

## Dlouhodobý limnologický výzkum šumavských jezer a jejich současný stav

Jaroslav Vrba<sup>1</sup>, Jan Fott<sup>2</sup>, Jiří Kopáček<sup>1</sup>, Linda Nedbalová<sup>2</sup> & Jiří Nedoma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hydrobiologický ústav AV ČR, Na sádkách 7, CZ–370 05 České Budějovice, Česká republika

<sup>2</sup>Přírodovědecká fakulta UK, Viničná 7, CZ–128 44 Praha, Česká republika

Osm šumavských ledovcových jezer představuje unikátní soubor jezerních ekosystémů, který zasluhuje soustavnou pozornost badatelů i českých a bavorských orgánů ochrany přírody.

Prvním důvodem je nesporně existence dlouhodobých dat – nesoustavný hydrobiologický výzkum šumavských jezer započal právě před 130 lety a jeho výsledky zachytily významné změny ve složení planktonu, zejména úbytek zooplanktonu a vymizení ryb (přehled viz VESELÝ 1994, VRBA & al. 2000a). Četnější data jsou k dispozici od konce 70. let a k výraznému zintenzívnění výzkumu došlo po zpřístupnění šumavských jezer v 90. letech 20. století. V září 1999 se uskutečnil historický komplexní odběr všech osmi jezer (např. VRBA & al. 2000a, KOPÁČEK & al. 2001) a dosavadním výzkumům a acidifikaci šumavských jezer byl věnován workshop v březnu 2000 (Silva Gabreta č. 4/2000).

Druhým důvodem je vysoká citlivost jezer i jejich povodí na změny atmosférické depozice na Šumavě – atmosférická acidifikace vyvrcholila počátkem 80. let 20. století, od té doby však došlo k výraznému zvratu v chemismu jezerních vod. Jak rozsah, tak rychlost změn chemismu jsou světově jedinečné (podrobněji KOPÁČEK & al. 2001).

Třetím důvodem je unikátnost samotných jezerních ekosystémů, které se na Šumavě vyvinuly v důsledku acidifikace – v planktonu většiny jezer dnes dominují autotrofní, mixotrofní a heterotrofní mikroorganismy. Právě na jejich podrobnější studium v Čertově, Prášílském a Plešném jezeře byl zaměřen projekt GA ČR č. 206/97/0072 (Biodiverzita mikrobiální smyčky, tok uhlíku a koloběh živin v acidifikovaných jezerech na Šumavě: cesty a řídicí mechanismy). Vlivem dalších faktorů (např. geologických a půdních) se jednotlivá jezera mezi sebou odlišují nejen v chemismu, ale i v oživení (viz dále a VRBA & al. 2000a, b, in prep.).

V neposlední řadě pak současný strmý pokles koncentrací síranů, dusičnanů, hliníku a nárůst alkalinity a pH jezerní vody nabízejí jedinečnou šanci studovat, kdy a jak rychle dojde také k biologickému zotavení jezer. V poslední dekádě lze dokumentovat výrazný pokles okyselení jezerní vody a nyní i první náznaky zotavení ekosystémů. Jezera dnes můžeme rozdělit do tří skupin: silně acidifikována zůstávají Roklanské, Plešné, Černé a Čertovo jezero, méně acidifikována jsou jezera Prášílské a Malé Javorské, zatímco Velké Javorské jezero a Laka jsou již ovlivněna velmi slabě (VRBA & al. 2000a).

Dosavadní výsledky ukazují, že jak složení, tak i celková biomasa planktonu v šumavských jezerech jsou určovány především přísunem fosforu a hliníku do jednotlivých jezer a dále speciací Al ve vodním sloupci – jejich komplexní účinek ve třech nápadně odlišných jezerech lze shrnout následovně (VRBA & al. 2000b, in prep.).

