

## Zajímavá a motivující výuka řas a sinic na základních a středních školách

Lucie Nolčová, Petra Vágnerová

**Abstrakt:** Na základních a středních školách se žáci s výukou řas a sinic setkávají obvykle v úvodních partiích problematiky biologie rostlin. Je to téma pro ně obtížné, poměrně abstraktní, často v nich nezanechá dlouhodobější stopu. Chybou je často nedostatečná motivace, tedy například nezajímavá prezentace tohoto tématu, absence praktických cvičení či malý důraz na provázanost tématu s životem žáka či aktuálními potřebami společnosti. Tento článek nabídne vyučujícím nový pohled na výuku algologického tématu a poskytne podklady pro zkvalitnění výuky a přiblížení řas a sinic žákům základních a středních škol na osobní úrovni.

**Klíčová slova:** algologie, motivace, biologie, přírodopis, výuka.

**Abstract:** Teaching of algae and cyanobacteria topic in primary and secondary schools is often sporadic and does not leave enough of knowledge or experience in students. Usual problems are unexciting presentation of this topic, lack of motivation, lack of exercises and little emphasis on the connection of the topic and students life or current needs of society. This article offers a new perspective on teaching algological topic and provide material for the improvement of teaching. It also shows how to bring this subject to students in primary and secondary schools on a personal level.

**Key words:** algology, motivation, biology, teaching.

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. Rukopis došel 26. listopadu 2015; byl přijat po recenzi 15 února 2016.

Lucie Nolčová, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Klatovská 51, Plzeň, 306 19, Česká republika; e-mail: nolcova@cbg.zcu.cz

Petra Vágnerová, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Klatovská 51, Plzeň, 306 19, Česká republika; e-mail: vagnerov@cbg.zcu.cz

### Úvod

Řasy a sinice jsou nepostradatelnou součástí vodních i terestrických ekosystémů. Přestože jsou řasy lehce dostupným studijním materiálem, nehrají v praktických cvičeních velkou roli. Žáci se s řasami a sinicemi setkávají každý den svého života, a přesto není ve výuce tomuto tématu věnována dostatečná pozornost. Každý žák přichází v běžném životě s těmito organismy do kontaktu, aniž by si toho byl vědom. V létě si žáci všimají zbarvení vody, ve které se koupou, jsou upozorňováni na výskyt vodního květu ve své oblíbené dovolenkové lokalitě a dennodenně chodí do školy kolem stromů porostlých terestrickými řasami. S řasami se setkávají také v podobě farmaceutických, kosmetických či potravinářských výrobků. Na všech těchto a mnohých dalších skutečnostech lze demonstrovat důležitost řas a sinic v přírodě. Je možné využít osobní zkušenosti žáků jako motivaci ke studiu oboru algologie.

Na základních a středních školách je výuka tématu řas a sinic často omezena na nejnútější minimum. Praktická výuka s použitím mikroskopů a živých vzorků je v tomto ohledu spíše vzácností, a to z důvodu nedostatku času, nevhodného období, kdy je toto téma ve škole probíráno (období vegetačního klidu), nebo

i z neznalosti učitelů, jak získat materiál k laboratorním cvičením. Článek V. Kaufnerové a P. Vágnerové (2013) poukazuje na nedostatečnost učebnic v rámci této problematiky i na téměř neexistující pozornost věnovanou řasám a sinicím při tvorbě rámcových vzdělávacích programů (RVP). Učitelé sami často nemají dostatek zdrojů informací a inspirace, a tak se raději tomuto tématu snaží vyhýbat. Nízký zájem ze strany studentů je dalším možným důvodem, proč se algologie při výuce na základních a středních školách příliš neuplatňuje. Řasy a sinice mohou být pro žáky do jisté míry poněkud abstraktním jevem, nedají se pozorovat pouhým okem a známé makroskopické druhy řas jsou obvykle součástí mořských ekosystémů, o které jsme v našich podmínkách také ochuzeni. Zájem žáků o algologii však může učitel podpořit pomocí několika jednoduchých kroků, které uvádí např. Petty (2004):

- Učitel sám musí jevit zájem o daný obor a nadšení pro něj.
- Ukázat význam probíraného tématu pro reálný život – praktické využití, konkrétní aplikace učiva, ukázka reálných výrobků atd.
- Dodat učivu „osobní rozměr“, ukázat jak se učivo uplatňuje v životě každého žáka.

- Vyučování samo musí být zajímavé a dynamické s mnoha překvapivými informacemi.

