

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

**Sinice a řasy ve výuce a využití makroskopických sinic a řas při
výuce na základních a středních školách**

Diplomová práce

Bc. Aneta Flekalová

Školitel: RNDr. Tomáš Hauer, Ph.D.

České Budějovice 2019

Flekalová, A., 2019: Sinice a řasy ve výuce a využití makroskopických sinic a řas při výuce na základních a středních školách. [Cyanobacteria and algae in the teaching and use of macroscopic cyanobacteria and algae in teaching at primary and secondary schools. Mgr. Thesis, in Czech.] – 72 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation

This thesis is focused on cyanobacteria and algae utilization in teaching at primary and secondary schools.

The theoretical part starts with the description of the Framework Education Programme for primary and secondary schools. There is a part about problems, which can we have during the teaching.

The practical part starts with questionnaires, which focus on teachers (preparation for lessons, sources of information, laboratory classes), students (their favourite field in biology) and the public (knowledge of the topic). The practical part also includes teaching aids – taxonomy, practical use of cyanobacteria and algae and cards with species of macroscopic cyanobacteria and algae, which can help the teachers during the classes or with collecting samples. There is a list of useful websites and suggestions for laboratory classes.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 17. 4. 2019

Bc. Aneta Flekalová

Cíl

Cílem této práce je představit pohled na makroskopické sinice a řasy, které jsme schopni určit pouhým okem, nebo s použitím botanické lupy a jejich využití jako tematického celku ve výuce přírodopisu a biologie na základních školách a víceletých gymnáziích. Obsahem této práce jsou také výukové karty zástupců makroskopických sinic a řas, které obsahují aktuální taxonomické údaje, jejich ekologii, popis, fotografii a případné zajímavosti. Tyto karty jsou využitelné jak v běžné hodině, tak při výuce na seminářích, ale i v rámci botanických vycházek. Součástí této práce jsou také zpracované učební podklady, které mohou vyučující využít a ukázat žákům praktické využití sinic a řas člověkem.

Cílem je zde představit sinice a řasy nejen jako organismy vytvářející vodní květ, ale především jako organismy, které může člověk využívat ve svůj prospěch, a to v rozmanitých oblastech lidské činnosti. V práci najdeme též pracovní list, kde si budou moci žáci ověřit své znalosti, které během učiva získali a učitelé pak znalosti svých žáků.

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své diplomové práce RNDr. Tomáši Hauerovi, Ph.D., za podporu, trpělivé vedení a za čas, který mi věnoval při konzultacích.

Obsah

Úvod	1
Vzdělávací dokumenty	1
Rámcový vzdělávací program (RVP).....	1
Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání a nižší stupeň víceletých gymnázií	2
Rámcový vzdělávací program pro gymnázia	2
Školní vzdělávací program (ŠVP).....	2
Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání a nižší stupeň víceletých gymnázií	3
Školní vzdělávací program pro gymnázia	3
Učebnice	4
Výsledky jednotlivých učebnic podle Kaufnerová & Vágnerová, 2013	6
Učivo o řasách a sinicích	7
Metodika.....	7
Dotazník pro učitele.....	8
Dotazník pro žáky.....	8
Dotazník pro veřejnost.....	8
Výsledky dotazníkového šetření.....	9
Dotazník pro učitele.....	9
Dotazník pro žáky a studenty	12
Dotazník pro veřejnost.....	12
Texty pro učitele.....	14
Systém sinic a řas	14
Praktické využití sinic a řas	15
Způsoby pěstování řas	16
Otevřené reaktory	17

Uzavřené kultivační reaktory.....	18
Heterotrofní kultivace.....	19
Marikultury.....	19
Sklízení biomasy	19
Využití a produkty	20
Potravinářský průmysl.....	21
Obsah látek	22
Kosmetický průmysl.....	24
Čištění odpadních vod	24
Zemědělství	24
Medicína	25
Paliva a spalitelné látky	26
Pracovní listy	28
Pracovní list pro žáky základních škol a víceletých gymnázií	28
Pracovní list pro žáky středních škol a gymnázií	31
Pracovní listy – Řešení	35
Pracovní list pro žáky základních škol a víceletých gymnázií	35
Pracovní list pro žáky středních škol a gymnázií	39
Návrhy na laboratorní úkoly.....	42
Užitečné webové stránky pro učitele.....	43
Výukové karty makroskopických zástupců.....	44
Oddělení Sinice (<i>Cyanobacteria</i>)	44
Oddělení Ruduchy (<i>Rhodophyta</i>)	51
Oddělení <i>Ochrophyta</i>	54
Oddělení Krásnoočka (<i>Euglenozoa</i>).....	57
Oddělení <i>Streptophyta</i>	58

Oddělení Zelené řasy (<i>Chlorophyta</i>)	64
Diskuze	69
Závěr	72
Seznam použitých zdrojů.....	73

Úvod

S učivem o přírodě se člověk setkává po celou dobu svého studia až do maturity. Ať už se jedná o předměty prvouka a přírodověda na 1. stupni základní školy, které jsou vystřídány přírodopisem, vyučovaným na 2. stupni základní školy a nakonec je to předmět biologie, se kterým se žáci setkávají na školách středních. V současnosti se tyto předměty vyučují samostatně na rozdíl od zahraničí, kde bývají součástí většího celku nazvaného science. Tento model můžeme najít i na některých vybraných školách v České republice, ale jedná se především o školy s alternativní výukou (Pavlasová, 2013).

Sinice a řasy tvoří důležitou část vodních i terestrických ekosystémů. Ačkoliv se jedná o poměrně dobře dostupný materiál, na přítomnost některých zástupců jsou žáci často upozorňováni – například výskyt vodního květu, netvoří toto téma důležitou část praktických cvičení. Důvodů může být hned několik – nedostatek času ve výuce, souvislost můžeme hledat i v období, kdy se toto téma vyučuje – období vegetačního klidu a s tím související omezené možnosti zisku živých vzorků. Často se můžeme setkat i s neznalostí učitelů (Nolčová & Vágnerová, 2016). Někteří učitelé, zejména starších generací, používají při výuce zastaralý systém sinic a řas, neaktualizují své poznámky a oporu nemusejí vždy najít ani v používaných učebnicích.

Vzdělávací dokumenty

Rámcový vzdělávací program (RVP)

Rámcové vzdělávací programy tvoří závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů škol všech oborů vzdělávání od předškolního věku po ukončení středoškolského vzdělání. Patří sem také vzdělávání v základním uměleckém a jazykovém směru. V České republice byly zavedeny zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). Tento zákon byl novelizován v roce 2015 pod č. 82/2015 Sb. Tento dokument stanovuje zejména konkrétní formy, cíle, délku a obsah vzdělávání a to jak všeobecného tak odborného, atd. Musí odpovídat nejnovějším poznatkům vědních disciplín, jejichž základy a praktické využití má zprostředkovat (Národní ústav pro vzdělávání, 2019). Na základě těchto dokumentů si školy vytvářejí své vlastní školní vzdělávací programy (ŠVP).

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání a nižší stupeň víceletých gymnázií

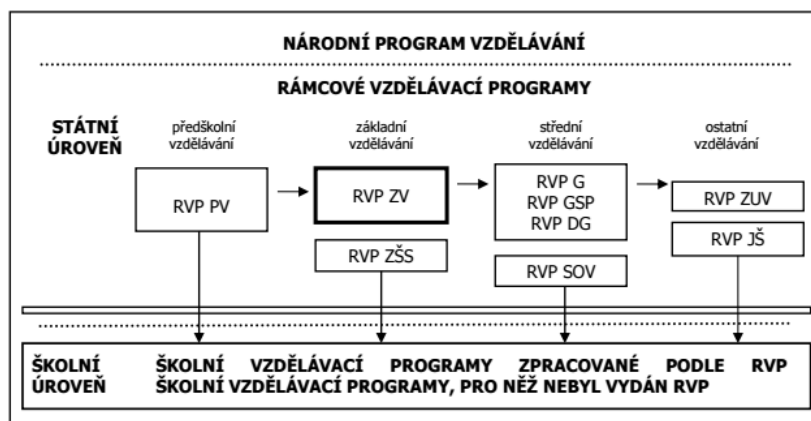
Předmět Přírodopis je zařazen ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Učivo o řasách najdeme v části Biologie rostlin. Řasy jsou zde zmíněny jako součást systému rostlin, kde by žák měl být schopen poznat a zařadit dané zástupce běžných druhů. Učivo o sinicích je zařazeno do celku Obecná biologie a genetika. Pojem sinice zde však není konkrétně uveden. S učivem o řasách se ještě setkáme v rámci tématu Environmentální výchova v okruhu Ekosystémy, kde se objevuje pojem mořské řasy (Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2017).

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Předmět Biologie je rozdělen do několika tematických celků. Učivo o řasách je součástí celku nazvaného Biologie rostlin. Pojem řasy se zde konkrétně nevyskytuje, pouze v části očekávané výstupy je bod, kdy by měl být žák schopen porovnat vlastnosti stélkatých a cévnatých rostlin. Pojem sinice zde není konkrétně uveden. Témata budou pravděpodobně probírána v rámci celků Obecná biologie a genetika, Biologie hub: lišejníky, Základy ekologie: organismy a prostředí (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 2017).

Školní vzdělávací program (ŠVP)

Tyto programy musejí svým obsahem odpovídat RVP. Obsah může být uspořádán buď do předmětů, nebo do jiných ucelených částí učiva. Tyto programy jsou ve svém obsahu konkrétnější než RVP. Tyto programy vydává ředitel školy nebo školského zařízení. Zároveň musí být zveřejněny na přístupném místě buď ve škole, nebo ve školském zařízení. Do těchto programů může nahlédnout každý. Je možné z nich pořizovat výpisy nebo si pořídit jeho kopii (Národní ústav pro vzdělávání, 2019).



Obrázek 1: Systém kurikulárních dokumentů. RVP PV – Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání; RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání; RVP ZŠS – Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání základní škola speciální; RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia; RVP GSP – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia se sportovní přípravou; RVP DG – Rámcový vzdělávací program pro dvojjazyčná gymnázia; RVP SOV – Rámcové vzdělávací programy pro střední odborné vzdělávání; RVP ZUV – Rámcový vzdělávací program pro základní umělecké vzdělávání; RVP JŠ – Rámcový vzdělávací program pro jazykové školy s právem státní jazykové zkoušky.
 Zdroj: <http://www.pedagogicke.info/2017/01/ramcovy-vzdelavaci-program-pro.html>

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání a nižší stupeň víceletých gymnázií

Co se týká ŠVP určených pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií, jsou jednotlivé programy ze 40 škol, které jsem měla možnost porovnat, velmi podobné. Tato problematika spadá do tematických celků Biologie rostlin a Základní struktura života - buňka. Zároveň se zde žáci učí základy praktického poznávání přírody jako je například práce s mikroskopem a určovacími klíči. Hodinová dotace přírodopisu činí 2 hodiny týdně, učivu o sinicích bývá zpravidla věnovaná 1 hodina výuky, učivu o řasách pak 2 hodiny výuky. Na některých školách bývají sinice a řasy též součástí učiva 7. ročníků, kdy jsou věnovány zmínky v rámci opakování učiva 6. ročníku. Laboratorní úkoly se tomuto tématu z časového hlediska příliš nevěnují. Zmínky o řasách a sinicích můžeme též najít i v rámci učiva ekologie.

Školní vzdělávací program pro gymnázia

ŠVP určené pro výuku na středních školách zařazují učivo o sinicích do tematického celku učiva o buňce a Biologie bakterií. Výuka řas pak spadá do celku Biologie rostlin. Hodinová dotace výuky v 1. ročníku činí 2 hodiny týdně. Následně jsou tato témata předmětem výuky biologických seminářů, což jsou volitelné předměty ve 3. a 4. ročníku. V rámci 3. ročníku se jedná o laboratorní cvičení, která jsou věnovaná především mikroskopickým zástupcům a ve 4. ročníku se zaměřují na opakování a přípravu k maturitní

zkoušce. Biologické semináře mají dotaci 2 hodiny týdně a pro zájemce o biologii jsou ideální možností jak si prohloubit znalosti a vyzkoušet si více praktických dovedností. Součástí těchto seminářů bývají i botanické exkurze a vycházky. Tyto vycházky se však více věnují problematice poznávání rostlin a stromů než možnostem pozorování sinic a řas v přirozeném prostředí.

Učebnice

K výuce na základních školách i gymnáziích je možno využít mnoho dostupných materiálů. Patří sem dostupné učebnice, ale i materiály, které je možné stáhnout z internetu ve formě učebních textů. Právě k materiálům v elektronické formě se dnes uchyluje čím dál více pedagogů a mohlo by se zdát, že význam klasických učebnic pomalu ustupuje a bývají pouze pomůckou, která je použita k usnadnění výběru učiva a ne už tím hlavním materiálem pro přípravu hodiny. Jelemenská (2008) však poukazuje na to, že učebnice jsou klíčové v úspěšnosti vzdělávání. Právě učebnice patří mezi nejdůležitější prostředky výuky, a to jak pro učitele během plánování výuky, tak i pro žáky během domácí přípravy. Peter Gavora ve své knize *Žiak a text* (1992) rozděluje části učebnic do dvou skupin - výkladová a nevýkladová složka. Výkladová složka žákovi podává, vysvětluje a komentuje nové učivo. Nevýkladová složka žákovi pomáhá osvojovat si učivo, usměrňuje a podněcuje jeho poznávací činnost. Podobným způsobem můžeme rozdělit učebnice, které jsou předmětem zkoumání, a to na učebnice výkladové – použité ve výuce a dále učebnice zaměřené na shrnutí učiva dané problematiky, které jsou ve většině případů určeny maturantům z biologie a uchazečům o studium biologie a podobných oborů na vysokých školách.

Přeměna poznatků týkajících se řas a sinic do podoby, která by byla smysluplná a pro žáky přehledná, navíc v poměrně omezeném rozsahu učebnic je velmi náročná. Během této transformace může docházet k řadě nepřesností a občas se vyskytujícími chybám. Pro učitele může v této situaci nastat problém, protože k odhalení některých nepřesností je zapotřebí praktických zkušeností z oboru a nemusí být tak schopni opravit znění v souladu se současným vědeckým poznáním (Brabcová, Vodová & Hvězdová, 2018).

Výzkumy učebnic byly u nás zahájeny v 70. letech minulého století a poměrně intenzivně se rozvíjely až do roku 1989. Pro veškeré učebnice existovalo pouze jedno

nakladatelství – Státní pedagogické nakladatelství. Po roce 1989 výzkum učebnic stagnoval, objevovala se nová témata a také došlo k rozvoji elektronických médií. Klasické učebnice se začaly jevit jako nepřiliš moderní. Z iniciativy prof. Maňáka však nastal návrat k výzkumu učebnic. Tento výzkum se stal i tématem několika prací. Asi největší zájem se soustředí na měření parametrů textu učebnic. K tomuto měření existují ověřené postupy a lze je tedy aplikovat na učebnice různých předmětů, ročníků a druhů škol (Průcha, 2008). Je důležité učebnice přezkoumávat a hodnotit, aby se jejich kvalita zvyšovala (Jelemenská, 2008). V České republice je pouze několik institucí, které se zabývají hodnocením kvality učebnic (Hrabí, 2007). Knecht a Janík (2008) uvádějí, že v současnosti probíhá na několika univerzitách v České republice výzkum, který se hodnocením učebnic zabývá.

