

## Význam vodních rostlin v životě ostatních hydrobiontů

Vodní rostliny mají pro život ostatních hydrobiontů ve vodních ekosystémech nesmírný význam a hrají v nich nezastupitelnou roli, ať už jde o fytoplankton, fyto-bentos, perifyton nebo makrofyta. Vodní rostliny významným způsobem ovlivňují fyzikální vlastnosti (průnik světla, teplotu), chemické vlastnosti (plynný režim, zejména režim kyslíku a oxidu uhličitého, pH, ústojnost vody, množství biogenů N, P, K, Ca aj.), slouží za potravu zooplanktonu (fytoplankton), zoobentosu (fyto-bentos, detritus z řas a vod. rostlin) a ostatním bezobratlým (perifyton, makrofyta) i rybám (makrofyta - bílý amur, fytoplankton - tolstolobici), nebo jako úkryt, podklad pro přichycení nebo vytírání jiker či kladení vajíček (makrofyta). Proto se žádný chov ryb nemůže obejít bez rostlinné složky; jinak je celý systém vystaven nebezpečí náhlých změn, které mohou vést až k úhynu rybí obsádky. Stejně nebezpečí však představuje i přemnožení rostlin, ať už se projevuje silnými vegetač. zákaly sinic a řas, vod. květy sinic nebo nadměrným zarůstáním nádrží makrovegetací. První případ - chov ryb bez rostlinné složky v ekosystému - představují pstruhárny, používající betonové či laminátové nádrže, a rybí líhně. V obou případech je funkce rostlinné složky nahrazována silným průtokem vody a krmením. V dalším případě - kovová či laminátová síla pro odchov pstruhů - musí být potřebný kyslík do vody dodáván z tlakových lahví. Druhý případ - nebezpečí z přemnožení sinic, řas a makrofyt - vystupuje stále více do popředí v souvislosti s rychle narůstající eutrofizací nádrží všech typů.

### Vliv rostlin na kyslíkový režim vod.

Uvolňování kyslíku sinicemi, řasami a vodními makrofyty v procesu fotosyntézy je jednou z nejvýznamnějších funkcí těchto rostlin ve vodních ekosystémech. Jedině v rychle tekoucích vodách bystřin a přejeznatých úsecích středních toků řek je přísun kyslíku rostlinami zatlačován do pozadí sycením vody kyslíkem z atmosféry a stupeň nasycení vody kyslíkem se tu pohybuje kolem 100 % .Jak se ale pohyb vody zpomaluje, zpomaluje se i přestup kyslíku z atmosféry do vody. Ve stojatých vodách je již kyslíkový režim přímo určován hydrobionty, a to tím více, čím je množství hydrobiontů v nádrži větší, přítok menší a hladina klidnější. Největšímu kolísání obsahu kyslíku jsou vystaveny malé, před větrem chráněné, dobře osvětlené, silně eutrofní nádrže. Jako producenti kyslíku tu vystupují pouze vodní rostliny, jako konzumenti pak všichni živočichové i rostliny (při dýchání).

Čím je nádrž větší a hlubší, tím více úlohu producenta kyslíku přebírá fytoplankton, zatímco v mělkých malých nádržích plní tento úkol převážně submersní makrofyta. Emersní (vynořená) makrofyta se na ovlivňování plynného režimu primárně nepodílejí, protože k výměně plynů u nich dochází nad vodní hladinou.

Podle údajů Edwardse činí přísun kyslíku do vody nížinných řek z atmosféry  $5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ , zatímco přísun rostlinami  $7-16 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ . V řekách s pomalu proudící vodou se mohou vyskytnout i případy přesycení vody kyslíkem (zejména u řek s bohatým fytoplanktonem), k čemuž ve střední a horní části toku nikdy nemůže dojít, protože nadbytečný kyslík je pohybem vody uvolňován do atmosféry. Kyslíkový režim řeky v dolním toku je znázorněn schematicky na obr. 5.

