

Mendelova univerzita v Brně

Certifikovaná metodika

METODIKA R05/2012

Optimalizace obsádky a krmení ryb v recirkulačním systému dánského typu

doc. Dr. Ing. Jan Mareš, doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Ing. Štěpán Lang,
Ing. Tomáš Brabec, Ph.D.

Metodika je realizačním výstupem výzkumného projektu MZe ČR QI91C001 Optimalizace podmínek intenzivního chovu lososovitých ryb v podmínkách České republiky s využitím dánské technologie se zaměřením na kvalitu produkovaných ryb Národní agentury pro zemědělský výzkum a výzkumného záměru MSM 6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Oponenti:

Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D. – odborník v daném oboru, ústav akvakultury, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Husova třída 458/102, 370 05 České Budějovice.

Ing. Vladimír Gall. – posudek za státní správu, MZe, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství, Těšnov 17, Praha 1, 117 05

**Osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky R05/2012 4576/2013-16230/N_{met}
CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 12.2.2013**

Vydalo:

Ministerstvo zemědělství, úsek lesního hospodářství, sekce lesního hospodářství, odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství, Těšnov 17, 117 05 Praha 1

Adresa autorského kolektivu:

doc. Dr. Ing. Jan Mareš, doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Ing. Štěpán Lang, Ing. Tomáš Brabec

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Oddělení rybářství a hydrobiologie, Zemědělská 1, 613 00 Brno.

www.rybarstvi.eu

Mendelova univerzita v Brně
ISBN 978-80-7375-699-4

Obsah:	
I. Cíl metodiky	3
II. Popis metodiky	3
Chov lososovitých ryb v různých systémech chovu	3
Produkce plůdku a násadového materiálu	3
Produkce ryb do tržní hmotnosti.	5
Hustota obsádky	8
Vliv hustoty obsádky na výtěžnost a nutriční hodnotu produkovaných ryb	11
Použitá krmiva	12
Původ chovaných lososovitých ryb	13
Závěr	14
III. Srovnání novosti postupů	15
IV. Popis uplatnění metodiky	15
V. Ekonomické aspekty	15
Poděkování	16
Seznam použité literatury	17
Seznam předcházejících publikací	18

I. Cíl metodiky:

Cílem metodiky je poskytnout uživatelům recirkulačních systémů dánského typu informace o produkci ryb v těchto systémech, se zaměřením na hustotu obsádky chovaných lososovitých ryb, její vliv na produkční ukazatele a kvalitu masa produkovaných ryb. Metodika obsahuje údaje o dosažených výsledcích při chovu pstruha duhového a sivena amerického v tomto chovném systému. Metodika je určena uživatelům chovných systémů dánského typu pro optimalizaci stanovení intenzity chovu a volbu krmné strategie. Metodika navazuje na certifikovanou metodiku VÍTEK a kol. (2011): *Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízeních pro intenzivní chov ryb dánského typu*, která popisuje systém recirkulačních systémů dánského typu.

II. Popis metodiky

Chov lososovitých ryb v různých systémech chovu

Hustota obsádky průtočných systémů chovu lososovitých ryb vychází vždy z použité technologie (extenzivní a intenzivní metody) a z množství a kvality přitékající vody. V systémech recirkulačních lze zajistit optimální podmínky úpravou recirkulující vody. V podmínkách intenzivního chovu je vysoká hustota ryb podmínkou dobrého příjmu a využití potravy. Z pohledu ekonomiky chovu je u investičně a provozně náročných recirkulačních systémů vysoká obsádka nutností. Stanovení optimální výše obsádky v intenzivním chovu se zohledněním možných aspektů ovlivňujících výši produkce a vhodně zvolená krmná strategie, jsou rozhodující podmínkou příznivé ekonomiky i kvality produkovaných ryb.

S ohledem na zaměření metodiky na produkci tržních lososovitých ryb, se budeme věnovat obsádkám a technologii navazující na odchov plůdku lososovitých ryb a násadového materiálu. Jen pro doplnění uvádíme stručně přehled údajů k odchovu plůdku a ročka.

Produkce plůdku a násadového materiálu

Při odchovu plůdku pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) a sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) se nasazuje do odchovných nádrží, zpravidla žlabů nebo bazénů s nízkým vodním sloupcem, 80 až 100 tis. ks váčkového plůdku na 1 m³ objemu vody. Tento počet je postupně v průběhu odchovu snižován a to tak, že v druhém týdnu odchovu se jeho počet pohybuje na úrovni 40 – 50 tis. ks a ve třetím týdnu pak 20 – 30 tis. ks na 1 m³ (Pokorný a kol., 2003; Kouřil a kol., 2008b). V praxi je toho často dosahováno zvyšováním vodního sloupce a tudíž objemu vody v nádrži. Počet ryb při nasazení je stanoven při použití šetrného manuálního počítání, zejména při obchodu s váčkovým plůdkem (odměrné nádoby, výtlačem vody apod.) nebo odhadem na základě známého počtu nasazených jiker a odhadu ztrát v průběhu inkubace. Podmínkou úspěšného odchovu je dostatečný přítok kvalitní vody s dostatečným božstvím rozpuštěného kyslíku. Jeho množství by nemělo v průběhu odchovu klesat pod 6 mg.l⁻¹ resp. 60 %, a to na odtoku z nádrží. Nedostatek kyslíku (hypoxie), byť jen mírný, působí jako významný stresor a při dlouhodobém pobytu ovlivňuje nejen úroveň přežití a intenzitu růstu v průběhu odchovu plůdku, ale i produkční parametry v následné fázi chovu. Proto je potřeba jeho koncentraci udržovat s použitím aerace (vzduchování) nebo oxygenace (aplikace kyslíku). Voda v nádržích se má vyměnit několikrát za hodinu s ohledem na její kvalitu, přičemž nedostatek kyslíku v přítokové vodě nelze nahradit trvale zvýšeným přítokem. Příliš vysoká rychlost proudu zvyšuje energetické nároky na udržení polohy. Proto

by u plůdku do 1 g neměla překračovat bezpečná rychlost proudění $0,5 - 1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (Kouřil a kol., 2008b).

Ošetřování plůdku je zaměřeno na kontrolu jeho chování a zdravotní stav, monitoring kvality vody, udržování čistoty odchovných nádrží, kontrolu růstu a koupele plůdku. Krmení s použitím vhodné startérové směsi se provádí několikrát denně, případně s použitím automatických krmítek, v dávkách odpovídajících údajům výrobce, teplotě vody a velikosti plůdku.

Za 6 – 8 týdnů odchovu je získáván plůdek o délce 3 až 5 cm a hmotnosti 0,8 – 1,2 g. Ten je následně přesazován do větších nádrží pro odchov násadových ryb (ročeků). Úroveň přežití je průběhu této fáze různá, ale zpravidla dosahuje v průměru 85 %.