Je více způsobů, jak se dají učebnice zkoumat. Můžeme se soustředit na didaktickou vybavenost učebnic, vzájemnou odlišnost učebnic určených pro stejný ročník a typ školy, obtížnost textu atd. (Knecht & Janík 2008). Pro hodnocení obtížnosti učebnic se velmi často používají dotazníky. Jejich adresáti jsou především žáci a učitelé, občas rodiče. Jeden z možných postupů nalezneme v práci Hrabí (2007). Výzkum se uskutečnil na deseti městských základních školách na Olomoucku. Dotazníky byly předány žákům 6. až 9. ročníku a učitelům koncem školního roku, kdy ještě měli k dispozici učebnice. Celkem bylo osloveno 1 240 žáků a 22 učitelů. Otázky pro žáky se soustředily na jejich zájem o přírodopis, na část učiva, která je nejvíce zajímala, které učivo vůbec nepochopili, které pochopili obtížně, zda jim pomohly obrázky a fotografie k pochopení učiva, pochopení grafů a diagramů, známka z přírodopisu a další dotazy – chlapec x dívka, věk, třída. Dotazníky byly zpracovány jednotlivě pro ročníky a pak souhrnně pro každou školu. Pro učitele byly dotazníky podobné – lišily se pouze v několika bodech, které se týkaly charakteristiky obtížnosti učiva a učebnic pro jednotlivé ročníky, zda by udělali nějaké změny, přiměřenost odborných výrazů v učebnicích, srozumitelnost, návrhy a připomínky. Z výsledků vyplynulo, že v 6. a 7. ročníku je zájem o přírodopis poměrně vysoký. V 6. ročníku je pro žáky nejvíce zajímavé učivo „Mnohobuněčné organismy“ (79,80 %), nejméně celek „Země a život“ (15,30 %). V 7. ročníku žáky nejvíce zajímal tematický celek „Ptáci“ (61,24 %), nejméně „Nahosemenné rostliny“ (16,28 %). Žáci 6. až 9. ročníku uvedli, že obrázky a fotografie jim pomohly pochopit látku, naopak jim dělalo problémy pochopení některých grafů a schémat. Z dotazníku pro učitele bylo velice zajímavou částí zhodnocení učebnic, podle kterých učí.

nakladatelství	text	grafická informace	různé připomínky
JINAN	častá dlouhá souvětí	častá málo přehledná schémata	v učebnici pro 8. roč. vloženy některé kapitoly dvakrát
NOVÁ ŠKOLA	nedostatečně výstižný	vhodná	existují jen učebnice pro 6. a 7. roč.
PRODOS	častá dlouhá souvětí, mnoho odborné informace	častá náročná schémata i jiné obrazové zdroje	
SCIENTIA	vhodně zpracovaný	vhodná	nekvalitní vazba
SPN	vhodně zpracovaný	vhodná	

Tabulka 1: Kvalita ztvárnění učebnic přírodopisu různých nakladatelství.

Zdroj: Hrabí, L.(2007): Názory žáků a učitelů na učebnice přírodopisu.

Jednou z dalších prací, která se zabývala hodnocením učebnic, je ta od Kaufnerové a Vágnerové z roku 2013. Zaměřila se na 10 učebnic – 7 pro základní školy a 3 pro střední školy. Jednalo se pouze o učebnice schválené MŠMT ČR. Součástí hodnocení byly též RVP pro základní školy (oblast Člověk a příroda, vzdělávací obor Přírodopis) a pro gymnázia (oblast Člověk a příroda, vzdělávací obor Biologie). Sledovány byly pojmy sinice a řasy, nižší rostliny a jim podobné. Dále pak aktuální postavení sinic a řas v systému a též rozšiřující informace o jednotlivých skupinách včetně charakteristik významných zástupců. V učebnicích pro základní školy se informace jevily jako velmi zjednodušené, nicméně vzhledem k věku žáků je to pochopitelné. Avšak by nemělo v těchto učebnicích docházet k chybám či nepřesnostem.

Výsledky jednotlivých učebnic podle Kaufnerová & Vágnerová, 2013

Obecně lze říci, že zkoumané učebnice postrádají zmínky o praktickém využití řas a sinic, více zástupců a jejich ekologii. Často se zejména ve starších učebnicích setkáme s názvy zástupců, kteří svůj český název ani nemají. Autorky jako důvod uvádějí, že názvy v těchto učebnicích pocházejí ze starších publikací, kde si tyto názvy vytvořili jejich autoři pro své potřeby. Dalším nedostatkem jsou dle autorek zobrazování zástupci bez ohledu na jejich výskyt či dostupnost pro učitele, zároveň to mohou být zástupci, kteří postrádají charakteristické znaky pro svoji skupinu. Velkým problémem je i způsob zařazení organismů do systému. Větší důraz na systém bychom měli nalézt v učebnicích pro střední školy. Z hlediska použitých zástupců jsou i tyto učebnice srovnatelné s těmi pro základní školu. Zároveň jsou na tom o něco lépe, co se týká rozdělení do systému i tento systém je však

zastaralý. Jak již bylo zmíněno, učivo o sinicích a řasách nebývá příliš oblíbeným tématem. Jelikož většina informací, které žáci získají, pochází z učebnic, je důležité provádět jejich revize a hledat chyby v učebních textech jak v učebnicích pro základní, tak i pro střední školy (Kaufnerová & Vágnerová, 2013).

Učivo o řasách a sinicích

Nabídka učebnic zabývajících se tématem sinic a řas je rozsáhlá, což může značně ztížit výběr té vhodné. S doložkou MŠMT je k dispozici 36 učebnic přírodopisu pro ZŠ, z toho 8 týkající se učiva pro 6. ročník. Pro střední školy a gymnázia je to 6 učebnic. Podle Knechta (2007) je jedním z důvodů velký počet nakladatelství a podobná kvalita učebnic. Též se v dnešních učebnicích klade důraz na grafické zpracování, které však nemusí nutně znamenat kvalitu. Jedním z možných východisek, které může pomoci je doložka Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (www.msmt.cz). Aby učebnice tuto doložku získala, musí být v souladu s cíli stanovenými školským zákonem, využívá tematických okruhů průřezových témat k rozvoji osobnosti žáka vymezených rámcovými vzdělávacími programy a směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků (MŠMT, 2013).

Metodika

V rámci průzkumu výuky sinicové a řasové tematiky byl vypracován dotazník, který měl za cíl zmapovat druhy učebnic, které se ve výuce používají a jejich hodnocení, které poskytli učitelé. Dotazník se také zaměřil na způsob přípravy učitelů na výuku, zdroje, které používají, ptal se na laboratorní cvičení a také se zde učitelé mohli vyjádřit k návrhu vypracovaných příprav na hodinu, které by jim poskytly oporu pro výuku a doplňující informace, které se v učebnicích buď nevyskytují, nebo jsou vzhledem k roku vydání učebnice zastaralé. Další část dotazníku směřovala na žáky 9. ročníků základních škol a 3. ročníků gymnázií, kde se měli vyjádřit k oblíbené části učiva biologie. V rámci průzkumu byl vypracován ještě jeden dotazník, který byl určen veřejnosti, a jeho cílem bylo zjistit, jaké jsou znalosti rozdílných věkových skupin a zda se jejich odpovědi budou nějakým způsobem shodovat.

Dotazník pro učitele

Vyplněný dotazník odevzdalo celkem 50 učitelů ze základních škol a víceletých gymnázií.

1. Jaké učebnice používají Vaši žáci ve výuce?
2. Jaký máte názor na tyto učebnice?
3. Používáte k přípravě na vyučování pouze tyto učebnice, nebo čerpáte i z jiných zdrojů? Pokud ano, prosím, uveďte hlavní zdroj, který používáte.
4. Doplnujete výuku o sinicích a řasách laboratorními cvičeními?
5. Uvítali byste zpracované téma sinice a řasy, včetně aktuálního systému, obrázků, způsobu využití apod.?

Dotazník pro žáky

Celkem bylo osloveno 500 žáků ze základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií. Z vyššího stupně gymnázií odpovídalo 500 žáků.

- Z nabízených možností prosím zakroužkujte Vaše nejoblíbenější téma předmětu v rámci hodin přírodopisu/biologie.
 1. Obecná biologie (viry, bakterie, buněčná stavba, sinice)
 2. Zoologie
 3. Botanika (houby, lišejníky, rostliny, řasy)
 4. Biologie člověka
 5. Geologie (pouze pro ZŠ)
 6. Genetika (pouze pro SŠ)

Dotazník pro veřejnost

Dotazník vyplnilo 100 lidí z různých věkových skupin. Měli uvést svůj věk, nejvyšší dosažené vzdělání a povolání. Nikdo z nich nepracoval ve školství jako učitel přírodopisu/biologie ani jako vědeckých pracovník v příbuzných oborech.

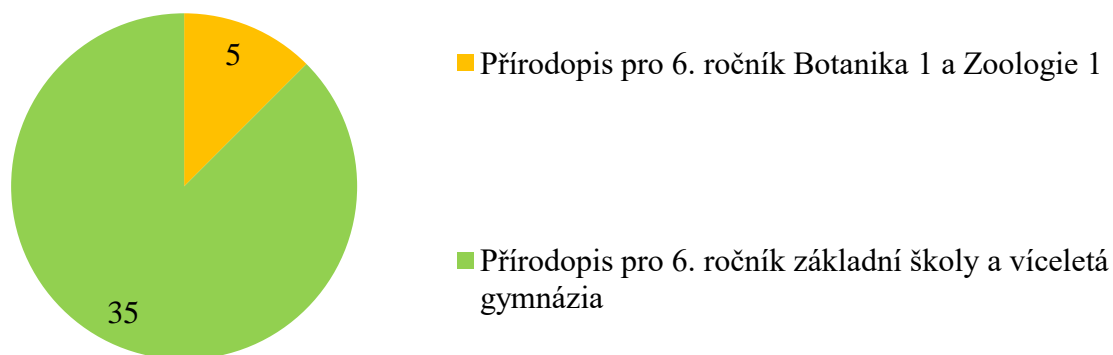
- Ve kterém prostředí byste hledali sinice a řasy?
- Mají podle Vás řasy a sinice praktické využití?

Výsledky dotazníkového šetření

Dotazník pro učitele

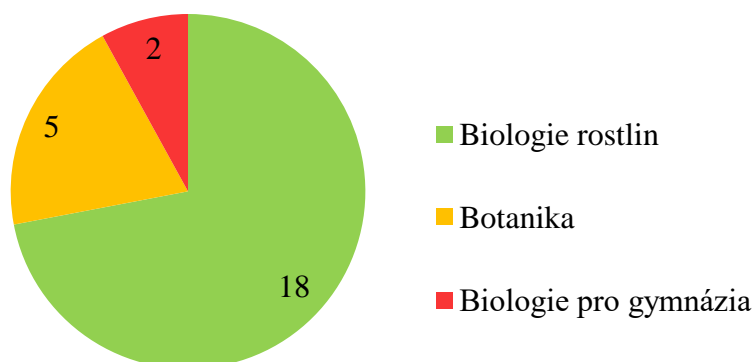
1. Používané učebnice

Základní školy a nižší stupně víceletých gymnázií



Graf 1: Učebnice používané na základních školách a nižších stupních víceletých gymnázií.

Vyšší stupeň gymnázií



Graf 2: Učebnice používané na vyšších stupních gymnázia.

2. Názor učitelů na učebnice

Základní školy a nižší stupně víceletých gymnázií

- **Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázií** (Čabradová et al., 2003)

Většina učitelů je s obsahem spokojená. Pozitivně hodnotí grafické zpracování učebnice, doplňující otázky a závěrečné shrnutí. Někteří učitelé hodnotí text jako nepřehledný, který nepřináší žákům ucelenou představu o problematice. Učebnice je doplněna pracovním sešitem, který si žáci kupují.

- **Přírodopis pro 6. ročník, Botanika 1 a Zoologie 1.** (Maleninský et al., 2004)

V této učebnici je kladně hodnocen rozsah učiva a též grafické zpracování. Negativně je hodnocena skladba některých částí textu, které působí zavádějícím dojmem, někteří učitelé poukazují na nepřesnosti v textu.

V rámci odpovědí na dotazník 3 učitelé uvádějí jako další učebnici Ekologický přírodopis (Kvasničková et al.; 2002), který se využívá pro učivo ekologie. Žákům jsou jednotlivé pasáže představeny, nicméně učebnice funguje jako doplňující a žáci k ní nemají přístup. Proto není tato učebnice součástí grafu.

Vyšší stupně gymnázií

V porovnání s učebnicemi pro základní školy obsahují ty pro střední školy více informací a celkově je rozsah učiva mnohem větší, což je pochopitelné vzhledem k věku žáků i vzájemným srovnáním ŠVP.

- **Biologie rostlin** (Jakrllová et al., 2008)

Tato učebnice je hodnocena velice kladně především obsahově. Učitelé by uvítali barevné obrázky.

- **Botanika** (Kubát et al., 2003)

Tato učebnice není tolik používaná jako Biologie rostlin. Učitelé oceňují kapitolu Systém a evoluce řas. Líbí se jim zpracování, které hodnotí jako přehledné a přiměřeně obsáhlé.

Učebnice je napsána přehledně a dle hodnocení dotazovaných učitelů patří k jedné z lepších učebnic, které jsou k dispozici pro výuku botaniky. Uvádějí ji jako pomůcku při přípravě hodin biologie a doporučují ji studentům, kteří se chystají k maturitě z biologie a také pro přípravu k přijímacím zkouškám na vysoké školy.

- **Biologie pro gymnázia** (Jelínek et al., 2006)

Tato učebnice se v dotazníku objevila jako doplňující k učebnici Biologie rostlin. Kladně hodnocená je zde především barevná příloha. Z hlediska zpracování však učitelé upřednostňují Biologii rostlin.

Učebnice se využívá po celou dobu studia biologie na čtyřletém gymnáziu. Jsou zde uvedeny všechny okruhy učiva, procvičovací úkoly a laboratorní cvičení. Součástí učebnice je barevná obrazová příloha. Všichni z dotazovaných učitelů ji mají k dispozici a používají ji v rámci příprav na hodiny.

Z pohledu vyučujících je nejlepší učebnicí pro výuky sinic Biologie buněk (Závodská, 2006) a pro výuku řas Botanika (Kubát a kol., 2003). Mezi kladně hodnocené učebnice patřila též Biologie rostlin (Jakrllová a kol., 2008), ve které však někteří z učitelů považovali určité kapitoly za nepřehledné. Tato učebnice je však dle dotazníku nejpoužívanější.

3. Příprava na výuku

V rámci přípravy na vyučování se hodně projevil věk učitelů, kteří dotazník vyplňovali. Starší učitelé s dlouholetou praxí (věková skupina 55 a více let) a hotovými přípravami obvykle používají pouze učebnice, které jim dává škola, nebo pro doplnění informací využijí jinou knihu. U mladších učitelů převažuje jako hlavní zdroj internet. Nejoblíbenějším zdrojem informací je Wikipedie, která jasně dominuje. Dalším oblíbenými zdroji jsou vypracované pracovní listy a přehledy, které jsou dostupné na stránkách jiných škol.

4. Laboratorních cvičení zaměřené na sinice a řasy se na základních školách prakticky nevyskytuje. Na středních školách obsahem seminářů, ale bývá cíleno na mikroskopické zástupce.
5. Všichni z dotazovaných učitelů by zpracované téma uvítali a určitě by ho zařadili do svých hodin. Zájem mají především o aktuální systém sinic a řas a také o jejich praktické využití v různých odvětví lidské činnosti.

Dotazník pro žáky a studenty

- Základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií
 - zoologie (55 %)
 - obecná biologie (20 %)
 - biologie člověka (15 %)
 - **botanika** (10 %)
 - geologie (0 %)
- Vyšší stupeň gymnázií
 - biologie člověka (75 %)
 - zoologie (10 %)
 - obecná biologie (8 %)
 - **botanika** (5 %)
 - genetika (2 %)

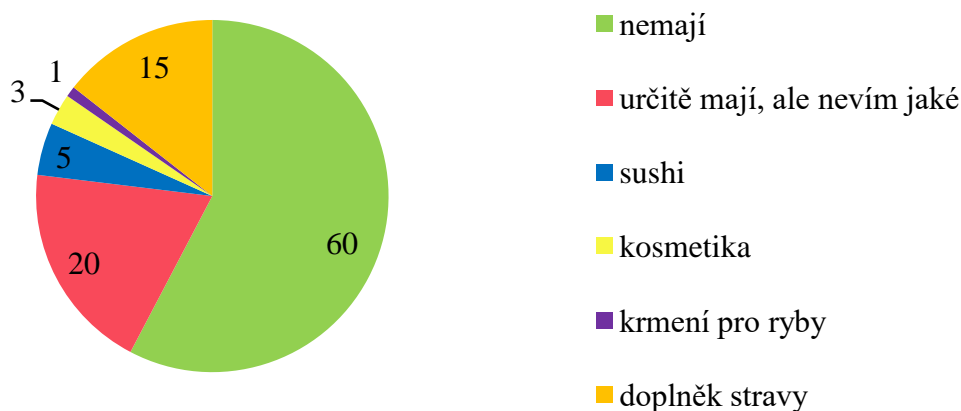
Z odpovědí vyplývá, že učivo o řasách nepatří zrovna k oblíbeným tématům z učiva přírodopisu/biologie. O něco lépe dopadlo učivo o sinicích, které je zařazeno do tématu obecná biologie, zde však můžeme o oblíbenosti zapochybovat kvůli přítomnosti učiva o virech a bakteriích, které bývá zejména pro mladší žáky atraktivní.

