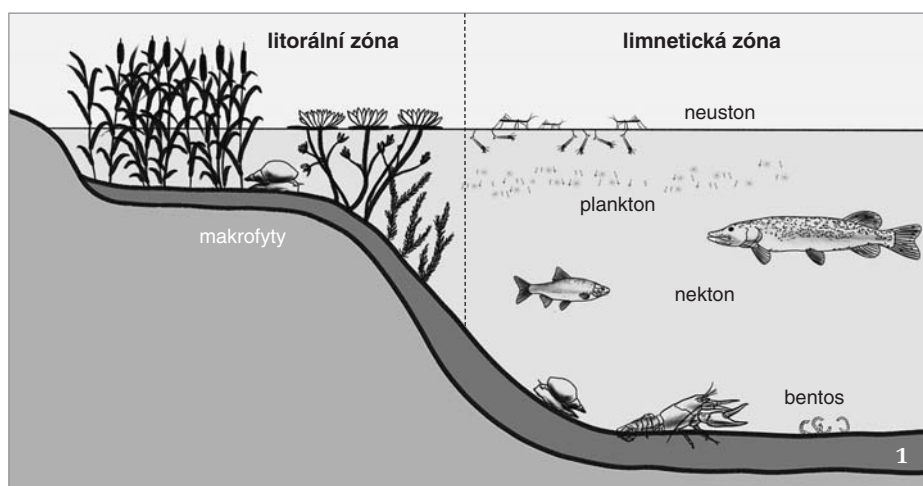


Rybník nejsou jenom ryby

Asi každý z nás se už někdy v létě zanořil do chladivých vod rybníka, pískovny nebo zatopeného lomu. Někdy ke koupání čirá, průhledná voda přímo vybízí, ale takových vod je pohříchu málo; v našich krajích se v přírodě musíme často spokojit s vodou, do které moc nevidíme, protože je zakalená, zelenavá, zkrátka „špinavá“. Někdy dokonce koupání oželíme, protože se nám do „hrachové polévky“ či naplavenin čehosi v barvě svinibrodské zeleně nechce, nebo je voda sice čirá, ale museli bychom se prodírat spleť vodního rostlinstva, v obou případech často ještě po kotníky v bahně. Voda v rybníce zkrátka „žije“ – a žije hodně po svém, podle pravidel, která jsou suchozemcům poměrně vzdálená. Pokusíme se nyní virtuálně nahlédnout pod hladinu a podívat se, jak to tam funguje.



Ekologické skupiny obyvatel vod: „bloudivci, plavci a hlubiníci“

Že je voda hustší než vzduch, víme všichni. Nahrubo lze snadno spočítat, že hustota vody je asi 800krát větší než v případě vzduchu (přesný poměr závisí na jejich tlaku a teplotě). A tento dramatický rozdíl vede k tomu, že se ve vodě nelétá, ale plave, a má dopad na podobu celého ekosystému, všech živých i neživých součástí. Z minulého čísla Živy (2022, 2: XLV–XLVII) víme, že od teplotně závislých změn hustoty vody se odvíjejí roční cykly míchání a stratifikace vodního sloupce, které se promítají do života organismů a v řadě případů určují jeho podobu.

Většinu obyvatel vod lze podle způsobu života zařadit do tří hlavních ekologických skupin – mezi plankton, nekton a bentos. Tyto termíny, odvozené z řečtiny, jsou bezesporu čtenářům Živy známé, faktem ale je, že jejich charakteristika není zcela intuitivní a existuje řada hraničních, těžko zařaditelných případů. Mnohé organismy navíc během životního cyklu mohou z jedné do druhé skupiny přecházet (např. larvy mohou žít zcela jinak než dospělci).

Pomineme-li ryby, o kterých bude řeč dále, pro stojaté vody (ale i moře a oceány) je asi tou nejcharakterističtější a nezastupitel-

1 Stojaté vody – základní rozdělení ekosystému (podle osvětlení dna) a ekologických skupin (podle pohybu a habitatu)

telnou skupinou plankton. Termín byl vytvořen z řeckého planktós, což znamená nechat se unášet, bloudit. Příslušníci planktonu jsou tedy „bloudivci“ našich vod. Patří sem organismy volného vodního sloupce, pro které je problém překonat proudění vody a plavat si chtěným směrem. Většinou jde o drobné až mikroskopické organismy, jimž malá velikost usnadňuje pasivní vznášení ve vodním sloupci. Planktonní živočichové se nicméně obvykle pohybovat umějí (a často vykonávají každodenní vertikální nebo i horizontální migrace) a schopnost aktivního pohybu není upřena ani mnohým jednobuněčným organismům, od bičíkatých řas po nálevníky. Ani ve sladkých vodách (o mořském prostředí viz Živa 2021, 3: XCII–XCIII) však neplatí absolutně, že plankton musí být nepatrného vzrůstu – patří do něj třeba i medúzová stadia žahavců, která sice zdaleka nedosahují rozměrů mořských medúz, ale medúzku sladkovodní (*Craspedacusta sowerbii*) velikostí pětikoruny už ve vodním sloupci nepřehlédneme.

