

# **Mendelova univerzita v Brně**

**Ověřená technologie**

**TECHNOLOGIE R08/2013**

**Technologie chovu lososovitých ryb v recirkulačním systému  
dánského typu.**

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

**Brno**

**2014**

Ověřená technologie je realizačním výstupem výzkumného projektu MZe ČR NAZV QI91C001 Optimalizace podmínek intenzivního chovu lososovitých ryb v podmínkách České republiky s využitím dánské technologie se zaměřením na kvalitu produkovaných ryb.

**Adresa autorského kolektivu:**

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

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

[www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)

Roman Pfau

BioFish s.r.o., Horní Paseka 40, 584 01 Ledec nad Sázavou

**Mendelova univerzita v Brně**

ISBN 978-80-7375-955-1

## Obsah:

1. Úvod	4
2. Recirkulační systém v Pravíkově	5
3. Metodika realizace a hodnocení chovu lososovitých ryb	6
4. Výsledky technologie chovu lososovitých ryb	8
5. Péče o biofiltr	12
6. Zdravotní aspekty chovu	15
7. Rutinní činnost na recirkulačním systému	17
8. Uplatnění technologie	23
9. Seznam předcházejících publikací	24

**Cíl:** Cílem technologie je vysvětlit principy a zavést pro běžné rybářské praxe ověřenou technologii chovu lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu. Vytvořit spolu s předcházejícími výstupy dostatečnou informační základnu pro rozvoj chovu lososovitých ryb v ČR, zejména s využitím prvků recirkulačních systémů a prvků dánské technologie. Ověřená technologie navazuje na certifikované metodiky Vítek a kol. (2011) a Mareš a kol. (2013) a ověřenou technologii Lang a kol. (2011).

**Popis:** Technologie přehledně popisuje odborné rybářské veřejnosti ověřený postup pro praktický chov lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu. Součástí ověření technologie bylo i zpracování tzv. denního provozu na recirkulačním zařízení.

**Oblast výzkumu:** testování a ověření proběhlo na recirkulačním rybochovném objektu firmy BioFish s.r.o. Pravíkov u Kamenice nad Lipou.

## 1. Úvod

Celosvětová produkce ryb v akvakulturních systémech tvoří v současnosti přibližně třetinu zdrojů ryb. Vedle různých technologií využívajících rybníční podmínky se zvyšuje podíl ryb produkovaných v intenzivních chovech a technických akvakulturách. Mezi takové patří recirkulační systémy, využívané již několik desítek let. Nezávislost na celoročním zdroji kvalitní vody, optimalizace podmínek, minimalizace dopadu intenzivního chovu na životní prostředí, snížení rizika přenosu nemocí a ztrát způsobených predátory, to jsou jejich výhody. Investiční náročnost a požadavky kladené na úroveň personálu, spolu s často vysokou energetickou náročností, jsou naopak nevýhodou. To jsou nejčastěji uváděné informace.

Jedním z typů recirkulačních systémů je RAS pro chov lososovitých ryb vyvinutý v Dánsku. Jeho vývoj vycházel z legislativního omezení množství využívané vody a postihujícího vypouštění vody odpadní a z potřeby kvalitní vody pro chov ryb. V současnosti jsou dánské farmy omezeny množstvím krmiva, které mohou ročně využít, a to podle množství odpadní vody vypouštěné do recipientu. Principem těchto horizontálních recirkulačních systémů jsou airlifty, prostřednictvím nichž je vháněno do vody velké množství vzduchu, zajišťující pohyb vody a výměnu plynů, pohyb elementů v plovoucí části biofitru. Dmychadly hnaný vzduch je potrubím rozváděn do několika typů airliftů rozmístěných v systému. Základem pohybu vody je hluboký airlift, umístěný v hloubce 2,5 metru, zajišťující pohyb vody v systému, tedy od biofiltru do chovných nádrží a zpět do filtru. Pohyb vody v chovných žlabech zajišťuje nízkotlaký airlift, umístěný ve žlabu naproti přítoku. Ten způsobuje cirkulaci vody odpovídající výměně vody ve žlabu 5 - 10 krát za hodinu. Další perforované potrubí přivádí vzduch do plovoucího biofitru. Za ponořeným biofitrem umístěný rošt zajišťuje odplynění vody po průchodu filtrací. Vzduch vháněný do potrubí s většími otvory v ponořené části biofiltru zajišťuje podle potřeby jeho čištění.

Obecně patří tento systém do tzv. horizontálních recirkulačních systémů, charakterizovaných nízkým výškovým rozdílem hladiny v jednotlivých sekcích systému. Je založen na minimální potřebě přitékající čerstvé vody. Tu je nutno do systému dodávat pouze pro vyrovnání ztrát odparem a čištěním systému. Předpokladem fungujícího systému je dostatečný objem a kapacita biofitru, vhodná péče o biofitr a odkalování jednotlivých žlabů. Obecně platí, že pokud správně funguje biofitr, nejsou v těchto systémech problémy s produkcí a zdravotním stavem ryb.

V současnosti jsou v České republice v provozu dva recirkulační systémy dánského typu, a to Pstruhařství Mlýny firmy Josef Bláhovec ve Vacově (Vacov-Žár, u obce Stachy) a systém v Pravíkově (nedaleko Kamenice nad Lipou) firmy BioFish s.r.o. Další systém je vybudován ve Žďáru nad Sázavou (Kinský Žďár a.s.). Nízkotlaké difuzéry v chovných nádržích využívá celá řada dalších farem.

## 2. Recirkulační systém v Pravíkově

Chovné zařízení v Pravíkově, patřící firmě BioFish s.r.o., je lokalizováno nedaleko Pelhřimova na Českomoravské vrchovině v nadmořské výšce 600 m n. m. Vlastní objekt recirkulačního systému je téměř identický se systémem vybudovaným v Žáru. Určen je pro produkci lososovitých ryb do tržní (tabulové) velikosti (pstruh duhový, siven americký). Schéma systému je uvedeno na obr.1.

Objekt je vybudován na základě projektu s využitím prvků dánské technologie a s použitím 3 nízkotlakých difuzérů, zajišťujících pohyb vody v systému, dotaci vody kyslíkem a pohyb plovoucí náplně v biologickém filtru. Doplnkově je jejich výkon využit pro odkalování ponořené části biofiltru a výlov ryb z chovných žlabů. Celý systém má objem přibližně 1.000 m<sup>3</sup> a funguje na principu opakovaného využití vody s kontinuálním přítokem do systému (částečná recirkulace). V závislosti na množství připouštěné vody je možná výměna vody až 1x za 36 h. Chovná část je tvořena 12 paralelně řazenými žlaby o délce 11 m a šířce 2 m. Výška vodního sloupce je 1,6 m. Každý žlab má objem přibližně 35 m<sup>3</sup>. Každý žlab je vybaven vlastním difuzérem a dvojicí sedimentačních kuželů. Ty jsou oddělené od chovaných ryb mříží. Každý difuzér je vybaven regulačním ventilem, umožňujícím upravit množství přiváděného vzduchu. Žlaby jsou vybaveny otvorem pro slosování. Zahrazením odtokového okna a otevřením uvedeného otvoru je možné celou obsádku žlabu vypustit přímo na třídičku nebo do přepravní bedny. Další část, přibližně jednu polovinu objemu RAS, tvoří biofiltr. Ten je tvořen sekcí s plovoucí náplní, na kterou navazuje část s náplní ponořenou (8 komor). Čerpání vody z filtru a její rozvod do jednotlivých chovných žlabů je zajištěn hlubokým airliftem, umístěným v hloubce 2,5 m. Umístění v této hloubce je však na hranici způsobující přesycení vody dusíkem (N<sub>2</sub>).

