



**MVDr. Jitka Kolářová,**  
vědecký pracovník



**Doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.,**  
vedoucí laboratoře,  
akademický pracovník

# Zdravotní problematika ryb chovaných v recirkulačních akvakulturních systémech (RAS) v ČR – přehled

J. KOLÁŘOVÁ, T. POLÍCAR

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany

## SOUHRN

Kolářová J., Polícar T. **Zdravotní problematika ryb chovaných v recirkulačních akvakulturních systémech (RAS) v ČR – přehled.** Veterinářství 2019;69(7):412-417.

Podmínkou úspěšného intenzivního chovu ryb v recirkulačním akvakulturním systému (RAS) je vytvoření optimálních životních podmínek pro chovaný druh a věkovou kategorii ryb. Prioritou je zajištění požadované kvality vody (teplota, obsah rozpuštěného kyslíku, pH, obsah produktů dusíkatého metabolismu ryb a minimalizace nerozpuštěných látek, jako jsou výkaly a zbytky předkládaného krmiva aj.), její pravidelný monitoring a operativní schopnost obsluhy napravit aktuální výkyvy kvality vody od daných optimálních hodnot. Velmi důležitý je výběr kvalitních krmných směsí odpovídající chovanému druhu a věkové kategorii ryb. Nedílnou součástí technologických postupů je pravidelný monitoring zdravotního stavu ryb a preventivní opatření (dotace látek posilujících imunitu ryb či realizace preventivních koupelí). Nejčastěji jsou v RAS diagnostikovány otravy či poškození ryb následkem nevhodných parametrů fyzikálně-chemických vlastností vody, onemocnění alimentárního původu a bakteriální či parazitární infekce. Léčebná opatření jsou v RAS omezená z důvodu přítomnosti a činnosti nitrifikačních bakterií v biologickém filtru.

## SUMMARY

Kolářová, J., Polícar, T. **Health issues of fish kept in recirculation aquaculture systems (RAS) in the Czech Republic – a review.** Veterinářství 2019;69(7):412-417.

Condition for successful intensive fish farming in the recirculating aquaculture system (RAS) is to create optimal living conditions for the kept species and age category of fish. The priority is to ensure the required water quality (temperature, dissolved oxygen content, pH, content of nitrogen products of fish and residues of the feed, etc.), its regular monitoring and operative ability of the operators to correct current fluctuations in water quality from given optimal values. Very important is the selection of high-quality feed mixtures corresponding to the breed species and the age category of fish. An integral part of the technological procedures is the regular monitoring of fish health and preventive measures (subsidy of substances enhancing fish immunity or the implementation of preventive baths). Most frequently in RAS are diagnosed poisoning or fish damage due to inappropriate parameters of physico-chemical properties of water, diseases of alimentary origin and bacterial or parasitic infections. Therapeutic measures are limited in RAS due to the presence and activity of nitrifying bacteria in the biological filter.

## Úvod

Intenzivní produkce ryb v recirkulačních akvakulturních systémech (RAS) je v ČR provozována vedle klasických rybníčních a průtočných chovů. RAS chovy využívají opakovaného použití vody, která v daném systému koluje. RAS se vyznačují vysokou produkcí ryb, využitím malé zastavěné plochy, relativně malou závislostí na vnějším prostředí, nízkou potřebou přítokové vody (obr. 1–3) a malou produkcí odpadní vody. Předpokladem schopnosti udržet optimální

podmínky chovu je relativně vysoká vstupní investice do spolehlivé technologie RAS, nemalé provozní náklady (především elektrická energie, kvalitní krmivo a dotace kyslíkem) a vysoce kvalifikovaná a spolehlivá obsluha.<sup>1,2</sup> Zásadní podmínkou úspěšného chovu ryb v RAS je zajištění optimálních podmínek životního prostředí ryb, tj. především zajištění požadované kvality vody pro konkrétní chovaný druh ryb a jeho věkovou kategorii. Vzhledem k tomu, že voda v RAS je pro chov používána opakovaně, musí technologie chovu zajistit její ošetření takovým způsobem,

