

místním podmínkám. Ze stávajících znalostí vyplývá, že rybí obsádky je potřeba optimalizovat i s ohledem na možné vlny veder či sucha (riziko nedostatku kyslíku), monokultury kapra by měly být nahrazeny druhově pestřejšími obsádkami, které budou působit menší vyžírání tlak na velký zooplankton, a nejlépe i v rybnících v soustavě nad danou rezervací by mělo být omezeno přikrmování a hnojení. To druhé je v dnešních hypertrofních rybnících v silně eutrofizované krajině zbytečné, navíc zvyšuje riziko kyslíkových deficitů (J. Vrba a kol., nepublikovaná data). Další kroky by měly směřovat k postupnému snižování přísunu živin, především fosforu (neboť odstraňování dusíku z hypertrofních rybníků zajišťuje denitrifikace přirozeně), a důraznému potlačování nepůvodních druhů ryb v celém povodí. Snahy o snižování živinové zátěže jsou bohužel komplikovány dědičtými minulosti – rybníční sedimenty budou postupně uvolňovat zadržovaný fosfor, a navíc se bude projevovat efekt hystereze, známý např. z mělkých eutrofizovaných jezer (Scheffer a kol. 2001). Hystereze znamená, že návrat od eutrofních podmínek

se zakalenou vodou, přemnoženými řasami a minimem makrofytů k vodě s vyšší průhledností, vhodné pro ponořené makrofyty, může vyžadovat snížení živin na tak nízkou úroveň, že bude v některých případech bez odbahnění těžko dosažitelná (blíže článek na str. 273–276).

Nápomocný by mohl být návrat k dřívější osvědčené praxi dvouhorkových rybníků s nižšími obsádkami, kde se v prvním horku při nižší obsádce mohou rozvíjet makrofyty a vytvořit semennou banku v sedimentu a ve druhém horku s větší obsádkou (tedy většími kapry) dojde k omezení zarůstání rybníka.

Upustilo se také od kdysi tradičního letnění rybníků, protože tím hospodařící subjekt přichází v daném roce o zisk ve formě rybí produkce. Přitom má letnění řadu výhod – zabraňuje šíření parazitů a nemocí ryb, umožňuje rozvoj litorálních porostů a potlačení nepůvodních a dnes problematických rybích druhů. Při silném rozrůstání vegetace na holém dně lze jejím následným posečením a odvozem odstranit přebytečné živiny z rybníka. Návrat k letnění je tedy podle nás žádoucí z po-

hledu podpory biodiverzity a ochrany přírody a krajiny i přesto, že u některých druhů se krátkodobě sníží populační hustoty (druhy hmyzu s víceletým vývojem – např. šídla rodu *Aeshna*) a skupiny s omezenou pohyblivostí (mlži) mohou vyžadovat záchranné přenosy. Za kompromis lze považovat i částečné letnění (celosezonní částečné snížení vodní hladiny), které se v době pokračujících klimatických změn a nedostatku vody v krajině může stát „poznanou nutností“.

Podle našeho názoru je potřeba využívat pestrou paletu vhodných zásahů individuálně pro konkrétní rybníky. Nezbyvá než doufat, že se ekologický stav rybníčních soustav – perel naší krajiny – bude zlepšovat a stejně jako v minulosti budou sloužit nejen k chovu ryb, ale zároveň plnit vododržnou funkci, představovat místa bohatá na společenstva vodních organismů a sloužit i k případné rekreaci.

Kolektiv spoluautorů: Kateřina Franco-ová, Jaroslav Vrba a David Boukal

Použitá literatura uvedena na webu Živý.

Josef Juráň, Jaroslav Kubín, Jan Kaštovský

Oligo-mezotrofní rybníky: centra biodiverzity a refugia pro sinice a řasy?