Tento článek si klade za cíl inspirovat vyučující k tomu, aby věnovali tématu řas a sinic ve své výuce více pozornosti, poskytně informace o možnostech získání algologického materiálu a také celou řadu zajímavých doplňujících informací dokumentujících propojení vybrané tematiky s každodenním praktickým životem. Doufáme, že učitelům přírodopisu a biologie nabídne inspiraci k tomu, jak žáky motivovat k zájmu o tuto problematiku a zlepšit jejich celkové povědomí a představu o sinicích a řasách v přírodě kolem nás.

## Metodika

### 1. Laboratorní potřeby:

Plastové odběrové lahvičky s víčkem, planktonní síť, případně PET lahev, plastová kapátka, podložní a krycí sklíčka.

### 2. Přístrojové vybavení:

Mikroskopy s rozlišením alespoň 10×20 nejlépe 10×40, případně mikroskop s příslušenstvím, které umožňuje promítání pozorovaného vzorku na promítací plátno.

### 3. Odběr materiálu pro laboratorní cvičení:

Řasy a sinice patří mezi běžně se vyskytující organismy a jejich získání pro potřeby výuky není nijak komplikované. Odběry fytoplanktonu se provádějí pomocí planktonní sítě s průměrem ok 20 nebo 40  $\mu\text{m}$ , případně se dá využít i obyčejná PET lahev. Více se metodice odběru vzorků věnovala v předchozím dvojčísle časopisu Arnika V. Kaufnerová (2015). Pořízení planktonní sítě není pro školu finančně příliš náročné a pro zkvalitnění výuky řas a sinic je tato pomůcka velmi nápomocná. Odběry fytoplanktonu mohou pod dohledem vyučujícího provádět žáci sami v rámci vycházky věnované pořízení materiálu na laboratorní práce. Zároveň je vhodné, aby žáci samostatně odebírali vzorky běžných terestrických řas, jako je *Apatococcus* či *Trentepohlia*. Odběry by také měly probíhat na různých stanovištích, jakými jsou například návesní rybník, zarostlá louže, kámen v tekoucím potoce, bahno na břehu řeky a borka stromů. Praktické zapojení žáků při odběrech je nezbytné k tomu, aby žáci získali představu o tom, kde se řasy a sinice vyskytují nebo jestli můžeme přítomnost řasy detekovat pouhým pohledem. To všechno přispívá k tomu, aby se řasy a sinice staly pro žáky méně abstraktním pojmem. Provedení vlastních odběrů z přírodních lokalit má velkou výhodu v tom, že při pozdějším mikroskopování žáci uvidí morfologickou, velikostní i barevnou rozmanitost různých druhů řas a sinic, případně mikroskopických živočichů, kteří se ve vodě vyskytují.

V případě, že z nějakého důvodu není praktická ukázka odběrů proveditelná, je možné požádat o zaslání vzorků běžných druhů řas a sinic některé z algologických pracovišť. Tuto službu nabízí v rámci Plzeňského kraje Centrum biologie a geověd FPE ZČU. Získání materiálu touto cestou je výhodné z toho důvodu, že vyučující bude mít jistotu, jakého zástupce žákům ukazuje. Zároveň má ale tento postup značnou nevýhodu v tom, že žák uvidí ve vzorku pouze jeden druh organismu, a bude tak ochuzen o celkovou představu o druhové rozmanitosti přírodního stanoviště. Pokud se přece jen přikloníme k této variantě, určitě nebude problém doplnit výuku alespoň fyzickým odběrem terestrických řas z borky stromů. Odběry terestrických řas jsou důležité proto, aby žáci nezískali mylnou představu o tom, že řasy a sinice jsou záležitostí pouze vodních ekosystémů.

Po získání živého odběrového materiálu je nutné tyto vzorky velmi rychle zpracovat (např. následující hodinu biologie). Nejvhodnější je zpracování vzorku do dvou až tří dnů od odběru, přičemž do té doby je nutné tento vzorek uchovávat v lednici. Poněkud odolnější jsou nárostová společenstva, kdy porostlý kámen (či jiný předmět s biofilmem) můžeme ponořený ve vodě využít na praktikách klidně i po týdnu skladování.

## Praktická výuka

Vhodným motivačním činitelem při výuce jsou praktická cvičení, při kterých žáci získávají nejen manuální návyky, ale (v případě mikroskopických praktik) i povědomí o rozmanitosti organismů, které dosud nemohli na vlastní oči spatřit. Při výuce algologie jsou mikroskopická praktika z tohoto pohledu klíčová. Zvolením vizuálně atraktivních zástupců můžeme podpořit zájem žáků o toto téma, ale navíc mají praktická cvičení a laboratorní práce jako vyučovací forma výrazný aktivizující potenciál a je větší šance, že si žáci nové informace zapamatují.