Vzhledem k velkému množství skupin organismů, jež se v planktonu vyskytují a hrají v rámci vodního ekosystému různé role, je velmi praktické rozdělovat plankton podle funkce do několika klíčových kategorií. Jako fytoplankton označujeme fototrofní sinice a řasy, zajišťující ve vodním sloupci primární produkci. Zooplankton jsou drobní pelagičtí živočichové (ve sladkých vodách nejčastěji různí korýši a vířníci), kteří se buď živí fytoplanktonem a jinými drobnými částicemi (včetně detritu a bakterií), nebo jako dravci požírají jiné druhy zooplanktonu. Tzv. protozooplankton, termín přežívající z dob, kdy se prvoci zkoumali v rámci zoologie, zahrnuje heterotrofní protista, typicky konzumenty bakterií. Ty představují další podstatný prvek pelagického ekosystému a tvoří bakterioplankton, který má mimo jiné zásadní roli pro dekompozici organického odpadu z ostatních úrovní potravního řetězce. V planktonu však samozřejmě najdeme i viry (jsou sice nejmenší, ale početně jich je vůbec nejvíce a hrají v dynamice vodního mikrosvěta nezastupitelnou úlohu) nebo mikroskopické houby.

Další ekologickou skupinou z volného vodního sloupce je nekton. Tímto termínem nazýváme živočichy, kteří se pohybují tak dobře, že nezávisle na proudění vody doplávají tam, kam chtějí. Klíčovým nektonem vnitrozemských vod jsou samozřejmě ryby. Ve vodě nacházíme i jiné věci či méně dobré plavce (od vydry přes užovku po potápníka), ale jejich zařazení mezi nekton už trochu pokulhává. Často jsou tyto tvorové příliš vázání na břeh či vodní vegetaci nebo sice aktivně plavou, ale v příliš malém „rybníčku“ (např. tůni). I v případě ryb ve velké nádrži je ale zřejmé, že zdaleka ne vždy splňují definici nektonu. Zejména jejich čerstvě vykulený plůdek mezi dobré plavce nepatří, a pokud se drží ve volné vodě, označujeme ho termínem ichtyoplankton.

Třetí tradiční vodní ekologickou skupinu tvoří bentos, termín etymologicky se odvíjející od řeckého označení hlubin. Příslušníci bentosu jsou tedy „hlubiníci“. Bentos zahrnuje všechny organismy žijící na povrchu dna, uvnitř jeho substrátu nebo na pevných ponořených površích (např. vodních rostlinách). Patří sem opět celá plejáda organismů od autotrofních bentických sinic a řas přes mikrobiální rozkladače (houby a bakterie) po taxonomicky velmi pestré zástupce mnoha bezobratlých, a dokonce i některé ryby. Mnozí bentictí bezobratlí se po dně (nebo ve dně) pohybují, jiní žijí přisedle, bez možnosti aktivního pohybu. To však nebrání jejich šíření, které je zajištěno pomocí planktonních larev nebo jiných životních stadií. Řada bentických organismů tedy není v bentosu celý život, stávají se alespoň část života (obvykle zamlada) i planktonem. Jiné skupiny naopak žijí v bentosu v juvenilním věku – larvální stadia všemožného hmyzu, např. pakomárů (Chironomidae), chrostíků (Trichoptera), jepic (Ephemeroptera) a dalších skupin – a dospělci jsou mimo vodu.

Povrch dna a vodních rostlin není ale jediným pevným povrchem, jež tento ekosystém nabízí. I hladina díky vysokému povrchovému napětí vody hostí specifické

obyvatele, kteří mohou po jejím povrchu chodit, např. plošnice, z nichž nejnámější jsou bruslařky (Gerridae) a vodoměrky (Hydrometridae), případně na něj být přichyceni ze spodní strany, třeba některé perloočky (Cladocera), sbírající tam organické částice. Společenstvo těchto „hladiníků“ nazýváme neuston, případně pleuston.