Výskyt druhů sinic a řas je úzce spjat s parametry prostředí – zatímco některé druhy nacházíme od stanovišť nejhudších na živiny až po ta na živiny nejbohatší, některé naopak vyhledávají lokality s menší živinovou zátěží. Taková místa označujeme jako oligotrofní nebo mezotrofní, zde pro ně budeme používat shrnující termín oligo-mezotrofní, jelikož mnohdy není možné mezi jednotlivými stupni úživnosti stanovit jasnou hranici. Druhy a společenstva oligo-mezotrofních stanovišť jsou však poměrně vzácné, stejně jako jejich habitáty, které jsou navíc velmi zranitelné především lidskou činností. Z oligo-mezotrofních stanovišť se tak stávají pro ustupující druhy mikroorganismů refugia – místa, která poskytují útočiště před globálním tlakem na životní prostředí. Společenstva sinic a řas jsou na tyto změny velmi citlivá a rychle na ně reagují, proto je lze velmi dobře využít jako „systémy včasného varování“ před podobnými negativními tlaky a změnami.

V naší přírodě najdeme různé typy vodních biotopů, jak přirozených, k nimž patří mokřady, rašeliniště, ledovcová jezera, tůňe a ramena v okolí toků, tak člověkem vytvořených – přehradních nádrží a především rybníků. Ty se staly nedílnou součástí naší krajiny, odhadem máme v České republice 22–24 tisíc rybníků (blíže také na str. 206–210). Dohledat původ slova rybník není žádná etymologická výzva, přirozeně tkví ve slově ryba – rybníky jsou

tradičně s chovem těchto obratlovců spojovány a za tímto účelem také byly v minulosti zakládány. Dnes je však výstavba rybníků a dalších nádrží zdůvodňována hlavně zadržováním vody v krajině. Rybníky ale neznamenají jen ryby (viz Živa 2022, 3: LXXVII–LXXX) – představují mnohdy poměrně dynamické, během sezony se měnící ekosystémy, které jsou osídlovány bezobratlými živočichy, obratlovci, rostlinami a také často opomíjenými



1 *Cystodinium cornifax* je vzácně se vyskytující kokální zástupce jinak běžně pohyblivých obrněnek, který se ojediněle nachází v planktonu nebo přisedlý k substrátu v čistých biotopech s makrovegetací.

mikroorganismy – bakteriemi, archej (dříve archebakteriemi), houbami a jim podobnými organismy, heterotrofními protisty (zjednodušeně „prvoky“) a samozřejmě sinicemi a řasami.

Rybníky a jejich společenstva se mezi sebou liší a o tom, jestli bude mít rybník křišťálově čistou vodu s velkou průhledností, nebo půjde o nevábnou zelenou „hrachovou polévku“, způsobenou vodním květem sinic, rozhodují podmínky prostředí – zejména množství živin, početnost a struktura rybí obsádky, potažmo filtrátorů, a způsob hospodaření na lokalitě. Nevhodný management může vést ke změnám v druhové skladbě rybníčních ekosystémů, někdy může mít neblahý dopad na jednotlivé složky rybníční bioty nebo poskytnout prostor pro osídlení ekosystému



nepůvodními invazními druhy (viz např. Živa 2018, 5: 266–269; 2020, 3: 149–151). Dopady hospodaření na rybnících lze ještě zachránit, ale za cenu velkého úsilí a mnohdy je to běh na dlouhou trať (viz Živa 2022, 3: 129–132).

Naštěstí se v České republice najde nemálo míst, která si udržují přirozený, lidskou činností až tak zásadně neovlivněný charakter, a představují tak zajímavé, druhově bohaté ekosystémy. Jedna ze stěžejních složek druhové diverzity každého vodního tělesa, sinice a řasy, jsou povětšinou mikroskopické organismy, ale najdeme zde i výjimky v podobě několik desítek centimetrů velkých parožnatků, vytvářejících v našich nádržích často bohaté „podvodní louky“, případně až mnoho desítek metrů velkých chaluh, tvořících kelpové lesy v chladnějších mořích. Tyto organismy spojuje schopnost fotosyntézy a díky podobné biologii a ekologii osídlují podobné typy biotopů. Generační doba sinic a řas je ve srovnání s rostlinami nebo živočichy výrazně kratší, protože reagují na podmínky prostředí a jejich změny násobně rychleji než makroskopické organismy – fungují jako účinné bioindikátory. Druhové složení sinic a řas tudíž může vypovídat o tom, v jaké kondici je daný biotop.

Společenstva sinic, řas a s jistým zpožděním také vyšších rostlin reagují na změny v chemismu vody a formují se podle no-

vých podmínek. Jde především o množství živin a různých organických látek. Z pohledu úživnosti dělíme biotopy a na ně navázaná společenstva na lokality s malým až středním obsahem živin, tedy oligo- a mezotrofní, a ty s vysokým až extrémním obsahem živin – eutrofní a hypertrofní.

