Olomouc, ISBN 978-80-7182-338-4
- Kalina T. (1994): *Systém a vývoj sinic a řas*. Katedra botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Praha, 165 s., ISBN 80-7066-854-7
- Kalina T., Váňa J. (2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Univerzita Karlova v Praze. Nakladatelství Karolinum, Praha, 606 s., ISBN 80-246-1036-1
- Karešová P., Medková E., Seidlová D. a kol. (2017): *Hravý přírodopis – Pracovní sešit pro 6. ročník a víceletá gymnázia*. Taktik International, Praha, ISBN 978-80-7563-094-0
- Kaštovský J., Hauer T. a kol. (2018): *Atlas sinic a řas ČR 1*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 383 s. ISBN 978-80-7568-124-9
- Klaban V. (2011): *Ekologie mikroorganismů*. Galén, Praha, 549 s. ISBN 978-80-7262-770-7
- Komárek J. & Anagnostidis K. (2005): *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota: 2. Teil/2nd Part: Oscillatoriales*. München, Elsevier Spektrum. Vol. 19, pp. 1-759
- Komárek J., Kaštovský J., Mareš J., Johansen R. J. (2014): *Taxonomic classification of cyanoprokaryotes, using a polyphasic approach*. *Preslia*, Vol. 86(1), pp. 295-335
- Komárek J., Hindák F., Ludvík J. (1985): *The cell structure of two Chamaesiphonaceae, Cyanophanon minus and Stichosiphon sansibaricus*. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 71, Algological studies, pp. 73-90

- Komárek J. (2013): *Süsswasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota: 3rd part: heterocystous genera*. Heidelberg, Springer Spektrum, Vol. 19, pp. [i]-xviii, [1]-1130
- Kulasooriya S. A., Lang N. J., Fay P. (1972): *The heterocysts of blue-green algae. III. Differentiation and nitrogenase activity*. Proceedings of the Royal Society B, Vol. 181, pp. 199–209
- Lathrop R. C., Johnson B. M., Johnson T. B. a kol. (2002): *Stocking piscivores to improve fishing and water clarity: a synthesis of the Lake Mendota biomanipulation project*. Freshwater Biology, Vol. 47, Issue 12, pp. 2410–2424
- Lee R. E. (2008): Phycology. Cambridge University Press, USA
- Lellák F. a Kubíček F. (1992): *Hydrobiologie*. Karolinum, 260 s. Praha.
- Liessmann K. P. (2015): *Hodina duchů. Praxe nevdělanosti, polemický spis*. Nakladatelství Academia, Praha 2015, ISBN 978-80-200-2530-2
- Logan B. W. (1961): *Cryptozoon and associate stromatolites from the Recent, Shark Bay, Western Australia*. The Journal of Geology, Vol. 69, Issue 5, pp. 517–533
- López-Cortés A., García-Pichel F., Nübel U. a Vázquez-Juárez R. (2001): *Cyanobacterial diversity in extreme environments in Baja California, Mexico: a polyphasic study*. International Microbiology, Vol. 4, pp. 227-236
- Mapy.cz [online] (citováno 24.2.2023) Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?source=area&id=30945&ds=1&x=17.4567443&y=49.2828635&z=13>
- Maršálek B., Keršner V., Marvan P. (1996): *Vodní květ sinic. Nadataio flos-aquae*, Brno 1996
- Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (2021): *Rámcový vzdělávací program* [online] (citováno 23.2.2023) Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/56005/>
- Ministerstvo zemědělství: *Klimatické regiony* [online] (citováno 20.2.2023) Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/legislativa/tematicke-prehledy-pravnich-predpisu-mze/103408820.html>

