

Mají šanci recirkulační systémy v ČR?

Jan Kouřil

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod,
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Ústav akvakultury,
Husova tř. 458/102, 370 05 České Budějovice, e-mail: kouril@frov.jcu.cz*

Recirkulační akvakulturní systémy (RAS) jsou charakteristické vysokou produkcí z jednotky plochy, výrazně nízkými požadavky na zdroj přítokové vody a žádnou, nebo jen velmi omezenou produkcí vypouštěného znečištění. Jsou založené na zcela výlučné výživě chovaných ryb pomocí pravidelně dodávaných kompletních krmných směsí (respektující specifické nutriční aj. požadavky jednotlivých druhů, resp. velikostí ryb). RAS jsou zpravidla sofistikovaná zařízení, v nichž voda cirkuluje mezi jednotkou tvořenou odchovnými nádržemi pro ryby nebo jiné vodní živočichy a jednotkou zabezpečující čištění a úpravy vody. Intenzivně krmené ryby spotřebovávají dýcháním kyslík a do vody vylučují nestrávené zbytky krmiv – exkrementy a produkty výměny látkové - zejména amoniak a oxid uhličitý. V případě nevhodné krmné techniky apod., může být voda po průtoku chovatelskou jednotkou znečištěna ještě i zbytky nezkonsumovaných krmiv.

Vlastní čištění vody v RAS spočívá jednak v odstraňování nerozpuštěných látek (tj. exkrementů a příp. zbytků krmiv) pomocí sedimentace nebo mechanické filtrace, příp. s podporou flotace, resp. kombinací uvedených postupů, jednak v přeměně ve vodě rozpuštěného amoniaku pomocí biologických nitrifikačních filtrů na dusičnany. Další možnou následnou fází biologické filtrace je denitrifikace, při níž se ve vodě rozpuštěný amoniak a dusičnany přeměňují na plynný dusík, unikající do atmosféry.

Úprava vody zahrnuje odplynění (snížení obsahu ve vodě rozpuštěného kysličníku uhličitého), úpravu pH, zvýšení obsahu ve vodě rozpuštěného kyslíku (pomocí aerace či oxigenace), případně též desinfekci vody (pomocí ozonizace nebo UV záření) a úpravu teploty vody. Jen výjimečně se jedná o chlazení systému, ve většině případů je potřeba zabezpečovat (buď trvale, častěji jen sezónně) ohřev vody. K tomu lze využít široké škály možných zdrojů – záměrného ohřevu s využitím plynných, kapalných nebo tuhých paliv či elektrické energie, tepelných čerpadel, solárních systémů, bioplynových stanic, chladicí vody z průmyslových podniků a energetiky, termální vodu aj., resp. různých kombinací těchto způsobů.

Cirkulace vody je zabezpečována čerpáním pomocí klasických oběžných čerpadel (u vertikálních RAS) nebo tzv. airliftů (u horizontálních RAS). Přítok vody do systému se pohybuje v rozpětí 1-5% celkového aktuálního průtoku v systému (u špičkových systémů i méně). Přítok vody slouží k doplňování odparu, náhradě technologických ztrát vody (odkaldění chovných nádrží, sedimentačních zařízení, mechanických a biologických filtrů aj.) a je využíván k naředování obsahu dusičnanů (pokud není součástí systému denitrifikace). Požadavkem je, aby zdroj vody byl spolehlivý především z hygienického hlediska. Nejvhodnějším zdrojem je podzemní voda, existují i systémy používající k tomuto účelu vodu dešťovou. Experimentální a malé chovatelské systémy někdy využívají i vodu z vodovodní sítě. Použití povrchové vody není příliš vhodné.