Dotazník pro veřejnost

Na otázku týkající se výskytu řas a sinic se v dotazníku vyskytovala pouze jediná odpověď bez rozdílu věku a to:

- voda

Možnosti praktického využití se již lišily a to i v závislosti na věku dotazovaných.



Graf 3: Mají podle Vás řasy a sinice praktické využití?

Z výsledků můžeme usoudit, že dotazované mohly ovlivnit informace, které se o sinicích a řasách vyskytují na veřejnosti nejčastěji, a to v souvislosti s výskytem vodního květu a možností koupání.

Pokud se zaměříme na druhou otázku, odpovědi byly rozmanitější a výsledky můžeme rozdělit podle věku dotazovaných, ale i podle jejich povolání či volnočasových aktivit.

- 60 z dotazovaných se domnívá, že tyto organismy nemají praktické využití. Opět můžeme použít vysvětlení související s výskytem vodního květu a jeho „škodlivosti.“ V této skupině se nacházely všechny věkové kategorie, nejvíce zastoupena byla kategorie se základním vzděláním.
- 20 z dotazovaných především z věkové skupiny mezi 20 až 45 let odpovědělo, že se využití najde, ale neví přesně jaké. Tito lidé měli středoškolské vzdělání s maturitou a vysokoškolské.
- 15 z dotazovaných užívá různorodé doplňky stravy. V této skupině by se dala rozdělit na dvě poloviny: té první dominovali lidé důchodového věku, kteří je mají doporučené od svého lékaře. Druhou polovinu tvořili lidé mezi 30 – 50 lety, vyznávající zdravý životní styl, kteří je užívají jako „vitaminy.“

- 5 z dotazovaných uvedlo, že znají řasu pro přípravu sushi. Zde se jednalo o věkovou skupinu mezi 20 a 35 lety.
- 3 z dotazovaných uvedli využití řas v kosmetických přípravcích. Zde se jednalo pouze o ženy. Jedna z těchto žen pracuje jako kosmetička.
- 1 z dotazovaných uvedl možnost využití jako krmení pro ryby. Jedná se o muže, jehož zálibou je rybaření.

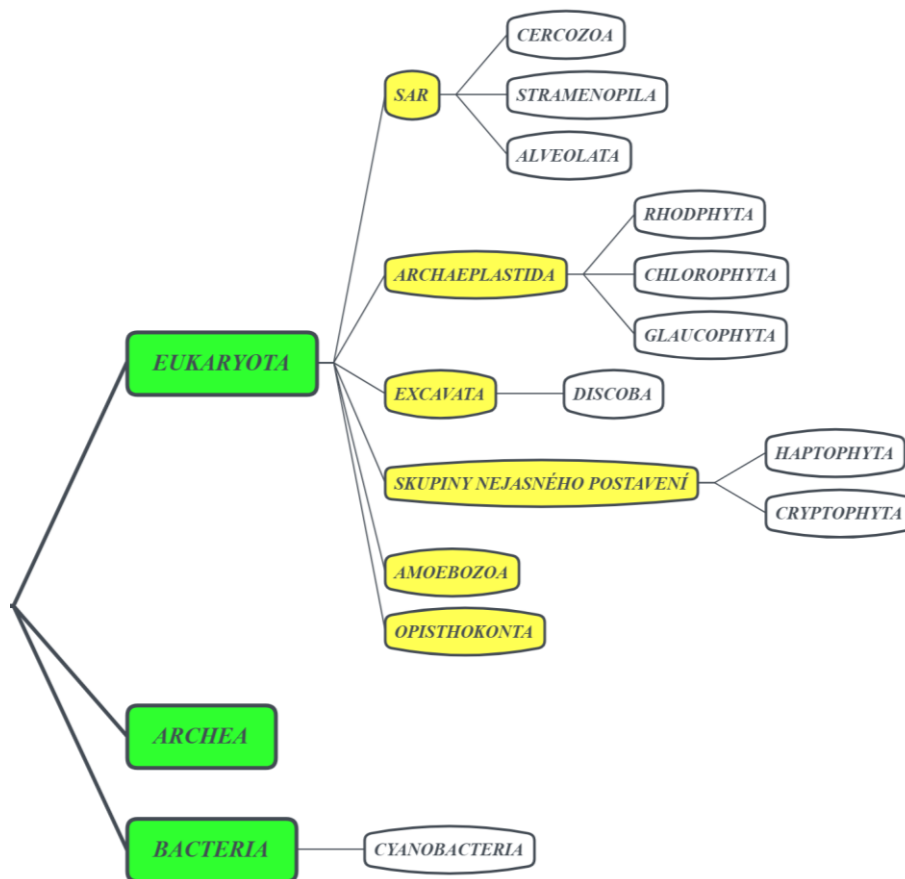
Obecně by se dalo říct, že stále převládá názor, že řasy ani sinice se nadají využít a jejich přínos pro život člověka je spíš negativní.

Texty pro učitele

Tato část diplomové práce je věnovaná textům, které mohou učitelé využít při přípravě na výuku. Nachází se zde aktuální taxonomický systém sinic a řas. Využití těchto organismů v praktickém životě, výukové karty pro makroskopicky poznatelné řasy a sinice, které mohou být využity jak v hodině, tak i při přípravě botanických vycházek, ale i jako pomůcka pro učitele, kteří by chtěli svým žákům přinést do hodiny některé zástupce ukázat.

Systém sinic a řas

Taxonomický systém je neustále přepracováván, nicméně změny v odděleních a třídách, které jsou ve výuce nejvíce používány, již v podstatě skončily (Kaštovský & Jurán, 2016). Co se historického zařazení týká, tak do roku 1990 se využívalo 6 říší - *Eubacteria*, *Archaeobacteria*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae* a *Animalia*. Od roku 1990 se organismy dělí na *Bacteria*, *Archaea* a *Eukarya*. Tento systém se dá najít především ve starších učebnicích biologie, ke kterým se studenti mohou snadno dostat, například při nákupu učebnic od starších studentů. Sinice se kdysi zařazovaly mezi řasy, kvůli schopnosti fotosyntézy, kde měly vlastní skupinu *Cyanophyta*. Tento systém byl změněn s objevením prokaryotické buňky u sinic a ty se potom zařadily mezi bakterie a získaly nový název *Cyanobacteria* (Kubišta, 2000). Klasifikace řas je také zajímavá. Ve starších učebnicích například Jelínek & Zicháček (2004) jsou součástí rostlin, jako nižší rostliny. Dnes nejsou součástí pouze jediné říše *Plantae*. Kalina & Váňa (2005) patří řasy do tří říší: *Protozoa*, *Chromista* a *Plantae*.



Obrázek 2: Taxonomický systém sinic a řas podle Adl et al. 2012, upraveno.

Praktické využití sinic a řas

Makrořasy i mikrořasy jsou ve světě využívány v potravinářském, farmaceutickém, kosmetickém i chemickém průmyslu. Díky neustále se rozrůstající lidské populaci roste i potřeba hledání alternativních zdrojů potravy, pohonných hmot, aj. Problémy nastávají jak v hledání kvalitní zemědělské půdy a zdroji potravin, tak i z důvodů postupného vyčerpávání zdrojů ropy a zemního plynu. Proto se hledají jiné způsoby, jak tyto látky nahradit. Jako perspektivní se jeví využití sinic a řas díky širokému spektru výhod, které sebou jejich pěstování přináší. Patří sem například i fakt, že ke svému růstu nepotřebují ornou půdu, jsou zdroji mnoha metabolitů, jako jsou alkaloidy, sacharidy, vitamíny, minerály, aj., které mohou být využity na poli biotechnologií, ale své využití naleznou i toxiny, které tyto organismy produkují, a to v zemědělství jako fungicidy, herbicidy, apod. (Sing et al., 2017).

Způsoby pěstování řas

Mikro- i makrořasy mohou žít téměř kdekoliv, kde je dostatek slunečního záření a vhodných živin. Mezi abiotické faktory patří síla a kvalita osvětlení, teplota, koncentrace živin, kyslíku, pH, minerální složení a samozřejmě i množství toxických látek. Mezi biotické faktory potom patří viry, houby, bakterie, ale i konkurence jiných řas (Varfolomeev&Wasserman, 2010). Chceme-li řasy pěstovat uměle, je nutné tyto podmínky, co nejlépe napodobit a zlepšit. Jako zdroj světla je nejlepší využít sluneční záření. Bohužel zde nastává problém, jelikož sluneční záření není po celý den stejně intenzivní, stejně tak se mění v průběhu sezóny. Z tohoto důvodu se pěstují především ve slunných oblastech, případně je sluneční záření nahrazeno umělým zdrojem. Výhodou je možnost regulace a nepřetržitého svitu, nevýhodou pak energetická spotřeba. Výběr vhodného světla je také velice důležitý, protože se liší v závislosti na druhu pěstovaných řas a barvivech, které obsahují. Při kultivaci je třeba poskytnout řasám i vhodné médium, ve kterém mohou růst. Toto médium by mělo mít určité pH, obsahovat zdroj dusíku (dusičnany, amoniak, příp. močovina), zdroj uhlíku (CO_2 , CO_3^{2-} , HCO_3^-), zdroj fosforu (nejčastěji ve formě PO_4^{3-}), základní ionty: K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- ; vitamíny, mikroprvky a celkový obsah solí by měl být určený původním prostředím řasy.

Mezi hlavní makroprvky patří: uhlík, vodík, dusík (důležitý pro mimo jiné produkci aminokyselin, nukleotidů, chlorofylů, fykobilinů), kyslík, fosfor (důležitý pro mimo jiné produkci ATP, DNA a fosfolipidů), vedlejší makroprvky tvoří: síra (některé aminokyseliny, nitrogenázy, lipidy thylakoidů, CoA, karagenan, agar, DMSP, biotin), vápník, hořčík (chlorofyl), sodík (NO_3^- reduktáza), draslík (osmotická regulace, kofaktor pro velké množství enzymů), železo (ferredoxin, cytochromy, nitrogenáza, NO_3^- a NO_2^- reduktáza, kataláza, syntéza glutamátu 1). Mezi mikroprvky patří kobalt, zinek, křemík (schránky rozsivek, kostry silikoflagelátů, šupiny a cysty zlatívek), molybden, mangan (součást kyslík produkujícího komplexu ve fotosystému II), měď, vanad, selen (Markou et al., 2014).

Ke kultivaci řas můžeme využít otevřené kultivační systémy, uzavřené kultivační systémy – bioreaktory, heterotrofní kultivace, marikultury makroskopických řas.

Otevřené reaktory

Existují dva základní typy těchto systémů. Jedná se buď o jednoduché bazénky, nebo bazénky s vytvořeným prouděním. Výhodou jednoduchých bazének je, že jsou oproti ostatním poměrně levné a nijak náročné na údržbu. Nevýhodou je naopak malá kontrola kultivačních podmínek, malá produktivita, snadná kontaminace a limitace výběrem druhů. Toto platí obecně pro všechny otevřené systémy pro kultivaci. Bazénky s vytvořeným prouděním mohou být využívány kontinuálně. Jejich nevýhodou je velký poměr plocha/objem a také energetické nároky. Řasy uvnitř jsou promíchávány pomocí lopatkového kola. Během dne jsou do nádrže přidávány potřebné živiny. Je zde obtížné ovládat podmínky, za kterých se vyvíjejí řasy, neboť jsou citlivé z hlediska kontaminace jinými mikroorganismy nebo změnou prostředí uvnitř nádrže. Jednou z možností jak zabránit kontaminaci mikroorganismy je pěstování organismů preferujících specifické podmínky, jako způsobu udržení dominance specifického druhu řas (Masojídek et al., 2016). Takto se pěstují například řasy rodů *Limnospira* (nově ustavený rod pro masově pěstované druhy dříve řazené do rodu *Arthrospira*) nebo *Dunaliella*.

Dalším typem je plošinový fotobioreaktor, mezi jehož výhody patří velká osvětlená plocha, je využitelný pro venkovní kultivace, dobrá produkce biomasy, je relativně levný a nenáročný na údržbu. Nevýhodou je složitá kontrola teploty kultury a hydrodynamický stres pro některé druhy (Masojídek et al., 2016).



Obrázek 3: Otevřené kultivační systémy. Jednoduchý bazének (vlevo) Yaeyama, Japonsko.

Bazének s prouděním (vpravo) Hainan, Čína.

Zdroj: <http://www.algaeindustrymagazine.com/special-report-spirulina-part-5-development-of-a-spirulina-industry-production>



Obrázek 4: Plošinový typ

Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Flat-plate-photobioreactors-Left-panel-glass-plates-packed-into-a-compact-unit-Right_fig2_266211232

Uzavřené kultivační reaktory

V těchto typech reaktorů se mikrořasy kultivují za kontrolovaných podmínek. Tyto reaktory jsou sestaveny z řady plastových nebo skleněných trubek či desek vodorovných nebo svislých, kde se médium pohybuje. Existuje několik typů těchto reaktorů. Jedním z nich je vertikální sloupcový fotobioreaktor. Mezi jeho výhody patří velké množství biomasy, které se zde dá pěstovat, míchání, nízká spotřeba energie, jednoduchá sterilizace a redukce fotoinhibice. Nevýhodou je malá ozářená plocha a náročná konstrukce (Masojídek et al., 2016).

Obecně je tento typ kultivačních systémů výhodnější oproti otevřeným systémům z hlediska velmi nízké ztráty vody, vyšší produkce na jednotku objemu, možnosti sterilní kultivace, jednoduššího udržování definovaných kultivačních podmínek. Na druhou stranu se tyto reaktory vyznačují vyššími pořizovacími náklady, vysokými provozními náklady (chlazení, apod.) a technickou složitostí, která znamená vyšší náročnost na obsluhu (Masojídek et al., 2016).



Obrázek 5: Vertikální sloupcový typ.

Zdroj: <https://www.schott.com/english/news/press.html?NID=com4854>

Heterotrofní kultivace

Jedná se o pěstování řas za heterotrofních podmínek, ve tmě. Jako substrát se zpravidla využívá glukóza a další jednodušší sacharidy. Je nutné zde pracovat s axenickými kulturami. Mezi klady patří levnější bioreaktory, nižší náklady na energie, nutnost sterilní kultivace, vyšší dosahované hustoty buněk, nižší prostorová náročnost. Mezi zápory patří vysoké riziko kontaminace a dodatečné náklady na zdroje uhlíku (Masojídek et al., 2016).