Na některých farmách je k odchovu plůdku pstruha duhového využíván recirkulační systém. Ten umožňuje úpravu teploty vody pro optimální růst ryb, udržení optimální kvality vody, eliminaci patogenů a lepší využití růstového potenciálu ryb. Odchov plůdku trvá, na rozdíl od výše uvedených údajů, u jeho specializovaných producentů přibližně 500 denních stupňů (tj. přibližně 10 týdnů při 7°C). Na konci této fáze dosahuje plůdek hmotnosti přibližně 5 g (Jokumsen a Svedsen, 2010).

Při standardním následném odchovu odkrmeného plůdku do kategorie roček (případně čtvrtroček nebo půlroček), což odpovídá velikosti optimálně 40 – 50 (150 g). Tato velikost je dosahována v běžných podmínkách ve věku 8 – 12 měsíců. V podmínkách intenzivního chovu jsou zpravidla využívány žlaby různého tvaru, případně nádrže kruhové. Žlaby a nádrže by měly mít poměr šířky k délce 1:4 až 1:7 při objemu 3 až 8 tis. litrů. U pstruha duhového se hustota obsádky na počátku pohybuje mezi 2 a 4 tisíci kusy na 1 m^3 . V příznivých podmínkách lze dosáhnout produkce až $50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ na konci odchovu (Kouřil a kol., 2008b). Při použití přídavné aerace nebo oxygenace lze obsádku zvýšit až na $120 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ s přežitím kolem 80 až 90%. Skutečná velikost obsádky závisí především na množství a kvalitě vody. Pro dokreslení představy o potřebě vody při produkci pstruha duhového v průtočných žlabech, uvádíme údaje o množství chovaných ryb při přítoku $1 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ (Pokorný a kol., 2003).

Tab. 1: Nejvyšší možná hustota obsádky pstruha duhového ve žlabech ($\text{kg}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) při nasycení přítokové vody kyslíkem 100 %, odtok kyslíku $6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (dle Pokorný a kol., 2003).

Teplota ($^\circ\text{C}$)	Nadmořská výška (m)					
	0	305	610	915	1220	1525
7	3	2,85	2,63	2,48	2,33	2,14
10	1,58	1,46	1,35	1,28	1,20	1,08
13	0,99	0,94	0,87	0,80	0,75	0,70
16	0,70	0,64	0,60	0,54	0,50	0,47
19	0,50	0,43	0,43	0,38	0,35	0,32
21	0,39	0,36	0,33	0,29	0,27	0,23

V zahraničí v návaznosti na produkci odkrmeného plůdku o hmotnosti kolem 5 g je odchován u specializovaných producentů v průběhu 2 – 3 měsíců násadový materiál

dosahující hmotnosti okolo 50 g. To dopovídá v naší terminologii přibližně kategorii roček. Tyto ryby jsou nabízeny od specializovaných producentů plůdku a roček chovatelům zaměřeným na produkci tržních ryb (Jokumsen a Svedsen, 2010). Taková specializace v našich podmínkách je spíše výjimkou. Tradiční chovatelé praktikují uzavřený obrot ryb s nákupem násadového materiálu pro zvýšení produkce nebo kombinace chovaných druhů (např. pstruha duhového a sivenů).

Produkce ryb do tržní hmotnosti

Rozvoj chovu lososovitých ryb u nás je datován do 60. let minulého století. V tomto období byly budovány velké pstruhařské farmy s betonovými žlaby, obdélníkového tvaru a několik desítek metrů dlouhé, tzv. italského typu. Žlaby jsou zpravidla rozděleny mřížemi na několik oddělených sekcí. Přítok a odtok je v celém profilu přední a zadní stěny. V případě dostatečného přítoku čisté, chladné a kyslíkaté vody lze dosáhnout vysoké produkce. Při délce žlabů 60 – 100 m se pohybuje jejich objem v rozmezí 120 – 800 m³. Při obsádce půlročka nebo ročka v počtu 100 – 200 ks.m⁻² o kusové hmotnosti kolem 50 g, se roční produkce pohybovala na úrovni 25 – 60 kg.m⁻³. Optimální výměny vody je 2 – 4 x za hodinu a přítok 1,7 l.s⁻¹ na 100 kg ryb s obsahem kyslíku 9 – 12 mg.l⁻¹ (na odtoku minimálně 6 mg.l⁻¹). Pokud jsou nádrže rozděleny na několik sekcí, obsádky se snižuje vždy o 25 – 30 % oproti sekci předchozí, a to z důvodu výrazného zhoršení kvality vody v podélném profilu žlabu. Jinou variantou je řazení kratších žlabů paralelně vedle sebe. Modernější metodou je výstavba plastových nádrží umístěných často nad terénem, s rozvody kyslíku a automatickými krmítky (Kouřil a kol., 2008b). Produkce ryb v těchto farmách je celoročně vázána na dostatečný přítok kvalitní vody, případná její recirkulace byla využita na některých farmách pouze nouzově v období nedostatku vody.

Při použití ostatních technologií – pstruhové zemní rybníčky, klecové chovy a chov v kaprových rybnících, je dosahovány významně nižší produkce. Další systémy (chov v silech nebo závěsných žlabech) se příliš nerozšířily. Nicméně právě tyto systémy – SILOX a HTT systém, již využívaly recirkulace vody (Kouřil a kol., 2008b).

Se snahou o snížení závislosti na zdroji kvalitní vody a zároveň se snížením dopadu zatížení z intenzivních systémů chovu na okolní recipient, dochází celosvětově k rozšíření recirkulačních systémů chovu ryb včetně ryb lososovitých. Jejich princip přehledově uvádí např. Kouřil a kol. (2008a).

Jednou z variant recirkulačních systémů pro chov lososovitých ryb, je využití recirkulace tzv. dánského typu. Tento typ recirkulace využívá systému airliftů, zajišťujících cirkulaci vody a výměnu plynů (Mozes a kol. 2002, Jokumsen a Svedsen, 2010). V současnosti jsou v provozu v ČR dva tyto chovné systémy a třetí systém je těsně před zahájením provozu (rybářství Kinský Žďár a.s.). Od roku 2008 je provozován u firmy Pstruhařství Mlýny, Vacov-Žár nedaleko Vimperku a v roce 2009 byl zahájen provoz na systému firmy BioFish s.r.o. u Kamenice nad Lipou. Další farmy využívají systém nízkotlakých airliftů v rekonstruovaných nádržích, další systémy jsou ve výstavbě nebo ve fázi investičního záměru. Podrobný popis technického řešení tohoto modelu recirkulačního systému, konkrétně využívaný firmou BioFish s.r.o., uvádí Vítek a kol. (2011), možnosti optimalizace vybraných hydrochemických parametrů v uvedeném systému pak Lang a kol.