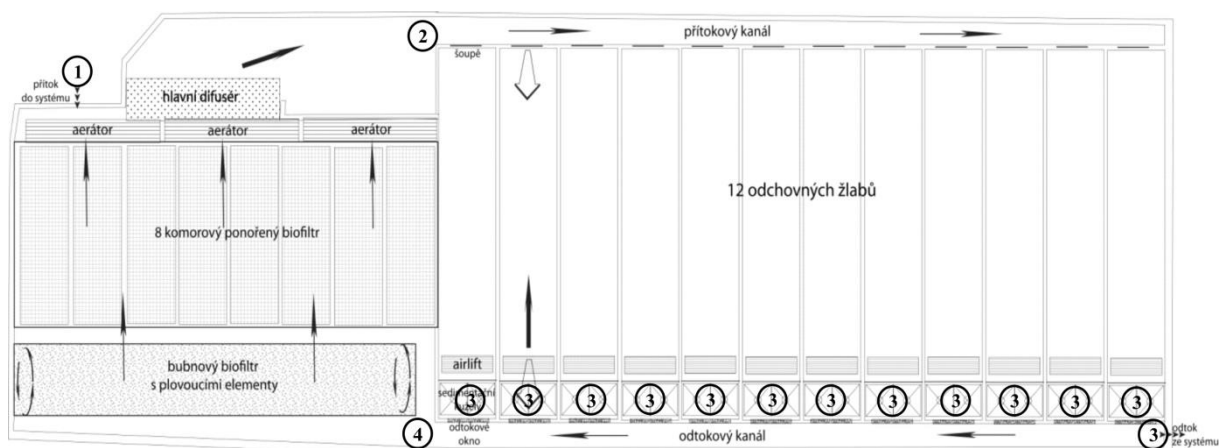
Výměna vody v jednotlivých chovných nádržích je regulována velikostí nápuštného otvoru. Proud vody v těchto nádržích je tvořen jednak proudem přitékající vody a dále výkonem roštu z perforovaného potrubí (nízkotlakého airliftu) umístěného na opačné straně žlabu (tedy proti přítoku), do kterého je přiváděn vzduch z jednoho z dmychadel. Přívod vzduchu je regulován a vytváří protiproud. Umístění roštu s přívodem vzduchu 80 cm pod hladinou nádrže způsobuje efekt vzduchové pumpy (airlift), kdy proud vody je směřován pomocí pevné desky umístěné za roštem. Proud vody protékající žlabem těsně nade dnem odplavuje sedimenty, které se usazují v sedimentačních kuželech na konci chovných nádrží za vzduchovacím roštem.

Zdrojem vody pro uvedený chovný systém je alternativně podzemní voda z vrtu nebo potok přitékající ze zalesněného okolí. Zdroje vody mají diferencovanou hydrochemickou charakteristiku. Nejvýznamnější rozdíl je v jejich vydatnosti, teplotě a tvrdosti.

Systém byl vybudován a uveden do provozu v polovině roku 2009. Po optimalizaci jednotlivých kroků technologického cyklu a zaběhnutí systému se produkce tržních ryb v celém chovném systému očekává na úrovni 30 - 50 tun ročně. Maximální produkce by podle projektu mohla dosáhnout při optimálních podmínkách až 100-120 tun tržních ryb ročně.

Technické řešení rybochovného objektu firmy BioFish s.r.o. nedaleko Kamenice nad Lipou je detailně popsáno v Metodice Vítek a kol. (2011) „Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízení pro intenzivní chov ryb dánského typu“.

Obrázek č. 1: Schéma recirkulačního zařízení v Pravíkově s vyznačením odběrových míst. 1- přítok, 2- přítok na žlaby, 3- systém, 4- odtok na biofiltr (Vítek a kol. 2011)



### 3. Metodika realizace a hodnocení chovu lososovitých ryb

V letech - 2009 - 2012 byla provedena řada testování různých faktorů pro optimalizaci produkce lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu. Na základě dosažených výsledků byla zpracována a ověřena v průběhu roku 2013 technologie chovu lososovitých ryb v uvedeném systému. V návaznosti na předchozí výsledky a poznatky byla stanovena vhodná obsádka do chovných žlabů, nastaven průtok vody žlaby a vybrána krmiva vhodná pro tento systém chovu. Souběžně byl hodnocen pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) siven americký (*Salvelinus fontinalis*) a kříženec sivena amerického a sivena arktického (alpského) (*S. fontinalis* x *S. alpinus*). Vedle produkčních parametrů byla hodnocena nutriční hodnota produkovaných ryb a hodnocen jejich zdravotní stav. Průběžně byla sledována kvalita vody a v případě potřeby realizována vhodná veterinární opatření.

V měsíci dubnu roku 2013 bylo do sedmi chovných žlabů recirkulačního systému nasazeno po vytřídění 15 tis. násadových ryb do každého z nich. Jednalo se o uvedené tři skupiny lososovitých ryb. Ke krmení byly využity tři druhy krmných směsí zahraničních producentů odpovídajícího nutričního složení a kvality. Pro recirkulační systémy jsou vyžadována krmiva s vysokou stravitelností použitých komponentů, bez prachových částic, s minimální produkcí výkalů a množství nesedimentujících látek. Tyto vlastnosti odpovídají požadavkům recirkulačních systémů, zatížení a zanášení biofiltrů. Průtok vody žlaby byl seřízen na stabilních 15 l.s<sup>-1</sup> a výkon difuzéru ve žlabu na přibližně 50% výkon.

Kusová hmotnost nasazovaných ryb odpovídala požadavkům na velikost násadových ryb pro nasazení produkčních žlabů (charakteristika v tab. 1). V průběhu

odchovu byla v pravidelných intervalech (čtrnáctidenních) sledována kusová hmotnost ryb pro stanovení výše krmné dávky. Denně pak byly monitorovány vybrané hydrochemické parametry, které rovněž ovlivňují intenzitu krmení, tj. teplota vody a obsah rozpuštěného kyslíku. Denně byly zaznamenávány i případné ztráty ryb. Výše uvedené hodnoty jsou základem pro upřesnění výše krmné dávky. Zvolená velikost použitého krmiva vychází z velikosti ryb. Aktuální výše krmné dávky vycházela z doporučení výrobce pro jednotlivá krmiva a teplotu vody. Ke korekci docházelo s ohledem na intenzitu příjmu předkládaného krmiva. Krmivo bylo aplikováno ručně ve dvou dávkách. V průběhu odchovu byly odebrány vzorky na stanovení nutriční hodnoty produkovaných ryb. K vyhodnocení došlo na konci srpna, kdy již část ryb dosáhla tržní hmotnosti, a začalo třídění tržních ryb z jednotlivých žlabů.

K vyhodnocení byly využity produkční parametry, tj. úroveň přežití, krmný koeficient (množství krmiva potřebného k přírůstku 1 kg hmotnosti ryb), rychlost růstu (specifická rychlost růstu vyjadřující procentický přírůstek ryb za jeden den) a produkce ryb jednotky objemu. Dále byl hodnocen jejich exteriér a kondice. Standardní hodnocení jednotlivých parametrů dle Mareš a Jirásek (1999). Produkční ukazatele byly doplněny hodnocením nutričních a sensorických parametrů produkovaných ryb. Byla hodnocena výtěžnost (jako podíl hmotnosti ryb bez vnitřností k hmotnosti ryb), dále chemické složení svaloviny (obsah vody, proteinů a tuku). Obsah vody jako rozdíl hmotnosti svaloviny v čerstvém stavu a po 24 h vysoušení při 105°C (do konstantní hmotnosti). Obsah proteinů byl stanoven s pomocí metody dle Kjehldala, kdy je stanoven obsah dusíku v tkáni a následně tato hodnota vynásobena konstantou 6,25, která vyjadřuje podíl dusíku v bílkovinách. Podíl tuku byl zjištěn Soxhletovou metodou, po 10 h extrakci tuku ze svaloviny diethyleterem. Sensorické parametry byly hodnoceny v sensorické laboratoři (ISO 8589). Jednotlivé vzorky ryb hodnotilo 8 hodnotitelů, vlastních platné osvědčení, a to po jejich tepelné úpravě ve vlastní šťávě bez přísad jakýchkoli látek. Takové analýzy by měly být součástí všech technologií pro stanovení konzumní hodnoty produkovaných ryb.