K mikroskopickým praktikům je třeba mít k dispozici dostatečně kvalitní přístrojové vybavení. V případě nutnosti práce žáků se zastaralými, ne zcela funkčními mikroskopy, které by působily spíše demotivačně (zejména u mladších žáků bývá velkým problémem práce s mikroskopem bez zabudovaného osvětlení), je vhodnější přistoupit například k promítání obrázků jednotlivých zástupců na plátno (z kvalitního mikroskopu s příslušenstvím, které umožní projekci pozorovaného objektu pro více pozorovatelů), nebo alespoň promítání poutavých obrázků běžných zástupců stažených z internetu.

Během výuky tématu řas a sinic by se žáci základních a středních škol měli seznámit zejména s nejběžnějšími

skupinami, které se vyskytují v našich vodách. Kromě obecných informací by vyučující měli do výuky zařadit i množství informací atraktivních pro žáky, a to vzhledem k jejich motivačnímu významu.

### Nejběžnější skupiny řas a sinic v našich vodách vhodné k výuce řas a sinic:

Obecná charakteristika vybraných skupin byla dostatečně popsána v jednom z předchozích čísel časopisu *Arnica*, a to v příloze článku V. Kaufnerové a P. Vágnerové (2013), případně není problém tyto obecné informace dohledat například na stránkách fykologické laboratoře katedry botaniky Přírodovědecké fakulty JU v Českých Budějovicích (<http://www.sinicearasy.cz>). Pro účely tohoto článku jsou uváděny informace a zajímavosti, které obecnou charakteristiku obohacují, propojují téma s běžným životem žáků a doplňují ho tak o významný motivační faktor.

Řasy a sinice vyskytující se v odebraných vzorcích není nutné konkrétně určovat. Plně postačí, pokud vyučující bude schopen daný organismus zařadit do širší taxonomické jednotky. Tento způsob je výhodný jak pro vyučující, kteří mohou bez podrobných odborných znalostí tématu vést kvalitní výuku včetně praktické výuky, tak i pro žáky, kteří nebudou zahlceni nepřiměřeným množstvím informací a obtížných latinských názvů, pro něž většinou neexistuje české synonymum. Pro zařazení organismů, se kterými se vyučující mohou setkat v rámci odběrů z naší přírody, postačí rozdělení do následujících skupin: sinice, krásnoočka, obrněnky, zlativky, rozsivky, zelené řasy a spájkivé řasy (rozděleny na jařmatky a krásivky).

V následující části uvedeme ke každé z vybraných skupin zajímavosti, které pomohou vyučujícím vzbudit zájem studentů o problematiku řas a sinic.

#### Sinice (oddělení Cyanobacteria, třída Cyanophyceae)



Obr. 1. Sinice, rod *Anabaena* (foto: autor)

O těchto prokaryotních organismech se často hovoří v negativních souvislostech. Žáci se jistě setkali s pojmem „vodní květ“, který obecně označuje přemnožení sinic (obr. 1). Vodní květ vytváří u hladiny charakteristickou hustou vrstvu organického materiálu, která se díky typické barvě a konzistenci často hovorově označuje jako hrachovka. Některé sinice produkují jedovaté látky – cyanotoxiny, které mohou vyvolávat různé zdravotní obtíže. Tyto toxiny jsou také důvodem, proč nás média v letním období varují před rekreačními oblastmi s výskytem vodního květu.

Zhoršená kvalita vody v dovolenkových destinacích dělá sinicím špatné jméno, avšak sinice mají pro život na Zemi dalekosáhlejší důsledky. Například to byly jedny z prvních organismů na naší planetě, které díky schopnosti fotosyntézy obdařily Zemi kyslíkatou atmosférou, a umožnily tak další rozvoj života (Herrero a Flores 2008). Starobylost těchto organismů dokládají například i zvláštní zkamenělé útvary stromatolity, tvořené z velké části právě sinicemi. Teorie endosymbiózy předpokládá, že se sinice staly základem pro chloroplasty – organely nezbytné pro fotosyntetizující rostliny (Sagan 1967).

Jako zajímavost můžeme uvést také obrovský ekologický záběr těchto organismů, které jsou schopny žít i v tak extrémních podmínkách, jako jsou horká vřídla, extrémně slaná stanoviště nebo i místa tak tmavá, že by jiné organismy již nebyly schopny fotosyntézy. Takové sinice jsou pak schopny života dokonce i uvnitř kamenů (Šejnohová a Maršálek 2005).

