Toxiny sinic v rybách – realita ČR

Radovan Kopp

V posledních několika letech se stále častěji objevují informace o metabolitech sinic, především toxinech. Oproti seriózním vědeckým publikacím, kde jsou předložené informace podloženy řadou experimentů a kontrolovány recenzenty, v běžných tiskovinách mají často nádech senzace s cílem především prodat co největší počet výtisků. Jako příklad lze uvést předvánoční číslo deníku Rovnost (22. 12. 2006). Titulní strana s článkem *Vánoční kapr: kromě kostí i toxiny* vzbuzuje ve čtenáři dojem, že se jedná o závažný zdravotní problém, teprve na konci přináší informaci, že nebezpečí hrozí v případě konzumace více než 2 kg rybího masa za den. Vzhledem k průměrné spotřebě sladkovodních ryb v ČR kolem 1 kg na obyvatele za rok jde tedy o riziko naprosto zanedbatelné.

Naše pracoviště Oddělení rybářství a hydrobiologie MZLU v Brně ve spolupráci s Výzkumným centrem RECETOX Masarykovy univerzity a Ústavem veterinární ekologie a ochrany životního prostředí Veterinární a farmaceutické univerzity (VFU) Brno se problematikou kumulace toxinů v tkáních ryb zabývá již více než 5 let, a proto se domníváme, že jsme na základě již provedených experimentů na různých druzích sladkovodních ryb v ČR schopni podat reálné údaje o nebezpečnosti a potenciálních rizicích při konzumaci rybího masa z prostředí vodního květu sinic.

Nejrozšířenější jsou mikrocystiny

Sinice (cyanobakterie) produkují celou řadu biologicky aktivních látek (v současnosti se odhaduje, že známe po strukturní stránce pouze přibližně 5 % z nich), kterými mohou ovlivňovat ostatní vodní organismy a člověka. Z této skupiny jsou nejsledovanější právě cyanotoxiny, které představují rozmanitou skupinu látek jak z chemického, tak z toxikologického hlediska. Nejrozšířenější a ve sladkých vodách nejčastěji nalézanou (a tudíž i nejvíce studovanou) skupinu cyanotoxinů představují mikrocystiny.

Většina mikrocystinů je poměrně hydrofilní, ve vodě dobře rozpustná a netěkavá. Mikrocystiny jsou velmi stabilní, odolné vůči chemické hydrolýze a působení enzymů. Menší množství mikrocystinů je produkováno do okolního prostředí, většina však zůstává uvnitř sinicových buněk, odkud se ve vyšších koncentracích dostává do prostředí při kolapsu vodního květu sinic. Mikrocystiny jsou vysoce toxické, primárně postihují jaterní buňky, jež aktivně přijímají mikrocystiny z krevního oběhu prostřednictvím transportního systému pro žlučové kyseliny. Lze je však detekovat i v jiných orgánech (svaly, kůže, střevní epitel, krev aj.).

Mikrocystiny se mohou kumulovat v různých vodních organismech nejen v rybách, ale i v měkkýších, planktonních bezobratlých aj. Ryby mohou přijímat a kumulovat cyanotoxiny různými cestami, ryby živící se sinicemi a řasami (např. tolstolobik bílý) přímo v potravě prostřednictvím konzumace toxických sinic. Ryby, které běžně nepřijímají fytoplankton v potravě, mohou přijímat rozpuštěný mikrocystin skrze žaberní epitel nebo kůži. Další možná cesta vede přes potravní řetězec (např. platýz přijme v potravě mlže, kteří filtrovali toxické sinice). Orální cestu příjmu toxinu lze však považovat za nejdůležitější.

Koupání se sinicemi

Petr Pumann

Prázdninový obrázek mnoha našich nádrží: u břehu se vznášejí zelené drobky – vodní květ sinic. Ke koupání taková voda moc nesvádí, ale nic lepšího v okolí není. I na takovém místě se proto koupe mnoho lidí. Jak moc si tím zahrávají se svým zdravím?

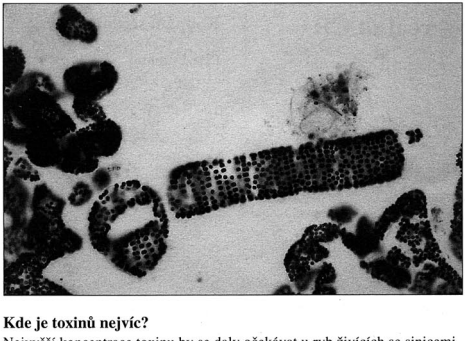
Proč jsou sinice nebezpečné

V první řadě se podívejme na látky škodlivé pro lidské zdraví, které sinice mohou produkovat. Je jich celá řada a liší se jak chemickou strukturou, tak mechanismem účinku. Nejznámějšími toxiny sinic (cyanotoxiny) jsou hepatotoxické (tzn. toxické pro játra) mikrocystiny nebo různé neurotoxiny. Přinejmenším mikrocystiny se v našich vodách běžně vyskytují, takže první předpoklad, proč nebrat sinice při koupání ve volné přírodě na lehkou váhu, tu je.