Nárůst množství živin – eutrofizace – je přirozený proces a nemusí být způsobený výhradně činností člověka, může být spojený např. s výskytem velkých ptačích kolonií. Stejně jako v suchozemských ekosystémech dochází i ve vodních biotopech ke změnám v druhovém složení – společenstva se na těchto lokalitách vyvíjejí a mění v kontextu změn prostředí. Oligotrofní lokality obsahují minimální množství živin, z pohledu sinic a řas zde hraje nejzásadnější roli dusík a fosfor. Voda je průhledná do hloubky až několika metrů, protože v takto čistých vodách ekosystém nevyprodukuje velké množství biomasy. Druhové složení obvykle není příliš bohaté. Oproti tomu v eutrofních a hypertrofních vodách je kvůli vysokému obsahu živin produkováno velké množství biomasy, druhová diverzita je však také nízká, protože převládou agresivní druhy, např. sinice vodního květu. Mezotrofní lokality, tedy zjednodušeně ty s obsahem živin mezi těmito dvěma extrémy, jsou v hydrobiologii považovány za druhově a početně nejživější. Avšak v případě nadměrného

zvyšování množství živin, spojeného především s činností člověka, se může vývoj lokality zvrhnout a směřovat k eutrofnímu až hypertrofnímu stavu. Návrat k mezotrofním podmínkám je pak spojen s procesy samočištění, změnami managementu a biotechnologickými zásahy. Vývoj v současné krajině ale ukazuje, že eutrofizace způsobená lidmi postupuje rychleji. Druhově bohatých oligo-mezotrofních lokalit stále najdeme na našem území naštěstí poměrně hodně a u mnohých z nich díky dlouhodobému studiu jejich řasových společenstev víme, že jde o lokality pro tyto organismy zásadní. Sinice a řasy na ně vázané jsou ve svém rozšíření poměrně vzácné, ať už na lokální, nebo regionální škále.

Příklady oligo-mezotrofních lokalit v ČR

Lokality se zachovalými oligo-mezotrofními společenstvy sinic a řas představují např. rybníky v chráněné krajinné oblasti Brdy (obr. 2) a na území Novohradských hor (obr. 4), jak ukazují recentní algologické výzkumy (Lukavský a Mikešová 2006, Štátný 2010, Hrubý 2022). Nádrže v Novohradských horách, nazývané klauzury, byly vybudovány v průběhu 18. století pro zadržování vody do kanálů pro dopravu dřeva a prakticky nikdy nesloužily k intenzivnímu chovu ryb – bylo zde zaznamenáno téměř 680 taxonů sinic a řas, z toho 320 taxonů rozsivek a zhruba 200 druhů krásivek. Na kondici některých rybníků a dalších nádrží v CHKO Brdy se promítlo to, že dlouhá léta byly součástí dnes již bývalého vojenského výcvikového prostoru a nebyly proto často ani intenzivně obhospodařované – průzkum zde zjistil zhruba 990 taxonů sinic a řas, z toho 560 taxonů představovaly rozsivky. Zastoupeny byly různou měrou všechny skupiny sinic a řas, z nichž některé, např. rozsivky, zlativky nebo krásivky, lze považovat za indikační druhy – na základě jejich výskytu můžeme usuzovat mnohé o podmínkách daných biotopů.

Mezi zaznamenanými taxony se kromě běžných druhů s poměrně širokou ekologickou valencí, a tudíž i rozsáhlým geografickým rozšířením, vyskytovaly i druhy, které jsou vázané na málo úživné biotopy a na našem území se s nimi setkáme poměrně omezeně a vzácně (obr. 1, 3 a 5).