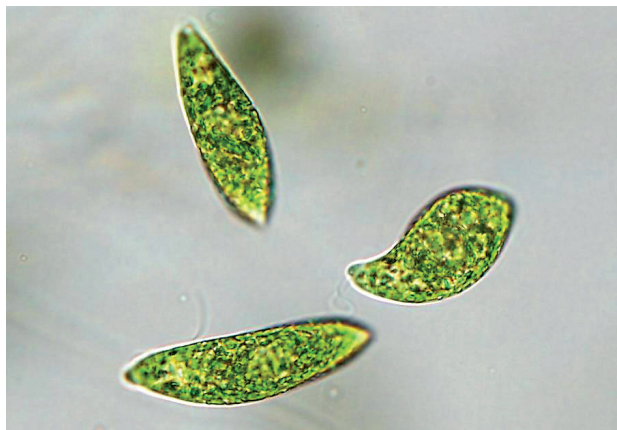
Významná je i účast sinic na symbiotických vztazích s dalšími organismy, například v symbióze s houbou vytvářejí stélku lišejníků. Dále jsou také symbionty určitých druhů rostlin nebo i živočichů, kdy vytvářejí tzv. zoocyanely.

Se sinicemi se můžeme setkat i v lékárnách nebo prodejnách zdravé výživy, kde se sušené sinice prodávají jako doplněk stravy bohatý na bílkoviny a různé minerální látky (např. přípravky s názvem *Spirulina*).

Díky své schopnosti vázat vzdušný dusík našly sinice využití i jako přírodní hnojivo, které se využívá například na rýžových polích (Hindák 2008). Poměrně aktuální je zkoumání sinic jako potenciálního zdroje kvalitních biopaliv (Dutta et al. 2005).

#### Krásnoočka (oddělení Euglenophyta, třída Euglenophyceae)

Pokud chce mít vyučující jistotu, že žáci budou zaujati mikroskopickým preparátem, vybere takový organismus, který se pohybuje. Krásnoočka (obr. 2) tento „požadavek“ plně splňuje a žáci se při snaze dohonit



**Obr. 2.** Krásnoočka, rod *Euglena* (foto: autor)

bičíkovce na sklíčku nejen pobaví, ale také si procvičí a zautomatizují práci s mikroskopem.

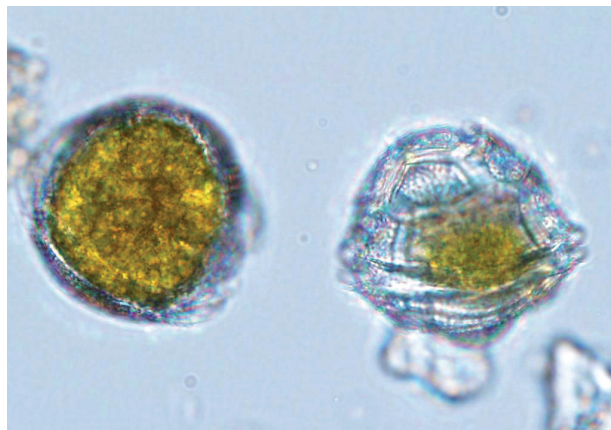
Zástupce krásnooček často nalezneme ve vodách bohatých na živiny neboli eutrofních vodách. Často tak tyto atraktivní bičíkovce nacházíme ve vodách, které mohou být z laického pohledu vnímány jako špinavé (rybníčky, zarostlé tůňky apod.). Nebývá proto problém je pro potřeby výuky obstarat.

Při pozorování krásnooček v mikroskopu můžeme v jejich buňce spatřit zřetelnou červenou tzv. světločivnou skvrnu, což je jedna z organel, které buňce umožňují světelnou orientaci. Někteří ze zástupců si vytvářejí schránky propůjčující řase červenou až hnědou barvu. Pokud se ale stane, že se schránka nedopatřením rozbije, například silnějším přitlačením krycího sklíčka, můžeme pozorovat, že uvnitř této schránky skutečně žije zeleně zbarvený bičíkovec. Jiní zástupci této skupiny mají zploštělý až spirálovitý tvar těla, což je z hlediska pozorování činí ještě atraktivnější.

V minulosti se taxonomové nemohli shodnout, zda krásnoočka zařadit k rostlinám či k živočichům (např. Hausmann a Hülsmann 1996, Kalina a Váňa 2005), jelikož se některé jejich charakteristické znaky zdají být v tomto ohledu protichůdné. Jako typicky rostlinná se zdála být schopnost fotosyntézy. Na druhou stranu schopnost pohybu pomocí bičíku a také schopnost aktivního lovu vedla taxonomy k závěru, že se jedná o živočichy. V některých publikacích si krásnoočka mezi sebou „přehazují“ zoologové a botanikové dodnes (Kalina a Váňa 2005).