Ve stojatých vodách hraje přísun kyslíku rostlinami prvořadou úlohu a v mnoha případech na něm zcela závisí život rybí obsádky. Národním příkladem může sloužit horní a střední nádrž VD Nové Mlýny, která jsou zatěžovány silným přísunem organ. látek. Na vtoku do nádrží mívala voda velmi nízké hodnoty rozpuštěného kyslíku,  $1-3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ , někdy klesal obsah kyslíku až na nulu. Uprostřed nádrží se pohybovaly hodnoty kyslíku již kolem 100 % nasycení ( $8-10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ), zatímco před výpustními objekty, kde bývá nejsilnější vegetač. zákal fytoplanktonu bývá dosahováno hodnot  $13-18 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$  v letním období, což odpovídá hodnotám kolem 130-200 % nasycení. To platí ovšem pro vegetační období, kdy je fytoplankton silně vyvinut. V zimním období, kdy je fytoplankton slabý, je obsádka neustále ohrožována úhynem (katastrofální úhyn na horní nádrži v

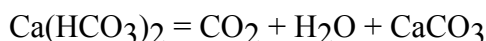
lednu 1984) a stejně tak i v letním období, jestliže se přemnoží zooplankton v důsledku slabé obsádky ryb a může svým predacním tlakem silně snížit kvantitu fytoplanktonu (léto 1984).

Negativně mohou všechny vod. rostliny působit na kyslíkový režim v noci, kdy fotosyntéza neprobíhá zatímco dýchání se nezastavuje. Obsah kyslíku ve vodě zvolna klesá a minima je dosahováno v ranních hodinách při východu slunce. Toto přechodné minimum může být příčinou úhynu některých citlivějších druhů ryb, náročnějších na kyslík (štíky). Ke stejnému úkazu může dojít při trvale zhoršených světelných poměrech (několik dní silně zataženo), nebo při zastínění vody (hypolimnion hlubokých nádrží, vrstva nad dnem u mělčích, ale silně eutrofních nádrží s bohatým organickým sedimentem, zastínění hladiny vegetačním doprovodem, např. v lese, zastínění hladiny listy rostlin plovoucími na hladině nebo úplné pokrytí hladiny nádrží okřehek). Kyslíkový režim stojatých vod za různých podmínek osvětlení nejlépe ilustrují grafy na obr. 6.

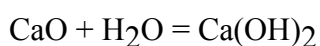
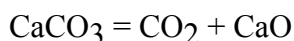
### **Vliv vodních rostlin na pH vody**

Tak jako je vytváření kyslíku při fotosyntéze rostlin jednou stránkou tohoto procesu, je jeho druhou stránkou spotřeba oxidu uhličitého, rozpuštěného ve vodě. Potřebné množství oxidu uhličitého nemůže být zdaleka pokryto množstvím volného CO<sub>2</sub>, jenž se ve vodě rozpouští na kyselinu uhličitou, která svou přítomností umožňuje vytvoření neutrální až lehce kyselé reakce vody a v součinnosti s hydrogenuhličitanem - Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - a normálními uhličitanem - CaCO<sub>3</sub> - vytváří v lehce alkalické oblasti ústojný roztok, bránící přílišnému kolísání pH vody.

Odčerpáváním oxidu uhličitého z vody rostlinami dochází k prvnímu nárůstu pH. Druhý stupeň představuje bourání hydrogenuhličitanů, které se rozkládají na oxid uhličitý, spotřebovávány ihned v procesu fotosyntézy, a normální uhličitan:



Poslední stupeň pak představuje bourání normálních uhličitanů na oxid uhličitý (který je znovu spotřebováván na fotosyntézu) a oxid vápenatý, který se s vodou ihned slučuje na silně alkalický hydroxid vápenatý:



Takovým způsobem dochází nejen k rozbourání ústojného systému, ale i k vytvoření silného hydroxidu, který pak pH vody zvedne na vysoké hodnoty 10-11.

K těmto situacím dochází zejména v silně eutrofizovaných a málo mineralizovaných stojatých vodách s bohatě vyvinutým fytoplankton, nebo silně zarostlých submersními makrofyty, v odpoledních hodinách při silné insolaci. Hodnoty pH nad 10 mohou při dlouhodobějším působení vyvolat poleptání žaber, hodnoty nad 9 intoxikaci plynným čpavkem, uvolňovaným z amonných solí, nebo autointoxikaci ryb tím, že je znemožněno nebo silně zabrzděno uvolňování čpavku z krve přes žábra do vody. Hodně však záleží na výchozí koncentraci amonných solí ve vodě. Protože křivka průběhu pH vody během 24 hodin je víceméně zrcadlovou křivkou průběhu obsahu kyslíku, je zřejmé, že v nočních hodinách, kdy je fotosyntéza zastavena a do vody je neustále uvolňován CO<sub>2</sub>, pH vody neustále klesá až do východu slunce.

Bourání hydrogenuhličitanů rostlinami a srážení málo rozpustného uhličitanu vápenatého je viditelné na některých submersních rostlinách i pohým okem jako jemná, šedobílá krusta.