Tím by se zdál výčet významných ekologických skupin stojatých vod úplný, ale ještě jedna velmi důležitá schází – vodní vegetace čili makrofyty. Sem patří zejména vodní rostliny, ale makrovegetací jsou i okem patrné řasy, ať už vláknité, nebo s komplexními stélkami podobnými rostlinám, ve sladkých vodách např. parožnatky (*Charophyceae*) či některé ruduchy (*Rhodophyta*). Velká většina makrofytů je, na rozdíl od fytoplanktonu, vázána na dno, a to mnohdy i ty s listy na hladině typu leknín (*Nymphaea*), a proto se jejich výskyt omezuje na místa, kam na dno ještě proniká dostatek světla. Kde je hloubka větší (nebo trvale nízká průhlednost vody), se makrofyty uplatňují jen obtížně. Výjimku představují formy plovoucí na hladině, které nekoření v substrátu – od okřehku (*Lemna*) přes drobné vodní kapradiny azoly (*Azolla*) a nepukalky (*Salvinia*) až po velké rostliny jako kotvice plovoucí (*Trapa natans*) a řezan pilolistý (*Stratiotes aloides*). Ty nejsou průhledností vody nijak omezeny a samy mohou úspěšně zastínit vše, co se nachází pod nimi.

Proč je dobré být malý

V naprosté většině suchozemských společenstev fotoautotrofní organismy – rostliny – vizuálně dominují a tvoří nejen produkční základ, ale i strukturální podobu daného ekosystému – lesa, louky, savany apod. Je to pochopitelné, protože se velikostně pohybují v pro nás běžných řádech, tedy od desítek centimetrů (byliny) po desítky metrů (stromy). Ve stojatých vodách je situace odlišná, protože světlo v nich obvykle neproniká až na dno, což je zásadní podmínkou pro růst makrofytů přichycených k substrátu. Společenstva volné vody jsou proto se souší nebo prosvětlenými mělčinami v příkrém kontrastu, jsou totiž funkčně založena na fototrofech mikroskopických rozměrů – fytoplanktonu.

Tento velikostní kontrast má více důvodů, odvíjejících se od výše zmíněného dramatického rozdílu hustot obou médií, tedy vody a vzduchu. Suchozemci se nemají o co opřít, a pokud nechťejí podlehnout gravitaci a porývům větru, musejí si vybudovat oporná pletiva. Ta často představují ohromnou investici do biomasy, jež nic nevyrobí a v případě dřevin jde většinově dokonce o mrtvou hmotu. Fototrofové ve vodním prostředí toto řeší nemusejí, mnohasetnásobně hustší voda jim poskytuje dostatečnou oporu. Nepotřebují robustní oporná pletiva, kilogramy až tuny biomasy navíc. To je zřejmé i při pohledu na ponořené vodní rostliny, které jsou oproti svým suchozemským příbuzným mnohem gracilnější. Fytoplankton si žádná pletiva netvoří a každá buňka se může věnovat tomu nejdůležitějšímu, tedy fotosyntéze a množení.

K důležitým faktorům se řadí i rozdílné rozmístění zdrojů. Na suchu je každý fototrof z podstaty „bipolární“, živiny a vodu získává prostřednictvím kořenů z půdy,

kde musí být i dobře ukotven, aby neupadl nebo ve větru neodlétl. Světlo naopak jde shora od slunce, takže v zájmu každého je nejen zůstat pevně v zemi, ale zároveň se vytáhnout ke světlu, kde kvůli kompetici mezi jedinci i druhy obvykle platí „čím výše, tím lépe“. Proto máme na souši rostlinné obry s výškou až přes sto metrů. Ve vodě je to jinak, voda jako zdroj je všude kolem a v ní jsou ve větší či menší míře rozpuštěné potřebné živiny (těch může být v různých částech stratifikovaného vodního sloupce značně odlišné množství, ale o tom až jindy). Zato světla směrem od hladiny do hloubky exponenciálně ubývá. Není divu, když fotony musejí pronikat prostředím o tolik hustším než vzduch. Pokud se k tomu přidají rozpuštěné látky měnící barvu vody, tedy pohlcující určité vlnové délky světla (třeba organické huminové kyseliny, způsobující charakteristickou hnědou barvu rašelinných vod a lesních potoků) či možný zákal (ať už způsobený fytoplanktonem, nebo zvířeným sedimentem), jsou výsledné světelné podmínky ještě horší.

Pro vodní fototrofy je tedy zásadní udržovat se co nejvíce ve vrstvách s dostatečnou intenzitou světla, umožňující fotosyntézu. Pro růst buněk a jejich dělení musí přitom fotosyntéza vyrábět více cukru, než je potřeba na pouhý (leč nezbytný) provoz vlastní buňky (respiraci). Proto dává smysl si rozdělit vodní sloupec z hlediska potřeb fytoplanktonu na dobře osvětlenou, eufotickou vrstvu, kde produkce nad respiraci převažuje, a na hlouběji položenou afotickou vrstvu, kde se poměr produkce a respirace obrátí a buňky fototrofů tam nemohou dlouhodobě přežít. Rozhraní těchto vrstev, kde je produkce a respirace celého fotoautotrofního společenstva v rovnováze, se označuje jako kompenzační bod. Jeho pozice, a tedy tloušťka eufotické vrstvy, záleží na denní (ale i noční) době, průhlednosti vody a zastínění hladiny.