### **Obrněnky (oddělení Dinophyta, třída Dinophyceae)**

Tito bičíkovci skutečně dostojí svému českému názvu, jelikož díky své odolné schránce vypadají, jako by byli chráněni brněním (obr. 3). Pokud budete mít štěstí, tak ve vzorku naleznete i prázdné schránky obrněnek, na kterých je struktura schránek nejzřetelnější.



**Obr. 3.** Obrněnky, rod *Peridinium* (foto: M. Ptáček)

Některé, zejména mořské druhy, produkují silné toxiny a v případě přemnožení způsobují nebezpečné vegetační zákaly, tzv. redtides, které díky vysoké toxicitě ohrožují jak rekreaci, tak rybolov a další průmyslové aktivity v postižené oblasti, a to na poměrně dlouhou dobu (Okaichi 2004).

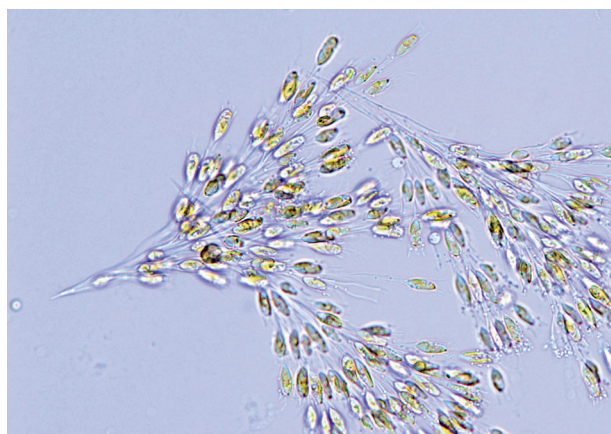
Tvorba toxinů však není u obrněnek pravidlem. Obrněnky, se kterými se můžeme setkat v našich vodách, jsou pro člověka zcela neškodné a některé specifické druhy obrněnek vytváří dokonce symbiózy s jinými organismy, například s korály.

Některé mořské druhy obrněnek vynikají díky své schopnosti bioluminiscence, tedy světélkování, při mechanické stimulaci (můžeme pozorovat světélkující vlnky u pobřeží).

### **Zlativky (oddělení Heterokontophyta, třída Chrysochyceae)**

Organismy z této skupiny se vyskytují nejčastěji v chladných stojatých vodách, takže se s nimi pravděpodobně setkáte, pokud budete odběry provádět brzy z jara, nebo v chladném pozdním podzimním období.

Pro žáky bude vizuálně zajímavý zejména rod *Dinobryon* (obr. 4), který je nezaměnitelný díky



**Obr. 4.** Zlativky, rod *Dinobryon* (foto: autor)

charakteristickým nálevkovitým schránkám, pomocí kterých se jednotliví bičíkovci spojují do nápadných keříčkovitých kolonií. Jako zajímavost u tohoto rodu můžeme uvést například fakt, že kromě fotosyntézy se zároveň živí i fagotrofně a jeho potravou se tak stávají i bakterie, které si k sobě přihánějí svými bičíky (Kalina a Váňa 2005).

### Rozsivky (oddělení Heterokontophyta, třída Bacillariophyceae)

Rozsivky jsou z hlediska výuky velmi vděčným tématem jednak z důvodu nepřeborného množství zajímavých informací, jednak z důvodu snadného sehnání materiálu pro praktika.

Žáci jistě znají hnědavé, často kluzké povlaky na kamenech či jiných předmětech ponořených ve vodě. Tento organický povlak – biofilm – je skvělým zdrojem rozsivek. K získání materiálu navíc není třeba žádných pomůcek, prostě sebereme porostlý kámen a v laboratoři poté stačí seškrábnout část povlaku na podložní sklíčko. Společenstva nárostů na ponořených podkladech, jež jsou z velké části tvořena právě rozsivkami, mohou sice někomu připadat nevábne, avšak pro vodní ekosystém mají zcela zásadní roli, jelikož tyto povlaky fungují jako přirozená čistička a jsou jedním z faktorů zajišťujícím samočisticí schopnost tekoucích vod.

U skupiny rozsivek se můžeme setkat s ohromnou rozmanitostí tvarů i velikostí, ale typickým a nezaměnitelným znakem rozsivek je jejich schránka (obr. 5),



Obr. 5. Rozsivky, rod *Cymbella* (foto: autor)

která se skládá ze dvou dílů. Stavbu schránky rozsivek žákům nejsnadněji přiblížíme pomocí Petriho misky, na kterou můžeme kreslit i další struktury, které chceme žákům přiblížit. Schránka se sice nejlépe pozoruje až po odumření samotné buňky, ale i za živa jsou rozsivky zajímavým mikroskopickým objektem.