(2011). Informace o funkci a provozu recirkulačního systému v Mlýnech u Vacova jsou dostupné v technologii Buřič a kol. (2011).

Tyto systémy byly vyvinuty v Dánsku, a to po přijetí legislativních opatření zpoplatňujících odběr vody a tvrdě postihujících vypouštění odpadních vod do recipientu. Dalším faktorem pro zavedení bylo i silné promoření povrchových vod nemocemi virového a bakteriálního původu. Jedná o systémy s nízkým nárokem na energetické vstupy (1,9 – 2,3 kWh na kg produkce dle Lareau a kol. 2004). V odchovných žlabech je využívána rychlá cirkulace vody ekvivalentní výměně vody ve žlabu 5-10 krát za hodinu, voda je však recirkulována a doplňována pouze minimálně (1,0 – 1,5%). Jedná se tedy o velmi intenzivní způsob chovu ryb s velmi vysokou koncentrací chovaných ryb až na úrovni 60 kg.m^{-3} , proto bývá často diskutováno zachování welfare ryb (Ellis a kol. 2002). Nespornou výhodou jsou minimální nároky na výměnu vody. Potřeba vody, která se pohybuje kolem 10 m^3 na kg použité krmné směsi, představuje stokrát menší množství, než je tomu u klasických průtočných systémů (MacMillan 1992, Blancheton a kol. 2007). Nároky na kvalitu vody v systému jsou vzhledem k vysoké koncentraci ryb značné. Rovněž je potřeba sledovat zdravotní stav chovaných ryb. Jakákoliv infekce se může velmi rychle rozšířit a vyvolat hromadný úhyn ryb a tím velké hospodářské ztráty. K dosažení uspokojivých výsledků chovu je potřeba pro krmení využívat nejkvalitnější krmné směsi, které jsou však patřičně účinné pouze při zabezpečení optimálních podmínek z hlediska kvality vody a zdraví ryb. Výzkum v oblasti výživy ryb a výroby krmných směsí, zejména v oblasti krmiv pro recirkulační systémy, v současnosti zohledňuje požadavek na kompaktnost a stabilitu exkrementů. Všechny tyto faktory kladou vysoké nároky na odbornost obsluhy systému, jakýkoliv nevhodný zásah se výrazně projeví na ekonomickém výsledku.

Optimální produkční výsledky jsou v RAS dánského typu dosahovány při hustotě obsádky převyšující 100 kg . Tyto výsledky byly dosaženy při porovnání různé intenzity chovu u dvou systémů, a to od 57 do $98 - 108 \text{ kg.m}^{-3}$ (d'Orbcastel a kol., 2009). Retardace produkce u průtočných systémů nastává při hustotě 85 kg.m^{-3} , což může být způsobeno dlouhodobému pobytu ryb v prostředí s vysokým obsahem CO_2 (18 mg.l^{-1}). Problém s přesycením vody oxidem uhličitým by měly řešit právě difuséry umístěné za ponořenou částí biofiltru a v jednotlivých chovných žlabech (viz Vitek a kol. 2011).



Obr.1: Možné doplnění mobilních plovoucích difuzérů do chovného systému (Dánsko).

V chovných systémech dánského typu je v současnosti produkován pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) různých linií, které jsou u nás dostupné. Dále jsou využíváni triploidní jedinci, získávání zpravidla s použitím tlakového šoku krátce po oplození jiker, nebo rychle rostoucí samičí populace. Tito jedinci jsou získáváni v podobě násadového materiálu zpravidla od zahraničních dodavatelů nebo v podobě jiker v očních bodech. Druhým chovaným druhem je siven. V jeho případě jde zpravidla o sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*), případně o hybrida sivena amerického se sivenem alpským (*S. alpinus*). Tato kombinace je využívána v chovu pro odstranění problému zvýšeného povrchového poškození u pohlavně dospívajících mlíčáků sivena amerického často před dosažením tržní hmotnosti (Obr.3). Ten je způsoben jejich vzájemným napadáním.



Obr. 2: Typické povrchové poškození sivenů.

Vzhledově lze mezidruhové hybridy od běžně chovaného sivena amerického s trochou zkušeností bez problémů rozeznat. Hybridní jedinci by neměli být vysazováni do volných vod.



Obr. 3: Srovnání vzhledu mezidruhového hybrida *S. fontinalis* a *S. alpinus* (vlevo nahoře) a jedince druhu *S. fontinalis* (vlevo dole). V pravé části jeden z rozlišovacích znaků (dle Halačka a kol, 2012).

Výše obsádky v chovných žlabech, resp. produkce z jednotky objemu rozhodujícím způsobem ovlivňuje produkci systému a ekonomiku chovu. Na rozdíl od podmínek v Dánsku, kde byl systém vyvinut, dochází v průběhu roku v podmínkách České republiky

k výraznějšímu kolísání teploty. Ekonomiku chovu ovlivňuje i cena elektrické energie a krmné náklady.

V průběhu řešení projektu jsme během několik let testovali různou hustotu obsádky lososovitých ryb v podmínkách recirkulačního systému firmy BioFish s.r.o. v Pravíkově. Při testování různé koncentrace ryb byly sledovány produkční parametry, kvalita prostředí i vliv hustoty obsádky na kvalitu finálního produktu, tedy nutriční a senzorické parametry rybiho masa. Souběžně byl posuzován i vliv použitého krmiva na produkční a další sledované parametry, a to včetně hodnot hydrochemických parametrů. Pro nasazování systému byly použity ryby různého původu. Důvodem byly dvě skutečnosti. První z nich vycházela z naší chovatelské praxe, tedy absence specializovaných producentů násadového materiálu a tedy omezené dostupnosti ryb jednotného původu a velikosti v počtech potřebných pro nasazení recirkulačního systému. A dále byla snaha ověřit vliv původu nasazovaných ryb na sledované ukazatele. Ryby v současnosti produkované v jednotlivých farmách v ČR jsou adaptovány na stávající podmínky zpravidla průtočných systémů s odlišnými podmínkami. Součástí metodiky jsou výsledky a poznatky získané při řešení projektu, doplněné daty získanými z dalších zdrojů.

Ryby jsou nasazovány do systému zpravidla několikrát v průběhu roku v návaznosti na prodej ryb v tržní hmotnosti. Ten je v ČR realizován průběžně opakovaným tříděním ryb v chovných žlabech a prodejem ryb dosahujících tržní hmotnosti. Většina ryb je prodávána v menších objemech. V našich podmínkách není běžný systém, kdy chovatel vyskladňuje jednorázově až 50 % své produkční kapacity. Tomu odpovídá i systém nasazování ryb. Pro takovou formu prodeje u nás není vytvořena obchodní ani produkční struktura.