Tab. 1: Charakteristika nasazených ryb

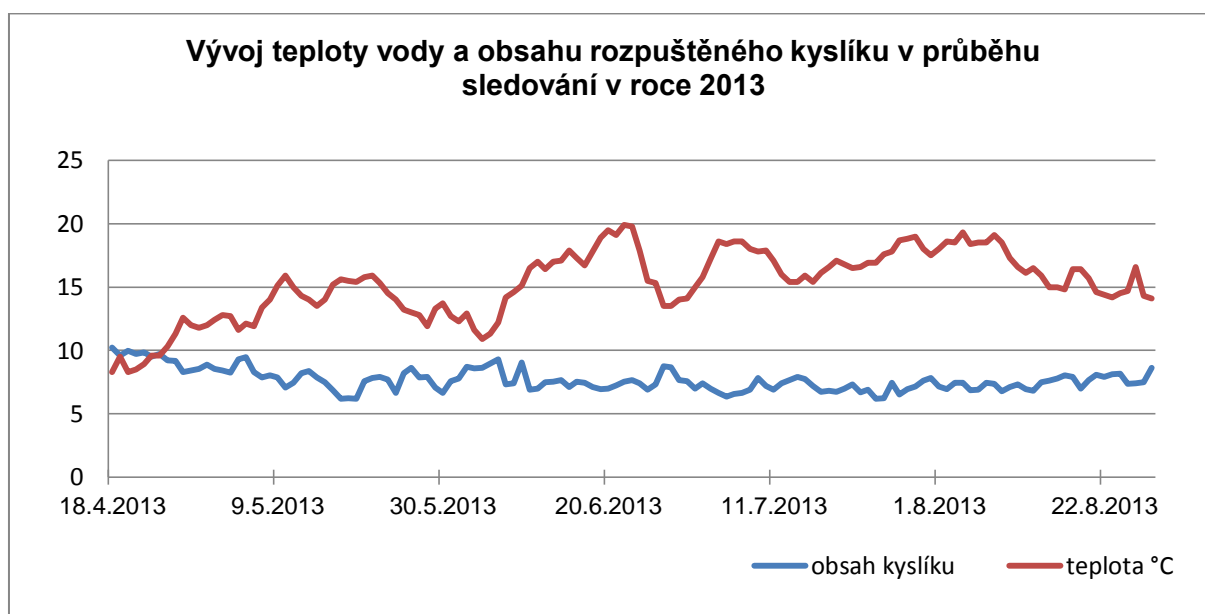
<b>Původ</b>	<b>TL (mm)</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>K<sub>F</sub></b>	<b>I<sub>v</sub></b>	<b>I<sub>š</sub> (%)</b>
<b>Si</b>	186,96±10,90	71,58±12,74	1,6 ± 0,1	4,5 ± 0,4	10,7±0,5
<b>Pd</b>	108,38±17,45	90,18±22,45	1,6 ± 0,1	4,6±0,4	11,2±0,6
<b>Si x Sa</b>	168,28±17,94	45,65±15,67	1,4 ± 0,1	5,0±0,6	10,2±0,3

V průběhu roku bylo prováděno při kontrole hmotnosti ryb i hodnocení jejich zdravotního stavu.

#### 4. Výsledky technologie chovu lososovitých ryb

Produkční výsledky z chovu lososovitých ryb v roce 2013 jsou podle jednotlivých druhů ryb a použitých krmiv sumarizovány v následujících tabulkách. V průběhu první poloviny testu došlo díky výskytu bakteriálního onemocnění (furunkulóza) k významným úhynům (na úrovni 13-25 % obsádky). Z tohoto důvodu není vhodné striktně posuzovat absolutní hodnoty dosažených produkčních parametrů, ale spíše jednotlivé skupiny mezi sebou. Nižší úhyny byly zjištěny u kříženců obou druhů sivenů a pstruha duhového, ve srovnání se sivenem americkým. Příznivější hodnoty produkčních parametrů byly zjištěny u sivena a jeho kříženců. Při porovnání krmiv byly nejlepší hodnoty dosaženy u krmiva Biomar s vyšším obsahem proteinů, tedy Biomar 929 ORBIT.

Obr. 2: Údaje o teplotě vody a obsahu rozpuštěného kyslíku v průběhu ověřování technologie (teplota je uváděna ve °C, obsah kyslíku je uváděn v mg.l<sup>-1</sup>)



Tab. 2: Charakteristika ryb na konci sledovaného období.

Původ	krmivo	TL (mm)	Hmotnost (g)	K <sub>F</sub>	I <sub>v</sub>	I <sub>š</sub> (%)
Si	Aller Gold	233,37±25,13	151,83±65,65	1,47±0,23	4,77±0,66	13,03±1,27
	Biomar 920	248,17±18,87	194,23±50,02	1,64±0,15	4,68±0,35	12,82±0,75
	Biomar 929	262,93±15,89	247,93±43,23	1,77±0,14	4,40±0,25	13,42±0,57
Pd	Biomar 920	243,27±20,13	162,57±38,60	1,56±0,44	4,56±0,33	12,33±1,00
	Aller Gold	239,37±23,81	158,57±51,96	1,54±0,21	4,14±0,31	13,36±1,23
Si x Sa	Biomar 920	236,70±15,26	140,70±31,63	1,50±0,40	4,58±0,30	12,63±0,91
	Biomar 929	225,73±22,11	121,53±37,73	1,45±0,12	4,61±0,31	12,82±0,89



Na základě provedených testů s využitím vybraných krmiv vhodných do recirkulačních systémů byl zhodnocen vliv složení krmiva na nutriční hodnotu a senzorké parametry ryb produkovaných v recirkulačním systému dánského typu. V rámci provedených testů byly sledovány i mezidruhové rozdíly.

Tab. 3: Produkční parametry na konci sledovaného období (s ohledem na výši ztrát vyhodnoceny i teoretické hodnoty dosažené beze ztrát)

Původ	krmivo	Úhyn (%)	FCR	SGR (%.d <sup>-1</sup> )	Produkce (kg.m <sup>-3</sup> )	FCR/SGR
Si	Aller Gold	23,73	2,86	0,574	36,44	4,98
	Biomar 920	25,03	1,56	0,762	32,42	2,05
	Biomar 929	12,75	1,00	0,948	64,10	1,05
Pd	Biomar 920	18,87	3,10	0,449	19,15	6,90
	Aller Gold	12,66	3,54	0,430	24,18	8,23
Si x Sa	Biomar 920	18,93	1,64	0,759	27,66	2,16
	Biomar 929	15,70	1,18	0,747	27,46	1,58

Původ	krmivo	Úhyn (%)	FCR bez úhynů	SGR (%.d <sup>-1</sup> )	Produkce bez úhynu (kg.m <sup>-3</sup> )	FCR/SGR bez úhynu
Si	Aller Gold	23,73	1,01	0,574	47,77	1,76
	Biomar 920	25,03	0,84	0,762	43,25	1,10
	Biomar 929	12,75	0,68	0,948	73,47	0,72
Pd	Biomar 920	18,87	2,32	0,449	23,60	5,16
	Aller Gold	12,66	1,15	0,430	27,68	2,67
Si x Sa	Biomar 920	18,93	1,43	0,759	34,13	1,88
	Biomar 929	15,70	1,07	0,747	32,57	1,43

Při porovnání vlivu jednotlivých krmných směsí využívaných v recirkulačním systému dánského typu, nebyl zjištěn vliv použitého krmiva na chemické složení svaloviny produkovaných ryb. Zároveň u shodného krmiva nebyl zjištěn vliv druhu chované ryby, s výjimkou obsahu tuku. Spektrum mastných kyselin svaloviny ryb u jednotlivých variant krmiva je ovlivněno zastoupením mastných kyselin v použitém krmivu. Výsledky získané v roce 2013 budou dále zpracovány a prezentovány v průběhu roku 2014.

Tab. 4: Výsledky analýz udávající hodnoty v procentech čerstvé hmoty svaloviny.