bem, aby bylo zachováno welfare chovaných ryb. Ideálním **zdrojem vody** pro RAS je voda vodovodní, u které není předpokládán zdroj infekce nebo zatížení cizorodými látkami, ale která je také nejnákladnější variantou. Další možností je podzemní voda (studna, vrt) nebo povrchová voda, které ovšem mají větší či menší rizika zavlečení infekce a cizorodých látek do chovu. Různá **teplota vody** je důležitá pro optimální růst jednotlivých druhů ryb (ovlivňuje jejich aktivitu, příjem a konverzi předkládaného krmiva, růst, případně stimulaci reprodukce), ale současně významně ovlivňuje chemické a fyzikální vlastnosti vody (např. obsah rozpuštěného kyslíku, podíl toxického nedisociovaného amoniaku, toxicitu dusitanů a dalších látek obsažených ve vodě a je také důležitým faktorem ovlivňujícím průběh a efektivitu nitrifikace). Voda v RAS musí být **vyčištěna** od nerozpustných i rozpustných látek. Zdrojem nerozpustných látek je: nespotřebované krmivo, uhynulé ryby, sedimenty a nárosty na stěnách a dnu nádrže. Zdrojem rozpustných látek jsou produkty metabolismu ryb či bakterií. Nerozpustné látky jsou separovány na **mechanickém filtru** nebo sedimentovány a následně odstraňovány. Odbourání rozpustných látek probíhá na **biologických filtrech**. Mezi rozpustné látky, kterým je nutné věnovat pozornost, patří v první řadě pro ryby toxický volný molekulární **amoniak ( $\text{NH}_3$ )**, který je produktem jejich metabolismu uvolňovaným do vody přes žábry. Většina tohoto volného amoniaku se ve vodním prostředí přemění na vázané amonné ionty  $\text{NH}_4^+$ , které jsou pro ryby méně toxické. Obsah toxického volného molekulárního  $\text{NH}_3$  ve vodě je závislý na pH a teplotě vody.<sup>1-5</sup> Technologie RAS zabezpečuje díky biologickým filtrům transformaci amoniaku, za přítomnosti nitrifikačních bakterií přes pro ryby toxické dusitany ( $\text{NO}_2^-$ ; proces nitritace), na méně toxické dusičnany ( $\text{NO}_3^-$ ; proces nitratce) až na plynný dusík unikající do atmosféry.<sup>1,2,6,7</sup> Mechanickým základem biologického filtru jsou plastové výlisky nebo odlitky, které zajišťují co největší povrch při dostatečném průtoku vody (zásobě amoniaku) i potřebném zadržení pro celý proces nitrifikace čištěné vody. Pro každý RAS musí být vypočítána kapacita biologické filtrace tak, aby biofiltr přeměnil veškerý amoniak vyprodukovaný chovanými rybami při maximálním zatížení, včetně rezervy pro případ omezení funkce při havárii nebo léčebném zákroku (např. pro odbourání amoniaku z 1 kg krmiva předloženého rybám při teplotě vody 20 °C je potřeba využít bakteriemi osídlené plochy filtračních materiálů na úrovni 40–45 m<sup>2</sup>). Při uvedení biofiltru do provozu je aplikováno komerčně vyráběné bakteriální inokulum (obsahující nitrifikační bakterie rodů *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosobolus*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosocystis*, *Nitrosospira*, *Nitrobacter*, *Nitrospina*). Inokulované, ale i heterotrofní bakteriální kolonie se rozrůstají a plní svou nitrifikační funkci v závislosti na dotaci organických látek vzniklých metabolismem ryb ve vodě RAS.<sup>1,2,7</sup> Nezbytnou součástí RAS je dodávání **kyslíku do vody**, které lze provádět buď vdučováním (aerací) za použití dmychadel, vduchových čerpadel a kompresorů, nebo přímou aplikací kyslíku (oxygenací) za využití vysoce stlačeného plynného kyslíku, tekutého stlačeného kyslíku nebo na místě vyrobeného kyslíku.<sup>1,2,7</sup> Vzhledem k tomu, že přítoková i recirkulo-

vaná voda může obsahovat patogenní nebo fakultativně patogenní zárodky, je do technologie RAS začleněna část mimo chovné nádrže, která je určená pro **dezinfekci vody**. K tomuto účelu se nejčastěji používá UV záření nebo vyrobený ozón. Přesto je nutné počítat s různým zdrojem infekce v provozovaném RAS systému, který může způsobit onemocnění především u oslabených ryb. Proto je zásadním preventivním opatřením v intenzivním chovu vyvarovat se jakéhokoliv stresu u ryb. Stresorem může být např. výkyv optimálních fyzikálně-chemických parametrů vody, a to i krátkodobý; nevhodné složení nebo nedostatek krmiva, změna kvality nebo velikosti krmiva; manipulace s rybami; nepravidelné a náhlé změny světelného režimu. Z těchto důvodů je velmi důležitým bodem anamnézy kontrola fyzikálně-chemických parametrů vody a krmení v provozním deníku, případně kontrola způsobu měření těchto parametrů.<sup>1,2,7</sup> Podle příčin lze onemocnění rozdělit do tří základních skupin, ale v praxi se často setkáváme s jejich kombinací.

## 1. Chorobné stavy ryb neinfekčního původu jako následek změn fyzikálně-chemických faktorů vodního prostředí

### 1.1 Teplota vody

Součástí technologie RAS je úprava teploty vody (ohřev, někdy i chladič), která pracuje pomocí teplotních čidel a termostatu.