Hustota obsádky

Chovné žlaby recirkulačního systému dánského typu jsou zpravidla nasazovány rybami o kusové hmotnosti 20 – 70 g. Početnost obsádky při nasazení se pohybuje v rozpětí od 8 tis. až do 18 tis. ks na žlab, což odpovídá hustotě 235 až 530 ks.m⁻³. Hmotnost nasazovaných ryb na jednotku chovného prostoru činí zpravidla 10 – 35 kg.m⁻³. Tyto hodnoty vycházejí z přibližného objemu chovného žlabu na úrovni 34 m³.

V teplotně optimální části roku (v období od měsíce února až do listopadu, resp. prosince, s výjimkou extrémních letních teplot) z násadového materiálu uvedené hmotnosti jsou v průběhu 5 – 6 měsíců odchovávány ryby do tržní hmotnosti. Při průměrné hmotnosti ryb na úrovni kolem 250 g, při dosažené úrovni přežití v rozpětí 92 - 97 %, lze počítat s obsádkou ryb v hmotnosti 1,9 – 4,3 t na žlab. To odpovídá obsádce 56 – 125 kg.m⁻³ a přírůstku 45 – 100 kg.m⁻³. V tomto množství ryb (množství blíží se 4 t na žlab) je potřeba velmi pečlivě sledovat dynamiku obsahu rozpuštěného kyslíku v průběhu dne a zejména před a 2 – 3 (při cyklickém krmení) hodiny po nakrmení. Pro optimální využití krmiva je nezbytné zabezpečit jeho množství ve vodě odtékající ze žlabů na úrovni přes 70 %. Při poklesu k hranici 60 % je potřeba redukovat výši krmné dávky. Zároveň je potřeba zohlednit zatížení celého systému a stav biofiltrů. V ČR zatím vybudované systémy jsou počítány na celkové jednorázové zatížení přibližně 50 t.

Tab.2: Hmotnost ryb v chovném žlabu v závislosti na jejich počtu a kusové hmotnosti.

Počet ryb	20 g		40 g		60 g		80 g	
	kg	kg.m ⁻³	kg	kg.m ⁻³	kg	kg.m ⁻³	kg	kg.m ⁻³
6 000	120	3,5	300	8,8	450	13,2	600	17,6
7 000	140	4,1	350	10,3	525	15,4	700	20,6
8 000	160	4,7	400	11,8	600	17,6	800	23,5
9 000	180	5,3	450	13,2	675	19,9	900	26,5
10 000	200	5,9	500	14,7	750	22,1	1000	29,4
11 000	220	6,5	550	16,2	825	24,3	1100	32,4
12 000	240	7,1	600	17,6	900	26,5	1200	35,3
13 000	260	7,6	650	19,1	975	28,7	1300	38,2
14 000	280	8,2	700	20,6	1050	30,9	1400	41,2
15 000	300	8,8	750	22,1	1125	33,1	1500	44,1
16 000	320	9,4	800	23,5	1200	35,3	1600	47,1
17 000	340	10,0	850	25,0	1275	37,5	1700	50,0
18 000	360	10,6	900	26,5	1350	39,7	1800	52,9

Tab.2 (pokračování)

Počet ryb	225 g		250 g		275 g		300 g	
	kg	kg.m ⁻³	kg	kg.m ⁻³	kg	kg.m ⁻³	kg	kg.m ⁻³
6 000	1350	40	1500	44	1650	49	1800	53
7 000	1575	46	1750	51	1925	57	2100	62
8 000	1800	53	2000	59	2200	65	2400	71
9 000	2025	60	2250	66	2475	73	2700	79
10 000	2250	66	2500	74	2750	81	3000	88
11 000	2475	73	2750	81	3025	89	3300	97
12 000	2700	79	3000	88	3300	97	3600	106
13 000	2925	86	3250	96	3575	105	3900	115
14 000	3150	93	3500	103	3850	113	4200	124
15 000	3375	99	3750	110	4125	121	4500	132
16 000	3600	106	4000	118	4400	129	4800	141
17 000	3825	113	4250	125	4675	138	5100	150
18 000	4050	119	4500	132	4950	146	5400	159

Rychlost růstu chovaných ryb je závislá především na teplotě vody v systému. Odchylka v teplotě vody mimo teplotní optimum chovaného rybiho druhu, ať už směrem nahoru či dolů, negativně ovlivňuje příjem a využití krmiva. S ohledem na skutečnost, že tyto systémy se běžně staví jako systémy otevřené, tedy nikoli v halách, závisí teplota vody na nadmořské výšce a zdroji vody. Recirkulace budované ve vyšší nadmořské výšce mají výhodu v letním období, kdy voda významně nepřesahuje optimální teplotu pro chov ryb. V zimním období však zpravidla zamrzají a nelze počítat s přírůstkem chovaných ryb. V takovém případě je vhodné uvažovat o zastřešení systému, aby byla udržena teplota vody na úrovni vhodné pro příjem a využití krmiva. V zahraničí se lze u nově budovaných moderních systémů pro lososovité setkat s jejich umístěním v budově. Jiná alternativa je možnost

zvýšeného přítoku do systému vody s vyšší teplotou, např. podzemní zdroje apod. Zde však výrazně vstupuje do nákladů potřeba čerpání či platba z využívání podzemní vody. Systémy vybudované v nižších nadmořských výškách musí řešit příliš vysokou teplotu v letním období, kdy není možné krmit právě s ohledem na nepříznivou teplotu vody často v kombinaci s nedostatkem rozpuštěného kyslíku. Teplotu vody lze snížit o 1 – 2 °C vhodným zakrytím systému, např. maskovacími sítěmi (obr 3). Obecně však platí, že jednodušší a levnější je vodu ohřát než ochladit.

Nicméně při dostatku kyslíku ve vodě a příznivých hodnotách ostatních parametrů (NH_3^- , NO_2^- , pH atd.), dobře krmivo přijímá pstruh duhový i při teplotě 21 – 22 °C. Naopak při nízkých teplotách lépe přijímá potravu siven, a to i teplotě kolem 2 °C.



Obr. 4: Překrytí chovných žlabů může snížit teplotu vody i ochránit obsádku před predátory

V průběhu několika let jsme testovali různou hustotu obsádky u pstruha duhového i sivena amerického, případně hybrida sivena amerického a alpského. V prvním roce provozu byla testována hustota obsádky pstruha duhového v rozpětí 6 až 12 tis. ks o průměrné kusové hmotnosti 95 – 100 g, což odpovídalo počtu 175 – 350 ks.m⁻³. Během odchovu byly zjištěny poměrně vysoké ztráty, dosahující až 22 %. Dosažená produkce 23 – 52 kg.m⁻³ byla velmi nízká a vzhledem k výši ztrát nebyl dosažena ani příznivý krmný koeficient (na úrovni kolem 2). V tomto roce byly nejlepší výsledky dosaženy s obsádkou pstruha duhového na úrovni 8 tis. ks ryb na žlab. Tuto skutečnost uvádíme úmyslně, protože nelze hodnotit efekt systému v prvním roce provozu, v tomto období navíc s minimálními zkušenostmi. V dalších letech jsme hodnotili produkční ukazatele u obsádek vyšších, a to v rozpětí 8 – 18 tis. ks. Nejvyšší produkce bylo dosaženo při hustotě obsádky 15 – 18 tis. na žlab, což odpovídá počtu 470 – 530 ks.m⁻³. Při těchto počtech ryb bylo dosaženo produkce kolem 4 t ze žlabu, tedy na úrovni pře 100 kg.m⁻³.