Vzorek	Krmivo	Obsah sušiny	Obsah proteinu	Obsah tuku
Si	Aller Gold	25,00±0,30	19,82±0,18	4,43±0,20
	Biomar 920	24,79±0,67	19,34±0,56	3,84±0,89
	Biomar Orbit	24,60±0,12	19,67±0,08	3,92±0,18
Pd	Aller Gold	22,72±0,41	19,27±0,03	2,19±0,56
	Biomar 920	22,39±0,51	19,36±0,24	1,61±0,29
Si x Sa	Biomar 920	25,33±0,18	19,46±0,19	4,29±0,33
	Biomar Orbit	24,50±0,50	18,93±0,38	4,44±0,66
Krmivo	Aller Gold	94,26	40,70	26,90
	Biomar 920	95,60	40,55	27,24
	Biomar Orbit	95,46	40,70	26,90

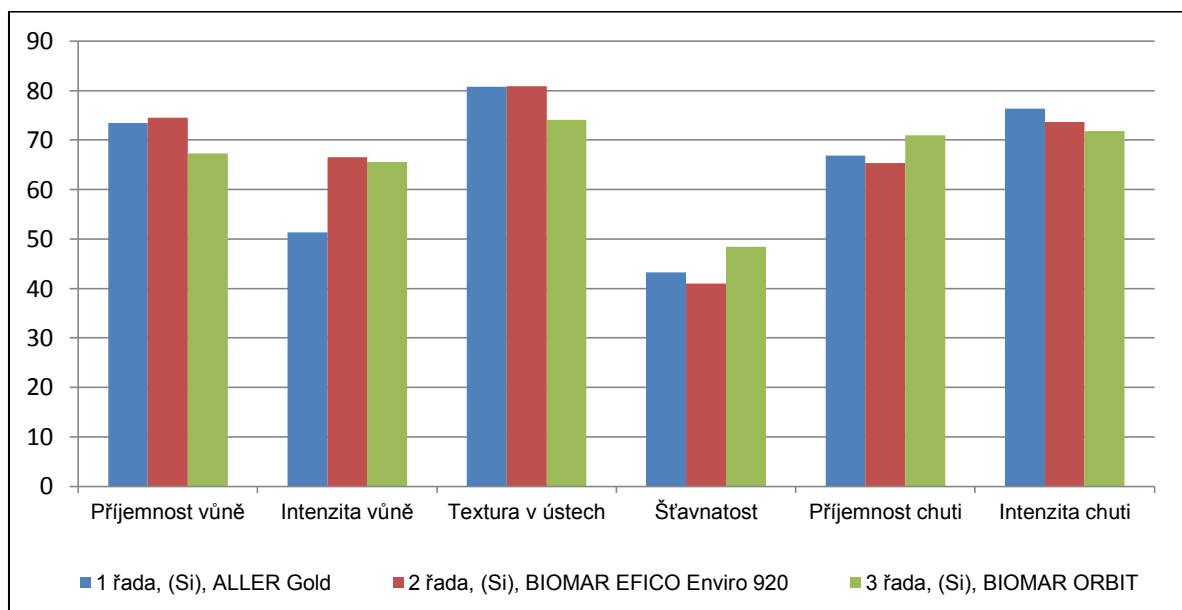
U sensorických parametrů byly nejdříve hodnoceny vzorky sivena amerického. Vzorky ryb byly krmeny třemi druhy krmiva, a to: (1) ALLER Gold, (2) BIOMAR EFICO Enviro 920 a (3) BIOMAR Orbit. Výsledky ukázaly, že existuje statisticky vysoce průkazný rozdíl mezi pokusnou řadou č. 1 (ALLER Gold) a č. 3 (BIOMAR Orbit). Mezi pokusnou řadou č. 2 (BIOMAR EFICO Enviro 920) a č. 3 (BIOMAR Orbit) byl zaznamenán statisticky vysoce průkazný rozdíl u čtyř deskriptorů ze šesti, a to: u příjemnosti vůně, textury v ústech, šťavnatosti a intenzity chuti. Mezi pokusnou řadou č. 1 (ALLER Gold) a č. 2 (BIOMAR EFICO Enviro 920) byl zaznamenán statisticky vysoce průkazný rozdíl pouze v jednom případě, a to u deskriptoru intenzita vůně, v ostatních případech rozdíl nebyl průkazný.

Lze konstatovat, že krmivo ALLER Gold mělo negativní vliv na intenzitu vůně svaloviny sivena amerického, v porovnání s ostatními krmivy. Krmivo BIOMAR EFICO Enviro 920 negativně ovlivnilo šťavnatost v porovnání s ostatními krmivy. Z výsledků vyplývá, že krmivo BIOMAR Orbit mělo negativní vliv na příjemnost vůně, texturu v ústech a naopak pozitivní vliv na šťavnatost a intenzitu chuti svaloviny sivena amerického. Můžeme říci, že lepší vliv na sensorickou jakost hodnocených vzorků ryb měly krmiva z pokusné řady č. 1 (ALLER Gold) a č. 2 (BIOMAR EFICO Enviro 920), lze je tedy doporučit pro výživu sivena amerického.

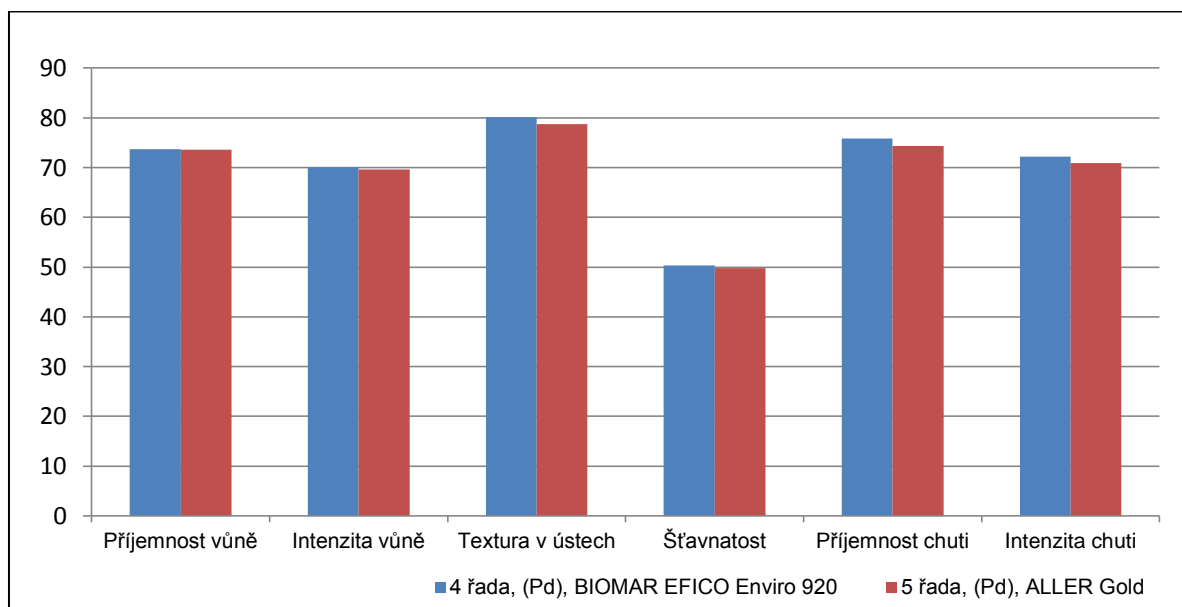
V druhé části pokusu byly hodnoceny vzorky pstruha duhového. Pro výživu ryb zvoleny pouze dvě krmiva, a to: (4) BIOMAR EFICO Enviro 920 a (5) ALLER Gold. Významnost krmiva pomocí F-testu zde nebyla prokázána, tudíž lze konstatovat, že mezi pokusnými řadami č. 4 a č. 5 neexistoval statisticky průkazný rozdíl. Můžeme tedy říci, že druh krmiva neměl vliv na sensorickou jakost svaloviny hodnocených vzorků pstruha duhového.

U sensorických parametrů byly tedy zjištěny rozdíly na statisticky významné úrovni mezi jednotlivými krmivy u sivena amerického. V případě pstruha duhového zjištěn vliv krmiva nebyl.

Obr. 3: Grafické znázornění hodnot sensorických parametrů u sivena amerického.



Obr. 4: Grafické znázornění hodnot sensorických parametrů u pstruha duhového.



Z uvedených výsledků je zřejmý vliv použitých krmiv a druh či původ produkovaných ryb na jejich nutriční hodnotu. Ovlivňuje některé nutriční parametry (obsah tuku) a sensorické parametry. Složení spektra mastných kyselin je ovlivněno jejich spektrem v krmné směsi. Optimalizace spektra mastných kyselin svaloviny produkovaných lososovitých ryb není v současnosti při jejich tržní realizaci

zohledněno. Jako významný faktor je však stále více vnímána standardní kvalita. Tedy nabídka kvalitativně stejných ryb v průběhu roku. Pro její podporu je zapotřebí zohledňovat při tržní realizaci původ ryb a zdůraznit jeho význam.