Za zmínku při výuce stojí způsob jejich nepohlavního rozmnožování, při kterém si nově vzniklé dceřině

buňky rozdělí schránku mateřské buňky a chybějící – menší miskou – si nová buňka sama dotvoří. To vede k neustálému zmenšování velikosti rozsivky až k určité hraniční velikosti.

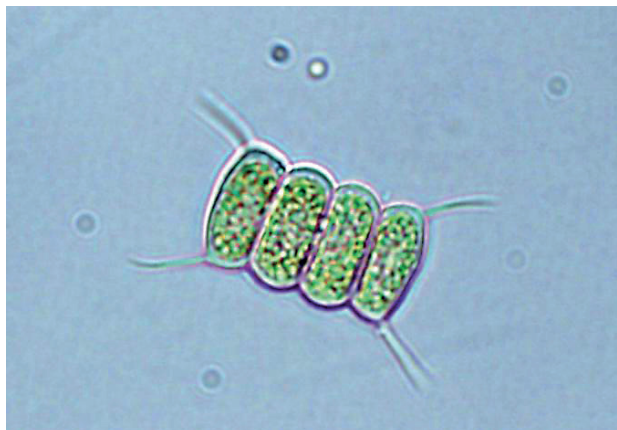
Žáci také mohou z televizních kriminálních seriálů znát jedno z mnoha praktických využití rozsivek jako prostředek k identifikaci přesného místa utopení oběti. Rozsivky, konkrétně rozsivková zemina – křemelina, byla také jednou z přísad původní receptury dynamitu, kdy se tyto usazené schránky rozsivek smíchaly s výbušným nitroglycerinem. Podobně morbidní je také využití schránek rozsivek při výrobě chemické zbraně Cyklon B, která se používala v plynových komorách při vyhlazování židů. Moderní je také užívat upravenou křemelinu jako potravinový doplněk blahodárně působící na funkci celého organismu. Křemelinu si pro její schopnost jemné abraze můžete také přimíchat do zubní pasty, která pak zaručí bělostný úsměv. Velmi často se křemelina využívá k filtraci (např. při výrobě piva a vína), jako absorbent tekutých polutantů dokonce i při ropných haváriích. Dále se křemelina používá jako plnidlo do různých sypkých výrobků včetně léčiv a díky svým izolačním schopnostem mají rozsivkové schránky využití i ve stavebnictví. Křemelinu můžeme koupit i jako ekologický přípravek k hubení hmyzu.

Rozsivky jsou považovány za nejrozšířenější skupinu řas. Můžeme je najít ve vodě, ve vzduchu, v půdě, a dokonce i na takových místech, jako jsou termální prameny či ledovce polárních oblastí (Kalina a Váňa 2005). Rozsivky jsou také významnými producenty kyslíku a říká se, že rozsivkám vděčíme za každé páte nadechnutí (Mann 2010).

### Zelené řasy (oddělení Chlorophyta)

Při výuce řas a sinic dozajista narazíte na zástupce této rozsáhlé skupiny, blíže příbuzné vyšším rostlinám. Není nezbytné, aby se vyučující plně orientoval ve všech rodech této skupiny, pro účely výuky na základní a střední škole naprosto postačí, pokud vyučující bude schopen poznat několik málo modelových organismů pro tuto skupinu. Konkrétní rody vhodné pro demonstraci skupiny zelených řas při praktické výuce uvádí V. Kaufnerová a P. Vágnerová (2013) v příloze již zmiňovaného článku.

Pro žáky bude pravděpodobně nejatraktivnější rod *Volvox*, nicméně zástupci tohoto rodu nejsou tak hojní a pravděpodobnost jejich nálezu v průběhu roku kolísá. Určitě se ale můžete spolehnout na zástupce rodů *Pediastrum*, *Desmodesmus* (obr. 6) a *Scenedesmus*. Zástupci těchto rodů jsou bez problémů k nalezení ve většině stojatých eutrofních vod (např. rybníky). Tyto rody jsou aktuálně zkoumány jako pomocníci



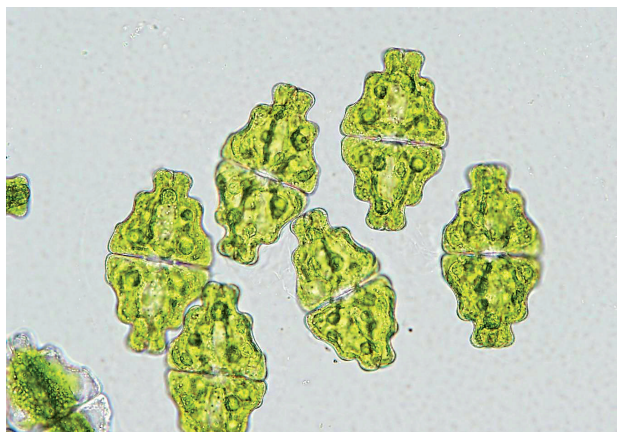
**Obr. 6.** Zelené řasy, rod *Desmodesmus* (foto: autor)

při zjišťování a odstraňování škodlivých látek z prostředí, například při kontaminaci prostředí těžkými kovy (např. Travieso et al. 1999, Das et al. 2008, Kaplan 2013).