Buňky fytoplanktonu, pokud nemají schopnost aktivního pohybu, mohou svou pozici ve vodním sloupci ovlivňovat jen třemi způsoby: mohou být lehčí než voda a plavat na hladině, mít přesně stejnou hustotu jako okolní voda a vznášet se podle toho v příslušné hloubce, nebo být těžší než voda a klesat ke dnu. Protože fytoplankton potřebuje být na světle, poslední varianta směřující buňku do temných hlubin se zdá na první pohled nesmyslná. Překvapivě většina buněk fytoplanktonu to má z dobrých důvodů takto nastavené – buňky řas mají o něco větší hustotu než voda. Kdyby byly lehčí než voda (jako třeba sinice s plynovými měchýřky – aerotopy), plavou na hladině. Světla mají sice nejvíce, ale zároveň hodně ultrafialového záření a z přemíry světla i nebezpečí fotorespirace, která vede ke ztrátám fotosyntetického produktu. Na hladině jsou plovoucí buňky navíc v ohrožení, že budou vyplaveny na břeh. Většina fytoplanktonu proto dle spořádaně ve vodním sloupci. Druhá možnost – být vyvážen stejně jako voda kolem – má ovšem značné nevýhody, které vysvětlují, proč se neprosadila. Pokud by měl pasivně se vznášející fototrof hustotu přesně stejnou jako okolí, pohyboval by se stále ve stejném prostředí, ve stejném „balíčku“ vody, s rizikem vyčerpání okolních zdrojů (živin), jejichž

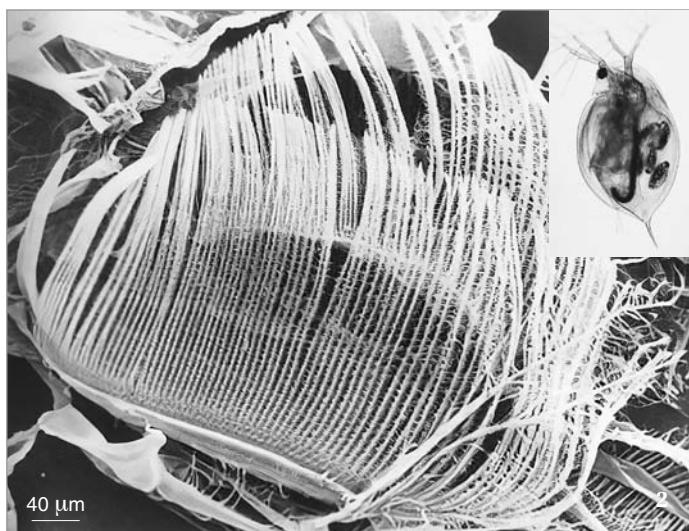
přísun by záležel hlavně na difuzi. Pokud je však o trochu těžší, sice pomalu padá ke dnu, ale vodu si kolem sebe tímto pasivním pohybem obměňuje.

I proto je pro fytoplankton dobré být malý. Rychlost sedimentace částic ve vodě totiž závisí nejen na rozdílu hustot, ale i na průměru částice a kvůli viskozitě vody se neřídí výhradně pravidly volného pádu (fyzikálně to popisuje Stokesův zákon). A řasy, zajišťující si sedimentaci vodním sloupcem efektivnější přísun živin, potřebují být mikroskopické, aby tento pád do hlubin nebyl zase příliš rychlý. Vcelku oprávněně totiž sázejí na to, že je míchání vodního sloupce (blíže v Živě 2022, 2) zanedlouho opět vynesou k hladině. I další pravděpodobný důvod mikroskopičnosti má původ v živinách. Pro řasy odkázané na příjem živin z okolí přes buněčné membrány platí, že čím menší těleso, tím větší poměr povrchu ku objemu, malé buňky tedy budou mít relativně vyšší přísun živin do jednotkové biomasy.

Chceš-li se najíst, filtruj!

Z malých rozměrů fytoplanktonu vyplývá další rozdíl mezi volnou vodou a terestrickými ekosystémy, tentokrát pro jejich konzumenty – herbivory. Zatímco na suchu najdeme herbivory všech velikostí a způsobů získávání potravy (od milimetrového hmyzu sajícího rostlinné šťávy z buněk až po slony, kteří neváhají pokácet celý strom, aby se dostali k listům), ve vodním sloupci je situace uniformnější. Velikost buněk fytoplanktonu se většinou pohybuje v řádech desítek až několika málo stovek mikrometrů a na rozdíl od snadno dosažitelné suchozemské vegetace, rostoucí obyčejně pohromadě, je ve vodním sloupci rozptýlen. Proto jeho konzumenti nemají na výběr moc způsobů, jak si potravu efektivně opatřit. Nejmenší zooplankton „loví“ jednotlivé buňky, v podstatě se živí jako dravci. Pro ty o něco větší by honba za jednotlivými buňkami nebyla energeticky výhodná, vliv tedy účinnější způsob – filtraci.