## 5. Péče o biofiltry

Biofiltry jsou nedílnou součástí recirkulačního systému v chovu ryb. Zajišťují odbourávání zplodin metabolismu ryb a zatížení způsobené výkaly a zbytky krmiv. Jedná se zejména o amoniak vylučovaný do vody přes žaberní aparát ryb a rozkladem organických zbytků. Na účinnosti biofiltrů závisí kvalita vody a její vhodnost pro opakované použití v chovných nádržích.

Problém koncentrace amoniakových iontů je ve většině recirkulačních systémů řešen jejich přeměnou na dusičnany. Toho je docíleno využitím bakterií, které pomocí procesu nitrifikace přeměňují amoniakové ionty nejprve na dusitany ( $\text{NO}_2^-$  - nitritace) a poté dusitany na dusičnany ( $\text{NO}_3^-$  - nitratace). Dusitany jsou pro ryby vysoce toxické (reakcí s hemoglobinem vytvářejí methemoglobin, který nepřenáší kyslík ani  $\text{CO}_2$ ). Do krve se dostávají přes tzv. chloridové buňky žaber. Letální koncentrace dusitanů se u ryb pohybuje v rozmezí desetin miligramů až desítek miligramů v litru vody (0,3 – 300  $\text{mg.l}^{-1}$ , Svobodová a kol. 2008) a je ovlivněna řadou faktorů. Toxicita dusitanů je přímo závislá na koncentraci chloridů ve vodě. Chloridy jsou při aktivním transportu žaberním epitelem antagonistou dusitanům (chloridové buňky jsou „obsazeny“ chloridy a tím je ztíženo vstřebávání dusitanů), proto je toxicita dusitanů přímo závislá na hodnotě chloridového čísla neboli poměru obsahu chloridů k dusitanovému dusíku ( $\text{Cl}^-/\text{N-NO}_2^-$ ). Hodnota chloridového čísla by neměla klesat pod 17, lépe 24. V případě zvyšující se koncentrace dusitanů ve vodě je vhodné zvýšit koncentraci chloridů alespoň na 100  $\text{mg.l}^{-1}$ . Pro zvýšení se používá kuchyňská sůl. Přídavkem 100 g soli na  $\text{m}^3$  vody dojde ke zvýšení obsahu chloridů přibližně o 60  $\text{mg.l}^{-1}$ . Dusičnany jsou pro většinu ryb relativně netoxické. Letální koncentrace dusičnanů se u ryb pohybuje v řádech stovek  $\text{mg.l}^{-1}$  (>250) a u bakterií ještě výše.

Pro správnou funkci biologického filtru je nezbytné, aby filtrační materiál měl co možná největší povrch při zachování dostatečného průtoku vody. Dále je nezbytné dostatečné zdržení vody ve filtru, aby bakterie byly z vody schopné přijmout amoniak a dusitany a přeměnit je na dusičnany. Toho je v dnešní době docilováno převážně použitím různě tvarovaných inertních plastových výlisků nebo odlitků, které výše zmíněné parametry splňují.

V současnosti je nabízena celá řada materiálů pro náplň biofiltrů. Důležitý je jejich povrch pro osídlení bakteriální mikroflórou. Jedny z nejčastěji používaných biofiltračních materiálů jsou Kaldnes (AnoxKaldnes - Norsko), RK Bioelements, (RK-Plast- Dánsko), Bioblok (Expo-Net – Dánsko), Matala (Matala WaterTech – Taiwan). Tyto materiály mají povrch od 100 – 200  $\text{m}^2.\text{m}^{-3}$  (Bio Blok), 150 – 460  $\text{m}^2.\text{m}^{-3}$  (Matala) do 750  $\text{m}^2.\text{m}^{-3}$  (Kaldnes a RK Bioelements). Existují i materiály keramické, s násobně větším poměrem k objemu, ale ty rychle zarůstají bakteriemi a následně fungují jen na povrchu a navíc se mezi jednotky těchto materiálů nevejde dostatek vody a tím omezují dobu zdržení vody ve filtru, resp. vyžadují jeho větší objem. Jejich vyšší

hmotnost také komplikuje čištění. Každý z biofiltračních materiálů je vhodný pro různé aplikace (typy biofiltrů) a má své výhody i nevýhody pro dané aplikace.

Po výběru vhodného filtračního materiálu pro daný systém chovu je nezbytné o biofiltr dobře pečovat. Pokud v recirkulaci správně funguje biofiltr a nedojde k zanesení původců nemoci násadovými rybami, není důvod k jakýmkoli zdravotním problémům chovaných ryb.

Správná funkce biologického filtru je ovlivňována mnoha různými faktory. Tak jako jsou ryby citlivé na fyzikálně chemické parametry prostředí, bakteriální film biologického filtru je k některým zásahům a změnám prostředí ještě citlivější. Optimální fyzikálně chemické podmínky pro správnou funkci biofiltru a jejich vlivy na biofiltr shrnuje tabulka 5.

Při použití antibiotik v recirkulačním systému je potřeba brát v úvahu, že účinná látka (antibiotikum) bude mít efekt i na mikroorganismy v biofiltru. Na antibiotika, změny a zásahy do prostředí jsou nejcitlivější bakterie druhé fáze nitrifikace, nitratace. To většinou má za následek jejich přednostní odumření nebo omezení jejich metabolismu. Odumření nebo omezení aktivity nitratačních bakterií vede ke hromadění toxických dusitanů v systému a následné otravě ryb dusitany. Tomu se dá předejít udržováním vyššího obsahu chloridů v systému (viz chloridové číslo).

Nárůst bakteriální biomasy a usazování jemných částic nesedimentovaných v sedimentačních kuželech, vyvolává nutnost čištění biofiltru. Způsob a frekvence čištění biofiltru je závislá na jeho konstrukci. Biofiltry s plovoucí náplní, která je neustále v pohybu, jsou relativně bezúdržbové. Filtrační média se neustále pohybují a přebytečný bakteriální nárůst je z nich průběžně odstraňován při jejich vzájemných nárazech. Případné čištění tohoto typu filtru je většinou řešeno zvýšením průtoku vzduchu filtrem a tím zvýšením četnosti a intenzity kontaktů filtračních médií mezi sebou navzájem. Nejen při procesu čištění, ale i při běžném provozu z filtru odchází s vodou jemný kal, který je nutno odstranit. Toho je docíleno buď prostou sedimentací, nebo zařazením další filtrační jednotky, která kal odfiltruje. To je případ většiny dánských technologií, kde za plovoucím jedno nebo vícekomorovým biofiltrem (komory plovoucích biofiltrů bývají řazeny sériově) následují filtrační jednotky s ponořenými elementy, kde jemné kaly sedimentují. Jednotky ponořeného biofiltru jsou řazeny paralelně, aby mohly být cyklicky čištěny při zachování průtoku a funkce biologické filtrace. Pro čištění biofiltru je nejvhodnější čtyřdenní interval a na každý den čištění připadají dvě jednotky (8 jednotek celkem). Čištění je prováděno intenzivním provzdušňováním za současného odsávání vody s nečistotami do odpadní jímky. Rozhýbání filtračních elementů není vždy dokonalé, proto je vhodné nepohybující se elementy (např. v rozích) rozhýbat buď mechanicky, nebo vzduchem z přídatného zdroje (většinou se jedná o trubku napojenou na hadici, aby byla mobilní a dosáhla do všech jednotek biofiltru). V daném čase se čistí vždy jedna jednotka. Přítok do čištěné jednotky je zahrazen a voda pro průplach filtračních médií je přisávána odtokem z filtru. Pro čištění jednotek ponořeného biofiltru je využíván vzduch, který běžně pohání plovoucí část biofiltru, proto plovoucí biofiltr během této doby funguje minimálně a je potřeba tuto dobu zbytečně neprotahovat. Čištění dvou