Dodržování optimální teploty vody je důležitým parametrem chovu daného druhu a věkové kategorie ryb. Pro ryby je nebezpečná náhlá změna teploty vody, při které dochází k teplotnímu šoku. Je-li teplotní výkyv více než 12 °C, ryby hynou za příznaků ochrnutí dýchacích a srdečních svalů (křečovitě rozevření tlamy a odchlípení skřelí). Při snížení teploty vody o 8 °C dochází k poruchám až zastavení metabolických procesů. Tento stav přináší velké problémy u nakrmených ryb, u kterých může dojít k zástavě trávení, což následně způsobuje plynování částečně strávené potravy v zažívacím traktu. V tomto případě je klinicky pozorovatelné zvětšení dutiny tělní, ztráta rovnováhy a úhyn ryb. Avšak i menší odchylky od optimální teploty vody mají negativní vliv na ryby. Při nižších teplotách dochází ke snížení příjmu krmiva a konverze živin a také je snížena odolnost ryb vůči infekci. Jakmile teplota vody roste, ryby se stávají aktivnější, spotřebovávají více rozpuštěného kyslíku a současně produkují více  $\text{CO}_2$  a amoniaku. Překročením horní hranice optimální teploty vody pro daný druh a věkovou kategorii se ryby také dostávají do stresové situace a dochází ke zhoršení konverze krmiva.<sup>1,2,4,5</sup>

**Opatření:** Při nevhodném výkyvu teploty je nutné vytemperování vody na optimální hodnotu provádět pomalu.

### 1.2 Kyslík

Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě lze měřit oxymetry manuálními nebo automatickými stacionárními s alarmem. Kyslík je ve vodě spotřebováván dýcháním ryb, při nitrifikaci a při aerobním biologickém rozkladu organických látek. V provozu RAS je kyslík řízeně dotován do systému a lze jeho obsah dobře regulovat. Problémy nastávají při výpad-

ku nebo nesprávném nastavení této části technologie. Obsah kyslíku ve vodě se vyjadřuje buď v absolutních hodnotách (mg/l) nebo v procentech nasycení a závisí na teplotě vody a atmosférickém tlaku. Při nižší koncentraci kyslíku, než by odpovídalo 100 %, se jedná o kyslíkový deficit (hypoxie), pokud je koncentrace vyšší, jedná se o přesycení vody kyslíkem (hyperoxie). Velmi vysoký (zhruba 250%) a naopak velmi nízký (zhruba pod 30%) obsah kyslíku jsou pro ryby poměrně nebezpečné. Při hypoxii dochází k zrychleným dýchacím pohybům, někdy nepravidelným nebo křečovitým, ryby nepřijímají potravu, zdržují se pod hladinou a u přítoku vody, některé druhy (kaprovité ryby) nouzově dýchají (nadechují se nad hladinou – takzvaně troubí). Kůže ryb má nápadně světlou barvu, žábry jsou překrvené až cyanotické, žaberní lístky spleené, objevují se hemoragie v oku a na kůži. Při hyperoxii dochází k hromadění plynu v očích, ploutvích, kůži a žábrách za vzniku nekrotických ploch s následnou sekundární bakteriální nebo mykotickou infekcí. Žábry jsou světlé s roztrpenými okraji žaberních lístků.<sup>4,5,8</sup>

**Opatření:** Při hypoxii zajistit vyšší a efektivnější dotaci kyslíku (náhradní zdroj pro vzduchování, mechanické prozdušňování vody). Při hyperoxii je nutné přelovit ryby do vody s normálním obsahem plynů.

### 1.3 pH vody

V RAS může docházet v důsledku nitrifikačních procesů probíhajících na biologickém filtru ke snížení pH vody, proto je nutné pH sledovat pravidelně (alespoň 1x denně) pomocí pH metru. V případě výkyvu od hodnot 6,8–7,2 je nutné pH vody upravovat pufrů (jedlá soda či dolomitický vápenec nebo jedlý ocet).<sup>1,2,5</sup> Optimální hodnota pH pro ryby je obecně uváděna: 6,5–8,5. Lososovité ryby jsou citlivější na vysoké hodnoty pH (hynou při  $\text{pH} \geq 9,2$  a při  $\text{pH} \leq 4,8$ ), kaprovité ryby naopak hynou při  $\text{pH} \leq 5,0$  a  $\text{pH} \geq 10,8$ . Organismus ryb se proti působení nízkého nebo vysokého pH vody chrání zvýšeným vylučováním hlenu na kůži a vnitřní straně škeří (hlen je sklovitý, vodnaté konzistence, někdy s příměsí krve) a také snížením dechové frekvence (snižuje se tím průtok vody přes žábry). Při extrémních hodnotách pH vody dochází u ryb k poškození tkání až k hemoragiím na žábrách a na spodině těla, zakalení rohovky, roztrpení ploutví a poškození kůže. Kromě přímého působení může mít hodnota pH i nepřímý negativní vliv na ryby svým vlivem na rozpustnost a toxicitu některých chemických látek přítomných ve vodě (např. amoniak, sulfany, kyanidy a toxické kovy).<sup>4,5</sup>

**Opatření:** Úprava pH vody do optimálních hodnot (6,8 až 7,2) přidáním pufrů. Jako alkalický pufr se používá hydrogenuhličitan sodný (jedlá soda), jako acidní pufr jedlý ocet (kyselina octová 8%).<sup>2</sup>

### 1.4 Amoniak

Zdrojem amoniakálního dusíku v RAS jsou produkty metabolismu ryb (exkrementy, dýchání) a zbytkové krmiivo v nádržích. Amoniak je hlavním konečným produktem bílkovinného (dusíkatého) metabolismu kostnatých ryb (90 % odpadních dusíkatých látek je vylučováno ve formě amoniaku, zbývajících 10 % ve formě močoviny).