V poslední době se konstrukce recirkulačních systémů orientuje několika směry. S cílem snížení energetických vstupů pro provoz recirkulačních systémů, jsou konstruována kompaktní horizontálně umístěná zařízení s malými rozdíly hladin v jednotlivých součástech

celého systému, umožňující minimalizovat požadavky na čerpání vody klasickými vodními čerpadly a jejich náhradu tzv. airlifty (s použitím buď tlakového vzduchu nebo kyslíku). Tím je současně řešena i potřeba oxigenace vodního prostředí (saturace potřeby kyslíku rybami i biologickými nitrifikačními filtry). Nejdůležitější jsou pokroky v metodách denitrifikace (umožňující přeměnu dusičnanů na inertní plynný dusík). Řešeny jsou i možnosti využití organických kalů k produkci bioplynu. Vývoj se zaměřuje i tzv. akvaponii, neboli využití znečištěné vody z chovu ryb k intenzivní produkci hydroponickým způsobem kultivovaných makrofyt (např. rajče, okurka, bazalka aj.) při současné eliminaci ve vodě rozpuštěného amoniaku a dalších biogenů, včetně získání doplňkové tržní produkce. K podobným účelům byla testována i použití i mikrofyt (řasy). Jsou řešeny i možnosti začlenění detritivních organismů (např. beruška vodní) přeměňujících zbytky pevného odpadu z mechanických filtrů či sedimentačních zařízení. V neposlední řadě lze s použitím pevného odpadu počítat jako s donátorem uhlíku pro potřeby procesu denitrifikace, který je špičkových moderních systémů jejich nedílnou součástí. Do budoucna, lze vkládat naděje i do netradičních metod čištění vody, zejména při použití nanomateriálů. Legislativní opatření v některých západoevropských zemích stimulují rozvoj RAS v intenzivním chovu lososovitých a jiných druhů ryb s cílem zásadně omezit produkci znečištění povrchových vod. Několik špičkových firem na světě nabízí kompletní technologické celky, nebo jednotlivé komponenty pro chov lososovitých i celé řady jiných druhů ryb. Technologické celky dodávané na klíč se vyznačují nízkými provozními náklady, malou zastavěnou plochou a kompletní mineralizací biologicky odbouratelných látek. Vývoj v souvislosti s recirkulačními technologiemi existuje i u krmiv. Již několik let jsou některými firmami produkována krmiva vyznačující se vyšší soudržností granulí, znesnadňující jejich rozpadavost i po průchodu trávicím traktem a umožňující lepší separaci. V současnosti probíhá v Německu patentové řízení na krmivo obsahující jako aditivum korek, jež způsobuje, že vzniklé exkrementy plavou a mohou být jednodušším způsobem separovány z vodního prostředí.

RAS zaujímají ve světové akvakultuře stále významnější místo (Helfrich a Libey, 1991; Martins a kol., 2010). Jejich masivní rozvoj zejména v posledním desetiletí je nejen technický pokrok, ale celá řada dalších faktorů. Jedním z nich jsou ekologické požadavky, související s nepříznivým vlivem intenzivní akvakultury (zejména farem s průtočným režimem vody) na kvalitu vody, ale požadavky na vyšší hygienické zabezpečení chovů, nedostatkem kvalitních vodních zdrojů přítokové vody a rozšiřujícím se vlivem rybích predátorů. V neposlední řadě lze mezi důvody rozšiřování RAS zařadit lepší možnost rozšiřování druhové pestrosti produkce ryb a omezení klimatických vlivů na produkci násadového materiálu. RAS se tak staly významnou alternativou intenzivního chovu ryb v průtočných a rybničních akvakulturních systémech (Martins a kol., 2010). RAS mohou významně přispět k naplnění klíčového požadavku obchodních řetězců, zajistit rovnoměrnější celoroční dodávky tržních ryb v požadovaném sortimentu. Nezastupitelné místo mají RAS v akvakulturním výzkumu nejrůznějšího zaměření. Široce je recirkulačními technologiemi využíváno i v chovu okrasných druhů ryb (Štěch, 2007) a ve výstavních akváriích, včetně mořských. RAS jsou díky své nezávislosti na okolním prostředí použitelné takřka ve všech klimatických podmínkách.

Naopak nevýhodou těchto systémů je značná investiční nákladnost, technická komplikovanost, vysoké požadavky na kvalifikaci a spolehlivost personálu, spolehlivost dodávky elektrické energie a v některých případech vyšší provozní náklady, související s energetickou náročností, což bývá kompenzováno chovem cennějších (dražších) druhů ryb a vyšší produktivitou práce (Timmons a kol. 2002). Nejvýznamnější rozvoj a využití recirkulačních akvakulturních systémů je v USA, Izraeli, Holandsku a Dánsku.