Dalším významným faktorem ovlivňujícím ekonomiku chovu je konverze použitého krmiva. V recirkulačních systémech jsou využívány krmné směsi s vysokou nutriční hodnotou a vysokou stravitelností. Při výše uvedených koncentracích ryb byla dosažena hodnota

krmného koeficientu na úrovni 0,9 – 1,6. Hodnota krmného koeficientu byla ovlivněna několika faktory. Prvním z nich je výše ztrát, protože hodnota krmného koeficientu byla vypočítána jako spotřeba krmiva na přírůstek ryb, tedy rozdíl hmotnosti nasazených a vylovených ryb. Dále pak původem ryb (podrobněji v další části) a volbou krmné směsi.

Poznámka k úrovni ztrát ryb v průběhu jejich chovu. Ve sledovaném systému byly několikrát zjištěny úhyny ryb po jejich vysazení, a to v průběhu 1 – 2 týdnů na úrovni 5 – 10 % (výjimečně i vyšší). Doba úhynu byla ovlivněna teplotou vody. Obdobné zkušenosti jsou i z jiných farem. Podle výsledků vyšetření byly ryby v dobrém zdravotním stavu. Předpokládá se, že tyto úhyny mohou být následkem stresu, působícího jako selektivní faktor po přesazení ryb z jiného systému chovu do recirkulací. Možná je i citlivost ryb na přesycení vody plyny, které se v těchto systémech může objevit. Nicméně tyto úhyny nejsou pravidlem a jsou zde uváděny úmyslně pro případ jejich výskytu po nasazení systému.

Nasazení ryb do systému, zejména nového systému, po aplikaci vyššího množství léčiv nebo po jeho sanaci, musí respektovat činnost (funkční stav) biofiltru. Stejná zásada platí i při významných změnách v množství předkládaného krmiva (intenzitě krmení). Je nezbytné sledovat obsah amoniakálního dusíku a dusitanů ve vodním prostředí. Ovlivnění kvality prostředí (viz. Lang a kol., 2011).

Otevřené recirkulační zařízení je obdobně jako klasický systém vystaveno tlaku rybožravých predátorů. Proti některým z nich (nejčastěji vydra říční) pomáhá do určité úrovně oplocení areálu. K omezení dopadu ptačích predátorů, kdy se nejčastěji jedná o volavky, je doporučeno „zasítování“ celého systému. Určitý vliv mohou tito predátoři hrát i při přenosu nemocí. K zasítování jsou využívány sítě nebo kombinace natažených „provázků“ v horní části a bočně opět sítě (obr. 6).



Obr. 5: Možnosti zasítování pouze chovných žlabů (Pravíkov, ČR) nebo celého objektu (Dánsko)



Obr. 6: Alternativní způsoby zasítování objektu (Dánsko).

Vliv hustoty obsádky na výtěžnost a nutriční hodnotu produkovaných ryb

Pro jednotlivé hustoty obsádky byly stanoveny hodnoty, charakterizují kvalitu produkovaných ryb. Jednalo se o stanovení výtěžnosti, chemické složení svaloviny a vybrané sensorické parametry. Výtěžnost byla stanovována jako podíl hmotnosti ryby bez vnitřností k hmotnosti ryby. Z chemických parametrů byl stanoven obsah sušiny svaloviny, obsah proteinů a tuku. V sensorické laboratoři byla stanovena intenzita vůně, její příjemnost, textura v ústech, šťavnatost, intenzita chuti a její příjemnost. Výsledky vycházejí z hodnocení provedených v průběhu tří let. Porovnáván byl vliv hustoty obsádek, použitého krmiva i původu ryb. Dílčí rozdíly v hodnotě sensorických parametrů v jednotlivých testech neměly jednoznačně shodný trend ovlivnění jednotlivých deskriptorů.

Ze získaných dat lze konstatovat, že hustota obsádky ryb na úrovni 8 – 18 tis. ks na chovný žlab, tj. finální koncentrace ryb v rozpětí 40 – 120 kg.m⁻³ neměla průkazný vliv na žádný ze sledovaných parametrů.

Tab. 3: Hodnoty sledovaných parametrů u obou chovaných druhů lososovitých ryb (výsledky z let 2010 – 2012).

Sledovaný parametr	Pstruh duhový	Siven americký
Průměrná kusová hmotnost (g)	240 – 270	220 – 270
Výtěžnost (%)	85 – 87	82 – 83
Obsah sušiny (%)	30 – 31	32 – 34
Obsah tuku (% čerstvé hmoty)	12 – 13	12 – 15
Obsah bílkovin (% čerstvé hm.)	16 – 17	16 – 18
Intenzita vůně	73 – 78	70 – 77
Příjemnost vůně	72 – 79	74 – 76
Textura v ústech	72 – 75	66 – 71
Šťavnatost	55 – 65	61 – 63
Intenzita chuti	70 – 76	74 – 77
Příjemnost chuti	60 – 63	72 – 77

rozpětí sensorických deskriptorů 0 – 100, přičemž hodnota 100 je nejlepší.

Použitá krmiva

V průběhu testování byl ověřován produkční efekt několika druhů krmiv. S ohledem na původ systému (Dánsko) zpravidla ve spolupráci s firmou Biomar (dánský výrobce krmiv), byla testována krmiva od tohoto výrobce. Používána byla krmiva vyvinuta a doporučena

výrobce pro recirkulační systémy. Intenzita krmení vycházela z doporučení výrobce s ohledem na teplotu vody a rychlost růstu ryb. Ta byla zjišťována kontrolním převažováním ve dvoutýdenních intervalech. Výše uvedených hodnot krmných koeficientů bylo dosaženo při použití krmných směsí s obsahem dusíkatých látek (proteinů) převyšující hranici 40 %. S ohledem na měnící se názvy krmných směsí nepovažujeme za nutné je uvádět. Pro menší velikostní kategorie (přibližně do 50 g), bylo využíváno krmivo ve velikosti 0,5 – 1,9 mm s obsahem 58 % proteinů a 15 % tuku (zrnitost 0,5 mm) až po 48 % proteinů a 22 % tuku (1,9 mm). V průběhu výkrmu tržních ryb lze pro příznivější konverzi doporučit krmiva s obsahem 42 – 43 % proteinů a 27 – 31 % tuku s obsahem energie kolem 20 MJ.kg⁻¹. Obsah vlákniny, která ovlivňuje stravitelnost ostatních živin, by neměl výrazně převyšovat 1 %. Po zkušenostech, získaných za řady let provádění krmných testů, doporučujeme na konkrétním zařízení ověřit produkční účinnost několika vhodných (vybraných) druhů krmiv. Pro finální výběr pak zohlednit nejen cenu krmiva, ale zejména vztah ceny krmiva a hodnoty vyprodukovaných ryb, včetně jejich výtěžnosti a nutriční úrovně.