jednotek denně umožňuje provedení, dle potřeby, totální desinfekce jedné jednotky tak, aby druhá zůstala plně funkční. Biologické filtry jsou proto záměrně „předimenzovány,“ aby mohly ostatní jednotky biofiltru výkon jednotky desinfikované zastat, než dojde k jejímu opětovnému náběhu do plné funkce. Pro udržení hygieny v systému na přijatelné úrovni je nutno jednotky ponořeného biofiltru periodicky (dle potřeby) totálně vyčistit a desinfikovat. Desinfekce každé jednotky by měla proběhnout přibližně každý osmý cyklus. Desinfekce je většinou prováděna větším množstvím kyseliny peroctové (PerAqua, PerSteril, apod.) nebo peroxidu vodíku (>30%). Běžně se používá asi 10 l na jednu aplikaci. Kyselina se vlije do filtrační jednotky pomocí trubky odtokem při současném odsávání vody s nečistotami do odpadní jímky. Tento způsob aplikace minimalizuje riziko úniku kyseliny do systému a otrávení ryb. Jako silné oxidační činidlo kyselina peroctová rozloží veškerou jemnou organickou hmotu usazenou pod ložem s filtračními médii. Odstranění jemného sedimentu zabrání vytvoření anoxických podmínek v usazenině a následné denitrifikaci, která způsobuje přesycení vody molekulárním dusíkem (N<sub>2</sub>) a tím problémy se zdravotním stavem ryb. Kyselina je z jednotky vyplavena do odpadní jímky za cca 10 – 30 minut. Peroxid lze aplikovat stejným způsobem, nebo ho pouze rovnoměrně rozptýlit do filtrační jednotky a nechat působit, dokud nasycení vody kyslíkem v jednotce neklesne pod 150 %. Pokud je jednotka příliš znečištěna, je vhodné použít dvojnásobnou dávku. Poté se jednotka standardně odkalí.

Během čištění ponořeného biofiltru dojde k převrstvení filtračních elementů a je vhodné jejich vrstvu upravit, aby nevznikala místa s minimální vrstvou elementů. Těmito místy by protekla většina vody (cesta nejmenšího odporu) a kapacita filtrační jednotky by nebyla využita.

Intenzita zarůstání biofiltru heterotrofními bakteriemi je závislá na dotaci organických látek do biofiltru a přímo ovlivňuje nutnost čištění biofiltru. Heterotrofní bakterie zarůstají ponořený biofiltr až do téměř absolutního ucpání. Ucpání filtrační jednotky minimalizuje průtok vody jednotkou, omezí přísun kyslíku aerobním nitrifikačním bakteriím nejen ucpáním, ale i přerostením. Tím dojde k omezení intenzity jejich metabolismu a účinnosti biologické filtrace. Přerostení nitrifikačních bakterií heterotrofními je dáno rychlostí jejich růstu. Heterotrofní bakterie jsou schopny svou biomasu denně znásobit až 4,7x, nitrifikační bakterie pouze 0,76x (nitritační) respektive 0,65x (nitrateční). Poměr přísunu organických látek (C/N) do biofiltru vyšší než 4 způsobuje omezení nitrifikace. CHSK<sub>Cr</sub> na přítoku do biofiltru by mělo být co nejnižší, ale nemělo by klesat pod 2 mg.l<sup>-1</sup> (viz tab. 5).

Po náhodném úhynu (únik desinfekce, antibiotik, apod.), nebo úmyslné desinfekci celého biofiltru (systému) je důležité docílit co nejrychleji jeho opětovného náběhu do plné funkce. V opačném případě systém nemůžeme plně využít a díky jeho provozním nákladům negativně ovlivňuje ekonomiku provozu. Přirozený náběh nitrifikace, neovlivněný inokulací (bioaugmentací) trvá od 4 – 6 týdnů do 2 měsíců v závislosti převážně na teplotě vody. Pokud chceme tento proces urychlit, existuje na trhu řada různých produktů, které jsou pro tento účel určeny. Tyto produkty se pohybují v různých cenových relacích a otázkou je jejich složení a účinnost, kterou zatím nemáme u většiny přípravků ověřeno. Z prvotních testů vyplývá, že při

teplotách kolem 18 – 20 °C je při použití některých přípravků možno dobu náběhu biofiltru do plné nitrifikace zkrátit na 14 dní. Srovnání těchto přípravků bude ověřováno na začátku roku 2014. Pokud nepoužijeme bioaugmentaci (naočkování) a chceme systém co nejintenzivněji využívat od opětovného napuštění, nebo si nemůžeme po nehodě dovolit příliš snížit intenzitu odchovu, musíme počítat s velkou spotřebou chloridů v období do náběhu biofiltru (viz chloridové číslo). Během této doby je nezbytné pravidelně denně kontrolovat obsah dusitanů v recirkulaci.

Tabulka 5: Fyzikálně-chemické parametry ovlivňující funkci biofiltru.

Parametr	Optimum	Nevhodné	Efekt
Kyslík (O <sub>2</sub> )	≥5 mg.l <sup>-1</sup>	<3,4 mg.l <sup>-1</sup>	obsah O <sub>2</sub> pod 3,4 mg.l <sup>-1</sup> minimalizuje nitrifikaci; nad 5 mg/l zlepšuje poměr mezi nitrifikačními a heterotrofními bakteriemi.
pH	>7,5; <10	<6,5, kolísání; >10	pH pod 6,5 výrazně snižuje funkci nitrifikačních bakterií, kolísání pH 1. viz <6,5 a snižuje u ryb příjem potravy až o 2/3; pH ≥10 omezuje nitrifikaci
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	>0,01 mg.l <sup>-1</sup>	<0,01 mg.l <sup>-1</sup>	<0,01 mg.l <sup>-1</sup> bakterie "hladoví" = odumírají a převládají heterotrofní
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	>0,001 mg.l <sup>-1</sup>	<0,001 mg.l <sup>-1</sup>	<0,001 viz N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,00 - 100 mg/l	>250 mg.l <sup>-1</sup>	>250 mg.l <sup>-1</sup> zpomaluje nitrifikaci
KNK (Alkalita)	>2,00 mmol.l <sup>-1</sup>	<2,00 mmol.l <sup>-1</sup>	<2,00 mmol/l - kolísání pH - viz. pH
Teplota	>10 °C	<0 °C	s klesající teplotou klesá i aktivita enzymů . . .
CHSK <sub>Cr</sub>	2 - 50 mg.l <sup>-1</sup>	<1; >100 mg.l <sup>-1</sup>	>100 mg/l omezuje nitrifikaci (převážně nárůstem heterotrofních bakterií). <1 mg.l <sup>-1</sup> – i nitrifikační bakterie potřebují trochu uhlíku.

*Pro potřebu přepočtu - 1 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = 1,288 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 1 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = 0,766 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>*

## 6. Zdravotní aspekty

Zdravotní stav ryb chovaných v recirkulačním systému rozhodujícím způsobem ovlivňují dva faktory. Primárně je to zdravotní stav ryb nasazovaných do systému. V podmínkách ČR, kde neexistují speciální producenti násadového materiálu schopní zajistit nasazení celé obsádky jedním dodavatelem, tuto situaci komplikuje kombinace násad z různých zdrojů. Druhým aspektem je nálezová situace v celém systému a funkční stav biofiltrů. Volbou je tedy vlastní produkce násadových ryb (z výtěru vlastních generačních ryb nebo nákupem jiker v očních bodech) nebo zajištění zdravotně bezpečného zdroje násad s provedením preventivních opatření před jejich nasazením do recirkulačního systému. V recirkulačním systému dochází k velmi rychlému přenosu původců onemocnění mezi jednotlivými skupinami ryb. Navíc biofiltr může být trvalým zdrojem pro reinfekci rybí obsádky.

Nejčastějšími onemocněními v recirkulačním systému jsou bakteriální onemocnění. Zpravidla se jedná o onemocnění způsobené bakteriemi rodu *Aeromonas*. Při nevhodném použití léčebných preparátů dochází v recirkulačních systémech k tvorbě rezistence proti těmto preparátům. Výsledky stanovení citlivosti vybraných izolátů v průběhu roku 2013 ukázaly na relativně častý výskyt získané rezistence k některým antibiotikům (oxytetracyklin, flumequin, trimethoprim se sulfometoxazolem). Z neregistrovaných antibiotik byla zjištěna citlivost k florfenikolu a enrofloxacinu. Opakovaně výsledky stanovení citlivosti vůči antibakteriálním látkám ukázaly, že v chovu se vyskytují izoláty *A. salmonicida* s různými profily rezistence, tj. od citlivých po multirezistentní, což komplikuje empirickou volbu antibiotik při tlumení této infekce. Závažným problémem se jeví zejména furunkulóza zachycovaná ve všech formách klinických i ve formě latentní. K zástupcům parazitárních onemocnění patří výskyt kožovce rybího (*Ichthyophthirius multifiliis*) na kůži a žábřácích ryb a škrkavky *Raphidascaris acus*, která byla v systému zachycena v posledních dvou letech. V případě škrkavky může být recirkulační systém vhodným prostředím, umožňujícím celý vývoj tohoto parazita.