2 Rybník v chráněné krajinné oblasti Brdy s vyvinutou vegetací vodních rostlin a viditelnou biomasou řas

3 Vzácná sinice *Hapalosiphon intricatus*, rostoucí přisedle na vodních rostlinách

4 Plochu Huťského rybníka postupně zanáší sediment a zarůstá vegetace, zejména přeslička poříční (*Equisetum fluviatile*). Nad lokalitou jsou rozsáhlé podmáčené a rašelinné louky. Populace rdestů (*Potamogeton* spp.) spolu s nepůvodním vodním morem kanadským (*Elodea canadensis*) rostou ve volné části rybníka. Novohradské hory. Foto J. Juráš

5 Charakteristicky zvlněná vlákna zelené řasy *Oedogonium undulatum*, žijící především v mírně kyselých lokalitách. Foto J. Kubín

6 Příklady boreo-alpínských rozsivek z Novohradských hor. Zleva *Encyonema elginense*, *Pinnularia lata* a *Eunotia tetraodon*. Foto F. Hrubý

7 Břehyňský rybník s vyvinutým litorálem a poměrně rozsáhlými porosty vodních rostlin s výraznými nárosty sinic a řas pod hladinou. Dominují zde druhy zelených vláknitých řas (např. *Bulbochaete* nebo *Chaetophora*) a rozsivek. Foto J. Kaštopský (obr. 1–3, 7)

Už tyto nálezy nám dávají informaci o velmi dobré kondici biotopů. Jasně potvrzení domněnek ale přinášejí nalezené druhy rozsivek. Rozsivky obecně představují mezi řasami uznávané a využívané bioindikátory. Mnohé jsou velmi úzce ekologicky specializované a díky dobře definovaným morfoloogickým znakům na jejich křemičité schránce i zachování schránek v sedimentech nám právě tyto řasy poskytují relevantní informace o současném i historickém stavu lokality.

Zejména mezi rozsivkami z těchto oblastí jsou nemalou měrou zastoupeny druhy vázané na vody s nízkou vodivostí, tedy s nízkým obsahem rozpuštěných živin, sloužící jako indikátory čisté vody. Další skupinu tvoří vzácně se vyskytující druhy označované jako boreo-alpínské (někdy jako nordicko-alpínské, obr. 6), které můžeme zjednodušeně definovat tak, že mají rozšíření v boreálním a alpínském biogeografickém regionu, tedy v oblastech mírného pásu s převahou jehličnatých lesů

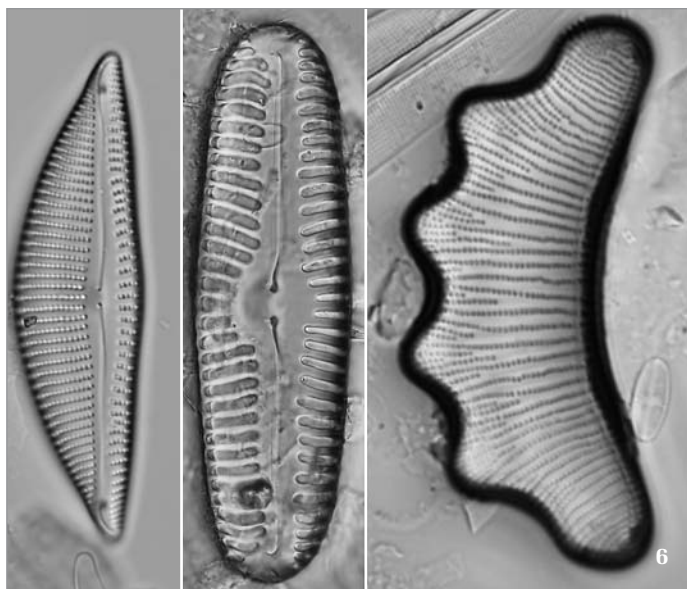


nebo větších nadmořských výšek. Najdeme je proto např. v Alpách, Karpatech, Pobaltí nebo ve Skandinávii. V České republice se vyskytují v přírodních biotopech ve vrcholových partiích Šumavy, Jizerských hor nebo Krkonoš a poněkud překvapivě i v nižších polohách ve vazbě na biotopy vytvořené člověkem, jako jsou Brdy (nejvyšší bod 685 m n. m.) a Novohradské hory (nejvyšší bod 1 112 m n. m., studované lokality leží ve výškovém rozmezí zhruba 750–800 m n. m.).