- Meeks J. C., Campbell E. L., Summers M. L., Wong F.C. (2002): *Cellular differentiation in the cyanobacterium Nostoc punctiforme*. Archives of Microbiology, Vol. 178, pp. 395–403
- Meeks J. C., Elhai J. (2002): *Regulation of cellular differentiation in filamentous cyanobacteria in free-living and plant-associated symbiotic growth states*. Microbiology and Molecular Biology Reviews, Vol. 66, pp. 94–121
- Mez K., Beattie K. A., Cood G. A. a kol. (1997): *Identification of a microcystin in benthic cyanobacteria linked to cattle deaths on alpine pastures in Switzerland*. European Journal of Phycology, Vol. 32, Issue 2, pp. 111-117
- Musilová E., Konětopský A. (2007): *Přírodopis – Úvod do učiva přírodopisu, učebnice, 1. díl*. Nová škola, Brno, ISBN 80-7289-083-2
- Musilová E., Burda R. (2020): *Přírodopis – Úvod do učiva přírodopisu, pracovní sešit*. Nová škola, Brno, ISBN 978-80-7600-205-0
- Oudra B., Loudiki M., Vasconcelos V. a kol. (2002): *Detection and quantification of microcystins from cyanobacteria strains isolated from reservoirs and ponds in Morocco*. Environmental Toxicology, Vol. 17, Issue 1, pp. 32-39
- Padmaja T. D. (1972): *Studies on coccoid blue-green algae – II. – in: Desikachary T. V. (ed.): Taxonomy and biology of blue-green algae*. Univ. Madras., pp. 75-127
- Palenik, B., and Haselkorn, R. (1992): *Multiple evolutionary origins of pro chlorophytes, the chlorophyll b-containing proaryotes*. Nature, Vol. 355, pp. 265–267
- Pouličková A. (2011): *Základy ekologie sinic a řas*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 91 s. ISBN 978-80-244-2751-5
- Pouličková A., Hašler P., Lysáková M. a Spears B. (2008): *The ecology of freshwater epipellic algae: an update*. Phycologia, Vol. 47, Issue 5, pp. 437-450
- Pouličková A., Jurčák J. (2001): *Malý obrazový atlas našich sinic a řas*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 81 s. ISBN 80-244-0242-4
- Pouličková A., Dvořák P., Hašler P. (2015): *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 46 s. ISBN 978-80-244-4408-6

- Přírodní park Záhlinické rybníky [online] (citováno 17.2.2023) Dostupné z:
<https://www.navylet.cz/cs/cil/prirodni-park-zahlinicke-rybniky>
- Quitt E. a Geografický ústav ČSAV Brno (1971): *Klimatické oblasti Československa*.
Geografický ústav ČSAV, Brno
- Rozsypal S. a kol. (1998): *Přehled biologie*. Scientia, Praha, ISBN 80-7183-110-7
- Rozsypal S. a kol. (2003): *Nový přehled biologie*. Scientia, Praha, ISBN 978-80-86960-23-4
- Schopf J.W. (1974): *The development and diversification of Precambrian life*. Origin of Life, Vol. 5, pp. 119–135
- Smith G. M. (1950): *Freshwater Algae of the United States*. New York: McGraw-Hill
- Sooge H., Rohrlack T., Rounge T. B. a kol. (2013): *Gene Flow, Recombination, and Selection in Cyanobacteria: Population Structure of Geographically Related Planktothrix Freshwater Strains*. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 79, Issue 2, pp. 508-515
- Spitzer M. (2016): *Digitální demence*. Host, Brno 2016, ISBN 978-80-7294-872-7
- Stanier R.Y., Kunisawa R., Mandel M., Cohen-Bazire G. (1971): *Purification and properties of unicellular bluegreen algae (order Chroococcales)*. Bacteriology Reviews, Vol. 35, pp. 171–20
- Swaminathan M. S. (1984): *Rice*. Sci. Am., Vol. 250, pp. 80–93
- Šejnohová L., Maršálek B. (2005): *Pohled do mikroskopického světa sinic*. Živa 3/2005, Nakladatelství Academia
- Tandeau de Marsac N.T. a Houmarda J. (1993): *Adaptation of cyanobacteria to environmental stimuli: new steps towards molecular mechanisms*. FEMS Microbiology Reviews, Vol. 104, pp. 119–190
- Tang E. P. Y., Tremblay R., Vincent W. F. (1997): *Cyanobacterial dominance of polar freshwater ecosystems: are high-latitude mat-formers adapted to low temperature?* Journal of Phycology, Vol. 33, Issue 2, pp. 171–181
- Thurston E. L. a Ingram L. O. (1971): *Morphology and fine structure of Fischerella ambigua*. Journal of Phycology, Vol. 7, pp. 203-210