Omezení fotosyntetické činnosti rostlin za účelem snížení pH vody je možné dosáhnout stíněním hladiny (černá fólie, okřehek), vyvoláním zákalu (speciální loď k víření sedimentu), změnou světelného spektra (rozpuštěná potravinářská barviva), zničením fytoplanktonu herbicidy či odstraněním makrofyt vysekáváním a herbicidy. Všechny tyto zásahy jsou ovšem ekonomické a proveditelné jen na malých nádržích.

V tekoucích vodách zatím nebylo pozorováno abnormální zvyšování pH v důsledku fotosyntetické činnosti vodní vegetace. Opačný případ - klesání pH způsobené rostlinami - můžeme demonstrovat v rašelinných vodách. Pokles pH vody na hodnoty 5-3 je způsobován zpravidla rozkladem rostlinných zbytků (zejména *Sphagnum*), při němž jsou uvolňovány huminové kyseliny. U lehce kyselých vod s pH 5-6 se dá dosáhnout potřebného zvýšení pH vápněním. U vod s pH pod 5 však již tento zásah nebývá dostatečně účinný.

### **Vodní rostliny jako potrava vodních živočichů**

Jak jsme se již zmínili v kapitolách o primár. produkci, jsou sinice, řasy a vyšší vod. rostliny prakticky jediným producentem organic. hmoty v nádrži. Tam, kde nejsou dostatečně zastoupeny, je živočišná složka závislá převážně na přísunu organ. látek zvenčí (splachem, spadem, přítokem), nebo na příkrmování či krmení (pstruhařství, rybí líhně).

Zatímco v mořích je téměř jediným producentem organic. hmoty fytoplankton, ve sladkých vodách přistupují jako producenti i další rostlinné složky: fytoENTOS, perifyton a konečně makrofyta. Čím je nádrž menší a mělčí, tím více narůstá podíl makrofyt na přísunu organic. hmoty do potravních řetězců.

Řasy a sinice jsou nesporně kvalitnější potravou pro vodní živočichy než velké cévnaté rostliny. Jsou totiž lehčeji stravitelné, neboť mají poměrně tenké buněčné blány, nebo jsou zcela bez buněčné blány a jejich buňky se velmi lehce rozpadají. V protikladu k tomu se pletiva vyšších rostlin rozkládají podstatně hůře, neboť obsahují značnou část pletiv mechanických. Zatímco rozklad sinic a řas ve vodě je otázkou několika dnů až týdnů, probíhá rozklad těl vyšších rostlin měsíce až roky.

Vynikající potravou pro většinu planktonních bezobratlých, živících se filtrací vody, jsou drobné planktonní sinice a řasy. Podle výsledků analýz Gollerbacha se vyrovnají dobrému senu. Milner udává, že *Chlamydomonas* obsahuje 36.3 % bílkovin, 58.2 % uhlohydrátů a 5.5 % tuků, *Chlorella* pak 8-88 % bílkovin (podle kultivačních podmínek), 5-38 % uhlohydrátů a 4-85 % tuků. Některé řasy, jako rozsivky, zlativky a různobrvky, syntetizují jako asiomilační produkt olej, který má zvláště vysokou výživnou hodnotu. Kromě toho obsahují řasy i řadu vitamínů.

Fytoplankton má zejména velký význam pro výživu planktonních korýšů (zejména rodu *Daphnia*), vířníků a jiných filtrujících organismů (např. škeblé rybničná). Fytoplankton může být přijímán těmito organismy buď v živém stavu, nebo po svém odumření a rozkladu na jemný detritus. Filtrací suspendovaného detritu se pak živí i mnohé organismy bentosu, červí a larvy pakomárů.

Stejně tak se řasami živí i řada prvoků, např. z rodu *Chilodon*, *Oxytrichia* a pod., kteří se živí hlavně drobnými rozsivkami rodu *Navicula* a *Nitzschia*.

Také některé naše ryby mohou přijímat sinice a řasy jako potravu. Jako potravní složka bývají zpravidla nalézány u nejmladších stádií ryb nejrůznějších druhů, např. kapra, perlína, plotice a podoustve (Podubský a Štědranský 1954). Starší stádia však přijímají řasy většinou jen jako potravu z nouze. Z našich ryb činí výjimku perlín, tloušť a hlavně ostroretka stěhovavá, která seškrabává svými ústy povlaky řas a sinic s kamenů a požírá je společně s živočichy, kteří v nich žijí. Z introdukovaných ryb je to zejména tolstolobik bílý, který je schopen odfiltrovat i velmi jemný fytoplankton, a tolstolobik pestrý, který odfiltrovává hrubší fytoplankton spolu se zooplanktonem.