Zdravotní projevy

Nyní zkusme nahlédnout na problém z druhé strany. Jsou-li sinice opravdu tak nebezpečné, mělo by být známo mnoho případů poškození lidského zdraví. Autoři nedávno publikovaného souhrnného článku posbírali v odborné literatuře několik desítek případů onemocnění způsobených sinicemi při koupání. Byla mezi nimi onemocnění lehká (senná rýma, vyrážka, střevní a žaludeční problémy) i vážnější (silné bolesti hlavy a svalů, pneumonie, horečka, závratě, puchýře v ústech). Zaznamenán byl také jeden případ smrtelné otravy, který se stal v roce 2002 v USA. Sedmnáctiletý chlapec se koupal v rybníku se silným vodním květem. Zemřel 48 hodin poté na akutní selhání srdce. Poměrně dlouhá doba mezi úmrtím a koupáním však svádí k pochybnostem, zda jeho smrt opravdu způsobil neurotoxin anatoxin-a, který byl nalezen v žaludku i v krvi. Ten totiž způsobuje smrt u pokusných zvířat v rozmezí minut, nanejvýš hodin. Další případ vážného poškození zdraví se stal v roce 1989 ve Velké Británii. U vojáků, kteří plavali a trénovali na kánoích ve vodě se silným květem sinic, se objevili různé gastrointestinální potíže, puchýře na rtech a bolesti v krku. Dva z nich byli hospitalizováni s vážnou pneumonií.

Zdravotní projevy způsobené sinicemi při koupání jsou však obvykle mírné. Proto většina případů zcela ujde pozornosti a nebude publikována v odborné literatuře. Mezi dokumentované případy se také téměř nemají →



Mikroskopický snímek planktonní sinice Microcystis wesenbergii. Foto Petr Pumann

Kde je toxinů nejvíc?

Nejvyšší koncentrace toxinu by se daly očekávat u ryb živících se sinicemi, ale mikrocystin bývá v tkáních těchto ryb v relativně nízkých koncentracích. V přírodním prostředí byly zaznamenány vyšší koncentrace toxinu v tkáních všežravých a dravých ryb než u býložravého tolstolobika bílého. Koncentrace toxinu závisí na množství přijaté potravy, které bývá podstatně nižší u dravých než u býložravých ryb. Vliv na kumulaci toxinů mohou mít i rozdíly mezi trávicím traktem dravých ryb (např. pstruh duhový) ve srovnání se všežravci a býložravými rybami (např. kapr obecný). Kaprovití mají delší tenké střevo s větší absorpční kapacitou, proto by měli kumulovat vyšší koncentrace mikrocystinů, což je v protikladu ke studiím na Čínských jezerech, kde byly nejvyšší koncentrace toxinů měřeny u karnivorních ryb. Naopak nižší příjem toxinů u kaprovitých ryb lze vysvětlit neutrálním až zásaditým pH v trávicím traktu těchto ryb. Pro účinné trávení sinicových buněk je nutné kyselé prostředí. Z literárních zdrojů vyplývá, že není přímý vztah mezi rybami s různým potravním spektrem a koncentrací toxinů v tkáních ryb. Způsob trávení u ryb a jejich potravní výběrovost není spolehlivým indikátorem potenciální kumulace cyanotoxinů.

Koncentrace toxinů nalezených v rybách jsou značně závislé na délce pobytu ryb v prostředí toxinu, a proto dost nepředvídatelné. Srovnatelnost dat z různých studií je problematická, protože existují značné rozdíly v koncentracích toxinů, expoziční době, vstupu toxinu do organismu a dalších biotických a abiotických faktorech. Nepopiratelné však je, že navzdory rozdílným podmínkám jednotlivých experimentů prováděných u ryb dochází ke kumulaci mikrocystinů v rybích tkáních. Na základě výsledků publikovaných studií lze vysledovat trend nejvyšší kumulace toxinů ve střevním epitelu a játrech, nižší koncentrace v ledvinách a svalovině. Cyanobakteriální toxiny byly nalezeny i v dalších tkáních ryb (pohlavních orgánech, krvi, slezině, žlučníku aj.).