Chrupavčité ryby (jeseteři) vylučují odpadní dusíkaté látky pouze ve formě močoviny. U ryb může dojít k tzv. autointoxikaci amoniakem, při které dochází k výraznému zvýšení koncentrace amoniaku v krvi ryb. Tento stav je způsoben omezením vylučování amoniaku při vysoké hodnotě pH vody, při poškození žaber, při náhlém poklesu rozpuštěného kyslíku ve vodě nebo při náhlém poklesu teploty vody.

Sledování obsahu amoniaku je nutné provádět v RAS pravidelně pomocí fyzikálně-chemické analýzy vody – výsledkem je koncentrace celkového amoniaku ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ). Z této hodnoty je nutné vypočítat koncentraci toxického nedisociovaného (molekulárního) amoniaku  $\text{NH}_3$  pomocí naměřených hodnot pH a teploty vody. Výpočet se provede pomocí tabulky závislosti podílu obsahu  $\text{NH}_3$  (v % z celkového amoniaku), který závisí na pH a teplotě.<sup>4,5</sup>

Amoniak v molekulární formě ( $\text{NH}_3$ ) je pro ryby vysoce toxický, nejvyšší přípustná koncentrace pro kaprovité ryby je 0,05 mg/l, pro lososovité ryby 0,0125 mg/l. Molekulární amoniak má zvláštní afinitu k mozku a nervové soustavě. Při otravě amoniakem ryby nepřijímají krmivo, zrychleně a nouzově dýchají, do popředí vystupují nervové příznaky (neklid, ztráta rovnováhy, excitace, tonicko-klonické křeče). Kůže ryb je světlá, silně zahleněná matným hlenem, s drobnými hemoragiemi. Žábry jsou překrvené, silně zahleněné matným hlenem, v krajních případech dochází ke krvácení ze žaber.<sup>4,5</sup>

**Opatření:** Zajistit dostatečný přítok nezávadné vody, zvýšit efektivitu nitrifikace (často dlouhodobější účinky po vlastní aplikaci – efektivita a účinnost je zvýšena za delší časové období, nejčastěji za 2–3 týdny).

### 1.5 Dusitany ( $\text{NO}_2^-$ )

Pro ryby toxické dusitany vznikají při první fázi nitrifikace amoniakálního dusíku jako první stupeň aerobního rozkladu dusíkatých organických látek v biologických filtrech RAS (tzv. nitritace). Druhou fází nitrifikačních procesů na biologickém filtru je rozklad dusitanů na méně toxické dusičnany (tzv. nitratice). Pokud degradace dusitanů na dusičnany vážně nedostatečnou funkcí biologických filtrů, dochází v systému ke zvýšení koncentrace dusitanů. Tento stav nastává často při zahájení provozu nového biologického filtru. Každodenní orientační kolorimetrické stanovení koncentrace dusitanů ve vodě je vhodné realizovat v každém RAS. Obecně by se koncentrace dusitanů měla pohybovat na úrovni 0,3–0,6–1,5 mg  $\text{NO}_2^-$ /l.

Do organismu ryby se dusitanové ionty vstřebávají především přes chloridové buňky žaber, v krvi se vážou na hemoglobin za vzniku methemoglobinu, který má omezenou transportní kapacitu pro kyslík. Toxicita dusitanů pro ryby je ovlivněna mnoha faktory. Nejvýznamnější je koncentrace chloridů ve vodě. Mezi ionty chloridů a dusitanů existuje kompetice na chloridových buňkách žaber. V případě vyšší koncentrace chloridů ve vodě jsou chloridové buňky žaber obsazeny a vstřebávání dusitanů je sníženo. Proto se pro posouzení toxicity dusitanů doporučuje sledovat hmotnostní poměr koncentrací chloridů a dusitanového dusíku. Zvýšená koncentrace methemoglobinu v krvi způsobuje hnědé zbarvení krve a žaber ryb.

Ryby jsou malátné, dezorientované a často se objevují křeče svaloviny.<sup>4,5</sup>

**Opatření:** Při dočasném problému vyššího obsahu dusitanů ve vodě lze snížit jejich toxicitu intenzivní výměnou vody a následným zvýšením salinity přidavkem kuchyňské soli (0,2–1 g NaCl/l).