Obrázek 6: Heterotrofní kultivace

Zdroj:<https://bbi-biotech.com/en/service/news/august-2014-heterotrophe-algenkultivierung-in-bioreaktoren-von-bbi-biotech/>

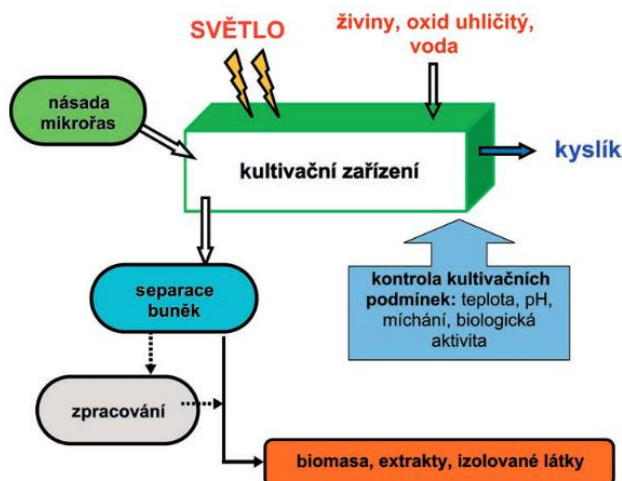
Marikultury

Marikultury jsou odvětvím hospodářství, kdy jsou u pobřeží chovány či pěstovány mořské organismy. Algakultury jsou kultury makroskopických řas. Využívají se především jako potrava. Pěstovat se tak mohou například *Solieria*, *Chondrus crispus*, *Palmaria palmata*, *Ulva lactuca*, *Saccharina latissima*. Další možností pro pěstování makrořas jsou příbřežní farmy, které kombinují větrné elektrárny a kultivační systém (Titlyanov & Titlyanova, 2010).

Sklízení biomasy

Náklady, které jsou vynaloženy na sklizeň, musí být minimalizovány s využitím cenově nejpříznivějších technik. Odhaduje se, že cena za sklizeň představuje asi 20 – 30 % celkových nákladů (Gomaa et al., 2016). Bylo vyzkoušeno mnoho způsobů sklizně, některé se jeví jako příliš náročné z hlediska času, financí nebo i faktu, že se nedaly využít ve větším měřítku. Při sklízení se využívá síť, sedimentace, flokulace = vločkování,

centrifugace, filtrace a flotace. Sklizená biomasa bývá sušena, aby se prodloužila její trvanlivost a nedocházelo k jejímu znehodnocení.

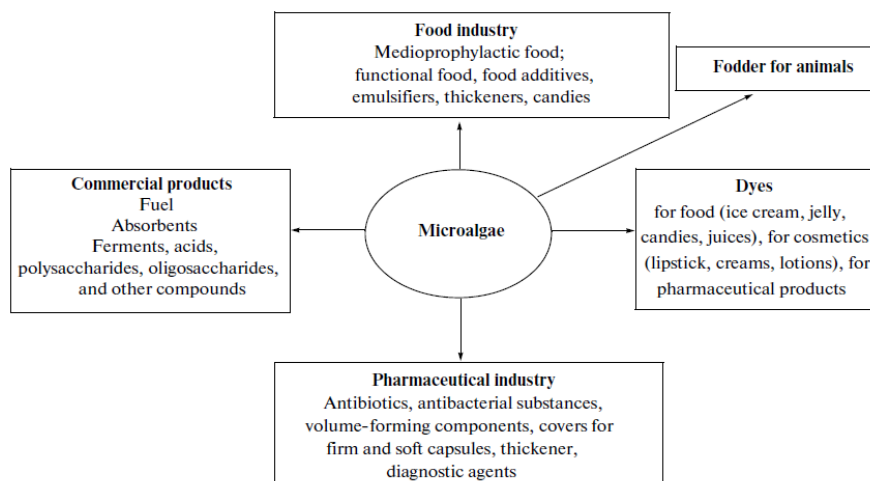


Obrázek 7: Schéma pěstování mikrořas a zpracování biomasy

Zdroj: Mikrořasy – solární továrna v jedné buněce.

Dostupné z: https://www.alga.cz/UserFiles/mstefanova/files/Mikro%20řasy_sol%20%20jeden%20bu%20c5%88ce.pdf

Využití a produkty



Obrázek 8: Možnosti využití řas

Zdroj: Microalgae as a source of biofuel, food, fodder and medicines (Varfolomeev&Wasserman; 2010)

Potravinářský průmysl

Po mnoho let tvořily řasy součást jídelníčku především pro přímořské státy jako Japonsko, Čína nebo Řecko. Pro zajímavost byly řasy vybrány v 60. letech minulého století jako součást výživy astronautů, díky zdroji bílkovin, esenciálních látek, minerálů a vitamínů (Mišurcová et al., 2009).

V posledních letech jsou tyto organismy spojovány se zdravou stravou a jejich popularita vzrostla i na našem území. Na trhu najdeme mnoho přípravků obsahující řasy. Jsou to organismy bohaté na přírodní látky a mají vysoký obsah proteinů. Jejich výhodou je, že jsou pro člověka dobře stravitelné a nezatěžují tak jeho organismus. V posledních letech se hodně mluví o nenasycených mastných kyselinách a jejich vlivu na naše zdraví. Obvykle bývají zdrojem těchto kyselin mořské druhy ryb, které je získaly z potravy. Vzhledem ke stoupajícím cenám za rybí oleje a faktu, že genetická modifikace potravin pro získání omega-3 mastných kyselin je ve svých počátcích, jeví se kultivace mořských řas jako velice perspektivní. V pěstování se jako vhodné druhy jeví především *Schizochytrium*, *Ulkenia*, *Cryptocodinium*, *Phaeodactylum*, *Nitzschia*.

Z hlediska chemického složení jsou řasy proměnlivé, jelikož zde musíme vzít v úvahu jak přírodní prostředí, tak i konkrétní druh řasy (Mišurcová et al., 2009).

Pigmenty / Karotenoidy	β -karoten, astaxanthin, lutein, zeaxantin, canthaxantin, chlorofyl, phycocyanin, phycoerytrin, fucoxantin
Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA)	DHA, EPA, ARA, GAL
Vitamíny	A, B1, B2, B3, B6, B12, C, E, H, kys. listová, kys. pantothenová
Antioxidanty	Kataláza, polyfenoly, superoxid dismutáza
Ostatní	Antibakterální, antivirové a fungicidní látky, toxiny, aminokyseliny, proteiny, steroly a další

Tabulka 2: Přehled využitelných látek přítomných v mikroskopických řasách.

Zdroj: www.algatech.cz

Obsah látek

Bílkoviny

Řasy jsou v potravinářském průmyslu využívány hlavně díky vysokému obsahu bílkovin. Obsah bílkovin se liší v závislosti na konkrétním druhu mořských řas. Pokud bychom je měli vzájemně porovnat, tak nejméně bílkovin obsahují hnědé mořské řasy a to 3 – 15 % sušiny. Zelené a červené mořské řasy obsahují 10 – 47 % (Fleurence; 1999).

Aminokyseliny

Aminokyseliny, které se nejvíce vyskytují v řasách, jsou kyselina asparagová a kyselina glutamová. Nejvyšší obsah aminokyselin najdeme u hnědých řas. Nejmenší podíl pak u červených řas, které však v porovnání s hnědými řasami obsahují velké množství izoleucinu, metioninu a valinu (Sing et al.; 2017).

Vitamíny a minerální látky

V dnešní době je na trhu možné zakoupit mnoho potravinových doplňků obsahující řasy. V řasách najdeme množství prvků jako je například železo nebo jód, minerálních látek - vitamínů skupiny B, A, C, K, D a E (Sing et al.; 2017).

Kromě výše uvedených látek jsou řasy také bohatým zdrojem např. omega-3 mastných kyselin a dalších.

Barviva

V potravinářském průmyslu se řasy využívají také jako zdroj přírodních barviv. Například β -karoten (E160a) pro zvýšení zbarvení vaječného žloutku nebo třeba margarínu. Jako barvivo ho také můžeme najít v sýrech, ovocných džusech, pečivu, mléčných výrobcích, konzervách a cukrovinkách. Je získáván z řasy *Dunaliella salina*. Dalšími používanými barvivy jsou fykobiliny nebo fukoxantiny. Astaxanthin se využívá pro zvýšení zbarvení rybího masa (García, et al., 2017).

Zahušťovadla a plniva

Karagenan (E407 a E407a), získávaný z rodů *Eucheuma*, *Chondrus* a *Gigartina* se používá jako zahušťovadlo v potravinářství, ale i kosmetice. Většinou ho najdeme v mléčných výrobcích, kde slouží k zadržování syrovátky v tvarozích, najdeme ho i ve zmrzlínách, majonézách. Najdeme ho například ve složení výrobků u paštik, uzenin a studených omáček (Alba & Kontogiorgos, 2018).

Agar (E406) je polysacharid tvořený z agarosy a agaropektinu. Získává se z druhů *Gracilaria lichenoides*, *Gelidium* spp., *Euchema* spp. V potravinářství se používá jako plnivo a želírující látka. Využívá se při výrobě pekařských, mléčných a cukrářských výrobků, želé, tavených sýrů apod. (Alba & Kontogiorgos, 2018).

Potravinové doplňky

Potravinové doplňky mají příznivý vliv například na mozek, snižování hladiny cholesterolu nebo na kožní choroby.

Využití zde našly tyto druhy: *Limnospira* (prodáváná pod komerčním názvem *Spirulina*), *Chlorella*, *Dunaliella salina*, *Aphanizomenon flos aquae*. Využívají se ve formě kapslí, tablet, ale i nápojů. Právě *Limnospira* se vyznačuje vysokým obsahem bílkovin. Její užívání zmírňuje hyperlipémii, což je onemocnění, které se vyznačuje vysokým obsahem tuků v krvi. Dále má vliv na snížení arteriálního tlaku, stimuluje vývoj laktobacilů ve střevě. β -1,3-glukan je hlavní složkou biomasy řasy *Chlorella*. Tato sloučenina je imunostimulant, snižuje obsah tuků v krvi, je účinná na žaludeční vředy a urychluje hojení ran. Preventivně působí proti ateroskleróze a vysoké hladině cholesterolu. Má také protirakovinné účinky. *Dunaliella salina* obsahuje velké množství β -karotenu (až 14 % v sušině). V lidském organismu má β -karoten antioxidační účinky, ale také se přeměňuje na vitamin A, který umožňuje správné fungování imunitního systému. *Dunaliella salina* obsahuje také oxidované karotenoidy (xantofyly), které mají protirakovinné účinky (Sing et al.; 2017).

Co se týká řas určených k přímé konzumaci, tak mezi nejprodávanější patří Nori (*Porphyra* spp.), Kombu (*Saccharia japonica*) či Wakame (*Undaria pinnatifida*).

Kosmetický průmysl

Řasy a sinice mají své využití i v kosmetice. Díky svým sekundárním metabolitům a fotoprotektivním složkám našly své uplatnění v produktech péče o pleť, jako jsou například krémy proti stárnutí, regenerační přípravky, antioxidační a protizánětlivé složky krémů (Sing et al., 2017). Výtažky z řas nalezneme v řadě přípravků určených k péči o pleť – krémy, séra, pleťové masky. Jsou součástí zubních past a přípravku k bělení pokožky. Jejich hydratační a detoxikační účinky lidé využívají i ve formě koupelí. K tomu se využívá především *Chlorella*.

Jejich schopnost ničit některé druhy bakterií umožňuje jejich použití jako konzervační látky. *Chlorella vulgaris* stimuluje syntézu kolagenu a pomáhá při regeneraci tkání. Polysacharidy se účastní hydratace pokožky. Řasové a sinicové složky jsou součástí opalovacích přípravků, kde chrání pokožku od škodlivého UV záření. K tomu se využívá 3 důležitých složek MAA (mykosporinové deriváty aminokyselin), scytonemim a karotenoidy, především β -karoten (Sing et al., 2017).

Čištění odpadních vod

Řasy se využívají také k čištění odpadních vod, kde slouží k vychytávání nutrietů, kovů. Bývají součástí kořenových ČOV, ale i dočišťovacích rybníčků.

Zemědělství

I v zemědělství mají řasy a sinice své uplatnění. Možnost přidání mikrořas do krmiva pro zvířata je předmětem zkoumání od 50. let 20. století. Využití mikrořas jako součásti krmiva pro zvířata závisí na jejich nutriční hodnotě a jejich zastoupení v krmivu je proto značně variabilní. Důležité je i míra adaptace zvířat na tento druh krmiva. Právě jejich vysoká nutriční hodnota byla pro chovatele velmi zajímavá. Úspěšné byly experimenty v chovu prasat, ovcí, krav, kuřat a dalších domácích zvířat. Stejně tak se osvědčilo jejich použití v akvakulturách. Až 30 % dnešní světové produkce řas se prodává jako krmivo. Zahrnuje rody *Schizochytrium* spp., *Chlorella* spp., *Limnospira*, *Isochrysis* spp. a *Porphyridium* spp. Využití těchto organismů zlepšuje fyziologii zvířat, tím se zvyšuje kvalita jejich masa. (Madeira et al., 2017). Zlepšila se jim imunita, schopnost reprodukce, ale i se jim lépe regulovala tělesná hmotnost (Varfolomeev&Wasserman, 2010).

Mikrořasy hrají velkou roli i v chovu ryb. Právě mořské druhy řas jsou přirozeným zdrojem kyseliny eikosapentaenové (EPA) a kyseliny dokosahexaenové (DHA), které patří mezi omega-3-nenasycené mastné kyseliny (Sørensen et al., 2016) Tyto kyseliny nedokáže lidské tělo vyrobit a musí je získat v potravě. Jejich hlavním zdrojem pro člověka jsou ryby – například losos, sled', sardinka aj. V době, kdy se některý druhy ryb chovají na speciálních farmách, kde se jejich strava liší od stravy ryb volně žijících v moři, jsou mikrořasy důležitou složkou krmiva. Obsah látek, především EPA a DHA, není v porovnání s rybami ulovenými v moři rozdílný, jak tomu před přidáváním řas do krmiva (Gong et al., 2019). Důležitým aspektem v prodeji rybího masa je i jeho zbarvení. K tomuto účelu se do krmiva přidává barvivo astaxanthin, který se získává z druhu *Haematococcus pluvialis* (Shah et al., 2016).

Kromě krmiv pro zvířata se řasy a sinice se využívají jako hnojiva. Některé cyanotoxiny mohou být použity jako biocidní přípravky. Vykazují inhibiční reakci proti bakteriím, virům, houbám a některým bezobratlým. Právě z tohoto důvodu mohou být využity jako herbicidy, pesticidy, insekticidy, fungicidy, aj. Mohly by tedy nahradit v současnosti více využívané chemické přípravky a pomoci při ekologické obnově půd. Využívají se buď celé stélky, umletá sušená biomasa nebo extrakty (Sing et al., 2017).

Medicína

Řasy se využívají jako součást tradiční léčebných postupů. V Číně okolo roku 3000 př. n. l. Shen Nung Pen Ts'ao Ching sdílel své poznatky o terapeutických účincích řas k léčbě strumy. Staří Polynésané využívali vláknité řasy k léčbě modřin, odřenin a řezných ran. V 8. století najdeme zmínky o užití *Gelidium amanti* při léčbě horečky spojené s žaludečními problémy. Považené *Gelidium* s cukrem a zázvorem se zase využívalo k léčbě úžehu. V historii můžeme podobných návodů najít mnoho (Hasan et al.; 2017).

Řasy díky svému obsahu jódu využívají lidé k jeho doplnění ve formě koupelí. Jód je důležitý prvek, který lidský organismus potřebuje ke správné činnosti štítné žlázy. Při nedostatečné činnosti dojde ke snížení látkové přeměny, tělesné teploty, frekvence tepu a dechu. Nadměrná činnost má vliv na centrální nervovou soustavu. Hormon štítné žlázy působí také na receptory, které se nacházejí v buněčném jádru. Zde hormon působí jako transkripční faktor, který zvyšuje syntézu bílkovin a aktivitu enzymů, které se podílejí na

látkové přeměně. Hormon tímto způsobem zvyšuje energetickou přeměnu v lidském těle (Novotný & Hruška, 2015).

V medicíně se řasy vyznačují svými protizánětlivými účinky, používají se jako ochrana před podvýživou, výživovou anémií (především nedostatek železa a B12), léčbě strumy nebo při deficitu vitamínu A. Díky vitaminům C a E pomáhají při léčbě kurdějí, neurologických onemocněních. Mají antidiabetické účinky, fungují jako přírodní antioxidanty, zvyšují vstřebávání vápníku a tím podporují růst kostí, apod. (Hasan *et al.*; 2017) Mají protirakovinné účinky, pomáhají v léčbě kardiovaskulárních onemocnění. Pomáhají ke zlepšování zraku díky obsaženým karotenoidům, které inhibují fotooxidační účinky poškození lidské sítnice (Sing *et al.*; 2017).