Je ale nutno poznamenat, že i když se termín filtrace v kontextu konzumace fytoplanktonu všeobecně a hojně používá, není to úplně totéž, jako když cedíme těstoviny cedníkem. Důvodem jsou velmi malé rozměry buněk a k tomu příslušně ještě menší rozměry filtračního aparátu konzumentů. Při mikrometrových velikostech už do hry vstupuje viskozita vody, která prostou pasivní filtraci komplikuje, a filtrující zooplankton se s ní různým způsobem snaží vyrovnat. Takže *de facto* více než o klasickou pasivní filtraci na sítích jde spíše o zachytávání nebo „vyčesávání“ buněk fytoplanktonu pomocí různých brv a brviček, a tlakovou filtraci přes „síta“ najdeme pouze v morfologicky sofistikovanějších případech, u těch nejlepších, resp. nejvýkonnějších filtrátorů. A těmi jsou v pelagiálu vod korýši, v pevninských vodách mírného pásu perloočky rodu *Daphnia*. Hrotnatek, jak jim česky říkáme, najdeme v evropských vodách řadu druhů s různými ekologickými preferencemi od velkých oligotrofních jezer přes rybníky, drobné tůně až po louže na lesních cestách. Jednotlivé druhy se liší i velikostí, přičemž nejmenší, s délkou těla v dospělosti okolo 1 mm, vydrží i intenzivnější predační tlak



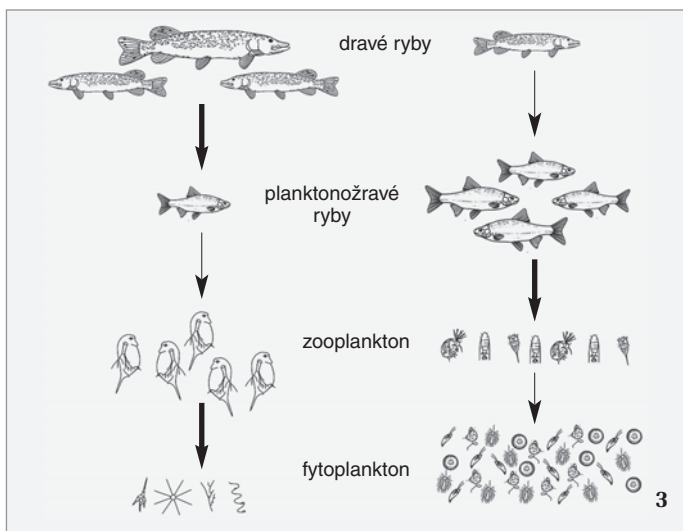
2 Filtrační hřebínky na třetí a čtvrté noze hrotnatky rybníční (*Daphnia pulex*, foto V. Sacherová). Hrotnatky získaly české jméno díky výběžku na konci těla – ve výřezu (foto J. Fott).

3 Kaskádový efekt prostřednictvím kontroly ekosystému „shora“ (top-down): o množství biomasy v jednotlivých člancích řetězce rozhoduje početnost vrcholových predátorů; šipky označují intenzitu predančního tlaku (více v textu).

ryb. Naopak populace větších, několika-milimetrových druhů, třeba hrotnatky velké (*D. magna*) nebo h. rybníční (*D. pulex*), které se stávají vyhledávanou potravou planktonožravých ryb, prosperují jen tam, kde je rybní obsádky nízká nebo zcela chybí. Větší druhy jsou zato podstatně výkonnějšími filtry.

Hrotnatky filtrují řasy poměrně komplikovanou souhrou všech končetin, které pumpují proud vody dovnitř karapaxu a pomocí protipohybu třetího a čtvrtého páru hrudních nohou pak protlačují vodu přes filtrační hřebínky (obr. 2). Obrvení hřebínků je natolik husté, že zvládá filtrovat i částice o velikosti několika mikrometrů, tedy nejen řasy, ale i bakterie. Enormní hustota brv filtračního aparátu v mikrometrových rozměrech však s sebou přináší už zmíněný problém s viskozitou vody, kvůli níž je cezení řas skrz plochy hřebínků poměrně energeticky náročné. Proto hrotnatky, když mají ve vodě dostatek potravy, filtrační hřebínky zkracují a spotřebují tak na pohyb méně energie. Naopak v „hladových“ vodách jim nezbyvá, než mít hřebínky tak velké, jak to jen jde. Změna velikosti filtrační plochy se děje při svlékání staré kutikuly.