### 1.6 Chlor

K poškození ryb chlorem může dojít při předávkování nebo nesprávném postupu aplikace chloru a sloučenin uvolňujících aktivní chlor při dezinfekčních a léčebných postupech (např. aplikace Chloraminu T či Sava), ale také při intenzivním přítoku vodovodní pitné vody do RAS. Vodovodní voda může obsahovat 0,05 až 0,3 mg/l aktivního chloru, který je pro ryby velmi jedovatý v závislosti na teplotě vody. Například koncentrace 3,5 mg/l aktivního chloru při teplotě vody 3–7 °C působí na kapra subletálně, zatímco stejná koncentrace při teplotě 15–20 °C způsobí úhyn kaprů za 1–2 hodiny. Obecně je možné říci, že koncentrace aktivního chloru 0,04–0,2 mg/l při dlouhodobém působení je letální pro většinu druhů ryb. Poškození ryb vystavených účinkům aktivního chloru je celkové (nervové příznaky) a lokální na kůži a žábrech. Žábry jsou pokryty silnou vrstvou hlenu s šedobílým okrajem žaberních lístků, jsou překrvené a může docházet až ke krvácení ze žaber. Buňky žaberního epitelu jsou edematózně zduřelé. Kůže je bledá, pokrytá silnou vrstvou hlenu.<sup>4,5</sup>

**Opatření:** Koncentraci aktivního chloru ve vodě je možné částečně snížit provzdušňováním. Při použití chlorované vodovodní vody je nutné nechat chlor vyprchat (nechat vodu odstát a provzdušnit).

### 1.7 Zinek

Zdrojem zinku v RAS mohou být pozinkované nástroje a potrubí. U kostnatých ryb přechází zinek do organismu přes chloridové buňky žaberního epitelu nebo z potravy střevní sliznicí a akumuluje se v žábrech, játrech, ledvinách a v kostech. Zinek je velmi toxický pro juvenilní pstruhy (letální koncentrace je 1,0 mg/l), zejména jejich plůdek (letální koncentrace je 0,1 mg/l). Postižené ryby se zdržují u hladiny, intenzivně pohybují skřelemi, nekoordinovaně plavou a jsou letargické. Povrch těla, vnitřní strana skřelí a žábry jsou zahleněné.<sup>4,5</sup>

**Opatření:** Nepoužívat pozinkované materiály ve všech typech uzavřených chovů ryb, kde se zinek kumuluje. Vyvarovat se pozinkovaných materiálů při přípravě a aplikaci koupele v NaCl (vzniká toxický chlorid zinečnatý)!

## Chorobné stavy ryb alimentárního původu

Poškození ryb předkládáním nevhodného krmiva je aktuálním problémem v intenzivních chovech především okounovitých ryb, které využívají výhradně granulované krmné směsi.<sup>9,10</sup> Příčinou je nevhodné složení krmné směsi pro chovaný druh ryb a věkovou kategorii nebo změna kvality krmné směsi vlivem dlouhodobého nebo nevhodného skladování.

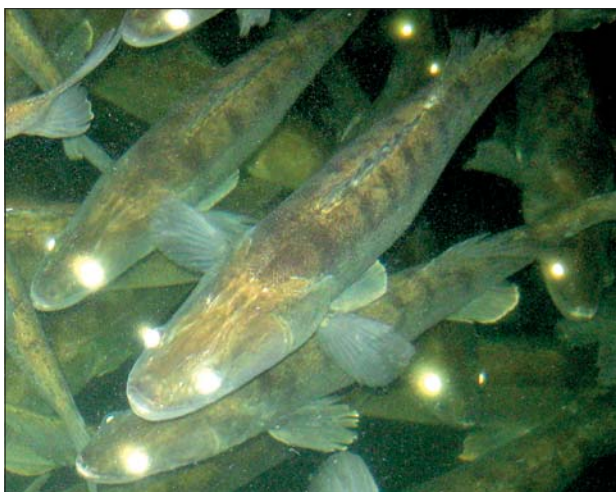
### 2.1 Steatóza jater

Při steatóze dochází k nahromadění tuku v jaterních buňkách. Steatóza jater vzniká při zkrmování granulovaných krmných směsí určených pro jiný druh ryb, například při předkládání krmné směsi komerčně vyvinuté pro pstruha v chovu okounů a candátů.

**Opatření:** Výběr kvalitní krmné směsi odpovídající chovnému druhu ryb.



Obr. 1 – Odchovné nádrže zapojené do jednoho RAS uvnitř experimentální rybochovné haly (foto T. Polícar)



Obr. 2 – RAS candát 1: Chov candáta obecného (*Sander lucioperca*) v RAS (foto T. Polícar)



Obr. 3 – RAS pstruh zlatý: Chov zlaté mutace pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) v RAS (foto T. Polícar)

## 2.2 Ceroidní degenerace jater

V krmivech s vysokým obsahem tuku a bez přídavku antioxidantů může docházet, zejména při zkrmování po expirační lhůtě, k oxidaci lipidů (žluknutí). Některé druhy ryb (zejména pstruh duhový) mají malou vybíravost v potravě a jsou schopné přijímat krmivo i se žluklými tuky. Primárně dochází k steatóze jater, následně vzniká ceroid (hnědožlutý pigment), který se hromadí v játrech. Postižené ryby mají tmavou pigmentaci kůže, anemické žábry a poruchu příjmu krmiva. Játra jsou žlutě zbarvená s histologickým nálezem ceroidu v jaterních buňkách.<sup>4</sup>