V Čertově jezeře dominují v planktonu heterotrofní mikroorganismy (63 % celkové bio-

masy, 50 % připadá na vlákna), které účinněji získávají nedostatkový P. K mobilizaci organického P navíc produkují enormní množství fosfatů, jejichž aktivita je ovšem při pH ~ 4,5 zřejmě silně inhibována vysokými koncentracemi iontových forem Al ( $Al_i \sim 500 \mu\text{g.l}^{-1}$ ). Ve fytoplanktonu dominují mixotrofní druhy, které fagocytózou bakterií pokrývají pravděpodobně podstatnou část svých požadavků na P (významně např. *Dinobryon pediforme*, Chrysophyceae).

V Prášílském jezeře naopak dominuje fytoplankton (sezónní průměr 69 %). Nižší přísun Al umožnil přežití zooplanktonu (*Daphnia longispina*, *Cyclops abyssorum*). Letní rozvoj perlooček (~ 20 % celkové planktonní biomasy) způsobuje výraznou sezónní dynamiku mikrozooplanktonu. Zatímco před jejich nástupem tvořila heterotrofní mikrobiální biomasa s vysokým podílem vláken > 35 %, filtrace perlooček ji zredukovala na ~ 10 % (zejména ubylo vláken). Inhibiční efekt  $Al_i$  na fosfatů je vzhledem k jeho nízké koncentraci a vyššímu pH málo pravděpodobný, méně se asi uplatňuje i vazba P na koloidní hydroxidy Al ( $Al_{\text{part}}$ ).

V Plešném jezeře dominuje fytoplankton nejvýrazněji – tvoří téměř 80 %, zatímco heterotrofní mikroorganismy jen ~ 20 %, z toho vláknité ~ 15 % biomasy planktonu. Absolutně nejvyšší fosfatové aktivity kompenzují zřejmě jak ztráty P vazbou na  $Al_{\text{part}}$  a sedimentací, tak inhibiční účinek  $Al_i$  v jarním období (nižší pH, nejvyšší přísun Al).

Zatím prvním jasným signálem zotavování silně acidifikovaných jezer na české straně Šumavy se zdá být návrat perloočky *Ceriodaphnia quadrangula* do pelagiálu Černého jezera, kde je opět pravidelně nacházena od podzimu 1997. Rovněž plankton Plešného jezera vykazuje určité známky zotavení – mezi roky 1994 a 1998 došlo paralelně s ~ 20 % poklesem koncentrace celkového Al k ~ 20 % redukci fosfatové aktivity při ~ 50 % nárůstu biomasy fytoplanktonu (jako chlorofyl *a*), přičemž koncentrace celkového P se nezměnila. Také návrat acidotolerantní vznášivky *Heterocope saliens* do epilimnia Plešného jezera – dočasně v červnu 1997 a znovu po celou sezónu 2000 – zřejmě svědčí o příznivých změnách v chemismu vody (zejména o poklesu obsahu Al).

## Literatura

- KOPÁČEK J., HEJZLAR J., KAŇA J. & PORCAL P., 2001: Faktory ovlivňující chemismus šumavských jezer. In: *Konference Aktuality šumavského výzkumu, tento sborník*.
- VESELÝ J., 1994: Investigation of the nature of the Šumava lakes: a review. *Časopis Národního muzea, řada přírodovědná, Praha, 163: 103–120*.
- VRBA J., KOPÁČEK J. & FOTT J., 2000a: Long-term limnological research of the Bohemian Forest lakes and their recent status. *Silva Gabreta, 4: 7–27*.
- VRBA J., BITTL T., NEDOMA J., KOPÁČEK J., NEDBALOVÁ L. & FOTT J., 2000b: Jedinečný plankton acidifikovaných šumavských jezer jako důsledek působení hliníku a limitace fosforem. In: *XII. limnologická konference. Sborník referátů: 47–51. Česká limnol. společnost, Slov. limnol. společnost, Kouty nad Desnou*.
- VRBA J., BITTL T., NEDOMA J., KOPÁČEK J., NEDBALOVÁ L. & FOTT J., in prep.: Aluminium governs phosphorus availability and shapes structure and dynamics of plankton in strongly acidified Bohemian Forest lakes. *Limnology and Oceanography (submitted)*