Nově se bude zastoupení živin u jednotlivých krmiv lišit od tradičního způsobu. V současnosti pro každé krmivo a jeho velikostní kategorii je přesně udáno množství jednotlivých živin. Do budoucna je orientace výrobců zaměřena na stabilní obsah stravitelných živin, takže obsah živin se může v krmivu lišit v závislosti na jejich stravitelnosti. Pro krmivo a jeho velikostní kategorii tak bude udáváno rozpětí živin, které obsahuje. Např. u krmiva ORBIT uváděly údaje v roce 2011 u velikostní kategorie 3 mm obsah živin na úrovni 42 % proteinů, 31 % tuku a obsah brutto (hrubé) energie 24,9 MJ.kg⁻¹ a stravitelné energie pak 22,4 MJ.kg⁻¹. Od roku 2012 uvádí obsah živin u velikostní kategorie 3 mm 40 – 44 % proteinů a 28 – 31 % tuku. Výše uvedené informace jsou zřetelné u údajů týkajících se obsahu energie. Obsah brutto energie (gross energy) je uveden v rozpětí 24 – 26 MJ.kg⁻¹, ale obsah stravitelné energie (digestible energy) je 22 MJ.kg⁻¹, tedy stabilní.

Vedle výběru krmiva a intenzity krmení ovlivňuje jeho konverzi technika krmení. V ČR je velmi často využíváno ruční krmení. V zahraničí naprosto převažuje použití krmítek různé konstrukce nebo automatických krmných systémů (např. Spotmix nebo Arvotec). Velmi důležitá je pravidelnost v předkládání krmiva, což může působit při omezeném množství pracovních sil v provozní praxi určité problémy. Pravidelnost předkládání krmiv může pozitivně ovlivnit i stav obsádky (heterogenitu, stres, růst).

Dalším faktorem je volba velikosti krmiva (velikost „granulí“). Často se setkáváme s trendem rychlého přechodu na větší velikosti krmiva. Tento rychlý přechod se může projevit zvýšeným rozrůstáním obsádky. To je způsobeno menším početním množstvím krmných částí – větší konkurence a navíc menší ryb přijmou méně krmiva. Proto je potřeba přechod mezi velikostními kategoriemi provádět postupně v průběhu několika dnů (týdne až dvou) se zastoupením obou velikostních kategorií krmiva.

Původ chovaných lososovitých ryb

U pstruha duhového zatím nemáme k dispozici výsledky z našich recirkulačních systémů o vlivu původu na dosažené produkční ukazatele. Zhodnocení efektu využití monosexní celosamičí obsádky pstruha duhového je v současné době předmětem řešení Pilotního projektu OP Rybářství a bude k dispozici ve formě Technické zprávy za řešení dostupné na webových stránkách <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/operacni-program->

rybarstvi-na-obdobi/opatreni-osy-iii/pilotni-projekty/zverejneni-zaveru-projektu-opatreni-3-4.html.

V chovu sivena amerického jsme zjišťovali rozdíly v produkčních i dalších ukazatelích v závislosti na původu ryb nebo při použití hybridů sivena amerického a sivena alpského. Na základě předběžných výsledků lze konstatovat, že u hybridů obou druhů siven dochází ke snížení výskytu povrchových defektů. Ty jsou spojeny u sivena amerického se vzájemným poškozováním ryb, zejména mlíčáků (po dosažení pohlavní dospělosti a snížením ochranného efektu produkované slizu ve vazbě na zvýšenou produkci testosteronu). Dochází k bakteriálnímu poškození kůže zejména v oblasti ocasního násadce, hřbetu a hřbetní ploutve s následným zaplísněním. To vyřazuje produkované ryby z tržní realizace. Otázkou zatím zůstává vnímavost sivenů různého původu na stresové faktory a další onemocnění.

S mezidruhovou hybridizací spojené omezení vývoje pohlavních produktů dává předpoklad vyšší intenzity růstu, lepší využití aplikovaného krmiva a zvýšení výtěžnosti při zpracování. Určitým rizikem je využití produkovaných hybridů při zarybňování rybářských revírů. Hybridy lze vzhledově rozeznat od sivena amerického (viz obrázek č 3).

Mimo nabídky hybridů, ve velikosti násadového materiálu zatím poměrně omezené, případně s možným nákupem v očních bodech od zahraničních producentů, je od různých producentů nabízen násadový materiál různého původu, resp. různého haplotypu. Ten může odhalit případné použití mezidruhové hybridizace v předchozích generacích ryb. Rychlá a cenově dostupná metodika (založená na principu elektroforézy) pro toto stanovení, které by bylo vhodné provést, při nákupu násadového materiálu bude v dohledné době k dispozici.

Závěr

Vyšší hustoty obsádky ryb chovných žlabů, a tedy produkci z jednotky objemu, je významným způsobem ovlivněna ekonomika provozu těchto zařízení. Systémy vybudované v České republice využívající kombinaci hlubokého airliftu a nízkotlakých difuzérů jsou závislé na kontinuálním provozu dmychadel zajišťujících jejich funkci. Standardní příkon do systémů je 15 – 20 kWh. To odpovídá ročnímu odběru 132 – 175 tis. kWh. Při vývoji těchto systémů byla předpokládaná potřeba elektrické energie v rozpětí 1,9 – 2,3 kWh na kg vyprodukovaných ryb (Lareau a kol. 2004) snížena na průměrnou hodnotu 1,7 kWh (Jokumsen a Svedsen, 2010). Podle názoru současných majitelů a uživatelů recirkulačních systému dánského typu, se vyrovnané nebo příznivé ekonomické ukazatele dají předpokládat při roční produkci převyšující 60 t ryb, lépe 100 t tržních ryb. To odpovídá potřebě 2,33, resp. 1,40 kWh na produkci 1 kg ryb. Významnou roli v ekonomice chovu hraje i cena dodávané elektrické energie, resp. její sazba. Vedle hustoty obsádky rozhoduje o efektivnosti produkce vhodně zvolená krmná strategie a kvalita násadového materiálu.