- Tomitani A., Duggan P.S., Adams D.G. (2006): *Molecular mechanism of hormogonia differentiation of filamentous cyanobacteria*. Genes and Genetic systems, Vol. 81, pp. 445–445
- Tip na jarní výlet: *Záhlinické rybníky* [online] (citováno 17.2.2023) Dostupné z: <https://www.turistika.cz/clanky/tip-na-jarni-vylet-prirodni-park-zahlinicke-rybniky/detail>
- Townsend C. R., Begon M. a Harper J. L. (2010): *Základy ekologie*. Přeložil Martin Černý. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 505 s. ISBN 978-80-244-2478-1
- Whitton, B.A. & Potts, M. (eds) (2000). *The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. xviii + 669 pp, figs, tables, colour plates, indexes.
- Wikipedie – *Záhlinické rybníky* [online] (citováno 17.2.2023) Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1hlinick%C3%A9_rybn%C3%ADky
- Woodová S. A., Kuhajek J. M., Mary de Winton a Phillipsová N. R. (2012): *Species composition and cyanotoxin production in periphyton mats from three lakes of varying trophic status*. FEMS Microbiology Ecology, Vol. 79, Issue 2, pp. 312–326
- Yadav R. K., Abraham G., Singh Y. V., Singh P. K. (2014): *Advancements in the Utilization of Azolla-Anabaena System in Relation to Sustainable Agricultural Practices*. Proc Indian Natn Sci Acad, Vol. 80, Issue 2, pp. 301-316
- Záhlinické rybníky – významné hnízdiště vodních a tažných ptáků [online] (citováno 17.2.2023) Dostupné z: <https://www.kudyznudy.cz/aktivity/zahlinicke-rybniky-vyznamne-hnizdiste-vodnich-a>
- Základní škola Tlumačov (2016): *Školní vzdělávací program* [online] (citováno 23.2.2023) Dostupné z: <https://zs.tlumacov.cz/wp-content/uploads/2023/01/SVP-ZS-aktualizace-od-1.9.2022.pdf>
- Žídková H., Knůrová K. (2017): *Hravý přírodopis – Učebnice pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Taktik International, Praha, ISBN 978-80-7563-069-8

11. Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1 – Odběrová místa

Příloha 2 – Práce v laboratoři

Příloha 3 – Obrazové tabule vybraných nalezených druhů

Příloha 4 – Podrobná pedagogická příprava na edukační jednotku

Příloha 5 – Teoretická příprava na edukační jednotku

Příloha 6 – Písemné opakování

Příloha 7 – Autorské řešení písemného opakování

Příloha 1 – Odběrová místa



Obr. 1: Odběrová místa Záhlinické rybníky (Mapy.cz)



Obr. 2: Odběrové místo č. 1 (Zdeňka Kadlčíková 2022)