Jako málo vhodné sinice pro výživu vodních živočichů se ukazují sinice vod. květu, vytvářející kolonie větší než 1 mm, např. zástupci rodů *Microcystis*, *Anabaena* a *Aphanizomenon*.

Celá nedávná rybníkářská praxe byla zaměřena svým hnojením rybníků právě na vyvolání vegetač. zákalu vody drobným fytoplanktonem, který slouží jako hlavní krmivová základna potravního řetězce

fytoplankton ---> zooplankton ---> ryby

fytoplankton ---> zoobentos --- ryby

Avšak poslední desetiletí se svou narůstající eutrofizací nádrží má za následek takové pomnožení fytoplanktonu ve vodách, že je nutno od základu zrevidovat naše názory na hnojení rybníků, aby nedocházelo k negativním jevům plynoucím z metabolismu této obrovské biomasy.

Vyšší vod. rostliny hrají ve výživě našich domácích ryb jen velmi malou roli a jsou jimi opomíjeny. Malá množství rostlinné potravy v zažívacím traktu některých ryb nemají většího významu a mohou být označena za náhodnou potravu. Jedině perlín požívá častěji drobné části cévnatých rostlin a vláknitých řas.

Z introdukovaných ryb je však významným býložravcem bílý amur (*Ctenopharyngodon idella*), který se žíví téměř všemi makrofyty, rostoucími v nádržích. Požívá i mladé výhonky tvrdých rybníčních porostů a při dostatečné hustotě obsádky může zlikvidovat kromě měkké rybníční flóry za několik let i porosty orobince a rákosu.

Podle řady autorů potřebuje v teplých krajích na 1 kg přírůstku 40-50 kg biomasy vod. rostlin, v chladnějších oblastech pak udává Opuszynski až 75-95 kg.

### **Vodní rostliny jako prostředí a substrát vodních bezobratlých**

Z řas připadají v úvahu jako substrát pro život vodních bezobratlých hlavně vláknité řasy, na nichž žije nejen množství řasových epifytů, ale k přichycení je využívají také různí prvoci (např. vířenky). Také různí vířníci bývají nacházeni přisedlí na vlákních řas. Husté chomáče vláknitých řas nejsou však příliš vhodným prostředím pro život bezobratlých, zejména plouvou-li tyto řasy na vodní hladině. V letních měsících v nich dochází nezdědky ke vzniku extrémních poměrů, k silnému zvýšení teploty vody a pH.

Ve všech vnitrozemských vodách a zejména v rybnících se nachází bohatá fauna v řasových porostech perifytonu. V létě, kdy se na povrchu vodních rostlin začíná vytvářet krusta z uhličitánu vápenatého a perifyton řas dosahuje největšího rozvoje, objevují se tu i drobní bezobratlí: *Stylaria lacustris* (naidka chobotnatá), larva jepice *Caenis macrura*, pakomár *Corynoneura* aj. Zvláště silně se perifyton rozvíjí na lodyhách a listech *Myriophyllum*, *Persicaria amphibia* a v tišinách na ponořených částech *Phragmites* a *Typha*. Naopak, slabě je vyvinut na *Elodea*, *Potamogeton* a *Ceratophyllum*.

Fytofylní fauna je velmi bohatě zastoupena a jen co se týká larev pakomárů čítá na 60-70 druhů. Larvy pakomárů se žíví převážně rostlinnou potravou, při čemž okusují živé nebo i odumřelé vod. rostliny. Mnoho larev z podčeledi *Ortocladinae* minuje v rozmanitých částech vod. rostlin. Plovoucí druhy jepic (*Ephemeroptera*) jsou rovněž fytofilní. Patří sem *Cloeon dipterum*, *Siphonurus lacustris* a *Leptophlebia vespertina*.

Ve vodách s bohatým rostlinstvem se objevuje obvykle velké množství různých fytofilních měkkýšů. Najdeme tu *Viviparus viviparus* (bahenka živorodá), *Valvata cristata* (točenka plochá), *Radix limosa* (uchatka) a další. Ve velkých jezerech na ponořených rostlinách se hojně vyskytují mladí stádia *Dreissensia polymorpha* (slávička mnohotvárná), kterou potkáme u nás na Dunaji a v Labi. Na rostlinách nebo mezi rostlinami žíví i jiní bezobratlí, jako např. *Asellus aquaticus* (beruška vodní) a larvy vážek - *Odonata*, vodule - *Hydracarina*, chrostíci - *Trichoptera* aj.