V současnosti probíhají první testy zaměřené na možnost využití recirkulačních systémů dánského typu pro produkci dalších rybích druhů, které by mohly rozšířit nabídku produkovaných rybích druhů a zlepšit ekonomiku provozu těchto moderních systémů chovu ryb. Jedná se např. o jesetera sibiřského, candáta obecného nebo síha peledě, případně o další rybí druhy. S ohledem na polohu vybudovaných recirkulačních systémů, se bude jednat spíše o chladnomilné rybí druhy.

III. Srovnání novosti postupů

Metodika přináší nové postupy v souladu s §2, odst. 1, písm. a) bod 2 zákona č. 130/2002 Sb. Popsaných metodických postupů bylo dosaženo systematickou tvůrčí prací v aplikovaném výzkumu, kterým byly experimentální a teoretické práce prováděné s cílem získání nových poznatků zaměřených na budoucí využití v praxi.

V předložené metodice jsou shrnuty poznatky dosažené při testování různé úrovně hustoty obsádky v recirkulačních systémech dánského typu ve srovnání s tradičními metodami chovu. V energeticky náročném recirkulačním systému ekonomika chovu vychází z maximální produkce z jednotky objemu vody při zachování kvality produkovaných tržních ryb. Vlastní popis metodiky obsahuje zhodnocení produkce ryb při nasazení různé výše obsádky. Metodika obsahuje i doporučení v oblasti volby vhodné strategie krmení. Součástí metodiky jsou i výsledky analýzy chemického složení svaloviny ryb a senzorické deskriptory, dokazující absenci vlivu obsádek převyšující koncentraci $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Pro zhodnocení byly využity standardní metody a postupy pro hodnocení produkční účinnosti, chemické analýzy svaloviny a hodnocení v senzorické laboratoři. Metodika poskytuje informace pro chovatelské zásahy pro provozované a nově budované recirkulace dánského typu.

IV. Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena pro chovatele ryb využívajících systémy intenzivního chovu ryb na principu vhánění velkého množství vzduchu k pohybu vody v systému, jejímu odplynění a saturaci kyslíkem, tzv. nízkotlakých difuzérů. Metodika bude uplatněna „Smlouvou o uplatnění certifikované metodiky“ uzavřenou mezi Mendelovou univerzitou v Brně a firmou BioFish s.r.o. se sídlem Horní Paseky 40, Ledec nad Sázavou.

Rozsah uplatnění metodiky je v systémech intenzivního chovu ryb využívajících principu vhánění velkého množství vzduchu k pohybu vody v systému, jejímu odplynění a saturaci kyslíkem. Optimalizace obsádek chovných žlabů přináší efektivní produkci z jednotky objemu vody při zachování příznivé úrovně využití použitých krmných směsí, udržení vhodných hydrochemických poměrů a welfare chovaných ryb. Zároveň je vhodné využívat násadový materiál známého původu a volit mezi čistými druhy nebo mezidruhovými kříženci. S ohledem na cenu a produkční účinnost je nutno zároveň s ohledem na podmínky prostředí a zatížení systému zvolit vhodnou strategii krmení, minimálně zvolit krmivo s příznivým produkčním a ekonomickým efektem. Výsledky nutriční úrovně produkovaných ryb prezentované v metodice mohou sloužit pro hodnocení kvality masa lososovitých ryb z recirkulačních systémů. Předpokládané využití ve dvou vybudovaných a dalších v současnosti budovaných systémech.

V. Ekonomické aspekty:

Předpokládané ekonomické a další přínosy jsou v zefektivnění chovu ryb v systémech intenzivního chovu, využívajících prvků „dánského“ systému. Ekonomické přínosy lze vyjádřit ve snížení hodnoty krmného koeficientu na úrovni 3 – 5 % a dále ve zvýšení produkce z jednotky objemu chovných nádrží. Což při předpokládané hodnotě mírně převyšující hodnotu 1 a ceně krmiva na úrovni 35 – 40 Kč, odpovídá úspoře 15 – 20 tis. Kč na

10 t produkce. Zvýšení produkce díky zvýšené obsádce na 1 m³ o každý 1 kg, znamená zvýšení produkce v 1 žlabu uvedeného systému přibližně o 34 kg, při realizační ceně v průměru 100 Kč, se jedná o částku 3400 Kč, při počtu žlabů 10 – 12 se dostáváme na částku 34 – 41 tis. Kč. Dalším již obtížněji kvantifikovatelným efektem je snížení stresové zátěže ryb působením zhoršených hydrochemických parametrů chovného prostředí. Celkově lze shrnout přínosy uplatnění metodiky do zlepšení produkčních parametrů recirkulačních systémů a zefektivnění práce obsluhy těchto zařízení.

Poděkování

Metodika vznikla za finanční podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum, projektu QI91C001 „Optimalizace podmínek intenzivního chovu lososovitých ryb v podmínkách České republiky s využitím dánské technologie se zaměřením na kvalitu produkovaných ryb“ a s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Seznam použité literatury:

- Aarstrup, H., (ed.) 2010a: A goodbye to fixed protein levels in fish feed. *BioMar Magazine*, October 2010: 13-15
- Autin, M., Holm, J., 2011: YTELSE – A new generation of grower feeds from Biomar. *BioMar Magazine*, March 2011: 2 – 5
- Blancheton, J.P., Piedrahita, R., Eding, E.H., Roque d'Orbcastel, E., Lemarie, G., Bergheim, A., Fivelstad, S., 2007. Intensification of landbased aquaculture production in single pass and reuse systems. In: *Aquaculture Engineering and Environment*, (Chapter 2).
- Bregnballe, J., 2010: A guide to recirculation aquaculture. Copenhagen
- Buřič, M., Kouřil, J., 2011: Technologie chovu ryb v recirkulačním systému dánského typu v podmínkách ČR. *Edice Metodik (technologická řada)*, FROV JU, Vodňany, č. 115, 44 s
- 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.
- Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M., Gadd, D., 2002: The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, **61**, 493-531
- Halačka, K., Vítek, T., Mareš, J., 2012: Morfologicko-fyziologické rozdíly sivena amerického *Salvelinus fontinalis* a jeho hybrida *Salvelinus alpinus* x *Salvelinus fontinalis* chovaných v recirkulačních systémech. In Soukalová, K. (ed.) - XIII. Česká ichtyologická konference - sborník abstraktů. 1. vyd. Brno: Tribun EU S.R.O., 2012, s. 12. ISBN 978-80-263-0307-7
- Jokumsen, A., Svendsen, L. M., 2010: Farming of freshwater rainbow trout in Denmark. DTU Aqua Report no. 219-2010, 47 s.
- Kouřil, J., 2010: Ověření technologie dánského recirkulačního systému pro intenzivní chov pstruha duhového. *Technická zpráva pilotního projektu OP Rybářství*, 46 s.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008a: Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. č. 85. Vodňany.
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Ryndák, T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008b: Chov lososovitých ryb, lipana a síhů, JU v Českých Budějovicích, 1. Vydání, Vodňany, 141 s.
- Lang, Š., Kopp, R., Brabec, T., Vítek, T., Mareš, J. 2011: *Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb: I. Stabilizace kyselinové neutralizační kapacity a snížení toxicity dusitanů v recirkulačním systému dánského typu*. Ověřená technologie, Mendelova univerzita v Brně, 25 s.
- Lareau, S., Champagne, R., Gilbert, E., Vandenberg, G., 2004: Rapport sur les missions d'évaluation de la technologie danoise pour l'élevage en eau douce des salmonides.
- North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J., Bromage, N.R., 2006: The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 255, 466–479
- NRC (National Research Council) 2011: Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academic Press, Washington DC, USA. 376 s.
- Pokorný, J., Adámek, Z., Šrámek, V., Dvořák, J., 2003: Pstruhařství. 3. přepracované vydání, Informatorium, Praha, 281 s.
- Procarione, L.S., Barry, T.P., Malison, J.A., 1999: Effects of high rearing densities and loading rates on the growth and stress response of juvenile rainbow trout. *N. Am. J. Aquac.* 61, 91–96