Jak už bylo řečeno, velkým hrotnatkám se daří v rybnících s nízkou nebo žádnou rybní obsádkou. V takovém případě mohou populace hrotnatek dosahovat mnoha desítek, až dokonce stovek jedinců na litr a všichni intenzivně filtrují. Mají tak velkou filtrační kapacitu, že přes svá síta proženou objem vody celého rybníka nebo pískovny 1× až 2,5× za den. Pro většinu druhů fytoplanktonu, jejichž buňky se dělí sotva jednou denně, je taková rychlost doslova a do písmene smrtící – nestíhají se domnožit a z vody zakrátko zmizí. Filtrační tlak velkých perlooček vydrží jen druhy s velkými buňkami (např. obrněnky rodu



Ceratum), druhy tvořící vláknité nebo prostorové kolonie (např. sinice rodu *Aphanizomenon*, zelená řasa *Pediastrum* a váleč *Volvox*) či v ochranných slizových obalech (řasa *Planktosphaeria*, sinice *Microcystis*), ale ani těch nebývá mnoho. Nádrž s velkými perloočkami se tak dostane do fáze, kdy je rozvoj fytoplanktonu pod kontrolou zooplanktonu, voda je průhledná – takovému období říkáme fáze čiré vody. S úbytkem potravy mají smůlu i drobnější zooplanktonní herbivoři, jejichž filtrace není tak efektivní. Velkým hrotnatkám kompetičně nestačí a z planktonu vymizí.

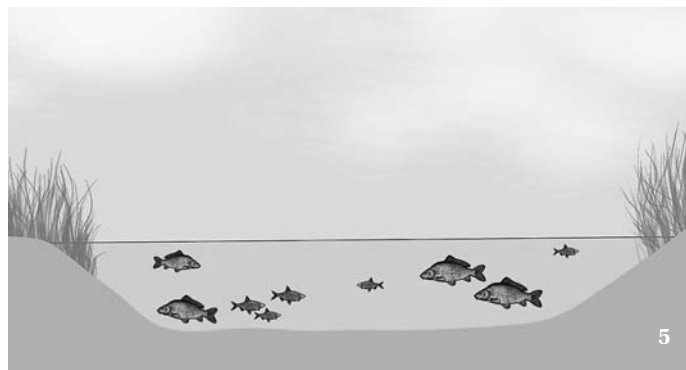
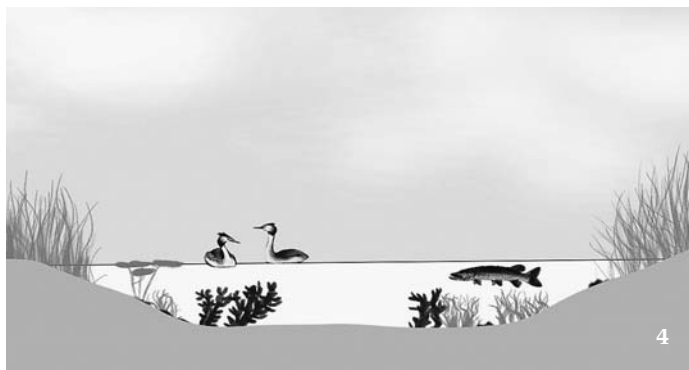
Kontrola ekosystému zespodu, či shora?

Podoba vodního společenstva tedy ve velké míře závisí na tom, kdo koho a jak moc požírá. Přičemž právě nejde jen o to, kdo koho – to bychom před sebou měli triviální potravní řetězec počínající fytoplanktonem (jehož biomasa/produkce závisí na množství živin a světla) a pokračující přes filtrující zooplankton, planktonožravé ryby až po dravce jimi se živící. V takovém případě záleží právě na množství primárních zdrojů, tedy na úživnosti vody a dostupnosti světla, a mluvíme o kontrole ekosystému odspodu nahoru (bottom-up). Tento základní tok energie a organických látek potravním řetězcem „vzhůru“ samozřejmě platí, ale ekosystémy stojatých vod jsou výbornou ukázkou druhého fenoménu. Hodně totiž záleží na tom, jak moc kdo koho konzumuje, přičemž rozhodující jsou ti, kteří v potravní pyramidě stojí nejvyšší. Mluvíme zde o kontrole ekosystému „shora“ (top-down). Když vynecháme vydru, člověka nebo kormorána, ve vodách roli vrcholových predátorů zaujímají dravé, rybožravé ryby, např. candát obecný (*Sander lucioperca*), štika obecná (*Esox lucius*) či bolen dravý (*Leuciscus aspius*). Pokud jich je hodně, mají velký predanční tlak na kořist a potenciálních predátorů zooplanktonu bude ve vodě málo. Charakteristickými druhy planktonožravých ryb jsou u nás třeba ploutice obecná (*Rutilus rutilus*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*) nebo během posledních dekád masově se rozšiřující nepůvodní střevlička východní (*Pseudorasbora parva*), ale zooplanktonem nepohrdne, zejména zamlada, i mnoho jiných ryb včetně kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Stav s minimem planktonožravých ryb nahraává rozvoj velkých perlooček, především