Další oligo-mezotrofní lokality, z nichž máme robustní data, jsou rybníky na Českolipsku. Jejich dobrý ekologický stav a od něj se odvíjející vysoká biodiverzita sinic a řas je patrně spojena se statusem maloplošného chráněného území v kombinaci s rozumným hospodařením v oblasti málo úživné pro zemědělství, jako je tomu v národní přírodní rezervaci Břehyně-Pecopala (obr. 7) nebo v přírodní rezervaci Hradčanské rybníky, které byly dlouho součástí vojenského prostoru Ralsko. Lokalita Břehyně-Pecopala představuje sice částečně obhospodařovaný rybník, ale vzhledem k výrazně vyvinutým litorálním porostům fungujícím jako záchytná zóna nadbytku živin jde z hlediska sinic a řas dlouhodobě o druhově velmi bohatou lokalitu. Poslední výzkum odsud uvádí více než 320 druhů, avšak různá nepublikovaná data naznačují mnohem větší biodiverzitu. I když je rybník velký, přece jen to na jednu lokalitu znamená obrovskou diver-

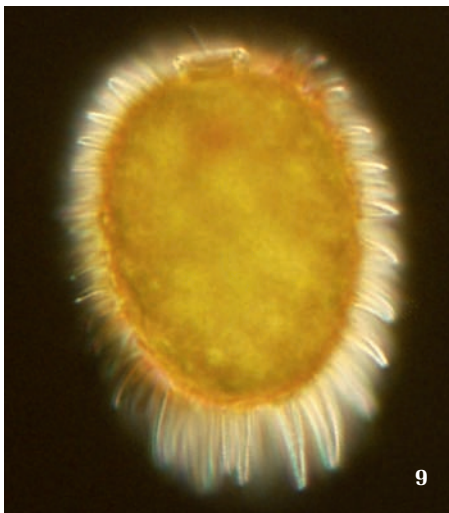
zitu. Poměrně běžně jsou zde zastoupeny vzácnější druhy drobných planktonních sinic (např. vzácný *Cyanodictyon tubiforme*), a zejména krásivky, pro které jde o jednu z nejlepších lokalit v republice (obr. na 3. str. obálky). Jen kousek od Břehyně se v blízkosti bývalého vojenského letiště nachází komplex čtyř malých rybníků a menší písčovny, PR Hradčanské rybníky. Opět jde o částečně opuštěné, hospodářsky prakticky nevyužívané rybníky s bohatými litorálními porosty. Každý z nich obsahuje více než 280 druhů sinic a řas a dohromady téměř 400, včetně druhů, které mají v celé ČR pouze jednotky jiných lokalit, jako např. parožnatka *Chara delicatula* a sinice *Microcrocis geminata*, nebo byly desítky let neznámé – sinice *Oscillatoria major* a *Chroococcus giganteus*.

Oligo-mezotrofní rybníky se zajímavou řasovou vegetací často bývají rozlohou poměrně malé lokality, které v minulosti neměly žádné nebo jen velmi omezené hospodářské využití. Příkladem je přírodní památka Ďáblík v česko-budějovickém okrese (obr. 8), relativně malý rybník s bohatým společenstvem vodních a mokřadních rostlin a populací ďáblíku bahenního (*Calla palustris*). Zaslouhuje pozornost kvůli diverzitě bičíkatých řas, především krásnooček. Bylo zde např. zaznamenáno poměrně vzácně se vyskytující, morfoloogicky velmi charakteristické krásnoočko *Trachelomonas bituricensis* var. *lotharingia* (obr. 9 a 10). Podle dostupných informací

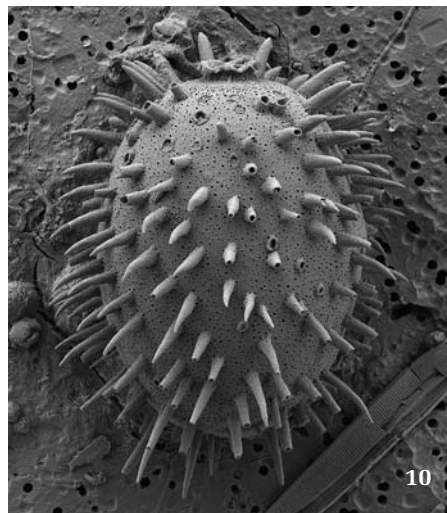




8



9



10

8 Hladina rybníka Ďáblík, ležícího jihovýchodně od Českých Budějovic, pokrytá vodními rostlinami, a litorální makrovegetace s dominantními orobincí (*Typha* spp.) a různými druhy ostríc (*Carex* spp.) v pozadí