Vítek, T., Kopp, R., Lang, Š., Brabec, T., Mareš, J., 2011: *Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízeních pro intenzivní chov ryb dánského typu*. Uplatněná certifikovaná metodika, Č. R01/15VD46246/2011-16230/Nmet — Certifikovaná metodika ze dne 20.12.2011, Mendelova univerzita v Brně, 20 s.

Wagner, E.J., Intelmann, S.S., Routledge, D., 1996: The effects of fry rearing density on hatchery performance, fin condition, and agonistic behaviour of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fry. *J. World Aquac. Soc.* 27, 264–274

<http://www.biomar.com/>

<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/operacni-program-rybarstvi-na-obdobi/opatreni-osy-iii/>

Seznam předcházejících publikací:

HALAČKA, K., VÍTEK, T., MAREŠ, J., 2012: Morfologicko-fyziologické rozdíly sivena amerického *Salvelinus fontinalis* a jeho hybrida *Salvelinus alpinus* x *Salvelinus fontinalis* chovaných v recirkulačních systémech. In Soukalová, K. (ed.) - XIII. Česká ichtyologická konference - sborník abstraktů. 1. vyd. Brno: Tribun EU S.R.O., 2012, s. 12.

KOPP, R., ZIKOVÁ, A., BRABEC, T., LANG, Š., VÍTEK, T., MAREŠ, J., 2009: Dusitany v recirkulačním systému rybí farmy Pravíkov. In KOPP, R. "60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně". 1. vyd. Brno: MZLU Brno, 2009, s. 105-110. ISBN 978-80-7375-358-0.

KOUŘIL, J., MAREŠ, J., POKORNÝ, J., ADÁMEK, Z., KOLÁŘOVÁ, J., PALÍKOVÁ, M., 2008: Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. 1. vyd. Vodňany: JU v Českých Budějovicích, s. 63-97. ISBN 978-80-85887-80-8.

LANG, Š., KOPP, R., ZIKOVÁ, A., VÍTEK, T., MAREŠ, J., 2011: Diurnální změny vybraných hydrochemických parametrů na recirkulačním systému dánského typu při různých teplotách vody. *Bulletin Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického Vodňany*. 2010. sv. 46, č. 4, s. 23-32. ISSN 0007-389X.

LANG, Š., VÍTEK, T., KOPP, R., ZIKOVÁ, A., BRABEC, T., PFAU, R., MAREŠ, J., 2010: The Danish model trout farm Pravíkov (ČR); A first year and a plans for future. [online]. 2010. URL: <http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/stepan.pdf>.

LANG, Š., KOPP, R., BRABEC, T., VÍTEK, T., MAREŠ, J. 2011. *Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb: I. Stabilizace kyselinové neutralizační kapacity a snížení toxicity dusitanů v recirkulačním systému dánského typu*. OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE, Mendelova univerzita v Brně, 25 s.

LANG, Š., KOPP, R., MAREŠ, J., 2012 Dynamika spotřeby kyslíku ponořené části biofiltru recirkulačního systému dánského typu. In Soukalová, K. (ed.) - XIII. Česká ichtyologická konference - sborník abstraktů. 1. vyd. Brno: Tribun EU S.R.O., 2012, s. 54.

MAREŠ, J., KOPP, R., BRABEC, T., 2011: Nové metody v chovu ryb. In *Intenzivní metody chovu ryb a ochrany kvality vod*. 1. vyd. Třeboň: Rybářství Třeboň Hld.a.s., 2011, s. 5-13

NUSL, P., PFAU, R., 2010: Intenzivní chov pstruha duhového v recirkulačním systému. In Intenzita chovu ryb a ekologické aspekty v rybářství. Vodňany: Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, 2010, s. 35-38. ISBN 978-80-87096-10-9.

OŠANEC, M., 2012: Vliv podmínek chovu na produkci lososovitých ryb v recirkulačním systému. Bakalářská práce. MENDELU, Brno, 55 s.

<http://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?id=36333;zalozka=7;studium=45980>

TEPLÝ, M., 2012: Optimalizace podmínek prostředí v recirkulačním systému pro chov lososovitých ryb. Bakalářská práce. Mendelu, Brno, 39 s.

<http://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?id=33830;zalozka=7;studium=42998>

VÍTEK, T., MAREŠ, J. 2009: Flow velocity conditions in the trout farm based on recirculation system of danish technology. IN KOPP, R. "60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně". 1. Vyd. Brno: MZLU Brno, s. 179-180. ISBN 978-80-7375-358-0

VÍTEK, T., KOPP, R., LANG, Š., BRABEC, T., MAREŠ, J., 2011: *Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízeních pro intenzivní chov ryb dánského typu*. Uplatněná certifikovaná metodika, Č. R01/15VD46246/2011-16230/Nmet — CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 20.12.2011, Mendelova univerzita v Brně, 20 s.

Autoři fotografií:

Doc. Dr. Ing. Jan Mareš (č. 1,4,5,6)

Doc. MVDr. Miroslava Palíková, Ph.D. (č. 2)

Ing. Jan Grmela (č. 3)

Ing. Karel Halačka (č. 3)

Optimalizace obsádky a krmení ryb v recirkulačním systému dánského typu

Mareš Jan, Kopp Radovan, Lang Štěpán, Brabec Tomáš.

Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno.

Tisk: Ediční středisko Mendelovy univerzity v Brně

Vydání: první, 2012

Náklad: 100 ks

ISBN 978-80-7375-699-4