výše zmíněných hrotnatek. Jejich populace budou početné a filtrační aktivita silná. Výsledkem této aktivity je voda s minimem řas a značnou průhledností. V případě, že je dravců málo nebo chybějí, budou naopak vzkvétat populace planktonožravých ryb, jichž bude hodně a s velkým „apetitem“, přičemž si budou přednostně vybírat ta nejlepší sousta – největší perloočky. Ty tak budou zdecimovány a svou niku přenechají drobnějším druhům zooplanktonu, které jsou pro většinu planktonožravých ryb méně zajímavé nebo až nepostřehnutelné. Jenže malé druhy zooplanktonu – vířníci (Rotifera), drobné perloočky, např. rodu *Bosmina* nebo *Diaphanosoma*, nedospělá stadia bucharek (Cyclopoida) a vznášivek (Calanoida) – byt mohou dosahovat vysokých početností, nejsou tak výkonnými filtry a nedokážou kontrolovat populace řas a sinic. Ty mají (doslova) zelenou a ve výsledku máme nádrž se zakalenou vodou, někdy až do té míry, že se podobá zmíněné hrachové polévce. Průhlednost se pak počítá v jednotkách decimetrů, světlo neproniká hluboko a většina dna je i u mělkých jezer a rybníků pod kompenzačním bodem.

Osvětlení dna přitom hraje zásadní roli pro možný rozvoj makrofytů – pokud je tam tma, makrofyty se neuplatní, pokud bude voda čirá, mohou ze dna vyrůst a stát se dominantními vodními autotrofy a odebírat z vody živiny. Tím dále přispívají k omezení rozvoje fytoplanktonu. Ve vodních ekosystémech se top-down kontrola projevuje ještě dalším charakteristickým fenoménem, tzv. kaskádovým efektem. Jde vlastně o střídání akumulace biomasy ob jedno patro potravního řetězce: hodně dravých ryb → málo planktonožravých → hodně zooplanktonu → málo fytoplanktonu. A naopak když původní vrcholoví predátoři budou chybět (nebo jich bude málo), biomasa se společenstvem kaskádově „přelije“ o patro níže. Máme pak málo dravých ryb → hodně planktonožravých → malou biomasu zooplanktonu → mnoho řas (obr. 3).

O podobě mělké stojaté vody tak vlastně rozhoduje (ne)přítomnost dravých ryb. Buď máme rybníky s málo dravci a vysokým počtem jiných ryb, kde je voda neprůhledná, vodní makrofyty nerostou ani v přibřežních litorálech, břehy tak nejsou chráněny před erozí rybníčním vlnobitím. Jsou proto často strmé až podemleté a činností vln se původně mělké litorály ještě více



prohlubují, čímž se dále komplikuje možnost uchycení vodních makrofytů. Příkladem tohoto stavu je většina našich rybníků používaných pro intenzivní, v podstatě průmyslovou produkci ryb. Můžeme je s jistotou nadsázkou klidně označit jako „kapříny“. Opačným případem jsou rybníky, kde bud ryby nejsou vůbec, nebo je tam dostatek dravců, kteří drží planktivory „na uzdě“. Takové vody bývají naveliko zarostlé ponořenými a na hladině plovoucími makrofyty, které kromě zooplanktonu, jenž se mezi nimi prohání, poskytují stanoviště mnoha dalším bezobratlým (hmyzu, měkkýšům), kteří pak mohou být potravou dalších skupin, třeba specializovaných druhů ryb, jako jsou lín obecný (*Tinca tinca*) nebo perlín ostrobříhý (*Scardinius erythrophthalmus*), a vodních ptáků (obr. 4 a 5). Přechod z jednoho rovnovážného stavu do druhého není triviální, protože obě podoby jsou stabilní a změna jedné ve druhou vyžaduje výrazný posun „spouštěcích“ podmínek.

4 Rybník jako „botanická zahrada“, s průhlednou vodou a množstvím makrofytů, poskytujících stanoviště pro řadu bezobratlých, kteří pak slouží jako potrava vodním ptákům.