Intenzivní RAS různých typů jsou hojně využívány v zejména v Evropě a v Severní Americe, a to nejen pro lososovité ryby (Rasmussen a kol., 2007; D'Orbcastel a kol., 2009a), ale i pro dravé ryby (Mélard a kol., 1996; Schulz a kol., 2007), mořské ryby (Thoman a kol., 2001), koryše (van Wyk a kol., 1999), měkkýše (Sorgeloos a Persoone, 1972), řasy a rostliny (Rakocy a kol., 2006) či planktonní organismy (Zillioux, 1969).

V mnoha případech tyto systémy vyřešily problémy s vysokým výskytem nemocí ryb ve volných vodách (Colt, 1991; Mélard a kol., 1996), nedostatku odchovných kapacit k uspokojení poptávky (Colt, 1991; D'Orbcastel a kol., 2009a) a hlavně nedostatku vhodných vodních zdrojů (Colt, 1991; Kouřil a kol., 2008). Navíc jsou výhodné i z hlediska vlivu na životní prostředí (van Rijn, 1996; D'Orbcastel a kol., 2009b). RAS jsou díky své nezávislosti na okolním prostředí použitelné takřka ve všech klimatických podmínkách. V české literatuře byly obecné principy RAS formulovány v knize zaměřené na chov ryb v okrasných bazénech (Štěch, 2007) a stručné metodické příručky o produkčním chovu ryb (Kouřil a kol., 2008). Další publikace jsou zaměřeny na provozování recirkulačních systémů dánského typu využívaných pro chov lososovitých ryb (Buřič a Kouřil, 2012, Kopp a kol., 2009, Lang a kol., 2011a,b, Mareš a kol., 2011, Nysl a Pfau, 2010, Vítek a Mareš, 2009). V roce 2008 bylo uspořádáno specializované dvoudenní školení, zaměřené na využití recirkulačních systémů k chovu ryb i ve VÚRH JU ve Vodňanech. V zahraniční literatuře existuje řada knih, zaměřených na využití recirkulačních systémů (za všechny možno jmenovat obsažné dílo Timmonse a kol., 2002) a vychází vědecké a odborné časopisy zaměřené převážně, nebo zcela na uvedenou problematiku. Jsou rovněž pořádány specializované mezinárodní konference (ve dvouletých intervalech v USA) častá školení specialistů (péči EAS či WAS – Evropské, resp. světové akvakulturní společnosti aj.) zaměřená na provozování recirkulačních systémů v akvakultuře (naposledy v Praze v r. 2012 při příležitosti světové akvakulturní konference a výstavy).

Odhadovaná potenciální produkční roční kapacita v současnosti v ČR instalovaných produkčních RAS nepřesahuje 500 tun. Již téměř dvě desítky provozovaný menší objekt s RAS ve Velké Bystřici, zaměřený zejména na chov tržního sumce a odchov násadového materiálu úhoře pro vysazování do volných vod. Před zhruba 5 lety byly postaveny dva RAS dánského typu (v Mlýnech u Vimperka a v Pravíkově u Kamenice na Lipou) zaměřené na produkci zejména lososovitých ryb. První uvedený byl v loňském roce zastřešen a doplněn menšími RAS pro produkci násadového materiálu. Rovněž druhý objekt byl doplněn o dvě menší RAS jednotky. Přibližně 3 roky je v provozu RAS využívající teplo z bioplynové stanice, zaměřený na produkci tržního sumce v Klopíně u Šumperka. V roce 2012 zahájila provoz farma s několika postupně budovanými RAS v Rokytne u Pardubic, zaměřená na tržní produkci několika druhů ryb (pstruh duhový, siven americký, úhoř, jeseterovití, candát a sumeček africký). Na konci roku 2012 byla dokončena výstavba RAS dánského typu ve Žďáru nad Sázavou s předpokladem zahájení produkce síhů, případně lososovitých ryb. Ve výstavbě a v přípravě výstavby je dalších několik RAS. Další v ČR provozované recirkulační systémy menší velikosti jsou buď experimentálního charakteru (např. FROV ve Vodňanech – Lepič a kol. 2004), či jsou využívány k chovu okrasných ryb (Štěch 2007).