Ve stomatologii při vytváření otisků zubů se využívají alginátové otiskovací hmoty. Jejich výhody zahrnují nízké náklady, lepší snášenlivost pacienta, snadnou manipulaci, krátkou dobu potřebnou k provedení, jednoduché provedení a velmi dobré zobrazení detailu (Cervino *et al.*, 2018).

Algináty se využívají jako krytí ran. Alginát sodný, který se používá, pacienti velmi dobře snášejí a nevyvolávají u nich nežádoucí reakci. Jsou vyrobeny z přírodního polysacharidu, který je v přírodě hojný a s přísadami stříbra nebo zinku urychlují hojení ran. Používají se u vysoce hnisavých zánětů, infikovaných ran, například i u hojení diabetických vředů (Paul & Sharma, 2018).

Další využití řas v medicíně je ve formě agaru. Používá se jako plnivo, antikoagulant, při výrobě kapslí, tablet, čípků a jako mírné laxativum. Své uplatnění najde i v laboratoři, kde se používá jako médium pro pěstování kultur (Sing *et al.*; 2017).

Paliva a spalitelné látky

Paliva vyrobená z řas mohou potenciálně snížit poptávku po neustále se snižujících zásobách ropy a zemního plynu. Jejich velkou výhodou je, že nejsou toxická a v přírodě jsou snadno odbouratelná (Varfolomeev & Wasserman; 2010).

Myšlenka využití řas k produkci paliv není nová, nicméně až v posledních letech si získává pozornost díky udržitelnému rozvoji. Nafta vyrobená z řas je alternativou k dosud používaným zdrojům, jako je například řepka olejků (Demirbas; 2011).

Oproti jiným suchozemským zdrojům mají řasy obsahově více olejů (15 až 300 krát). Některé řasy obsahují 20 až 50 % lipidů, ze kterých se nafta získává. Olej získaný z kultivátoru o rozměru 1 hektaru může vyprodukovat 10 krát až 100 krát větší objem než jiné dosud používané plodiny (Demirbas; 2011).

Mezi výhody patří vysoká rychlost růstu, menší spotřeba vody než u půdních plodin. Mezi nevýhody můžeme zahrnout nízkou koncentraci biomasy v důsledku omezení průniku světla, vyšší náklady a intenzivní péče, kterou zařízení vyžaduje ve srovnání s konvenční zemědělskou farmou.

Pracovní listy

Pracovní list pro žáky základních škol a víceletých gymnázií

Řasy můžeme najít (zakroužkujte správné možnosti):

- stromy
- mořská voda
- potoky a řeky
- rybníky
- kaluže
- půda
- kameny a skály
- pouště
- vzduch

V následujících větách najděte pojmy týkající se učiva sinic a řas:

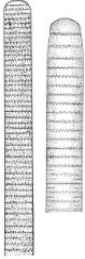
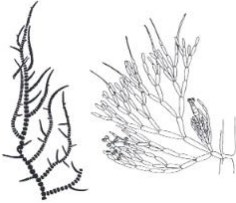

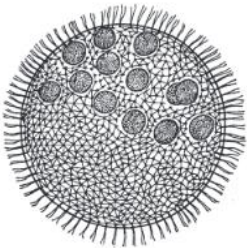
- Azrael a Gargamel jsou zapřisáhlými nepřáteli šmoulů.
- Na oslavě narozenin hosté lkali nad kvalitou podávaného jídla.
- Na mou věru duchy není radno podceňovati.
- „Cha, Luhy a háje nejsou přesným názvem díla Bedřicha Smetany,“ vykřikl žák, při řešení vědomostního kvízu.
- Asi nic efektivního nevymyslím.

Uved'te alespoň 4 příklady toho, jak se sinice a řasy využívají:

Do tabulky запиšte, zda se jedná o mořské (M) nebo sladkovodní (S) zástupce. Pozor, u některých zástupců existují obě možnosti. Uveďte, zda se jedná o zástupce sinic nebo řas.

ZÁSTUPCE	S/M	SINICE/ŘASA
<i>Porphyra</i> (nori)		
parožnatka		
váleč		
porost locikový		
bobulák		
potěrka žabí símě		
drkalka		

Poznejte jednotlivé zástupce uvedené v tabulce:

Zdroj obrázků: Kaštovský, J. et al. (2018). Atlas sinic a řas ČR 1. a 2. díl. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/matlas>
 Autoři obrázků (zleva): Gomont 1892, Sirodot 1884 a Kylin 1912, Mühlsteinová 2018, Fott 1947.

Najděte na internetu symboly, podle kterých poznáte, zda se na některé lokalitě dá koupat. Nakreslete je a napište k nim jejich význam.

Na potravinových výrobcích, které si koupíte, si můžete přečíst jejich složení. Pokuste se najít následující zkratky a s pomocí internetu uveďte jejich význam. Uveďte také příklad výrobku, kde s ním můžete setkat a pokuste se určit, jakou mají tyto „přísady“ funkci.

- E 406

- E 407

Pracovní list pro žáky středních škol a gymnázií

Porovnejte mezi sebou prokaryotickou a eukaryotickou buňku. Uveďte, jak se vzájemně liší, a ke každému typu napište příklady organismů, u kterých byste tuto buňku hledali.

Vysvětlete, co je to primární endosymbióza:

Vysvětlete, kdo je to primární producent.

Vysvětlete následující pojmy:

stélka

pelikula

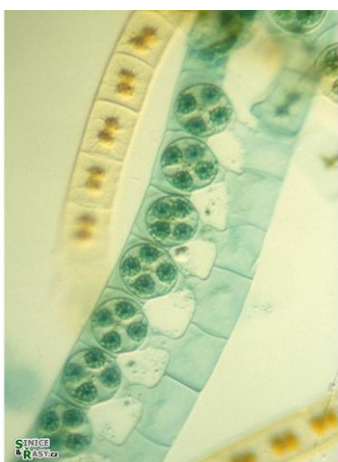
paramylon

agar

cenobium

Vyjmenujte jednotlivé typy stélek (5 typů) a ke každé uveďte alespoň jednoho zástupce.

Na obrázku můžete vidět způsob rozmnožování, který je typický pro určitou skupinu řas. Napište, jak se tento způsob nazývá. Uveďte, o kterou skupinu řas se jedná.



Jedná se o _____, které je typické pro _____.

Autor: J.R. Johansen

Řasy a můžeme najít (zakroužkujte správné možnosti):

- stromy
- mořská voda
- potoky a řeky
- rybníky
- kaluže
- půda
- kameny a skály
- pouště
- vzduch

Najděte na internetu symboly, podle kterých poznáte, zda se na některé lokalitě dá koupat. Nakreslete je a napište k nim jejich význam.

Na potravinových výrobcích, které si koupíte, si můžete přečíst jejich složení. Pokuste se najít následující zkratky a s pomocí internetu uveďte jejich význam. Uveďte také příklad výrobku, kde s ním můžete setkat a pokuste se určit, jakou mají tyto „přísady“ funkci.

- E 406

- E 407

Uveďte alespoň 5 způsobů praktického využití řas a sinic člověkem.

Pracovní listy – Řešení

Pracovní list pro žáky základních škol a víceletých gymnázií

Řasy můžeme najít (zakroužkujte správné možnosti):

- stromy
- mořská voda
- potoky a řeky
- rybníky
- kaluže
- půda
- kameny a skály
- pouště
- vzduch

Správné možnosti jsou vyznačeny červeně.

V následujících větách najděte pojmy týkající se učiva sinic a řas:

- Azrael a **Gar**gamel jsou zapřísáhlými nepřáteli šmoulů.
- Na oslavě narozenin **hosté I**kali nad kvalitou podávaného jídla.
- Na mou vě**ru d**uchy není radno podceňovati.
- „**Cha**, **L**uhy a háje nejsou přesným názvem díla Bedřicha Smetany,“ vykřikl žák, při řešení vědomostního kvízu.
- **Asi nic** efektivního nevymyslím.

Uveďte alespoň 4 příklady toho, jak se sinice a řasy využívají:

např. potravinové doplňky, kosmetika, krmivo pro zvířata, otisky zubů, viz část o využití

Do tabulky запиšte, zda se jedná o mořské (M) nebo sladkovodní (S) zástupce. Pozor, u některých zástupců existují obě možnosti. Uveďte, zda se jedná o zástupce sinic nebo řas.

ZÁSTUPCE	S/M	SINICE/ŘASA
<i>Porphyra</i> (nori)	M	ŘASA
parožnatka	S	ŘASA
váleč	S	ŘASA
porost locikový	M	ŘASA
bobulák	M	ŘASA
potěrka žabí símě	S	ŘASA
drkalka	S, M	SINICE

Poznejte jednotlivé zástupce uvedené v tabulce:

			
DRKALKA	POTĚRKA ŽABÍ SÍMĚ	PAROŽNATKA	VÁLEČ

Zdroj obrázků: Kaštovský, J. et al. (2018). Atlas sinic a řas ČR 1. a 2. díl. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/matlas>
 Autoři obrázků (zleva): Gomont 1892, Sirodot 1884 a Kylin 1912, Mühlsteinová 2018, Fott 1947.

Najděte na internetu symboly, podle kterých poznáte, zda se na některé lokalitě dá koupat. Nakreslete je a napište k nim jejich význam.

Voda vhodná ke koupání



Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci s vyhovujícími smyslově postižitelnými vlastnostmi.

Voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi



Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci především se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi, v případě možnosti je vhodné se osprchovat.

Zhoršená jakost vody



Mírně zvýšená pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci, u některých vnímavých jedinců by se již mohly vyskytnout zdravotní obtíže, po koupání se doporučuje osprchovat.

Voda nevhodná ke koupání



Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a pro uživatele představuje zdravotní riziko, koupání nelze doporučit zejména pro citlivé jedince (tzn. zejména děti, těhotné ženy, osoby trpící alergií a osoby s oslabeným imunitním systémem).

Voda nebezpečná ke koupání



Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a hrozí akutní poškození zdraví, vyhláší se zákaz koupání.

Zdroj: Státní zdravotní ústav

Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode/zpusob-hodnoceni-jakosti-vody>

Na potravinových výrobcích, které si koupíte, si můžete přečíst jejich složení. Pokuste se najít následující zkratky a s pomocí internetu uveďte jejich význam. Uveďte také příklad výrobku, kde s ním můžete setkat a pokuste se určit, jakou mají tyto „přísady“ funkci.

Karagenan (E407 a E407a), získávaný z rodů *Eucheuma*, *Chondrus* a *Gigartina* se používá jako zahušťovadlo v potravinářství, ale i kosmetice. Většinou ho najdeme v mléčných výrobcích, kde slouží k zadržování syrovátky v tvarozích, najdeme ho i ve zmrzlinách, majonézách. Najdeme ho například ve složení výrobků u paštik, uzenin a studených omáček.

Agar (E406) je polysacharid tvořený z agarosy a agaropektinu. Získává se z druhů *Gracilaria lichenoides*, *Gelidium* spp., *Eucheuma* spp. V potravinářství se používá jako plnivo a želírující látka. Využívá se při výrobě pekařských, mléčných a cukrářských výrobků, želé, tavených sýrů apod.

Pracovní list pro žáky středních škol a gymnázií

Porovnejte mezi sebou prokaryotickou a eukaryotickou buňku. Uveďte, jak se vzájemně liší, a ke každému typu napište příklady organismů, u kterých byste tuto buňku hledali.

Prokaryotická buňka

- jednodušší stavba a menší velikost než u buňky eukaryotické
- neobsahuje žádné části ohraničené biomembránou
- cytoplazmatická membrána, buněčná stěna, DNA (do kruhu uzavřená, není ohraničená), cytoplazma, ribozomy
- můžeme najít pohybové orgány, zásobní částice
- bakterie

Eukaryotická buňka

- biomembránou ohraničeny i vnitřní struktury buňky
- cytoplazmatická membrána, cytoplazma, ribozomy, jádro (ohraničené), jadérko, endoplazmatické retikulum, Golgiho komplex, cytoskelet, mitochondrie
- rostlinná buňka x živočišná buňka
- rostliny, houby, živočichové

Vysvětlete, co je to primární endosymbióza:

- primární endosymbióza: eukaryotická buňka, která již obsahovala mitochondrie, pozřela sinicovou buňku prostřednictvím fagocytózy. Společnou koevolucí těchto organismů se ze sinice stala buněčná organela – plastid. (Kaštovský & Juráň, 2016)

Vysvětlete, kdo je to primární producent.

Organismus, který tvoří z anorganických látek organické. Využívá procesu fotosyntézy nebo chemosyntézy.

Vysvětlete následující pojmy:

stélka = označení vegetativního těla jednobuněčných i mnohobuněčných organismů. Tvoří jí rhizoidy, kauloid, fyloidy (obdobu kořenů, stonku a listů).

pelikula = pružný obal, který kryje povrch buňky. Tvořený šroubovitě vinutými bílkovinnými proužky. Vyskytuje se u krásnooček (Jarklová, 2008).

paramylon = zásobní látka u krásnooček.

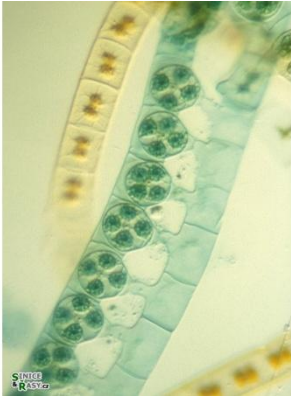
agar = polysacharid tvořený z agarosy a agaropektinu. Získává se z druhů *Gracilaria lichenoides*, *Gelidium* spp., *Eucheama* spp. V potravinářství se používá jako plnivo a želírující látka. Využívá se při výrobě pekařských, mléčných a cukrářských výrobků, želé, tavených sýrů apod.

coenobium = specifický typ kolonie, ve které všechny buňky vznikly z jedné buňky mateřské a jsou ze stejné generace. (www.sinicearasy.cz)

Vyjmenujte jednotlivé typy stélek (5 typů) a ke každé uveďte jednoho zástupce.

- monadoidní (bičíkatá) stélka
 - *Euglena*
- kokální (buněčná) stélka
 - *Navicula*
- trichální stélka
 - *Ulothrix*
- heterotrichální stélka
 - *Trentepohlia*
- pletivná stélka
 - *Ulva lactuca*

Na obrázku můžete vidět způsob rozmnožování, který je typický pro určitou skupinu řas. Napište, jak se tento způsob nazývá. Uveďte, o kterou skupinu řas se jedná.



Autor: J.R. Johansen

Jedná se o spájení (konjugaci), které je typické pro spájkivky.

Návrhy na laboratorní úkoly

K inspiraci pro zajímavé laboratorní úlohy, které se dají použít v hodinách s žáky základní školy i se žáky střední školy.

Výroba ovocného kaviáru

Pomůcky: ovocný džus (například pomerančový nebo vymačkanou šťávu z ovoce), cukr, agar, voda, jogurt, studený rostlinný olej, sklenice, injekční stříkačka (bez jehly), hrnec, sítko.

Postup: V hrnci smícháme následující přísady: 1 hrnek ovocného džusu, 1 hrnek vody, ½ hrnku cukru a přidáme Agar-Agar. Čím více ho přidáme, tím bude výsledek pevnější. Doporučené množství – na jeden pomeranč zhruba ¼ čajové lžičky. Směs přivedeme k varu. Vaříme, dokud nedosáhneme homogenní směsi (nejsou viditelné jednotlivé složky roztoku). Poté vezmeme stříkačku a nabereme směs. Kapeme po kapce do sklenice se studeným rostlinným olejem – na dně sklenice by se měly vytvářet kuličky. Přecedíme kuličky přes sítko a propláchneme vodou, abychom se zbavili nežádoucího oleje. Vytvořenými kuličkami ozdobíme jogurt. Můžeme přidat i další libovolné ovoce.

Další návody jsou dostupné na webu <http://www.molecularrecipes.com/>.