V rámci skupiny zelených řas bychom neměli zapomenout ani na terestrické řasy, které žákům demonstrují přítomnost řas i mimo vodní prostředí. Dva nejběžnější druhy terestrických řas *Apatococcus* a *Trentepohlia* nejsou sice ideálním objektem z hlediska vizuálního prožitku při mikroskopování, zato jejich sběr můžeme považovat také za činnost motivačního charakteru.

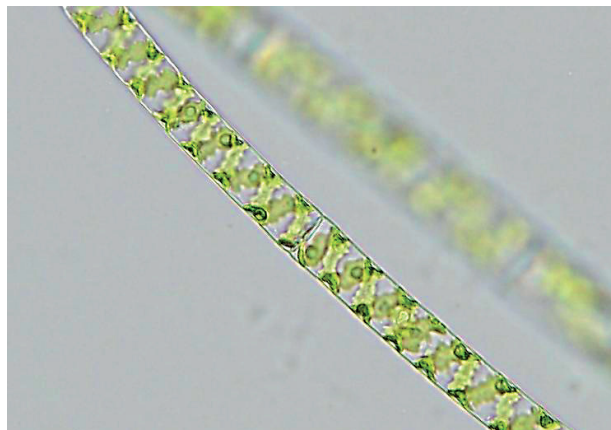
### Spájkivé řasy (oddělení Charophyta, třída Zygnematophyceae)

Tuto skupinu dělíme do dvou podskupin podle toho, zda se jedná o řasy jednobuněčné, v tom případě hovoříme o krásivkách (pbr. 7), nebo o řasy vláknité,



**Obr. 7.** Krásivky, rod *Euastrum* (foto: autor)

v takovém případě je řadíme do podskupiny jařmatek (pbr. 8). Některé jařmatky, zejména rod *Spirogyra*, jsou na pohled poutavé díky tvaru svých chloroplastů, které bývají úhledně šroubovitě vinuté. U krásivek mohou žáci obdivovat krásu rozmanitosti tvarů.



**Obr. 8.** Jařmatky, rod *Spirogyra* (foto: autor)

Buňka krásivek je charakteristická tím, že se skládá ze dvou polobuněk (semicel) spojených isthmusem, připomínajícím štíhlý pas. Některé druhy však mají isthmus poměrně mohutný a výsledný tvar tak můžeme přirovnat k srpku měsíce. Krásivky jsou unikátní především nádhernými tvary a svou obrovskou rozmanitostí, díky které slouží jako modelové organismy pro morfometrii (Neustupa 2004).

### Závěrečná doporučení:

Praktické odběry a mikroskopické práce mají důležitou motivační a aktivizující úlohu pro výuku algologie.

Pokud není z jakýchkoliv důvodů možné provést odběry a mikroskopování, je pro motivaci žáků nutné do klasické výuky zapojit obrazový materiál, který žákům přiblíží místo výskytu daného organismu a vzhled organismu v mikroskopu. Ani při časové tísní není nutné výuku tohoto tématu ošidit, i promítané obrázky s poutavým komentářem mohou být pro žáky dostatečně motivující.

Při odběrech v přírodních lokalitách je třeba mít na vědomí to, že fytoplankton podléhá sezónní dynamice a druhové složení se během roku mění. Je třeba si před výukou vzorek prohlédnout a připravit se na organismy aktuálního období.

Pro potřeby výuky na základní a střední škole není třeba určovat velké množství zástupců. Už vzhledem k tomu, že řasy a sinice mají často pouze latinské názvy, které mohou být pro žáky složité a demotivující, postačí, když se nalezené organismy zařadí do větších taxonomických skupin, které mají nějaký společný charakteristický znak. Vyučující je tak schopen vést kvalitní výuku řas a sinic bez nepřiměřeně náročné přípravy či bez nutnosti použití rozsáhlé odborné a určovací literatury.