9 a 10 Vzácný taxon ze skupiny krásnooček – *Trachelomonas bituricensis* var. *lotharingia* – s charakteristickou schránkou s robustními trny v optickém (obr. 9) a skenovacím elektronovém (10) mikroskopu. Foto J. Kaštovský (obr. 8 a 9) a J. Juráň (10)

ní a k postupné dominanci druhů vázaných na úživné biotopy, zvláště sinic vodního květu (např. rody *Microcystis*, *Dolichospermum* nebo *Woronichinia*) a různých skupin zelených řas (např. rody *Desmodesmus*, *Scenedesmus* a *Pediastrum*). Neblahým příkladem je dopad nevhodného managementu na rybník Režabinec na Písecku a na něj přiléhající tůň, přestože jde o lokalitu zvláště chráněnou jako národní přírodní památka a ptačí oblast. Dlouhodobě (1941–59) zde studoval krásivky Jiří Růžička a našel téměř 230 taxonů (z celé ČR je uváděno odhadem téměř 600 taxonů). Degradaci lokality, především dlouhodobým a od 50. let minulého století intenzivním hospodařením v rybníce a jeho okolí, bez ohledu na ochranný status, došlo k poklesu diverzity krásivek zhruba na 70 taxonů, jak ukázal průzkum v letech 1987–91 (Šimek 1992).

Oligo-mezotrofní lokality jsou důležitým krajinným prvkem s vysokou biodiverzitou. Do budoucna však mohou být ohroženy a v nejhorších případech úplně zničeny. Právě sinice a řasy a změny v jejich společenstvech mohou být prvními signály negativních vlivů na stanoviště, a tak kromě role primárních producentů hrají i nezanedbatelnou roli bioindikátorů.

Použitá literatura je uvedena na webových stránkách Živy. K dalšímu čtení např. Živa 2005, 4: 172–174; 2014, 2: 59–61.

se zdá být vázané především na holarktickou oblast. S ohledem na jeho typický a nezaměnitelný vzhled přináší absence údajů o výskytu této řasy na jižní polokouli otázky spojené s biogeografií krásnooček a mikroorganismů obecně. Dalším zajímavým nálezem je celosvětově teprve druhý zdokumentovaný výskyt krásnoočka *T. saccaii*, popsáno v r. 2009 na jihovýchodě Pobřeží slonoviny (západní Afrika).

Význam oligo-mezotrofních lokalit pro diverzitu

Oligo-mezotrofní lokality mívají často výrazně vyvinutá společenstva vodních a mokřadních rostlin, relativně nízký obsah živin a velkou průhlednost. Tyto podmínky dovolují vznik různých gradientů živin a dalších parametrů prostředí, a tak se zde vytváří pestrá mozaika mikrohabitátů, v nichž se formují bohatá společenstva sinic a řas. Zmíněné biotopy pak představují lokální centra biodiverzity, tedy místa s vysokou druhovou bohatostí, která hostí větší množství vzácně se vyskytujících druhů a současně je můžeme chápat jako jakási refugia s reliktním výskytem druhů sinic

a řas. V minulosti byly rozšířenější, ale změnami v krajině došlo k jejich ústupu. Je třeba je vnímat jako „záchytná místa“, jejichž podmínky umožňují osídlení druhů sinic a řas, které by se jinde uchytil nemohly.

Oligo-mezotrofní rybníky podobně jako další sladkovodní lokality často podléhají degradaci, což se projevuje ve změnách místních společenstev. Negativní faktory, které mohou biotopy a jejich biotu ohrožovat, mohou být jak přirozené, tak spojené s lidskou činností. Přírodní vlivy zahrnují klimatickou změnu, postupnou sukcesii a zazemňování nebo různé geologické události; činností člověka je vytvářena především nadměrná živinová zátěž spojená s eutrofizací, znečištěním, nadměrným využíváním pro rekreační účely, intenzivním obhospodařováním zaměřeným na produkci ryb, změnami v hydrologickém režimu apod. Na pomezí těchto vlivů stojí šíření nepůvodních invazních druhů.

Zejména hospodaření na rybnících představuje zásadní ohrožení pro společenstva nejrůznějších vodních organismů. Často vede k degradaci vzácných oligo-mezotrofních společenstev sinic a řas, jejich vymize-