Monitoring onemocnění, jeho včasná detekce a volba vhodných a pro recirkulační systémy šetrných zásahů, umožní včas diagnostikovat a udržet dobrý zdravotní stav chovaných ryb a zároveň negativně neovlivnit společenstvo mikroorganismů oživující biofiltr. Jeho účinnost je v recirkulačních systémech rozhodujícím faktorem pro udržení příznivých podmínek k chovu ryb. Experimentální ověřování účinků jednotlivých léčiv přímo v systému nebo jejich kombinace může způsobit významný problém díky vytvoření rezistence vyskytujících se patogenů.



## 7. Rutinní činnost na recirkulačním systému.

Provoz v podmínkách intenzivního chovu ryb má ve srovnání s tradičním rybníkářstvím řadu odlišností. Při užívání recirkulačního systému k chovu ryb se objevují i další činnosti, specifické pro tyto systémy. Obsluha těchto systémů klade vysoké nároky na odbornou úroveň pracovníků, jejich preciznost a spolehlivost. Obecně platí, že intenzivní chovy ryb kladou vysoké nároky na jejich obsluhu i management podniků, které systémy provozují. Denně jsou prováděny následující činnosti:

1) Měření kyslíku: Obsluha měří kyslík standardně 1 x denně a to na odtoku z odchovny do biofiltru. Nasycení vody kyslíkem by po nakrmení ryb nemělo na odtoku z chovných žlabů klesat pod 70 %. Snížení dostupnosti kyslíku pod tuto hranici významně zhoršuje využití krmiva.

V extrémních případech – vysoké denní teploty, koupele ryb, atd. je nutné měřit obsah kyslíku dle potřeby několikrát denně. Na základě těchto měření obsluha zvolí další postup – zvýšení průtoku, snížení krmné dávky apod.

O veškerých denních pracích a zjištěných parametrech (měření kyslíku, pH, krmení a jiné manipulaci s rybami) jsou vedeny pravidelné denní záznamy.

2) Odkalování sedimentačních kuželů: provádí se 1 x denně. Nejvhodnější je odkalovat exkrementy 2 – 3 hodiny po ranním nakrmení ryb, kdy ryby vyloučí největší podíl exkrementů za celý den (asi 70 %). Odkalování se provádí zvednutím gumové koule s pískem ze dna kuželu. Usazené nečistoty se podtlakem vysají do odpadního potrubí a odečou do odpadní jímky. Odpadní jímku je nutné před odkalováním vyčerpat. Pokud je jímka plná, k odkalení nedojde a exkrementy jsou pouze zvířeny plynem nahromaděným pod koulí.

3) Krmení ryb: na počátku provozu farmy v Pravíkově bylo krmeno pomocí dotykových samokrmítek. Krmení samokrmítky bylo v provozu nahrazeno krmením ručním pro lepší kontakt s rybou.

V současné době se krmí 2 – 3 x denně. Krmivo je rozprostřeno po celé ploše odchovny a je rybami beze zbytku přijato. Na základě hmotnosti obsádky ryb, teploty vody a kyslíkových poměrů je pro každý žlab počítána denní krmná dávka (DKD). DKD je denně pro každý žlab zaznamenána do sešitu spolu s teplotou, obsahem kyslíku a úhynem ryb.

4) Čištění biofiltru: Obsluha čistí pouze ponořený biofiltr. Na našem recirkulačním systému je osmi komorový filtr. Každý den se čistí 2 komory. Při čištění je dlužemi zahrazen přítok do čištěné komory biofiltru. Do difuseru umístěného pod sítem, na kterém jsou umístěny filtrační elementy, je puštěn vzduch. Vzduch elementy rozvíří a uvolní nečistoty. Poté jsou vyjmuty 3 středové trubky (přes trubku je nasunuta další trubka s otvory, aby nedocházelo k odplavení elementů) a dochází k odplavení nečistot do kalové jímky.

V průběhu odkalení dále probubláme hadicí tzv. hluchá místa, kde nedochází k dokonalému zvěření filtračních elementů a to okolo stěn, v rozích komory a ve středové části mezi odkalovacími trubkami.

Jednu komoru čistíme dle potřeby, dokud neodteče všechen usazený kal. Po vyčištění zavřeme odkalovací trubky, zastavíme vzduch a odstraníme dluže z přítoku, aby vyčištěnou komorou mohla protékat voda.

Obr. 5: ponořená část biofitru při čistění



#### 5) Další opatření:

- obsluha pravidelně ve 14 denních intervalech čistí všechny přítokové a odtokové mříže v recirkulaci.

- obsluha pravidelně v měsíčních intervalech odsává usazeniny ze systému a to čerpadlem do kalové jímky. K usazování nečistot dochází nejvíce před a za plovoucím biofiltrem.

#### **Výlov ryb ze žlabů při třídění a nakládce:**

Před manipulací ryby nekrmíme zpravidla 24 – 48 hodin.

Ryby v odchovně můžeme zatáhnout vatkou, nebo přibližovací mříží a to vždy směrem od přítoku k odtokové mříži. Zde si můžeme pomoci difuzorem a ryba se během manipulace nepřidusí. Ryby na farmě vydáváme ručně keserem na třídičku. Vytríděné ryby se spolu s vodou dostávají do žlabu umístěného mimo recirkulační systém, odkud jsou váženy a nakládány. Malé ryby jdou porubím zpět do odchovny. Ryby produkované na farmě v Pravíkově byly do současnosti vykrmovány do hmotnosti  $0,25 - 0,33 \text{ kg.ks}^{-1}$ , a to jak u sivenů, tak u pstruha duhového. U sivena

amerického nasazeného koncem září o kusové hmotnosti 0,01 kg lovíme při obsádce 8000 ks počátkem května (7 měsíců) ryby 0,25 kg. Při obsádce 15000 ks dosáhne ryba hmotnosti 0,25 kg v měsíci červenci - srpnu. Ryby v tržní hmotnosti jsou postupně vytřídovány z jednotlivých žlabů.

### **Faktory negativně ovlivňující produkci lososovitých ryb na farmě v Pravíkově:**

1) Extrémní počasí – jedná se zejména o klimatické extrémy v průběhu roku.

V zimním období se jedná o dlouhodobé silné mrazy. V tomto období hrozí zamrznutí celého systému. Při dlouhodobých silných mrazech je pro zvýšení teploty vody možno použít záložní zdroj vody (vrt) o teplotě 8,5 °C a vydatnosti 2 l.s<sup>-1</sup>, tímto přítokem lze udržet teplotu vody kolem 1 °C. Minimální teplota vzduchu naměřená v Pravíkově za posledních 5 let byla -27 °C.

V letním období pak období tropických teplot. Používáme zastínění 2/3 plochy recirkulace maskovací sítí a dále využíváme záložní zdroj vody z vrtu. Těmito opatřeními dosáhneme snížení teploty vody o 2 – 4 °C ve srovnání s běžnou situací bez jejich využití. Maximální teplota naměřená v systému za 5 let jeho provozu byla 20,5 °C, Tato situace trvala pouze jeden den, poté teplota klesla pod 20 °C. Teplota vzduchu v tomto období byla až 36 °C ve stínu.

2) Velké výkyvy teplot

K velkým výkyvům teploty vody dochází při prudkých změnách počasí, jde zejména o prudká ochlazení a následný vzestup teplot v rozmezí několika dnů. Například v roce 2013 na přelomu měsíců června a července došlo k ochlazení vody o 6 °C v průběhu 3 dnů a za dalších 7 dnů ke zvýšení na původních 18,5 °C. Tyto výkyvy teploty značně ovlivňují příjem potravy, růst ryb a hlavně jejich zdravotní stav. Výkyvům teploty vody v systému nelze na odkryté venkovní farmě zabránit.