Jako kvalitní internetový zdroj doporučujeme stránky fykologické laboratoře katedry botaniky Přírodovědecké fakulty JU v Českých Budějovicích

(<http://www.sinicearasy.cz>), kde najdete jak laické, tak odborné informace o problematice řas a sinic. Stránky zároveň nabízejí bohatou galerii zástupců včetně jejich názvů a systematického zařazení. Dalším vhodným zdrojem je i databáze AlgaeBase (<http://www.algaebase.org/>).

V případě dotazů či potřeby konzultace mají pedagogové možnost obrátit se na některá algologická či hydrobiologická pracoviště. V Plzeňském kraji se pedagogové mohou spojit například s pracovníky Centra biologie, geověd a envigogiky Fakulty pedagogické Západočeské univerzity či mohou požádat o radu hydrobiologická pracoviště na státních podnicích Povodí.

## Závěr

Tento článek slouží jako inspirace pro učitele biologie na základních a středních školách ke zkvalitnění výuky algologického tématu a zároveň nabízí podněty ke zvýšení atraktivnosti a tím i motivačního účinku na žáky. Řasy a sinice patří mezi tradičně opomíjená témata ve výuce, přestože nabízí mnoho zajímavých a aktuálních témat, která jsou alespoň částečně shrnuta v tomto článku. Tato práce se také snaží ukázat, že výuka řas a sinic není časově ani materiálně nijak náročná a je možné ji vést i s neobdobnou vědomostní základnou.

## Literatura

- DAS, N., VIMALA, R. & KARTHIKA, P. 2008. Biosorption of heavy metals – An overview. *Indian Journal of Biotechnology* 7: 159–169.
- DUTTA, D., DE, D., CHAUDHURI, S. & BHATTACHARYA, S.K. 2005. Hydrogen production by cyanobacteria [online]. *Microbial Cell Factories* [cit. 18. 11. 2015]. Dostupné na WWW: <<http://www.microbialcellfactories.com/content/4/1/36>>.
- GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. 2016. Algae Base [online]. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway [cit. 18. 11. 2015]. Dostupné na WWW: <<http://www.algaebase.org/>>.
- HAUSMANN, K. & HÜLSMANN, N. 2003. *Protozoologie*. Academia, Praha. 347 pp.
- HERRERO, A. & FLORES, E. 2008. *The cyanobacteria: molecular biology, genomics, and evolution*. Caister Academic Press, Norfolk, UK. 484 pp.
- HINDÁK, F. 2008. *Colour atlas of Cyanophyceae*. VEDA, Bratislava. 253 pp.
- KALINA, T. & VÁŇA, J. 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha. 606 pp.
- KAŠŤOVSKÝ, J. & HAUER, T. 2016. Sinice a řasy.cz [online]. Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta,

České Budějovice [cit. 18. 11. 2015]. Dostupné na WWW: <<http://www.sinicearasy.cz/>>.

- KAPLAN, D. 2013. Absorption and Adsorption of Heavy Metals by Microalgae. In Richmond, A. and Hu, Q. (eds). *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology, Second Edition*. John Wiley & Sons, Ltd., Oxford, UK. 602–611.
- KAUFNEROVÁ, V. & VÁGNEROVÁ, P. 2013. Sinice a řasy v učebnicích pro základní a střední školy. *Arnica*, 1–2: 9–18.
- KAUFNEROVÁ, V. 2015. Metody izolace a kultivace sinic a řas pro potřeby výuky na základních a středních školách. *Arnica* 4 (1–2): 7–12.
- MANN, D. G. 2010. Diatoms [online]. Treeoflife web project, version 07 February 2010 [cit. 18. 11. 2015]. Dostupné na WWW: <<http://tolweb.org/Diatoms/21810/2010.02.07>>.
- NEUSTUPA, J. 2004. Krásivky – mikroskopické skvosty našich vod a mokřadů. *Živa* 1: 12–14.
- OKAICHI, T. 2004. *Redtides*. Kluwer Academic Publishers, Boston. 439 pp.
- PETTY, G. 2004. *Moderní vyučování*. Portál, Praha. 380 pp.
- SAGAN, L. 1967. On the Origin of Mitosing Cells. *Journal of Theoretical Biology* 14: 225–74.
- ŠEJNOHOVÁ, L. & MARŠÁLEK, B. 2005. Pohled do mikroskopického světa sinic. *Živa* 3: 105–108.
- TRAVIESO, L., CAÑIZAREZ, R. O., BORJA, R., BENÍTEZ, F., DOMÍNGUEZ, A. R., DUPEYRÓN, R., VALIENTE, V. 1999. Heavy metal removal by microalgae. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 62: 144–151.

## Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Michalu Ptáčkovi za poskytnutí fotografického materiálu a za svolení publikovat jej v tomto článku.