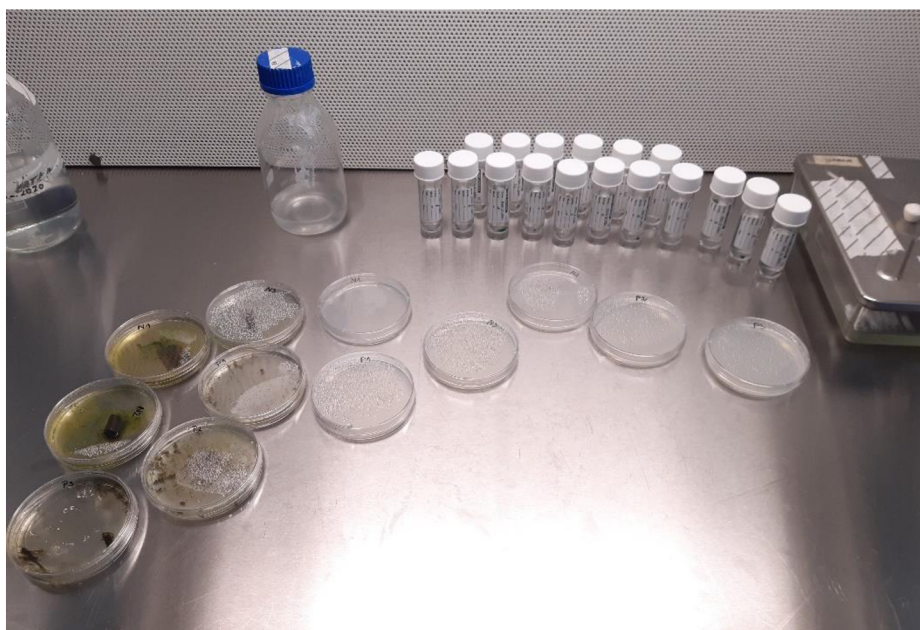


Obr. 3: Odběrové místo č. 2 (Zdeňka Kadlčíková 2022)



Obr. 4: Odběrové místo č. 3 (Zdeňka Kadlčíková 2022)

Příloha 2 – Práce v laboratoři

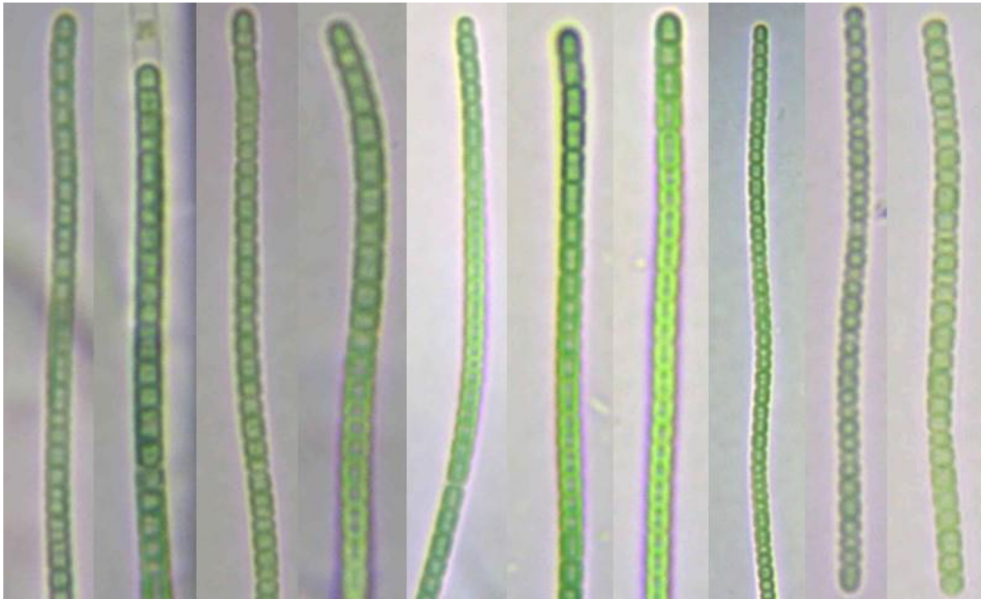


Obr. 1 - Práce ve flowboxu (Zdeňka Kadlčíková 2022)