**Opatření:** Dotace antioxidantů v krmné dávce (například vitamíny C a E).

## 2.3 Mykotoxikózy

Mykotoxikózy ryb jsou onemocnění vznikající při zkrmování krmiv kontaminovaných toxickými metabolity toxikogenních plísní (mykotoxiny). Mykotoxiny obecně způsobují snížení přírůstků ryb a narušení jejich zdravotního stavu, avšak aflatoxiny (produkty plísně rodu *Aspergillus*) mají i akutní toxický účinek. Při aflatoxikóze dochází k rozsáhlému poškození jater (degenerativní a tumorózní změny), ryby jsou anemické, mívají žlutavé zbarvení očí, sliznic a kůže. Může docházet i k náhlým úhynům bez klinické manifestace. Nejcitlivější k působení mykotoxinů jsou dravé a studenomilné druhy ryb.<sup>4,5</sup>

**Opatření:** Kontrola a vhodné uskladnění krmiva pro ryby v chladu a suchu.

## 2.4 Stav nevyváženosti hlavních složek potravy

Ryby mají vysoké nároky na obsah **proteinů** v krmné dávce. Potřebují je jako zdroj pro glukoneogenezi, pro metabolickou energii a zdroj aminokyselin, zejména esenciálních. Nedostatek metioninu může způsobit oboustranný zákal čočky, nedostatek tryptofanu může vést k deformacím páteře, nedostatek lyzinu může být příčinou rozpadu ploutví. Ryby nemají zvláštní nároky na **sacharidy** v krmné dávce, jejich nadměrný přísun však může způsobovat degeneraci hepatocytů a nadměrné ukládání glykogenu v játrech. **Lipidová složka** krmné dávky je zdrojem energie a zajišťuje přísun mastných kyselin (MK). Většina ryb není schopna syntetizovat kyselinu linolenovou a kyselinu linolovou, jejichž nedostatek může způsobit myokarditidu, zpomalení růstu, snížení konverze živin, zvýšené úhyny a u generačních ryb poruchy reprodukce (sníženou oplozenost a líhivost jiker, embryonální deformity a snížené přežití raných stadií ryb).

**Opatření:** Výběr vyvážené a kvalitní krmné směsi pro chovaný druh a věkovou kategorii ryb.

## 2.5. Stav nevyváženosti vitamínů v potravě

Většina druhů ryb je odkázána na přísun **vitamínů** potravou. K nedostatečnému přísunu vitamínů dochází zejména v intenzivních chovech ryb, kde ryby nemají přístup k přirozené potravě. Nedostatek vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E a K) v krmné dávce se projeví za poměrně dlouhou dobu (jsou uloženy do zásoby v tělním tuku ryb) a při jejich nadměrném přísunu může naopak dojít až k předávkování. Vitamíny rozpustné ve vodě nejsou

ukládány do zásoby a jejich nedostatek se projeví dříve. U pstruha duhového a lososa neprobíhá syntéza vitamínu C, proto je nutné přidávat jej do krmné dávky. Při nedostatku vitamínů u ryb dochází obecně k zpomalenému růstu, nechutenství a snížené konverzi krmiva. Klinické manifestace při jednotlivých avitaminózách zahrnují změny zbarvení těla, hemoragie, nervové příznaky, deformity (ploutví, páteře, skřelí a žaberních oblouků), změny na játrech.<sup>4</sup>

**Opatření:** Dotace vitamínů do krmné dávky.

## 3. Chorobné stavy infekčního původu

### 3.1 Virové infekce

Řešení problematiky virových onemocnění v intenzivních chovech ryb spočívá v dodržování preventivních opatření. Nejčastěji je původce zavlečen do chovu novými rybami, proto je prioritní dodržování zásad nákupu ryb do RAS z ověřených zdrojů a dodržování karantény. Zdrojem virové infekce může být také voda, pokud se pro naplnění RAS použije voda povrchová, je nutné zajistit její dezinfekci (ozónem, UV zářením). Použití povrchové vody pro naplnění RAS je velice riskantní a v praxi se používá jen výjimečně. Další preventivní zásadou je dodržování technologických postupů, především provádění pravidelné dezinfekce zařízení a nástrojů.

Klinický obraz je u všech rybích viróz podobný. Většinou dochází k porušení nebo zastavení příjmu krmiva, ztmavnutí kůže, k poruchám plavání, vystupují nervové příznaky, ryby jsou apatické, často je pozorován exoftalmus a hemoragie. Diagnózu je nutné potvrdit virologickým vyšetřením.

**Opatření:** Přísné dodržování dovozu ryb z oblastí prostých rybích virových nálezů, karantény, optimálních podmínek chovu pro daný druh ryb. V případě výskytu nebezpečné nákazy (VHS – virová hemoragická septicémie lososovitých ryb, IHN – infekční nekróza krevetvorné tkáně lososovitých ryb, ISA – nakažlivá chudokrevnost lososů a KHV – koï herpesviróza kaprovitých ryb) je nutné postupovat při likvidaci nákazy podle pokynů Státní veterinární správy.