Přípustné dávky

Již v závěru 90. let byla experty Světové zdravotnické organizace (WHO) na základě výsledků toxikologických studií odvozena hodnota maximálního tolerovaného příjmu (TDI) pro strukturní variantu mikrocystin-LR. TDI představuje takovou dávku toxické látky, která s největší pravděpodobností nezpůsobí poškození zdraví lidského organismu. Pro dospělou osobu (75 kg) vychází tolerovaný akutní příjem na 190 µg, sezonní na 30 µg/den a celoživotní na 3 µg/den.

šanci dostat onemocnění způsobená opakovaným příjmem nízkých dávek (např. při každoročním častém koupání na vodním květem postižené lokalitě), protože onemocnění, vzniklé s odstupem času, nebude s největší pravděpodobností spojováno s koupací vodou.

Co uvádějí studie

Zajímavým zdrojem informací o rizicích ze sinic při koupání jsou závěry epidemiologických studií, při nichž se sleduje vybraná skupina lidí a zjišťuje se, jaké následky na nich zanechala expozice rizikovému faktoru (v našem případě koupání ve vodě se sinicemi). Studií, které by se věnovaly sinicím a koupání, není mnoho. Má smysl se zmínit jen o dvou z nich. Obě mají na svědomí asi nejstarší autoři a bylo při nich zjištěno jen mírné zvýšení lehčích zdravotních problémů (např. respiračních) po koupání ve vodě se zvýšeným množstvím sinic (ve srovnání s kontrolní skupinou).

V jiném typu studií byla u dobrovolníků (většinou pacientů kožních oddělení) zjišťována kožní reakce po přiložení speciálních náplastí se sinicemi. Pozitivní kožní reakci vykazovala jen malá část účastníků (většinou jen jednotky procent).

Shrnutí rizik

Rizika ze sinic při koupání lze zhruba rozdělit do tří kategorií:

– U citlivých jedinců lze očekávat různé lehčí zdravotní problémy (např. vyrážky) i v případech s velmi nízkým výskytem sinic. Lidé, u nichž se tyto problémy pravidelně objevují, by se zřejmě měli preventivně vyvarovat kontaktu s přírodními koupacími vodami.

– Zdravotní dopady chronické expozice nízkým dávkám cyanotoxinů (především mikrocystinů) z koupacích vod lze na základě existujících dat jen těžko předvídat, ale vzhledem k bezpečnostním faktorům využitým při konstrukci limitů a omezené době, kterou lidé stráví během roku koupáním v přírodních vodách, zřejmě nebudou velké.

– K vážné akutní otravě může dojít především u nepoučených jedinců (např. dětí) na lokalitách s vodním květem toxických sinic. Proto zásadní ochranou zdraví je všeobecné povědomí o rizicích z cyanotoxinů a vyvarování se koupání s možným požitím vody nebo vdechováním aerosolu na místech, kde se vyskytuje masivní vodní květ.

Spotřeba ryb

Pro přibližení potenciálního ohrožení lidské populace v ČR cyanotoxiny z rybího masa několik údajů o spotřebě ryb. Průměrná celosvětová spotřeba ryb (sladkovodních i mořských) je přibližně 16 kg/obyvatele/rok, v zemích Evropské unie je to 11 kg/obyvatele/rok. V České republice spotřeba ryb dlouhodobě stagnuje. Spotřeba sladkovodních ryb bez samozásobení (sportovní rybáři) v současnosti neční ani 1 kg/obyvatele/rok, při započtení úlovků sportovních rybářů pak 1,4 kg/obyvatele/rok. Celková spotřeba ryb v ČR v roce 2006 (včetně mořských ryb) činila 5,7 kg/obyvatele/rok.

Je zřejmé, že množství ryb zkonzumovaných v ČR je velmi nízké a navíc konzumace sladkovodních ryb spadá převážně do období Vánoc, kdy vodní květ sinic není rozvinut. Ohrožení tak mohou být především sportovní rybáři, kterých je v současnosti registrováno v ČR přibližně 330 tisíc. Průměrné množství přivlastněných ryb (včetně rybářů bez úlovku) činí přibližně 32 kg/rybáře/rok (údaje z roku 2003). Více než 15 kg rybího masa za rok zkonzumuje přibližně 34 % sportovních rybářů, maximální množství zkonzumovaných ryb na jednoho rybáře se pohybuje až kolem 100 kg.