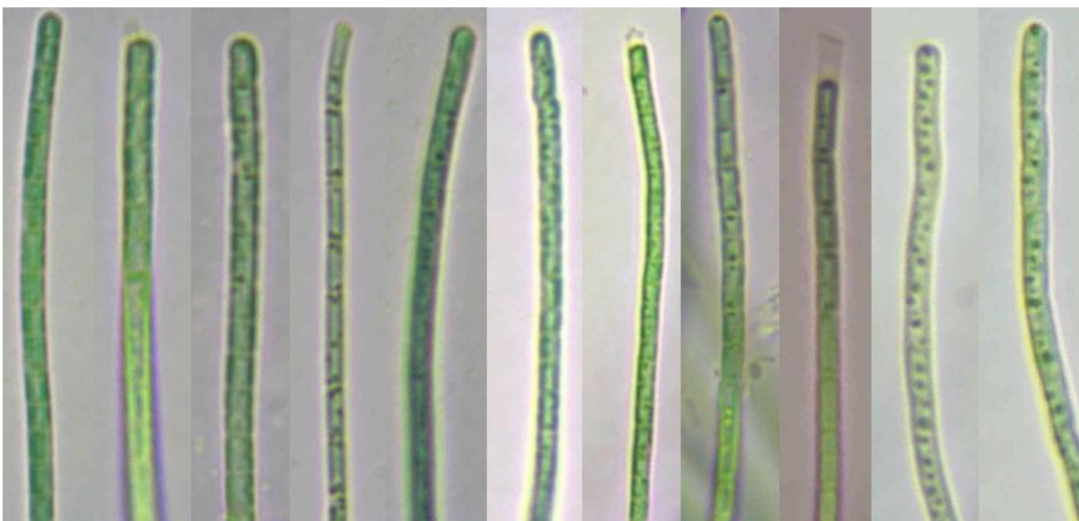


Obr. 2: Zkumavka se vzorkem (Zdeňka Kadlčíková 2022)

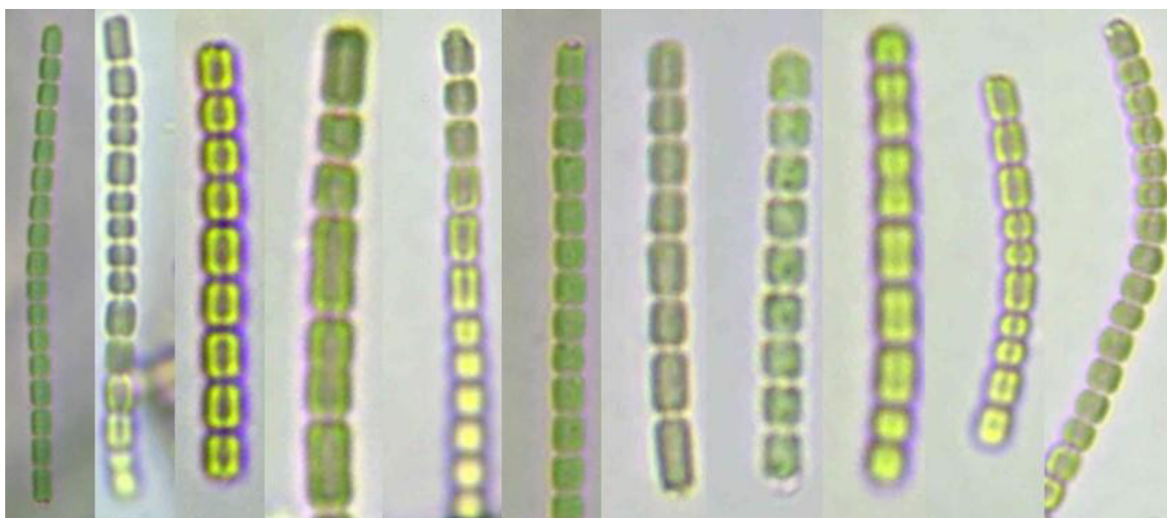
Příloha 3 – Obrazové tabule vybraných nalezených druhů