### 3.2 Bakteriální infekce

Bakteriální infekce jsou největším problémem v chovu ryb v RAS, neboť zde stojí proti sobě požadavek růstu bakterií v biologickém filtru (pro udržení optimální kvality vody) proti potřebě minimalizovat patologické působení bakterií na rybí organismus. Na biologickém filtru se množí nejen inokulované nitrifikační bakterie, ale i heterotrofní bakteriální kolonie, které mohou být potenciálně patogenní, zvláště pro oslabené ryby. Tato situace také komplikuje možnost antibakteriálního léčebného zákroku v RAS. Ačkoliv existuje mnoho prací prezentujících výsledky bakteriologických vyšetření vody i tkání ryb v intenzivních chovech, není v praxi možné v případě vzplanutí infekce čekat na výsledky bakteriologického vyšetření. Diagnózu stanoví veterinární lékař, který průběžně kontroluje zdravotní stav ryb v konkrétním chovu na základě klinického obrazu a suspektního mikroskopického posouzení kvantitativních změn bakterií ve stěru z kůže a žaber. Aplikace antibiotik, která je efektivní při opakovaném

použití, je v RAS reálná pouze formou medikovaného krmiva. Léčebný zásah v jednotlivých nádržích s vypuštěním vody mimo RAS je vhodný jen pro krátkodobé léčebné koupele, které v případě bakterióz nejsou účinné. V praxi RAS je při výskytu bakterióz úspěšně ověřena aplikace krátkodobé koupele chloraminu se zastavením průtoku a vypuštěním koupele mimo RAS, nebo dlouhodobá koupel ve formaldehydu v celém systému, která při efektivním léčebném účinku nepoškodí čistící účinnost biologického filtru.<sup>4,11</sup>

Klinický obraz zahrnuje tmavší zbarvení kůže, zvětšenou tělní dutinu, nechutenství, apatii, ztížené dýchání. Často pozorované změny na kůži (od zarudnutí přes kožní eroze až po otevřenou furunkly), hemoragie na břišní straně těla, v okolí řitního otvoru a při základně ploutví, žábry mají nerovné okraje jsou a makroskopicky patrná nekrotická ložiska.

**Opatření:** Dodržování optimálních podmínek pro chov daného druhu ryb. Sledování zdravotního stavu ryb, pravidelná preventivní a aktuálně léčebná opakovaná koupel v chloraminu, aktuální aplikace medikovaného krmiva. Perspektivně se jeví možnost dotace krmiva látkami stimulačnými imunitní systém, aplikace probiotik a případně vakcinace.

### 3.3 Parazitární infekce

Nejproblematictější parazitózy v chovu ryb RAS jsou protozoární infekce nálevníků (*Ciliophora*): ichtyofitirioza (*Ichthyophthirius multifiliis*, „kožovec“) a trichodinóza (*Trichodina* sp., „brousilka“), a infekce helminty třídy Monogenea (jednorodí) rodů *Gyrodactylus* a *Dactylogyrus* („žabrohlísti“). Klidová a invazní stadia těchto původců onemocnění se mohou dostat do systému s novými rybami, vodou, používanými nástroji nebo obsluhujícím personálem. Často jsou v RAS tyto zdroje infekce přítomné v ojedinělé intenzitě, která nepůsobí rybám poškození, avšak narušení optimálních podmínek s následným oslabením ryb vede k rychlému namnožení původců a propuknutí parazitární infekce často ve velmi silné až masivní intenzitě, která vede k vysokým úhynům ryb. Takovému vývoji napomáhá vysoká hustota ryb a vyšší teplota vody, která je udržována z důvodu rychlejšího růstu ryb.

Klinický obraz při **ichtyofitirioze** zahrnuje neklid, otírání ryb o dno a okolní předměty (vegetativní stadium „trofont“ – cizopasí mezi pokožkou a škárou a v žaberním epitelu), ztížené dýchání, shromažďování u přítoku (vyhledávání vody s vyšším obsahem kyslíku), makroskopicky patrné bílé skvrny (krupička) na kůži, ploutvích a žábřích, později přestávají ryby přijímat krmivo a ztrácí reflexy. Při vzplanutí **trichodinózy** přechází původce při oslabení ryb z ektokomenzálního způsobu života na parazitický, při kterém dráždí a poškozuje povrch těla ryby a živí se rozrušenými částicemi těla hostitele. Ryby se otírají o dno a předměty, vyhledávají vody s vyšším obsahem kyslíku, na povrchu kůže, ploutví a žaber je ve vodě patrný šedý zákal. Při **monogeneozách** jsou ryby nápadně světlé, nepřijímají potravu, dochází ke ztíženému dýchání, žábry jsou našedlé, žaberní lístky zduřelé, může docházet i k hemoragiím.