Využití agaru při pokusech v mikrobiologii

Žáci mohou pozorovat vývoj mikroorganismů v Petriho miskách. Existuje více modifikací této úlohy, žáci mohou do Petriho misek otisknout stěr z libovolného předmětu (používají štětičku namočenou v destilované vodě), nebo pozorovat rozdíl mezi umytou a neumytou rukou, rukou umytou vodou, mýdlem, s použitím běžně dostupné desinfekce na ruce, apod.

Zdroj: Školní pokusy z mikrobiologie – Educoland

Dostupné z:

https://www.google.cz/search?source=hp&ei=kG2vXNG3DaOEmwW57aiwBw&q=pokusy+z+mikrobiologie&btnK=Hledat+Googlem&oq=pokusy+z+mikrobiologie&gs_l=psy-ab.3..33i160.16021.19356..20009...0.0..0.157.2204.16j6.....0....1..gws-wiz.....0..0i131j0i22i30j33i22i29i30j33i10.78_pDGa1BIY

Návod na přípravu média:

https://is.muni.cz/el/1441/podzim2017/BIp003/zivna_puda_pro_kultivaci_bakterii_a_mikrobiol_stery.pd

Užitečné webové stránky pro učitele

Jako inspiraci pro vytváření učebního plánu hodiny pro sinice a řasy mohou učitelé využít nejen učebnice, ale podle dotazníkového šetření využívají hlavně internet. Zde je několik webových stránek, které mohou vyučujícím pomoci ujasnit si některé nesrovnalosti, které se občas v učebnicích vyskytují, dále také s hledáním vhodných obrázků, kterými by mohli doplnit své prezentace, apod.

- **Fykologická laboratoř na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty JU v Českých Budějovicích.**
 - dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/>
 - obsahuje informace o jednotlivých skupinách sinic a řas
- **Atlas sinic a řas ČR**
 - dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/matlas>
- **Galerie sinice a řasy.cz**
 - dostupné z: <http://galerie.sinicearasy.cz/galerie>
 - přehledná galerie jednotlivých zástupců.
- **AlgaeBase**
 - dostupné z: <http://www.algaebase.org/>
 - mezinárodní databáze, která zahrnuje informace o sladkovodních, mořských i suchozemských zástupcích

Výukové karty makroskopických zástupců

Výukové karty zahrnují makroskopické zástupce sinic a řas, které lze rozeznat pouhým okem nebo s použitím botanické lupy. Karta obsahuje obrázek zástupce v přirozeném prostředí, obrázek pod mikroskopem, zařazení do systému podle AlgaeBase.org, ekologii a popis.

Poznámka: Pokud není uvedeno jinak, obrázky na jednotlivých kartách pocházejí ze stránky <http://galerie.sinicearasy.cz/galerie>, autoři obrázků jsou uvedeni u jednotlivých karet. Informace pocházejí ze stránek www.sinicearasy.cz.

Oddělení Sinice (*Cyanobacteria*)

Aphanizomenon



Autor: Jan Kaštovský, leg. Pavel Rychtecký



Autor: Eliška Zapomělová

Zařazení: *Cyanobacteria*, *Cyanophyceae*, *Nostocales*, *Aphanizomenonaceae*

Ekologie: Planktonní, někdy tvoří charakteristické květy. Nejznámější druh *Aphanizomenon flos-aquae* se často vyskytuje na obhospodařovaných rybnících a jezerech. Distribuce především v eutrofních vodách, některé druhy jsou halofilní.

Popis: Vlákna volně plovoucí, jen u několika druhů spojená do mikroskopických nebo makroskopických (až 2 cm dlouhých) kolonií s paralelně orientovanými trichomy. Vlákna se sdružují do jehlicovitých svazků.

Zajímavost: Přestože je jedovatý, v USA se sklízí v Upper Klamath Lake ve státě Oregon a prodává se v potravinových doplňcích.

Aphanothece stagnina



Autor: Jan Kaštovský



Autor: Jan Kaštovský

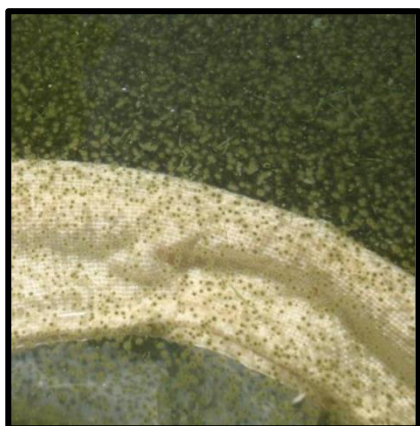
Zařazení: *Cyanobacteria, Cyanophyceae, Chroococcales, Aphanothece*

Ekologie: Druh omezený specifickými podmínkami, zpravidla žije ve stojatých čistších vodách (lomy, pískovny).

Popis: Mnohobuněčné kolonie, mikroskopických až makroskopických rozměrů (až do několika cm v průměru). Buňky uspořádané nepravidelně, volně nebo hustě ve slizu. Sférické nebo (obvykle) amorfní, nazelenalé, modrozelené nebo hnědé. Buňky obecně oválné až válcové (tyčové) se zaoblenými konci.

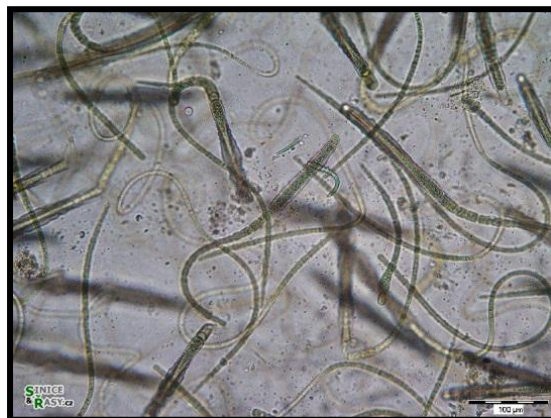
Zajímavost: V potocích císařské zahrady v Japonsku se vyskytuje příbuzný druh *A. sacrum*, která sloužila jako výlučně císařská pochoutka.

Gloeotrichia



Atlas makroskopických jevů spojených s výskytem vodních květů sinic a dalších organismů v přírodních koupacích vodách.

Zdroj: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tacr/Atlas_vodnich_kvetu.pdf



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Cyanobacteria, Cyanophyceae, Nostocales, Gloeotrichiaceae*

Ekologie: Dříve hlavně ve Skandinávii. Dnes i u nás jako epifyt nebo součást planktonu v čistých stojatých vodách. Plave v horní části vodního sloupce, nebo žije přisedle na vodních rostlinách.

Popis: Heteropolární vlákna vytvářejí makroskopické kulovité kolonie s radiálně uspořádanými vlákny. Do velikosti cca 0,5 cm.

Nostoc commune (jednořadka)



Autor: Jan Kaštovský



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Cyanobacteria, Cyanophyceae, Nostocales, Nostoc*

Ekologie: Viditelný zejména po dešti na půdě nebo písku. Jiní zástupci rodu vypadají jako kuličky velikosti špendlíkové hlavičky na zdech a skalách mezi mechy.

Popis: Tvorba makroskopických slizových kolonií tmavě zelené barvy. Ve vlákně se nacházejí heterocyty.

Zajímavost: Velké množství zástupců tohoto rodu vstupuje do symbiotických vztahů s některými lišejníky, cykasy, mechy, apod. Najdeme ho ve specializovaných orgánech rostlin – hlízkách. Je schopný redukovat trojnou vazbu v molekule atmosférického dusíku a začlenit jej do amoniaku, pomocí enzymu nitrogenázy. Tím zpřístupňuje dusík rostlinám.

Oscillatoria limosa (drkalka)



Atlas makroskopických jevů spojených s výskytem vodních květů sinic a dalších organismů v přírodních koupacích vodách.

Zdroj: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tacr/Atlas_vodnich_kvetu.pdf

Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Cyanobacteria, Cyanophyceae, Oscillatoriales, Oscillatoria*

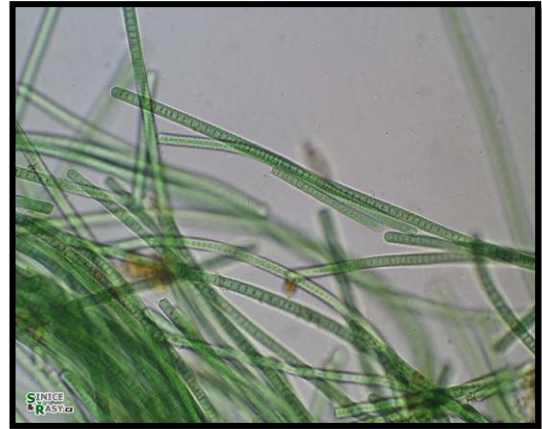
Ekologie: Vyskytuje se v bentosu na dně rybníků, intenzivně fotosyntetizující kolonie se mohou utrhnout a vyplavat na hladinu.

Popis: Zástupce složený z nerozvětvených vláken, buňky jsou zřetelně širší než delší. Makroskopické „koláče“ temně zelené barvy o průměru až několik desítek cm.

Phormidium sp.



Zdroj: Qublier et al., 2013. A review of current knowledge on toxic benthic freshwater cyanobacteria Ecology, toxin production and risk management



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Cyanobacteria, Cyanophyceae, Oscillatoriales, Oscillatoriaceae*

Ekologie: Zástupci rostou v „chomáčcích“ na podkladu ve stojatých i tekoucích vodách.

Popis: Vlákňitý rod, vlákna jsou nerozvětvená, jemná, hladká, vrstvená. Nejdříve mikroskopické pak makroskopické rozměry – do několika cm. Tvoří temně zelené povlaky.

Rivularia sp.



Zdroj: http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Cyanobacteria/cyano_filaments/cyano_unbranched_fil/tapered_filaments/RIVULARIA/Rivularia_image_page.html



Zdroj: http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Cyanobacteria/cyano_filaments/cyano_unbranched_fil/tapered_filaments/RIVULARIA/Rivularia_image_page.html

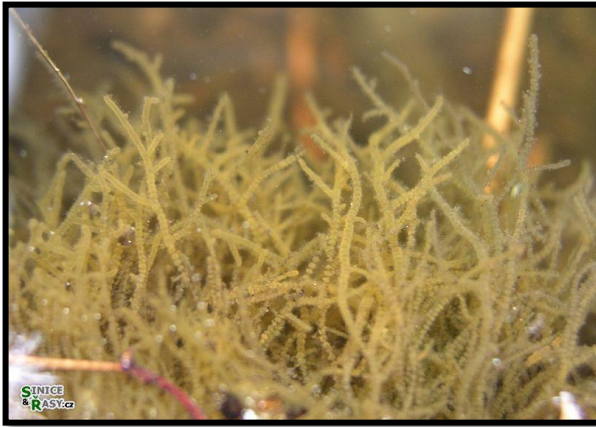
Zařazení: *Cyanobacteria, Cyanophyceae, Nostocales, Rivulariaceae*

Ekologie: Vyskytuje se na ponořených vápencových podkladech a půdách poblíž řek a na mořském pobřeží.

Popis: Vlákňitý druh, vyskytuje se v koloniích. Tvoří tvrdé a chlupaté polokuličky o velikosti až 1 cm.

Oddělení Ruduchy (*Rhodophyta*)

Batrachospermum (potěrka)



Autor: Tomáš Hauer



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Rhodophyta, Florideophycideae, Batrachospermales, Batrachospermaceae*

Ekologie: Zástupci se vyskytují přisedlé na kamenech nebo dřevu v tekoucích či stojatých velmi čistých vodách, často v rašeliništích.

Popis: Mnohobuněčné a makroskopické stélky, přeslenité větvení. Až 8 cm „keříčky.“

Hildenbrandia



Autor: Tomáš Hauer



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Rhodophyta, Florideophycideae, Hildenbrandiales, Hildenbrandiaceae*

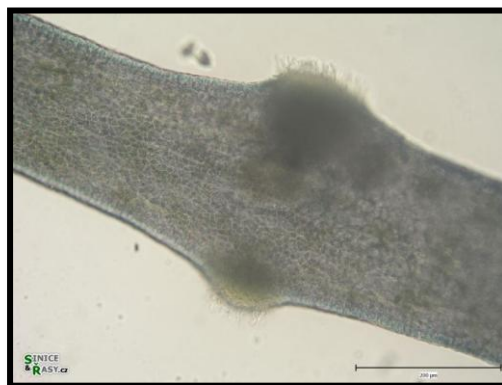
Ekologie: Zástupci rostou na kamenech v tekoucích čistých vodách.

Popis: Mnohobuněčné a makroskopické stélky těsně přitisknuté k podkladu, tvoří krvavě červené skvrny na kamenech.

Lemanea



Autor: Tomáš Hauer



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Rhodophyta, Florideophycideae, Batrachospermales, Lemaneaceae*

Ekologie: Vyskytuje se čistých a mírně znečištěných tekoucích vodách.

Popis: Mnohobuněčné a makroskopické stélky, vypadají jako tenké trubice. Přeslenité větvení směřující do centra trubice. Dlouhé několik cm.

Oddělení *Ochrophyta*

Botrydium (různobrvky)



Autor: Tomáš Hauer



Zdroj: http://fmp.conncoll.edu/Silicasecchidisk/LucidKeys3.5/Keys_v3.5/Carolina35_Key/Media/Html/Botrydium_Main.html

Zařazení: *Ochrophyta, Xantophyceae, Botridiales, Botrydiaceae*

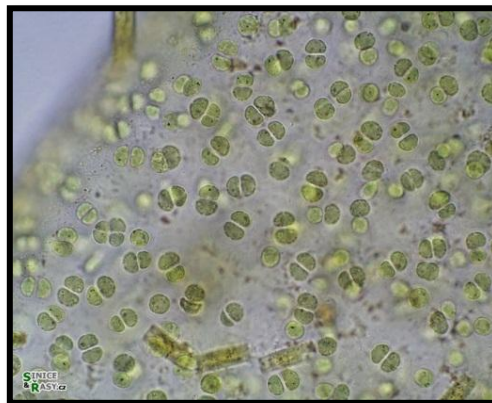
Ekologie: Bezbarvými rhizoidy se zachycuje na hodně vlhké půdě jako např. dno vypuštěných rybníků, bahnitě břehy řek, apod.

Popis: Mnohojaderná vakovitá sifonální stélka. Makroskopický žlutohnědý až zelený váček (1-2 mm v průměru) na povrchu podkladu.

Hydrurus foetidus



Autor: Eva Zelenková



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Ochrophyta, Chrysophyceae, Hydrurales, Hydruraceae*

Ekologie: Druh porůstá kameny v horských potocích ve formě mocných hnědých slizových nárostů.

Popis: Bohaté větvené kolonie s mocným hnědým slizem, který po vytažení z vody zapáchá.

Vaucheria



Autor: Josef Juráň



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Ochrophyta, Xantophyceae, Vaucheriales, Vaucheriaceae*

Ekologie: Na vlhké půdě, mělké vody (např. dno příkopů u cest), jezy na méně prudce proudících tocích.

Popis: Rod asi se 70 druhy. Makroskopická sifonální stélka, na první pohled připomínají mechy.

Oddělení Krásnoočka (*Euglenozoa*)

Euglena sanguinea



Autor: Radovan Kopp



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Euglenozoa, Euglenophyceae, Euglenales, Euglena*

Ekologie: Hojně se vyskytují ve vodách bohatých na organické látky. V planktonu eutrofních vod.

Popis: Jednobuněční volně žijící bičíkovci, plastický tvar těla. Povrch buňky kryje pelikula (šroubovitě bílkovinné proužky). Z lahvicovité přední části vyrůstají bičíky, jeden je zakrnělý a zůstává v ampuli. V blízkosti ampule červené stigma – světločivná organela.

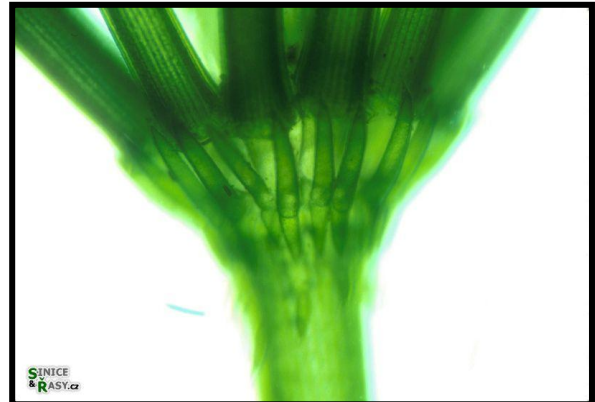
Zajímavost: Právě světločivná organela dala této skupině české jméno – krásnoočka. Může produkovat látku toxickou pro ryby - euglenophycin.