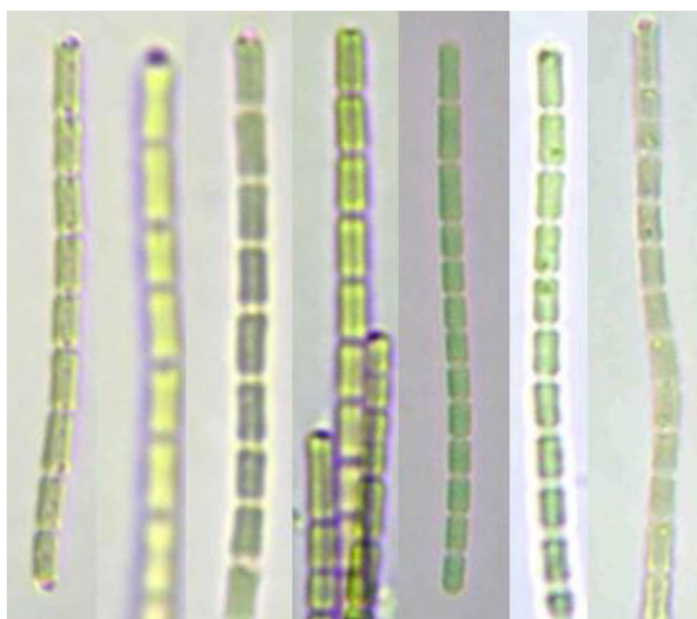
Obr. 1: Leptolyngbya boryana (Zdeňka Kadlčíková 2023)



Obr. 2: Anagnostidinema amphibium (Zdeňka Kadlčíková 2023)



Obr. 3: *Pseudanabaena galeata* (Zdeňka Kadlčíková 2023)



Obr. 4: *Pseudanabaena catenata* (Zdeňka Kadlčíková 2023)

Příloha 4 – Podrobná pedagogická příprava na edukační jednotku

Podrobná pedagogická příprava na edukační jednotku

a) **Obor/předmět:** 6. ročník, přírodopis

b) **Téma:** Sinice

Tematický celek: Prokaryotické organismy

Počet hodin věnovaný tématu: 2 vyučovací hodiny

Požadovaný výstup učení: žák dokáže popsat stavbu sinic, základy ekologie sinic, význam sinic v přírodě, uvede základní zástupce

Mezipředmětové vztahy: chemie, biochemie (fotosyntéza, toxické látky)
geologie (vývoj organismů na zemi)

Průřezová témata: enviromentální výchova – ekosystémy
enviromentální výchova – základní podmínky života

c) **Výukové cíle k vybranému tématu**

- **kognitivní:** žák je schopen definovat sinice, popsat jejich stavbu, vysvětlit, jak probíhá fotosyntéza, vyjmenovat zástupce, porovnat prokaryotické a eukaryotické organismy, žák odvodí ekologické podmínky pro přežití sinic, popíše rozmnožování sinic, uvede příklad využití sinic
- **psychomotorické:** žák je schopen do sešitu nakreslit zástupce sinic
- **afektivní:** žák je ochoten ve vyučovací hodině poslouchat a vnímat

d) **Úlohy**

- **úlohy na kognitivní cíle:**
 - Definuj sinice.
 - Popiš stavbu prokaryotické buňky.
 - Vysvětli průběh fotosyntézy a uveď podmínky a látky nezbytné pro její průběh.
 - Vyjmenuj základní zástupce sinic.
 - Uveď příklad místa výskytu sinic.
 - Vysvětli význam sinic pro život na Zemi.
 - Uveď příklad využití sinic.