**Opatření:** Dodržování optimálních podmínek pro chov daného druhu ryb. Pravidelné sledování zdravotního

stavu ryb. Dlouhodobá léčebná koupel ve formaldehydu nebo v kuchyňské soli (NaCl).<sup>11-13</sup>

V chovu lososovitých ryb v RAS dánského venkovního typu, který využívá k provozu povrchovou vodu, byl zaznamenán výskyt proliferativního onemocnění ledvin **PKD**, jehož původcem je parazit *Tetracapsuloides bryosalmonae*.<sup>14,15</sup> Infekční stadia tohoto dvouhostitelského parazita se do chovu mohou dostat z mechovky (Bryozoa) původem z povrchové vody. Klinicky se toto onemocnění projevuje zvětšenou dutinou tělní, exoftalmem a kožními hemoragiemi, patologicky jsou typické zvětšené a mramorované ledviny a anemická játra.

**Opatření:** Léčba se neprovádí, dlouhodobá koupel v kuchyňské soli (NaCl) snížila mortalitu chovaných ryb.<sup>14,15</sup> Jako účinné se jeví preventivní ošetření přítokové vody ozónem, které přerušuje vývojový cyklus parazita.

**Poděkování:** Tato práce byla vytvořena za podpory projektu NAZV QK1820354.

### Literatura:

- KOURIL, J., HAMÁČKOVÁ, J., STEJSKAL, V. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice Metodik, JU v ČB, VÚRH ve Bosňanech. Metodika 2008;85:4.
- POLICAR, T., KRÍŠTAN, J., HAMPL, J. a kol. Provozní manuál sloužící k efektivnímu provozu intenzivní akvakultury využívající RAS. Edice metodik FROV JU, 2018;169:46. (certifikovaná metodika).
- PITTER, P. Hydrochemie; SNTL Praha, 1981:376.
- SVOBODOVÁ, Z., KOLÁŘOVÁ, J., NAVRÁTIL, S. a kol. Nemoci sladkovodních a akvarijních ryb. Informatorium Prah, 2007:264.
- VELÍŠEK, J., SVOBODOVÁ, Z., BLAHOVÁ, J. a kol. Vodní toxikologie pro rybáře. FROV JU, Vodňany, 2014:600.
- KOURIL, J. Recirkulační akvakulturní systémy. In: MAREŠ, J., LANG, Š. (Ed.): Sborník příspěvků: „Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Brno 12.12.2013:14-19.
- VACHTA, R., NUSL, P., SMÉKAL, D., LEPIČ, P., BUŘIČ, M. Recirkulační systémy v chovech ryb. 2. vydání. Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie. Vodňany 2015:223.
- MÁCHOVÁ, J., FAINA, R., RANDÁK, T. et al.17. Fish death caused by gas bubble disease: a case report. Vet Med 2017;62(04):231-237.
- POLICAR, T., KRÍŠTAN, J., BLECHA, VANÍŠ, J. Adaptace a chov juvenilních ryb candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému (RAS). Edice Metodik (Technologická řada), FROV JU Vodňany, 2014;141:46.
- STEJSKAL, V., KOURIL, J., POLICAR, T., SVOBODOVÁ, Z. Splenic lipidosis in intensively cultured perch *Perca fluviatilis* L. J Fish Dis 2016;39:87-93.
- KOLÁŘOVÁ, J., SVOBODOVÁ, Z. Léčebné a preventivní postupy v chovech ryb. Edice Metodik FROV JU, Vodňany, 2009:88:30.
- KOLÁŘOVÁ, J., ZUSKOVÁ, E., STEINBACH, CH., VELÍŠEK, J. Praktické návody k provádění léčebných postupů u vybraných parazitárních onemocnění ryb. Edice Metodik, FROV JU, 2017;166:53. (certifikovaná metodika).
- KOLÁŘOVÁ, J., NEPEJCHALOVÁ, L. Možnosti léčby v chovech ryb v ČR. Ve: Sborník příspěvků a abstraktů semináře Ochrana zdraví ryb, Vodňany 26. – 27. 3. 2018:58-65.
- PALÍKOVÁ, M., PAPEŽÍKOVÁ, I., KOVÁČOVÁ, V. a kol. Proliferativní onemocnění ledvin pstruha duhového v podmínkách intenzivního chovu: patogeneze, druhová vnímavost, terapeutický efekt NaCl. Ve: MAREŠ, J., LANG, Š., MAREŠOVÁ, M. (Ed.): Sborník příspěvků: Zkušenosti s chovem ryb, optimalizací prostředí a veterinární péčí v recirkulačních systémech, Brno 15.11.2016:30-35
- PALÍKOVÁ, M., PAPEŽÍKOVÁ, I., MARKOVÁ, Z. a kol. Proliferative kidney disease in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under intensive breeding conditions: Pathogenesis and haematological and immune parameters. Vet Parasitol 2017;238:5-16.
- PALÍKOVÁ, M., PAPEŽÍKOVÁ, I., MARKOVÁ, Z. a kol. Proliferative kidney disease in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under intensive breeding conditions: Pathogenesis and haematological and immune parameters. Vet Parasitol 2017;238:5-16.

**Adresa autorky:**

**MVDr. Jitka Kolářová**  
**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**FROV VÚRH, Vodňany**  
**Zátíší 728/II, 38901 Vodňany**  
**kolarova@frov.jcu.cz**