Nejbohatší fauna se objevuje obvykle na rostlinách s velkou listovou plochou (leknín, stulík, šípka), nebo na rostlinách s vlnitými listy (rdest kadeřavý, rdes prorostlý), které poskytují dobrou ochranu před nárazy vody a před nepřáteli. Podle Smoleňské je výskyt některých živočichů na určitých rostlinách podmíněn druhem rostliny. Např. na rákosu, orobinci úzkolistém a puškvorci se masově objevují minující larvy pakomára sk. *gripekoveni*. Tyto larvy se objevovaly i na jiných rostlinách, ale již v daleko menším množství.

## Vodní rostliny jako substrát pro výtěr ryb

Většina ryb našich vod, zejména zástupci čeledí *Cyprinidae*, *Esocidae*, *Siluridae* a částečně i *Cobitidae* kladou své jikry na vodní cévnaté rostliny. Některé druhy se vytírají i na luční traviny, zalité jarními záplavovými vodami (štika a částečně i plotice), jiné na mrtvé lodyhy a kořeny rostlin a dřevin (částečně plotice, cejn velký a candát). Avšak většina ryb se vytírá na živé vodní rostliny. Patří sem následující druhy: perlín, lín, karas, jelec jesen, sumec, piskoř a částečně i síh malý. Některé druhy ryb dokonce vyhledávají zcela určitý substrát.

Jikry vytřené na rostlinách jsou na nich obvykle rovnoměrně rozloženy, což jim zaručuje dobrou výměnu vody kolem jejich povrchu. Protože v porostech vod. rostlin je zpravidla i vysoká koncentrace kyslíku, jsou tak vytvořeny neobyčejně příznivé podmínky pro jejich rozvoj. Jikra, která je zprvu přilepena na listu, ztrácí po určité době svou lepkavost, odpadává a jestliže je porost dostatečně hustý, zůstává ležet na listech, v paždí listů a větviček atp. až do doby kulení. Pokud zapadne do bahna, přestane se vyvíjet a embryo zahyne.

Mladé embryo se až do ztráty žloutkového vaku pohybuje jen slabě a hledá ochranu ve vodním rostlinstvu nebo v jeho zátiší (např. štika). Husté porosty rostlin, jmenovitě rákosin, chrání pobřežní mělčiny před silným příbojem a díky tomu tu pod ochranou rostlin může plůdek přečkat nepříznivé počasí, kdy je hladina rozbourená. V těchto místech se také voda silněji prohřívá.

## Vliv metabolitů vod. rostlin na život ostatních hydrobiontů

V průběhu svého metabolismu uvolňují organismy do svého okolí řadu nejrůznějších látek, které samozřejmě ovlivňují ostatní složky biocenózy. Jsou to např. fytoncidy, baktericidní a protistocidní látky, jejichž vylučování ve větší nebo menší míře bylo prokázáno téměř u všech vodních a pobřežních rostlin. Bylo zjištěno, že fytoncidy *Acorus calamus* stimulují rozvoj věšiny měkkýšů, zatímco fytoncidy vylučované *Glyceria aquatica* jejich rozvoj brzdí. Fytoncidy tohoto zblochanu působí kromě toho zhojně na nezmary, hmyz, korýše a obojživelníky (viz též kapitola o přirozené toxicitě). Fytoncidy jedné rostliny mohou ovlivňovat i růst jiných rostlin. Tak např. fytoncidy *Potamogeton pusillus* mají brzdící účinky na *Potamogeton perfoliatus*. Předpokládá se, že vznik monospeciových porostů určitých rostlin může být důsledkem vylučování fytoncidů touto rostlinou. A nejen to, někteří autoři se dokonce domnívají, že vznik určitých společenstev rostlin je především důsledkem působení jejich fytoncidů, takže nakonec ve společenstvu zůstanou jen ty rostliny, které jsou ke vzájemnému působení ostatních rostlin odolné.

Kromě fytoncidů vylučují vyšší rostliny i některé řasu do vody další biologicky aktivní látky, mající povahu růstových hormonů. Byly mezi nimi identifikovány kyselina abscisová a indolyloctová, které mohou ovlivňovat růst ostatních rostlin. Bylo též prokázáno, že některé rostliny vylučují do vody látky, které se velmi aktivně podílejí na odbourávání fenolů. Tato vlastnost byla zjištěna u *Scirpus (Schoenoplectus) lacustris*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum*, *Ceratophyllum* a *Chara*. Avšak povaha a účinnost všech těchto látek není ještě dobře prozkoumána, ale právě naopak, stojíme prakticky na samém počátku jejich výzkumu, který může přinést mnoho nových poznatků (Metějko 1981).