- úlohy na psychomotorické cíle:
Nakresli do sešitu zástupce sinic.
- úlohy na afektivní cíle:
Zamysli se nad významem sinic pro vznik života na Zemi.
Zamysli se, proč je fotosyntéza nezbytná pro život na Zemi.
Zamysli se nad příčinami znečištění vod a následným rozvojem toxických sinic.

e) Prostředky

- osnova výkladu: písemná příprava (příloha 5)
Žák si zapíše zápis probrané látky do sešitu za pomoci učebnice. Součástí bude také nakreslený obrázek vybraných zástupců sinic.
- výukové metody
 - klasické výukové metody – metoda slovní (vysvětlování, přednáška, rozhovor)
 - metoda názorně praktická (předvádění, pozorování)
 - metoda dovednostně-praktická (mikroskopování)
 - aktivizující metody – metoda diskuzní
 - komplexní výukové metody – hromadná a frontální výuka
- didaktická technika a pomůcky
 - tabule, projektor, prezentace, učebnice, mikroskop, zkumavky se vzorky

f) Struktura a organizace hodiny

Během vyučovací hodiny se očekává probrání teoretické části o sinicích, praktické pozorování a mikroskopování. Žáci si za domácí úkol za pomoci učebnice vytvoří zápis z dané látky, který bude zkontrolován následující hodinu.

<i>Úvod + motivace</i>	5 min	Organizační záležitosti, zápis do třídní knihy, seznámení žáků s programem hodiny, motivace žáků – bez sinic a fotosyntézy, kterou vykonávají, by na planetě Zemi nevznikl život
<i>Expozice</i>	15 min	Výklad o sinicích doplněný prezentací a obrázky

<i>Fixace</i>	20 min	Ukázka vzorků sinic ve zkumavkách, příprava preparátu, praktické pozorování sinic pod mikroskopem, debata s žáky, otázky kladené žákům v průběhu práce
<i>Aplikace</i>		
<i>Diagnóza</i>		
<i>Závěr</i>	5 min	Závěrečné shrnutí poznatků o sinicích

- Organizační forma – frontální výuka
- Časová náročnost domácí přípravy – 20 min (vypracování zápisu, příprava na písemné opakování)

Příloha 5 – Teoretická příprava na edukační jednotku

Teoretická příprava na edukační jednotku

1. Úvod

Sinice patří mezi bakterie. Mají jednoduchou prokaryotickou buňku, která je ohraničena cytoplazmatickou membránou a čtyřvrstevnou buněčnou stěnou. Na povrchu buněčné stěny se často nachází vrstva slizu, který napomáhá pohybu a brání ztrátám vody. U sinic nikdy nebyly nalezeny bičíky. Uvnitř buňky chybí v porovnání s eukaryotickou buňkou organely. Buňku vyplňuje cytoplazma. Základem je nukleoid neboli kruhovitá molekula DNA, která je nositelkou genetické informace. Dále se v cytoplazmě nachází ribozomy, ve kterých probíhá tvorba bílkovin. Zásobní látky si sinice ukládají v podobě škrobových zrn. Velmi důležitou buněčnou strukturou jsou thylakoidy obsahující zelené barvivo, díky kterému jsou sinice schopné zachytávat energii slunečního záření a fotosyntetizovat. Sinice mají obvykle modrozelenou barvu. Jejich velikost je 1-10 μm .

2. Fotosyntéza

Sinice se vyživují fototrofně – pomocí fotosyntézy. Absorbují sluneční záření a přijímají oxid uhličitý, vodu a minerální látky. Z těchto látek dokáží vyrobit cukry, které jim slouží jako zdroj energie. Přebytečné cukry si ukládají jako zásobní látky v podobě škrobových zrn. Jako vedlejší produkt se uvolňuje kyslík.

3. Stélka

Tělo sinice tvoří stélka, to znamená, že není rozlišeno na kořen, stonek a list jako u běžných rostlin. Stélka může být kokální (kulovitý tvar) nebo vláknitá (protáhlý tvar). Tvar stélky hraje důležitou roli při určování sinic.