5 Rybník „kapřín“, kde planktonožravé ryby vyžerou velké druhy filtrujícího zooplanktonu, fytoplankton není „pod kontrolou“ a výsledkem je zakalená voda s minimální průhledností. Všechny kresby R. Bošková, podle různých zdrojů

Tím může být právě zásah člověka, typicky nasazení kaprovitých ryb. Pokud se s planktonožravými rybami navíc přisadí býložravý východoasijský amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), specialista na makrofyty, změna nastane téměř okamžitě. Přechod opačným směrem, od „rybího“ stavu do čiré vody, je komplikovaný zejména tam, kde se ryby nedají jednoduše vylovit. Avšak ani proměna rybníka, kde má člověk zdanlivě všechny hlavní faktory pod

kontrolou, není jednoduchá a vede k mnoha nezamýšleným důsledkům (viz článek o Boleveckém rybníce na str. 129).

V intenzivně obhospodařovaných českých rybnících dlouhodobý stav „hrachové polévky“ umocňují kapři, kteří vyžravše zooplankton obrátí pozornost ke dnu, které přerývají při hledání bentosu. V mělkých rybnících se zákal ze zvrženého dna dostává mícháním do celého vodního sloupce a zesiluje světelný deficit bránící růstu vodních makrofytů.

Nebudeme se pouštět do polemiky, jaké rybníky jsou lepší. Z hlediska hospodářského chovu ryb je to jistě varianta hrachová polévka – kapřín. Z ekologického a ochrannářského hlediska preferujícího biodiverzitu společenstev bude převažovat obliba rybníků typu botanická zahrada posetá ptáky. Pro běžné uživatele přírody by to bylo asi od každého něco – mít se kde vykoupat, pokochat se lekníny a dát si k večeři třebaňského kapra. Nebo raději candáta?

Ivo Králíček

Ústřední kolo 56. ročníku Biologické olympiády



V posledním dubnovém týdnu letošního roku se na Biskupském gymnáziu v Hradci Králové a Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové uskutečnilo ústřední kolo Biologické olympiády kategorie A. Soutěž proběhla po dvou letech distančního způsobu již opět prezenčně. Studenti se museli vyrovnat s náročným testem, třemi laboratorními úlohami, poznáváním organismů a na závěr i s terénní úlohou. Bývá pravidlem, že jednotlivé ročníky mají své ústřední téma, v letošním 56. ročníku jím byla rovnováha, přesněji Drž si balanc! aneb Rovnováha a zpětné vazby v přírodě.

Biologická olympiáda je předmětová soutěž ve znalostech z přírodopisu a biologie určená žákům základních a studentům středních škol. Probíhá ve čtyřech kategoriích (A, B, C a D) na úrovni školních, okresních (pouze pro kategorie C a D) a krajských kol. Kromě podpory studentů s přírodovědným zaměřením tato soutěž pomáhá vyhledávat a dále rozvíjet přírodovědné talenty. Pouze kategorie A má nejvyšší (tedy celostátní) kolo, do kterého

postupují nejlepší dva studenti z každého krajského kola a dalších 8 nejúspěšnějších studentů napříč celou Českou republikou. Tato soutěž, jež se řadí mezi nejstarší u nás, probíhá pod záštitou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy. Na organizaci se podílí Česká zemědělská univerzita v Praze a Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. V letošním roce se do organizace soutěže navíc zapojilo zmíněné Biskupské gymnázium Hradec Králové a PŘF UHK. Záštitu převzali rektorka UK Milena Králíčková, rektor ČZU Petr Skleňníček, biskup královéhradecký Jan Vokál, rektor UHK Kamil Kuča, primátor města Hradce Králové Alexandr Hrabálek a náměstek hejtmana Královéhradeckého kraje Arnošt Štěpánek.

Ve dnech 25.–28. dubna 2022 proběhlo republikové finále, do něhož se kvalifikovalo 36 biologů. Akce se uskutečnila přímo na půdě Biskupského gymnázia. Studenti tak mohli využít při řešení laboratorních cvičení nově vybudované učebny biologie a chemie, při tematické úloze z bioinformatiky také počítačovou učebnu. Olympiá-



da díky tomu našla velmi kvalitní zázemí v zrekonstruované a v letošním školním roce slavnostně otevřené budově, která slouží pro přírodovědné vzdělávání studentů gymnázia.

Bezprostředně po slavnostním zahájení v aule gymnázia se účastníci pustili do určování přírodnin a čekala na ně nelehká speciální poznávačka. V úterý pak řešili tři obtížné laboratorní úlohy. V první praktické úloze Rovnováha obratlovců a vyšších rostlin na ně čekalo nejprve několik trvalých histologických preparátů z různých částí lidského těla a následně si sami vytvořili preparáty, na nichž zkoumali strukturu buněk jemných kořenů huseníčku.

V druhé úloze uplatnili znalosti z fyziky, pod názvem Nedráždi mucholapku bosou elektrodou se schovával úkol vyžadující znalosti z elektrofyzikologie. Soutěžící prováděli pokusy s masožravou mucholapkou