V Česku jsme v normě

Na základě našich vlastních údajů o množství mikrocystinů v rybí svalovině u kapra obecného a tolstolobika bílého lze konstatovat, že i při dlouhodobé expozici v prostředí toxických sinic byly zjištěné maximální hodnoty mikrocystinů v rybí svalovině výrazně nižší ve srovnání s údaji uvedenými ve světové literatuře. Jestliže osoba o hmotnosti 75 kg zkonzumuje 100 g svaloviny tolstolobika bílého nebo kapra obecného, bude celková dávka toxinu i při maximálních koncentracích zjištěných v podmínkách ČR pod limitem TDI (2,9 μg pro tolstolobika a 1,9 μg pro kapra). K dosažení tolerované jednorázové denní dávky by musel člověk zkonzumovat přibližně 6,5 kg svaloviny tolstolobika nebo 10 kg svaloviny kapra. Jiná situace nastane, pokud budou konzumovány vnitřní orgány (např. rybí polévka), jejichž toxicita je ve srovnání s rybí svalovinou přibližně o řád vyšší. Při použití maxima zjištěných hodnot toxicity v játrech a předpokladu, že celá játra z tržní ryby (3 kg kapr, 1,7 kg tolstolobik) budou použita, vycházejí při průměrných hmotnostech jater (125 g kapr, 22 g tolstolobik) dávky 27,1 μg u kapra a 5,0 μg u tolstolobika. Přestože se jedná o dávky toxinu výrazně vyšší než u svaloviny, nebyla max. tolerovaná jednorázová dávka překročena. Je však nutno podotknout, že v uvažovaném případě rybí polévky by byly použity i další orgány (např. ledviny, pohlavní orgány), které rovněž mohou obsahovat toxiny, a výsledná koncentrace by byla pravděpodobně vyšší.

Ale všeho s mírou, jsou i další nebezpečí

Zjištěné údaje o toxicitě tkání ryb v ČR jsou poměrně nízké, především při srovnání se stejnými druhy ryb z přírodních podmínek čínských hypertrofních jezer, kde je toxicita tkání ryb i více než o řád vyšší. Naše doposud nepublikované údaje o množství toxinů v tkáních kapra v průběhu vegetační sezony v hypertrofním rybníce s vysokou koncentrací buněk sinic ukazují, že především ve svalovině je koncentrace mikrocystinů velmi nízká, často pod limitem detekce. Sinice však produkují látky, které mají i jiné negativní účinky než toxické (cytostatické, karcinogenní, alergenní aj.), a častou konzumaci především vnitřních orgánů ryb z prostředí vodního květu sinic tak v letních měsících nelze doporučit zvláště citlivým skupinám obyvatel (děti, těhotné ženy).

Kreslil Pavel Magda

Sledování kvality koupacích vod

Je jasné, že kvalitu vody nelze sledovat na všech přírodních lokalitách, kde se lidé koupou. Přehled pravidelně kontrolovaných míst je dostupný na internetové adrese http://geoportal.cenia.cz. Rozbor na lokalitách, u kterých lze očekávat zvýšený výskyt sinic, zahrnuje pravidelné mikroskopické rozbory (včetně kvantifikace sinic v buňkách) a stanovení chlorofylu-a. Výsledky jsou pak vyhodnoceny podle kritérií z vyhlášky č. 135/2004 Sb. a víceméně sledují tři výše uvedené kategorie rizik:

- Limity I. stupně (20 000 buněk sinic/ml a 10 μg/l chlorofylu-a). U citlivých jedinců lze očekávat zvýšený výskyt různých akutních méně závažných zdravotních problémů.
- Limity II. stupně (100 000 buněk sinic/ml a 50 μg/l chlorofylu-a) byly určeny především s ohledem na možné koncentrace mikrocystinů z hlediska chronické toxicity.
- Limity III. stupně. Překročení nastává, pokud je přítomen vodní květ sinic. Při těchto hodnotách již hrozí vážné akutní poškození zdraví.

Koupání je stejně příjemné

Je nutné si uvědomit, že ve znalostech o rizicích ze sinic je zatím mnoho mezer, a proto je jistá předběžná opatrnost na místě. Sinice také nejsou jediným nebezpečím, které na plavce číhá. Onemocnění mohou způsobovat patogenní mikroorganismy pocházející z odpadních vod, domácích i volně žijících zvířat nebo samotných koupajících se lidí. Nápadně kožní onemocnění může být také projevem cerkáriové dermatitidy způsobené larvami ptačích motolic. Nejvážnější zdravotní následky při koupání nejsou navíc vůbec spojeny s kvalitou vody, ale s úrazy a utonutím. Přes zmíněná nebezpečí nemá příspěvek odrazovat od koupání, protože při dodržení základních pravidel to je příjemná a zdraví velmi prospěšná aktivita.

Zájemce o podrobnější aktuální informace o sinicích a jejich toxinech odkazuji např. na volně dostupnou publikaci Cyanobacterial Harmful Algal Blooms na adrese http://www.epa.gov/cyano_habs_symposium/monograph.html.

Ing. Radovan Kopp, Ph.D. – Oddělení rybářství a hydrobiologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně; Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny, Botanický ústav AV ČR, RECETOX, Masarykova univerzita, Brno

Mgr. Petr Pumann – Státní zdravotní ústav, Praha