Budoucí možnosti využití RAS v ČR jsou jak pro produkci studenomilných druhů, tzn. násadových i tržních lososovitých ryb (pstruha duhového, sivena amerického, hybrida sivenů), případně i pstruha obecného) a síhů, tak celé řady dalších druhů ryb. Mezi ně patří jeseterovití, dravé druhy ryb, zejména candát, dále sumec velký a okoun říční, ale i tropické druhy ryb – sumeček africký a tilapie. Pro naše podmínky lze za druhy s největším možným potenciálem pro intenzivní chov v RAS považovat vedle lososovitých druhů ryb, zejména

candáta a sumečka afrického. I přes dosavadní poněkud nesmělý rozvoj RAS v ČR lze po zkušenostech s jejich provozem, s přihlédnutím k intenzivnímu rozvoji těchto technologií v sousedních a dalších blízkých evropských zemích (Německo, Polsko, Maďarsko, ale zejména Dánsko a Holandsko, ale též Švýcarsko, Rakousko, Francie aj.) vyslovit předpoklad, že bude další výstavba těchto objektů se zaměřením na různé druhy ryb intenzivněji pokračovat a RAS se budou výrazněji podílet na rozšíření akvakulturní produkce v ČR, včetně rozšíření početnosti produkovaných druhů ryb. Ke zmínění vysoké investiční náročnosti při výstavbě RAS může v současnosti významně přispět současná dotační politika v sektoru rybnářství. Pokud u nás takové kapacity nevzniknou, nebudeme schopni konkurovat progresivnějším zahraničním producentům.

Poděkovani

Prace byla podpořena projekty CENAKVA reg. č. CZ.1.05/2.1.00/01.0024 a NAZV QJ20013.

Seznam použité literatury

- Bolger, T., Connolly, P.L., 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34: 171-182.
- Colt, J., 1991. Aquacultural production systems. *Journal of Animal Science*, 69: 4183-4192.
- D'Orbcastel, E.R., Blancheton, J.P., Belaud, A., 2009. Water quality and rainbow trout performance in a Danish model farm recirculating system: Comparison with a flow through system. *Aquacultural Engineering*, 40: 135-143.
- Kopp, R., Ziková, A., Brabec, T., Lang, Š., Vítek, T., Mareš, J., 2009. Dusitany v recirkulačním systému rybí farmy Pravíkov. In: Kopp, R.: Sb. Konf. 60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně. MZLU Brno, s. 105-110.
- Kouřil, J. 2009. Výhody využití recirkulačních systémů při intenzivním chovu ryb. Sb. z odborné konference k 90. výročí založení Střední rybářské školy ve Vodňanech. 6 s.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V. 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. *Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany*, 40 s.
- Kouřil, J., Kujal, B. 2009. Využití recirkulačních systémů k intenzivnímu chovu ryb. *Vodohospodářský bulletin. Čs. společnost vodohospodářská, České Budějovice*, s. 16-19.
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, V. 2008. Chov lososovitých ryb, lipana a síhů. Monografie. VÚRH JU Vodňany, 141 s.
- Lang, Š., Kopp, R., Brabec, T., Vítek, T., Mareš, J., 2011a. Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb. I. Stabilizace kyselinové neutralizační kapacity a snížení toxicity dusitanů v recirkulačním systému dánského typu. *Technologie R02/2011, MZLU Brno*, 27 s.
- Lang, Š., Kopp, R., Ziková, A., Brabec, T., Pfau, R., Mareš, J., 2011b. Diurnální změny vybraných hydrochemických parametrů na recirkulačním systému dánského typu při různých teplotách vody. *Bull. VÚRH Vodňany*, 4: 23-32.
- Lepič, P., Kouřil, J., Hamáčková, J., Kozák, P. 2004. Popis experimentálního rybochovného zařízení VÚRH JU Vodňany. In: Spurný, P.: Sb. Konf. 55 let rybářské specializace na MZLU v Brně, s. 147-152.
- Mareš, J., Kopp, R., Brabec, T., 2011. Nové metody v chovu ryb. *Intenzivní metody chovu ryb a ochrany kvality vod. Rybnářství Třeboň Hld.*, s. 5-13.
- Nusl, P. a Pfau, R. 2010. Intenzivní chov pstruha duhového v recirkulačním systému. In: *Intenzita v chovu ryb a ekologické aspekty v rybnářství. Vodňany, SRŠ a VOŠ vodního hospodářství a ekologie*. S. 35-38.
- Mélard, C., Kestemont P., Grignard, J.C., 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of Applied Ichthyology*, 12: 175-180.