4. Rozmnožování

Sinice se rozmnožují nepohlavně. Druhy s kokální stélkou se rozmnožují pomocí prostého dělení nebo sporami. Z buněčné stěny vznikne přehrádka, která buňku náhodně rozdělí na dvě buňky dceřiné. Vláknité sinice se rozmnožují rozpadem vlákna na kratší rozmnožovací fragmenty. Ve vláknu vznikne nekrotická buňka, která odumře a sinici rozdělí.

5. Výskyt

Sinice jsou kosmopolitní, to znamená, že se vyskytují prakticky všude. Snesou i velmi extrémní stanoviště. Nejčastěji žijí ve vodě. Existují jak sladkovodní

druhy, tak i mořské. Dokáží přežít i ve velkých podmořských hloubkách. Dále je můžeme najít na skále, kůře stromů, v horských pramenech, ale i například na ledovci. Mohou také být součástí lišejníků. Jedná se o symbiotický (vzájemně prospěšný) vztah sinice a houby. Houba poskytuje vodu a minerální látky, ze kterých následně sinice vyrobí látky zásobní a poskytne je houbě.

6. Vodní květ

Sinice obsahují jedovaté látky (cyanotoxiny), které mohou být pro člověka nebezpečné. Při přemnožení tvoří na hladině vodní květ. Vodní květ vzniká v létě při vysokých teplotách především na eutrofních vodách (bohaté na živiny). V takové situaci je zakázáno se ve vodě koupat. Může vzniknout alergická reakce nebo může dojít k vážnému poškození zdraví, poškození jater nebo nervového systému.

7. Vývoj

Sinice jsou pro nás také velmi důležité. Díky sinicím se na naší planetě mohly vyvinout všechny ostatní organismy, které potřebují k životu kyslík, včetně nás. Sinice vznikly asi před 3 miliardami let. Byly to první organismy, které byly schopné fotosyntetizovat. Začaly do atmosféry uvolňovat kyslík a díky tomu umožnily vznik všech organismů spotřebovávajících kyslík.

8. Využití

Sinice mají v dnešní době bohaté využití. Ze sinice rodu *Arthrospira* (komerční název *Spirulina*) se vyrábí vitaminové tablety. V některých východních zemích jsou součástí jídelníčku. Látky obsažené v sinicích by se mohly v budoucnu využívat k výrobě protizánětlivých a protirakovinných léků, antibiotik a antivirotik. Kosmická agentura NASA uvažuje o zapojení sinic do jídelníčku kosmonautů, jelikož jsou sinice velmi bohaté na bílkoviny. Některé druhy jsou schopné růst i na Měsíci. Uvažuje se o využití sinic při výrobě biopaliv.

9. Zástupci

Nejčastěji se v našich vodách můžeme setkat se zástupci rodu drkalka, jednořadka nebo růžencovka. Drkalka je charakteristická svým pohybem. Růžencovka je často součástí vodního květu.

Příloha 6 – Písemné opakování

1. Napiš 3 místa, kde se mohou vyskytovat sinice.
2. Sinice se rozmnožují: pohlavně/nepohlavně
3. Napiš jeden příklad využití sinic.
4. Uveď jednoho zástupce sinic.
5. Jak se nazývá tělo sinice?
6. Sinice se vyživují pomocí

Příloha 7 – Autorské řešení písemného opakování

1. Napiš 3 místa, kde se mohou vyskytovat sinice.

rybník, řeka, kaluž, skála, ledovec, oceán, půda, kámen, kůra stromů, ...

2. Sinice se rozmnožují: pohlavně/nepohlavně

3. Napiš jeden příklad využití sinic.

vitaminové tablety (*Spirulina*), součást jídelníčku, v budoucnu protizánětlivé a proti rakovinové léky, biopaliva

4. Uveď jednoho zástupce sinic.

drkalka, jednořadka, růžencovka

5. Jak se nazývá tělo sinice?

stélka

6. Sinice se vyživují pomocí fotosyntézy.