Oddělení *Streptophyta*

Chara (parožnatka)



Autor: Tomáš Hauer



Autor: Jeffrey R. Johansen, John Carroll

Zařazení: *Charophyta, Charophyceae, Charales, Characeae*

Ekologie: Zástupci rodu se vyskytují na dně čistých a některých mírně znečištěných stojatých nebo mírně tekoucích vod.

Popis: Makroskopické rostliny 10-20 cm, vzhledově podobné přesličce. K podkladu jsou přichycené pomocí rhizoidů, mají osní vlákno (palodyžku), ze které v přeslenech vyrůstají boční větve. Stélka má kolem sebe pevný obal, který je často inkrustován vápencem.

Coleochaete



Autor: Tomáš Hauer



Autor: Pavel Škaloud

Zařazení: *Charophyta, Coleochaetophyceae, Coleochaetales, Coleochaetaceae*

Ekologie: Zelené kolonie o průměru jednotek mm přirostlé k vodním rostlinám, větším řasám nebo umělým substrátům.

Popis: Disky, které jsou tvořeny z heterotrichálních vláken. Z vegetativních buněk trčí jeden nápadný chlup.

Zajímavost: Způsob života i morfologický vzhled je velmi podobný sporofytu jätrovek. V některých zdrojích se stále ještě můžeme setkat s pojmem coleochaetová hypotéza, která postulovala vznik vyšších rostlin z této skupiny. Molekulární metody tuto hypotézu vyvrátily.

Nitella (skleněnka)



Autor: Jan Kaštovský



Autor: Tomáš Hauer

Zařazení: Charophyta, Charophyceae, Charales, Characeae

Ekologie: Preference kyselých nebo neutrálních vod. Nejběžnější druh *N. flexilis* dobře roste i v akváriích.

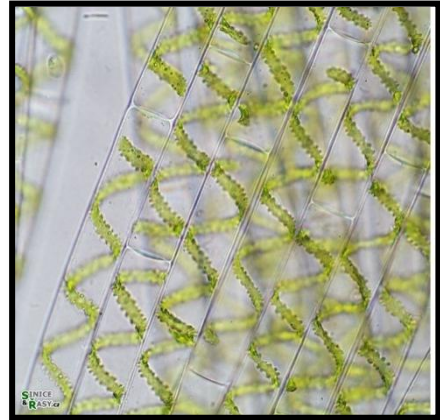
Popis: Makroskopické stélky rozlišené na články a uzliny, na rozdíl od parožnatky má zcela hladký povrch. Větévky jsou většinou jednou nebo vícekrát dále větveny. V České republice asi 10 druhů.

Spirogyra (šroubatka)



spájení (konjugace)

Autor: Jan Kaštovský



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Charophyta, Zygnematophyceae, Zygnematales, Zygnemataceae*

Ekologie: V čistých stojatých či menších tekoucích vodách.

Popis: Zvláště spirálovitě stočený chloroplast v buňce. V chloroplastu mnoho nápadných pyrenoidů. Velmi hojný rod. Dlouhá jasně zelená a na omak slizká vlákna.

Mougeotia



Autor: Jan Kaštovský

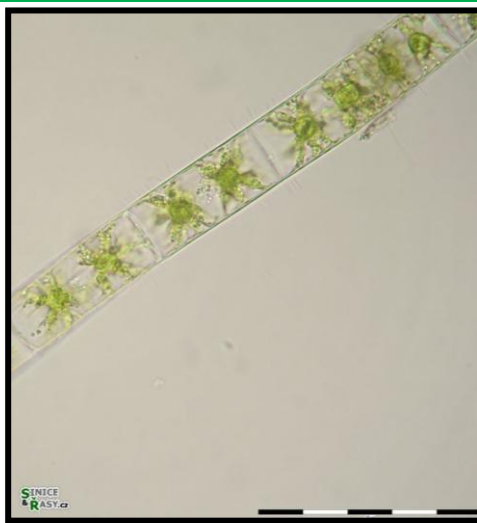
Zařazení: *Charophyta, Zygnematomyceae, Zygnematales*

Ekologie: V čistých stojatých či menších tekoucích vodách.

Popis: Plochý destičkový chloroplast. Velmi hojný rod. Dlouhá jasně zelená a na omak slizká vlákna.

Zajímavost: Chloroplast se umí ochránit proti přezáření - umí se natočit hranou proti zdroji silného záření.

Zygnema



Autor: Jan Kaštovský

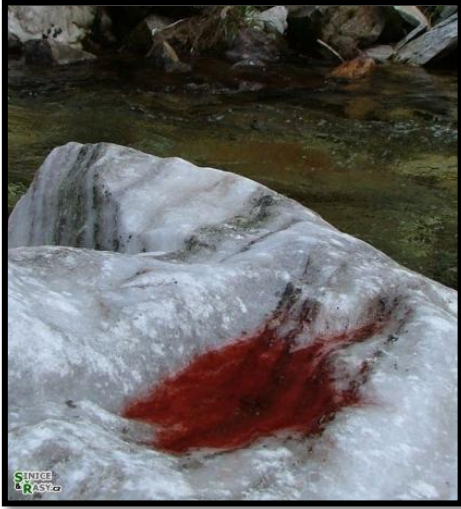
Zařazení: *Charophyta, Zygnematophyceae, Zygnematales, Zygnemataceae*

Ekologie: V čistých stojatých či menších tekoucích vodách.

Popis: Dva hvězdčovitě chloroplasty v buňce. Tento rod není zcela běžný, ale nepatří mezi vzácné rody. Dlouhá jasně zelená a na omak slizká vlákna.

Oddělení Zelené řasy (*Chlorophyta*)

Haematococcus pluvialis



Autor: Jana Korelusová



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Chlorophyta, Chlorophyceae, Chlamydomonadales, Haematococcaceae*

Ekologie: Původně žil v kalužích na pískovcových skalách. Dnes betonové nádržky, zahradní sudy, apod.

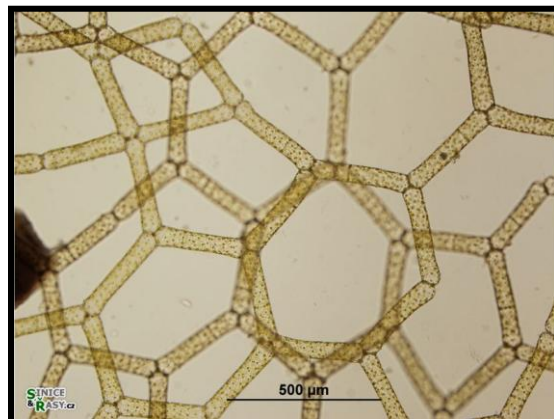
Popis: Samostatně žijící bičíkovec jasně červeného zbarvení - vysoký obsah karotenoidů v buňkách. V nepříznivých podmínkách vytváří velké a intenzivně zbarvené spóry.

Zajímavost: Jedná se o masově pěstovaný druh. Používá se jako zdroj pigmentu astaxanthinu v potravinářském průmyslu. Např. i v chovech lososů či pstruha pro lepší zbarvení jejich masa.

Hydrodictyon reticulatum



Autor: Jan Kaštovský



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Chlorophyta, Chlorophyceae, Sphaeropleales, Hydrodictyaceae*

Ekologie: Vyskytuje se náhodně v kalužích nebo čistých menších stojatých vodách.

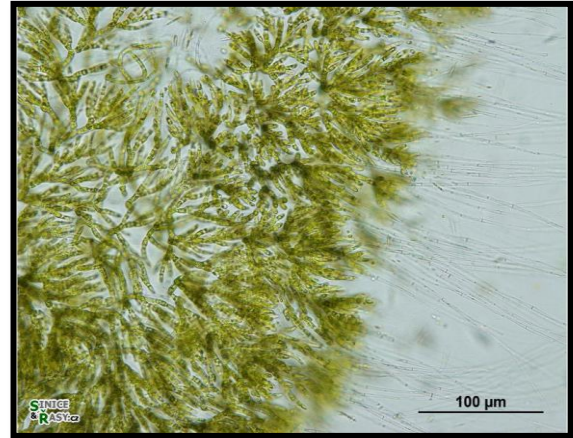
Popis: Vytváří makroskopické sítě. Každá buňka obsahuje jedno jádro, které se namnoží na několik tisíc. Oka sítí tvoří jednotlivé buňky, které jsou až 0,5 cm veliké.

Zajímavost: Staré české jméno je tenatěnka nebo sítěnka.

Chaetophora



Autor: Tomáš Hauer



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Chlorophyta, Chlorophyceae, Chaetophorales, Chaetophoraceae*

Ekologie: Roste na submerzní vegetaci, listí, tlejícím dřevě, ulitách hlemýžďů, ale také na kamenech ve stojatých a mírně tekoucích vodách.

Popis: Rozvětvená heterotrichální stélka, můžeme rozlišit poléhavý systém, který přiléhá k podkladu a vzpřímená vlákna. Celá stélka je obalená slizem.

Trentepohlia umbrina



Autor: Tomáš Hauer



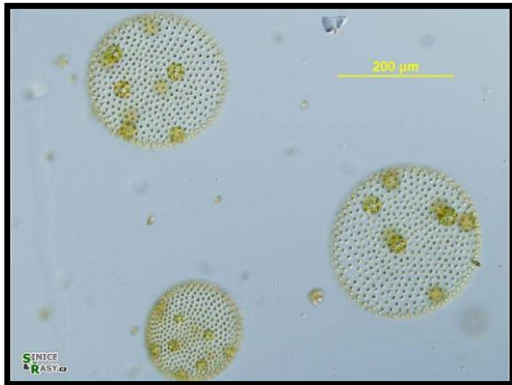
Autor: Radovan Kopp

Zařazení: *Chlorophyta, Ulvophyceae, Trentepohliales, Trentepohliaceae*

Ekologie: Subaerofytický rod porůstající povrchy skal a kmeny stromů.

Popis: Heterotrichální vlákna rostoucí většinou odděleně, někdy mohou tvořit i disk. Většina zástupců je díky přítomnosti karotenoidů zbarvena do žluta, oranžova nebo červena.

Volvox (váleč)



Autor: Eliška Zapomělová



Autor: Jan Kaštovský

Zařazení: *Chlorophyta, Chlorophyceae, Chlamydomonadales, Volvocaceae*

Ekologie: Plankton drobných čistých stojatých vod.

Popis: Jednotlivé buňky jsou uloženy po obvodu slizové koule. Coenobiální druhy – coenobium je zvláštní typ kolonie, kde všechny buňky pocházejí z jedné generace.

Zajímavost: Ačkoliv je jako typický zástupce uváděn *Volvox globator* (na obr. vpravo) jedná se o poměrně vzácný druh oproti mnohem častěji se *V. aureus* (na obr. vlevo), který je naším nejčastějším druhem.

Diskuze

Učivo o sinicích a řasách nepatří mezi příliš oblíbené. Jedná se o téma příliš abstraktní, které většinou pro žáky představuje souhrn pojmů, které je potřeba nějaký čas uchovat v paměti a později jej nahradit novým učivem. Pokud si žák z tohoto učiva něco zapamatuje, jedná se ve většině případů o fakt, že sinice a řasy produkují vodní květ, kterým jim v létě znemožňuje koupání na některých lokalitách. To potvrzuje i dotazník, který byl určen pro veřejnost se záměrem zjistit, jak to s fakty vypadá po ukončení vzdělání. Většina z dotazovaných je přesvědčena o tom, že sinice a řasy nemohou člověku prospět a jejich vliv na život člověka je negativní. Dalším zajímavým poznatkem je, že všichni dotazovaní jsou přesvědčení, že se tyto organismy vyskytují pouze ve vodě, ačkoliv učebnice uvádějí nejen vodní zástupce, ale i ty suchozemské. Velký podíl na tom mohou mít i média, která tyto organismy většinou uvádějí právě v souvislosti s výskytem vodního květu. Bylo by dobré žáky na tuto problematiku upozorňovat a snažit se uvádět co nejvíce příkladů z běžného života.

Téma výuky sinic a řas je často problematické i pro samotné učitele. Většina učitelů čerpá informace z učebnic nebo z internetu. V obou případech však mohou narazit na překážky. V případě učebnic se jedná o neaktuální taxonomické zařazení, v tomto případě by se však dalo namítnout, že jeho neaktuálnost je způsobena rokem vydání učebnice než přímo chyby autorů. Nicméně odborné chyby v popisu organismů i nejasné výroky by se v učebnicích objevovat neměly. Kaštovský & Jurán (2016) uvádějí, že středoškolské učebnice jsou zatíženy opisováním a opakováním faktů ze starších učebnic. Jako příklad můžeme použít zástupce rodu *Volvox*, který nalezneme snad ve všech učebnicích i přesto, že se v naší řasové flóře vyskytuje spíše vzácně. Tento rod se využívá pro ukázkou coenobia, ale pro ukázkou by bylo jistě lepší používat zástupce, kteří se v přírodě vyskytují častěji. Takovým by byla například druh *Pandorina morum*, který žije v planktonu stojatých vod. Učitelé se tedy nemohou stoprocentně spolehnout na učebnice, a proto informace hledají na internetu. Dobré je, že zde naleznout aktuálnější informace než v učebnicích, které mohou doplnit obrázky. Bohužel je nutné zmínit, že ne vždy jsou tyto informace pravdivé a je dobré si je ověřit u více zdrojů. Ne všichni učitelé informace ověřují a mohou pak podávat nepravdivé nebo zavádějící informace. Také na uváděné obrázky je nutné si dát pozor. Na internetu může publikovat obrázky kdokoli, a pokud učitel není zblhlý v určování

jednotlivých zástupců, snad může žákům ukázat špatného. I z tohoto důvodu jsou součástí této práce zdroje, které mohou učitelé využít a získané informace s obrázky budou pravdivé.

Dalším důležitým faktorem ve výuce je čas. Dotazovaní učitelé si stěžují na hodinovou dotaci předmětu přírodopisu a biologie v souvislosti s množstvím učiva, které je potřeba během školního roku probrat. Obsah učiva je značný a často se stává, že hodiny z různých důvodů odpadnou a oni tak nemohou dané látce věnovat tolik času, kolik by si přáli. Většina učitelů věnuje tomuto tématu dvě vyučovací hodiny na základní škole a dvě až čtyři vyučovací hodiny na škole střední. Jedná se o základní informace a seznam zástupců. Výuka na základních školách většinou není doplňována laboratorními cvičením, na střední škole si žáci mohou prohlédnout některé zástupce během biologických seminářů ve třetím ročníku. Jedná se většinou o zástupce mikroskopické. Právě laboratorní cvičení jsou pro žáky přínosem, slouží opakování, procvičování a upevňování vědomostí a dovedností. Pro žáky je snadnější si znalosti lépe zapamatovat (Skalková, 2007) Bohužel však v učebnicích nápady na praktické cvičení z tematiky sinic a řas nenalezneme. Více možností pro učitele je prostřednictvím internetu, protože mnoho škol dává své laboratorní úkoly na internet a jsou tak dobře dostupné. I získávání vhodného materiálu ke cvičením je pro některé učitele náročná. Někteří přiznávají, že neví, kde by měli dané zástupce hledat a pokud by je našli, nebyli by si zcela jisti, zda se jedná o toho konkrétního zástupce. Právě k tomu účelu slouží vypracované karty makroskopických zástupců řas, které jsou součástí této diplomové práce. Měly by učitelům usnadnit hledání vhodných zástupců a pomoci jim v jejich určování. Další možností, jak mohou učitele daného zástupce získat je využít Výukové sady sinic a řas pro základní a střední školy, kde si je mohou objednat. Budou tak mít jistotu, že se jedná o konkrétního zástupce. Tuto službu zprostředkovává Sbírka autotrofních mikroorganismů CCALA (CultureCollectionofAutotrophicOrganisms; <http://ccala.butbn.cas.cz>) spravovaná Botanickým ústavem AV ČR. Na jejich stránkách si mohou učitelé jednotlivé sady objednat, jsou zde k dispozici pracovní listy i možnost zúčastnit se speciálních seminářů, které jim ve výuce pomohou. Zároveň případnou objednávkou vyřeší i problém, že ve většině případů učivo o sinicích a řasách probíhá v období vegetačního klidu a učitelé si tak nemohou nasbírat „živé“ vzorky.