- Philipsen, A., 2008. Excellence Fish: production of pikeperch in recirculating system. Percid Fish Culture, From Research to Production. P. Fontaine, P. Kestemont, F. Teletchea a N. Wang (eds.), Namur (Belgium) 23 - 24 January 2008, 67 s.
- Rakocy, J.E., Masser, M.P., Losordo, T.M., 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics – Integrating fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center publication No. 454, 16 s.
- Rasmussen, R.S., Larsen, F.H., Jensen, S., 2007. Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high-temperature recirculated water. *Aquaculture International*, 15: 97-107.
- Report of the EIFAC/IUNS and ICES working group on standardization of methodology in fish nutrition research, 1980. EIFAC Technical Paper - EIFAC/T36
- Schulz, C., Böhm, M., Wirth, M., Rennert B., 2007. Effect of dietary protein on growth, feed conversion, body composition and survival of pike perch fingerlings (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition*, 13: 373-380.
- Sorgeloos, P., Persoone, G., 1972. Three simple culture devices for aquatic invertebrates and fish larvae with continuous recirculation of the medium. *Marine Biology*, 15: 251-254.
- Štěch, L. 2007. Koi. *Zliv Alcedor*. 350 s.
- Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T., Vinci, B.J. 2002. *Recirculating Aquaculture System*. 2nd Edition. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, USA, 800 s.
- Thoman, E.S., Ingall, E.D., Allen Davis, D., Arnold, C.R., 2001. A nitrogen budget for a closed, recirculating mariculture system. *Aquacultural Engineering*, 24: 195-211.
- van Rijn, J., 1996. The potential for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture – a review. *Aquaculture*, 139: 181-201.
- van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K.L., Mountain, J., Scarpa, J., 1999. Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Aquaculture, Harbor Branch Oceanographic Institution, 221s.
- Vítek, T. a Mareš, J. 2009. Flow velocity conditions in the trout farm based on recirculation systém of danish technology. In: Kopp, R. Sb. Konf. 60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně. Brno MZLU, s. 179-180.
- Zillioux, E.J., 1969. A continuous recirculating culture system for planctonic copepods. *Marine Biology*, 4: 215-21



Obr. 1. RAS pro odchov násad úhoře ve Velké Bystřici



Obr. 2. RAS pro chov tržního sumce ve Velké Bystřici



Obr. 3. RAS dánského typu pro chov lososovitých ryb v Mlýnech u Vimperka



Obr. 4. Přístavba zastřešení u RAS v Mlýnech u Vimperka



Obr. 5. RAS dánského typu pro chov lososovitých ryb v Pravíkově u Kamenice nad Lipou



Obr. 6. Nově vybudovaný RAS dánského typu pro chov sňů a lososovitých ryb ve Žďáře n/Sázavou



Obr. 7. RAS pro chov jeseterů Dział Wielki (Polsko)



Obr. 8. Chov sumečka afrického Szarvas (Maďarsko).



Obr. 9. Adaptovaná stáj pro RAS s chovem sumečka afrického Pietrzikowice (Polsko).



Obr. 10. Experimentální RAS s chovem jeseterů ve skleníku Moskva (Rusko)



Obr. 11. RAS s chovem candáta Urk (Holandsko)



Obr. 12. RAS s chovem tilapie ve skleníku (Švýcarsko)