Finance hrají také důležitou roli ve výuce přírodopisu a biologie. Z finančních důvodů je pro učitele téměř nemožné kopírovat žákům barevné obrázky, často hraje roli i

vybavení učeben, které na promítání obrázků nejsou vybaveny. Žáci se tak většinou musí spojit s obrázky, které najdou v učebnicích.

Dalším bodem, kde se učitelé úplně neshodnou je používání latinských názvů jednotlivých zástupců. Na základních je školách je pochopitelné, že nechtějí žáky těmito názvy zatěžovat, v tomto případě se shodnou. Na středních školách tak jednotní nejsou. Právě z důvodu, že většina absolventů gymnázií míří na vysoké školy, kde se s latinskými názvy setkávají, např. medicína, farmacie, přírodovědecké fakulty, ale i právnické fakulty, měli by být s latinskými názvy do jisté míry seznámeni již na střední škole. Někteří učitelé však uvádějí, že pro žáky je podstatně jednodušší používat názvy české z důvodu, že se toto učivo naučí lépe a delší dobu si ho budou pamatovat.

Závěr

Cílem práce bylo představit sinice a řasy nejen jako organismy produkující vodní květ, ale především jako organismy, které může člověk využívat ve svůj prospěch, a to v rozmanitých oblastech lidské činnosti. Poskytnout učitelům texty, ve kterých by našli informace, jak udělat pro žáky učivo o řasách a sinicích atraktivnější, a aby je pokud možno učivo víc bavilo.

Přínosem diplomové práce jsou karty zástupců makroskopických zástupců řas, které vyučujícím pomohou ve sbírání vzorků do hodin, ale i v lepší orientaci mezi jednotlivými zástupci.

Práce zároveň nabízí možnosti, jak vyřešit některé nedostatky spojené se sháněním informací, obrázků a vzorků do výuky, tím že mimo jiné nabízí seznam doporučených internetových stránek, kde mohou vyučující hledat informace pro výuku. Tyto zdroje jsou ověřené a nebude tak nastávat problém s nepřesnostmi či uváděním špatných zástupců.

Je náročné zjistit, zda se uvedené problémy spojené s výukou týkají všech škol nebo pouze těch, na které by zaslán dotazník. Pro přesnější stanovení by bylo potřeba rozsáhlejšího průzkumu na všech základních a středních školách.

Vztah žáků k předmětu je dán mimo jiné i osobností učitele a jeho přístupem k výuce. Čím zajímavější učivo, tím žáka více baví. Je jasné, že ne všichni učitelé hledají aktuální a zajímavé informace do svých hodin a i přes veškeré možnosti, které dnešní doba nabízí, se budou někteří žáci stále učit neaktuální systém a zastaralé informace. Jejich jediným pojmem z učiva sinic a řas tak zůstane „vodní květ.“ Na základně dotazníkového průzkumu však takových učitelů bylo naštěstí minimum. Učitelé chtějí na svých hodinách pracovat a neustále se zlepšovat díky všem dostupným prostředkům.

Seznam použitých zdrojů

ADL, S., M., et al. (2012). The Revised Classification of Eukaryotes. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59(5), 2012 pp. 429–493.

ALBA, K. & KONTOGIORGOS, V. (2018). Seaweed Polysaccharides (Agar, Alginate Carrageenan). *Encyclopedia of Food Chemistry*. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/323844190_Seaweed_Polysaccharides_Agar_Alginat_Carrageenan

AlgaeBase. Dostupné z: <http://www.algaebase.org/>

ANIS, M.; AHMED, S. & HASAN, M.: Algae as nutrition, medicine and cosmetic: The forgotten history, present status and future trends. *World journal of pharmacy and pharmaceutical science*. 2017.

BĚLOHLAV, V., JIROUT, T. & KRÁTKÝ, L. (2018). Možnost realizace fotobioreaktorů v průmyslovém měřítku. *Chem. Listy* 112, 183-190.

BRABCOVÁ, B., VODOVÁ, L. & HVĚZDOVÁ, K. (2018). Analýza tématu Řasy ve vybraných učebnicích přírodopisu. *Scientia in Educatione - Univerzita Karlova*. Vol 9, No 1. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/992>

CERVINO, G. et al. (2019). Alginate materials and dental impression technique: A current state of the art and application to dental practice. *Marine Drugs*. 17,18.

COLLINS, G. K. et al. (2016). Looking beyond the terrestrial: The potential of seaweed derived bioactives to treat non-communicable diseases. *Marine Drugs*, 14, 60.

ČABRADOVÁ, V. et al. (2003). *Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2003. ISBN 807238211x.

DEMIRBAS, F.: Biofuels from algae for sustainable development. *Applied Energy*. 88. 3473–3480. 2011.

FLEURENCE, J.: Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends in Food Science & Technology. 10. 25±28. 1999.

FURMANIAK M. A., et al.: Edible cyanobacterial genus *Arthrospira*: Actual state of the art in cultivation methods, genetics and application in medicine. Frontiers in Microbiology. 8:2541. 2017.

Fykologická laboratoř na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty JU v Českých Budějovicích. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/>

Galerie sinic a řas.cz. Dostupné z: <http://galerie.sinicearasy.cz/galerie>

GARCÍA, J. L., DE VICENTE, M. & GALÁN, B. (2017). Microalgae, old sustainable food and fashion nutraceuticals. Microbial Biotechnology. 10, 1017–1024.

GAVORA, P. (1992). Žiak a text. Bratislava. Slovenské pedagogické nakladateľstvo.

GOMAA, M. A., AL-HAJ, L. & ABED, R. M. M. (2016). Metabolic engineering of Cyanobacteria and microalgae for enhanced production of biofuels and high-value products. Journal of Applied Microbiology. 121, 919-931.

GONG, Y. et al. (2019). Microalgae *Scenedesmus* sp. as a potential ingredient in low fishmeal diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture 501. 455–464.

GRZESIK, M.; ROMANOVSKA-DUDA Z. & KALAJI H.M.: Effectiveness of cyanobacteria and green algae in enhancing the photosynthetic performance and growth of willow (*Salix viminalis* L.) plant under limited synthetic fertilizers application. Photosynthetica 55 (3). 510-521. 2017

HASAN, M., ANIS, M. & AHMED, S. (2017). Algae as nutrition, medicine and cosmetic: The forgotten history, present status and future trends. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science. Volume 6, Issue 6, 1934-1959.

HRABÍ, L. (2007). Názory žáků a učitelů na učebnice přírodopisu. Pedagogická orientace. 4/2007. Dostupné z:

http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2007/pedor07_4_nazoryzakuucitelunaucebniceprirodopisu_hrabi.pdf

JELEMENSKÁ, P. (2008). Môžu žiaci napredovať pri učení sa pojmu ekosystém? Obsahová analýza výkladového textu učebníc na rôznom stupni škôl. Učebnice z pohľadu pedagogického výzkumu. Brno: Paido. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-174-4.

JELÍNEK, J. & ZICHÁČEK, V. (2006). Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část). 11. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-338-4.

KALINA, T. & VÁŇA, J. (2005). Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Praha: Karolinum. ISBN 9788024610368.

KAŠTOVSKÝ, J. et al. (2018). Atlas sinic a řas ČR 1. a 2. díl. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/matlas>

KAŠTOVSKÝ, J. & JURÁŇ, J. (2016). Evoluce sinic a řas v moderním pojetí. Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR. Živa 6/2016.

KAŠTOVSKÝ, J. & JURÁŇ, J. (2016). Nový pohled na systém sinic a řas a jak ho učit? Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR. Živa 6/2016.

KAUFNEROVÁ, V. & VÁGNEROVÁ, P. (2013). Sinice a řasy v učebnicích pro základní a střední školy. Arnica, 1–2, 9–18. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.

KINCL, L., KINCL, M. & JAKRLOVÁ, J. (2008). Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií. 4., přeprac. vyd. Praha: Fortuna. ISBN 80-7168-947-5.

KNECHT, P. et al. (2007). Frekvenční pojmová analýza učebnic sociálního zeměpisu pro ZŠ. In Hodnocení učebnic. 1. vyd. Brno: Paido, 2007. s. 121-134, 14 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi 7. ISBN 978-80-7315-148-5.

KNECHT, P. et al. (2008). Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu. Brno: Paido. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-174-4.

KUBÁT, K. (2003). Botanika. 2. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství. ISBN 80-7183-266-9.

KVASNIČKOVÁ, D. (2002). Ekologický přírodopis 6 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. 3., přeprac. vyd. Praha: ISBN 80-7168-783-9.

LHOTSKÝ, R.: Aktivní látky mikrořas ve výživě. Mikrobiologický ústav AV ČR. 2017. Dostupné z: http://www.alga.cz/UserFiles/mstefanova/files/Aktivn%C3%AD%20l%C3%A1tky%20mikro%C5%99as%20ve%20v%C3%BD%C5%BEiv%C4%9B_2017.pdf

MADEIRA, M. S. et al. (2017). Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: A review. *Livestock Science* 205. 111–121.

MALENINSKÝ, M., ŠKODA, B. & SMRŽ, J. (2004). Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií : bakterie, řasy, houby, bezobratlí. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti. ISBN 80-86034-56-9.

MARKOU, G., VANDAMME, D. & MUYLAERT, K. (2014). Microalgal and cyanobacterial cultivation: The supply of nutrients. *Water Research*. Volume 65. Pages 186-202.

MASOJÍDEK, J., et al. (2016). Mikrořasy - solární továrna v jedné buňce. Středisko společných činností AV ČR. Dostupné z: https://www.alga.cz/UserFiles/mstefanova/files/Mikro%20%C5%99asy_sol%C3%A1rn%C3%AD%20tov%C3%A1rna%20v%20jedm%C3%A9%20bu%C5%88ce.pdf

MIŠURCOVÁ, L., STRATILOVÁ, I. & KRÁČMAR, S. (2009). Obsah minerálních látek ve vybraných produktech z mořských a sladkovodních řas. *Chem. Listy* 103, 1027-1033 (2009)

Molecular recipes.com. Dostupné z: <http://www.molecularrecipes.com/>

Návod na přípravu média. Dostupné z:

https://is.muni.cz/el/1441/podzim2017/BIp003/zivna_puda_pro_kultivaci_bakterii_a_mikro_biol_stery.pdf

NOLČOVÁ, L. & VÁGNEROVÁ, P. (2016). Zajímavá a motivující výuka řas a sinic na základních a středních školách. *Arnica* 5, 1–2, 32–38. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.

NOVOTNÝ, I. & HRUŠKA, M. (2015). *Biologie člověka*. 5., rozšířené a upravené vydání. Praha: Fortuna. ISBN 978-80-7373-128-1.

PAUL, W. & SHARMA, C. P. (2014). Alginate wound dressing: History and advanced wound care. *Encyclopedia of Biomedical Polymers and Polymeric Biomaterials* DOI: 10.1081/E-EBPP-120051065.

PAVLASOVÁ, L. (2013). Přehled didaktiky biologie. Ústav profesního rozvoje pracovníků ve školství. Univerzita Karlova v Praze. Pedagogická fakulta. Dostupné z: <http://vzdelavani-dvpp.eu/download/opory/02pavlasova.Kn.bl.TISK.pdf>

PRŮCHA, J. (2008). *Učebnice: teorie, výzkum a potřeby praxe*. Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu. Brno: Paido. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-174-4.

PUMANN, P. & DURAS, J. (2014). *Atlas makroskopických jevů spojených s výskytem vodních květů sinic a dalších organismů v přírodních koupacích vodách*. Státní zdravotní ústav, Praha. Dostupné z:

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tacr/Atlas_vodnich_kvetu.pdf

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Národní ústav pro vzdělávání. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/159>

Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání od 1. února 2017. Dostupné z: <http://www.pedagogicke.info/2017/01/ramcovy-vzdelavaci-program-pro.html>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Národní ústav pro vzdělávání. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/43792/>

Sbírka autotrofních mikroorganismů CCALA (CultureCollectionofAutotrophicOrganisms). Dostupné z: <http://ccala.butbn.cas.cz>

SHAH, R. M. et al. (2016). Astaxanthin producing green microalga *Haematococcus pluvialis*: From single cell to high value commercial products. *Frontiers in Plant Science*. Volume 7. Article 531.

Schvalovací doložky učebnic. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/schvalovaci-dolozky-ucebnic-2013>

SKALKOVÁ, J. (2007). *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1821-7.

SØRENSEN, M. et al. (2016). Microalga *Phaeodactylum tricornutum* in feed for Atlantic salmon (*Salmosalar*) —Effect on nutrient digestibility, growth and utilization of feed. *Aquaculture* 460. 116–123.

SWANT, S.S. et al.: Computational and experimental studies of high depth algal raceway pond photo-bioreactor. *Renewable Energy*. 118. 152-159. 2017.

Školní pokusy z mikrobiologie. Dostupné z: https://www.google.cz/search?source=hp&ei=kG2vXNG3DaOEmwW57aiwBw&q=pokusy+z+mikrobiologie&btnK=Hledat+Googlem&oq=pokusy+z+mikrobiologie&gs_l=psy-ab.3..33i160.16021.19356..20009...0.0..0.157.2204.16j6.....0....1..gws-wiz.....0..0i131j0j0i22i30j33i22i29i30j33i10.78_pDGa1BIY

Školní vzdělávací programy škol vybraných pro dotazník.

ŠUTOVSKÁ, M. et al.: The chemical profile and pharmacodynamic properties of extracellular *Wollea saccata* biopolymer. *International Journal of Biological Macromolecules*. 103. 863–869. 2017.

THOM, A.E.; BHATTACHARJEE, M. & SIEMANN, E: Predaceous insects may limit algal grazers in high-nutrient environments: implications for waste water remediation in open bioreactors. *Aquatic Ecology*. 52:107–118. 2018.

TITLYANOV, E. A. & TITLYANOVA, T. V. (2010). Seaweed Cultivation: Methods and Problems. Russian Journal of Marine Biology, 2010, Vol. 36, No. 4, pp. 227–242.

VARFOLOMEEV, S. D. & WASSERMAN, L. A. :Microalgae as Source of Biofuel, Food, Fodder, and Medicines. Applied Biochemistry and Microbiology. Vol. 47, No. 9.789–807. 2011

VEGA-QUEZADA, C.; BLANCO, M. & ROMERO, H.: Synergies between agriculture and bioenergy in Latin American countries: A circular economy strategy for bioenergy production in Ecuador. New Biotechnology. 39. 81-89. 2017

VOGEL, V. & BERGMANN P.: Culture of *Spirogyra* sp. in a flat-panel airlift photobioreactor. 3 Biotech. 2017.

WESTBY, T., CADOGAN, A. & DUIGNAN, G. (2018). In vivo uptake of iodine from a *Fucus serratus* Linnaeus seaweed bath: does volatile iodine contribute? Environ Geochem Health. 40:683–691.

Zákon č. 561/2004 Sb.,o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). Dostupný z: <http://www.msmt.cz/dokumenty-3/skolsky-zakon-ve-zneni-ucinnem-od-15-2-2019>

ZÁVODSKÁ, R. (2006). Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie. Praha: Scientia, Biologie pro gymnázia. ISBN 8086960153.

ZHAO, X. et al.: Ruanjian Sanjie decoction exhibits antitumor activity by inducing cell apoptosis in breast cancer. Oncology letters. 13. 3071-3079. 2017.

Způsob hodnocení jakosti vody. Státní zdravotní ústav. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode/zpusob-hodnoceni-jakosti-vody>.