Obr. 6: Krytí systému maskovací sítí



### 3) Onemocnění ryb

Zdravotní stav ryb je rozhodujícím faktorem, ovlivňujícím dosahovanou produkci ryb. V recirkulačním systému navíc dochází velmi rychle k rozvoji infekčních i parazitárních onemocnění. Ztráty by neměly obecně přesahovat úroveň 10 %. Nejrizikovějším je dovoz násad a jejich nasazení do systému. Pokud se nejedná o vlastní násady, mělo by před jejich vysazením dojít k jejich karanténě a provedení preventivních opatření. Jejich optimalizaci je vhodné provést ve spolupráci s veterinárním lékařem.

Nejčastějšími onemocněními v recirkulačním systému jsou bakteriální onemocnění způsobené bakteriemi *Aeromonas*. *Aeromonas hydrophyla* a *Aeromonas salmonicida* postihující zejména siveny americké. K zástupcům parazitárních onemocnění patří výskyt kožovce rybího (*Ichthyophthirius multifiliis*) na kůži a žábrách ryb a škrkavky *Raphidascaris acus*, která byla v systému zachycena v posledních dvou letech.

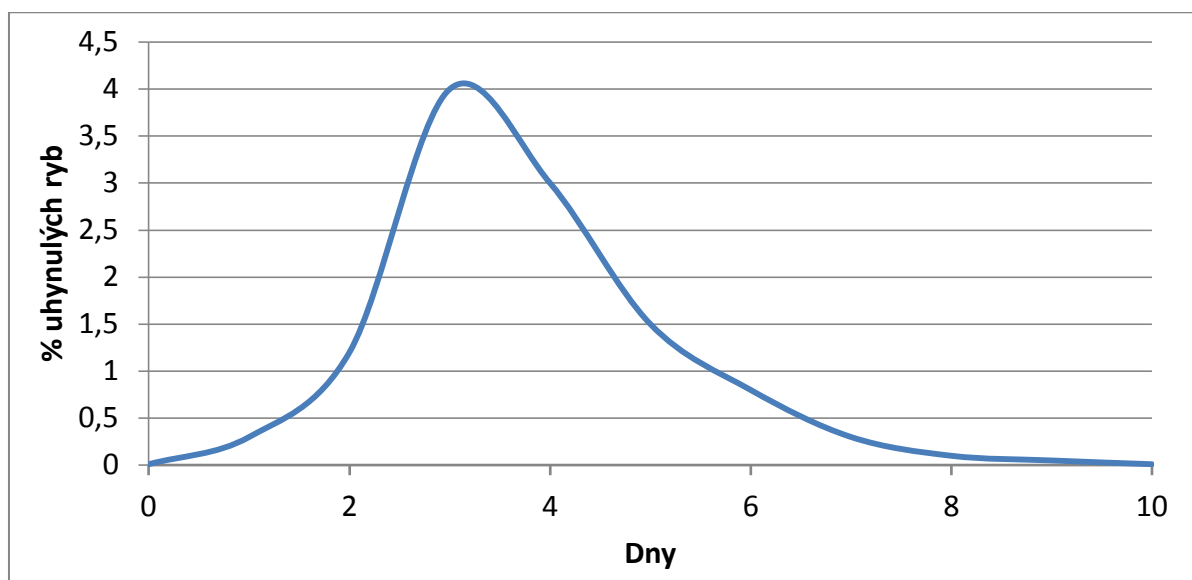
Vzhledem k nutnosti léčby je potřeba zvolit správná antibiotika dle zkoušky citlivosti v laboratoři. Jelikož kultivace trvá několik dnů, je občas potřeba ihned začít s léčbou. V provozních podmínkách systému v Pravíkově byla v průběhu několika let odzkoušena některá z nabízených léčiv. Více v příspěvku Pfau (2013). Tyto údaje v žádném případě nenahrazují výsledky laboratorních analýz a doporučení veterinárního lékaře.

### 4) Úhyny násadových ryb po vysazení

Příčina těchto úhynů zatím není zcela objasněna. Zřejmě se jedná o vliv přesycení vody dusíkem, který je způsoben denitrifikačním procesem v anaerobním prostředí a následně zařazeným hlubokým airliftem umístěným v hloubce 2,5 m, který zabrání jeho přirozenému úniku do ovzduší. Dalším faktorem může být stres v průběhu adaptace na podmínky prostředí systému.

Tento úhyn byl pozorován u pstruha duhového, křížence sivena amerického se sivenem alpským a u pstruha obecného. U sivena amerického nebyl zaznamenán. Průběh těchto ztrát je vždy přibližně shodný (uvedeno v grafu).

Obr. 7: Průběh úhynů ryb po nasazení.



Průběh úhynu v číslech:

1. den po vysazení – 0
2. den několik kusů
3. a 4. den (dohromady až 10% obsádky)
5. den a dále prudký pokles úhynu a stabilizace do 7 dnů

Projevy a chování ryb: Dochází k únikovému reflexu ryb. Ryby mají trhavé pohyby, točí se okolo své osy. Tento stav může trvat i několik minut. Poté ryba strne v křeči a padá ke dnu. V průběhu těchto dnů ryba normálně přijímá potravu a je rozprostřena po celé ploše odchovného žlabu. Tento fenomén nebyl nikdy zaznamenán při vysazení ryb do recirkulačního systému v období říjen až duben!

Tab. 6: Zhodnocení efektu chovu jednotlivých druhů lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu.

druh	výhody	nevýhody
<b>Pstruh duhový</b>	Lépe odolává bakteriálním nemocem – zejména furunkulóze	- nepřirůstá v období s teplotou vody pod 5°C
<b>Siven americký</b>	Roste při teplotě od 3 °C	- náchylný na onemocnění - zaplísňování v období výtěru
<b>Kříženec sivena amerického a sivena alpského</b>	Nezaplísňuje, je odolnější vůči onemocnění, roste i při teplotách okolo 3°C	- v některých případech úhyn po nasazení
<b>Pstruh potoční</b>		- velké rozrůstání, náchylný k onemocněním – není vhodný



## 6) Predátoři.

V lokalitě Pravíkov se vyskytují tito predátoři: volavky, vydry a kormoráni.

Vydra – vzhledem ke svislým stěnám recirkulačního systému, kde je voda min. 30 cm pod vrchní betonovou hranou, jsme nezaznamenali vniknutí vydry do odchovny.

Kormorán – v lokalitě je vidět několik jedinců. Kormoráni nebyli nikdy spatřeni v objektu sádek, lze předpokládat, že jsou plašeni hučícími dmychadly.

Volavka – volavky mohou napáchat největší škody, ve zdejší lokalitě přilétá i 25 ks v podvečerních a brzkých ranních hodinách. Bez použití sítí by docházelo ke značným škodám na rybí obsádce. Zasiťováním odchoven byl problém rybožravých ptáků vyřešen. Pro eliminaci volavek nestačí pouze zasiťování žlabů shora (částečné), musí být zasiťovány i boky (viz obrázky).

Obr. 8: Částečně zasiťovaný systém

Zasiťovaný systém



## 8. Uplatnění technologie

Rozsah uplatnění technologie je u chovatelů již využívajících recirkulační systémy s prvky dánské technologie, tj. principu vhánění velkého množství vzduchu do vodního prostředí, zajišťující pohyb vody, její odplynění a saturaci vody kyslíkem, určených k intenzivnímu chovu ryb, i pro potenciální budovatele a uživatele těchto systémů. Spolu s publikacemi předcházejícími, tvoří tato technologie dostatečné podklady pro využití popisované technologie chovu lososovitých ryb v ČR. Znalost technologie chovu lososovitých ryb v recirkulačních systémech dánského typu umožní rozvoj jejich chovu v podmínkách celé ČR. Jedná se o systém s minimálními požadavky na zdroj kvalitní vody v průběhu roku a zároveň systém snižující zátěž prostředí odpadními vodami odcházejícími ze systému. Produkce lososovitých ryb v ČR pokrývá přibližně polovinu jejich tuzemské spotřeby. Volba vhodného druhu a původu chovaných ryb, intenzity chovu, optimalizace krmné strategie a veterinární péče ve vztahu k produkčním parametrům a kvalitě produkované potravin y zefektivní produkci lososovitých ryb v uvedeném systému chovu. Využití technologie přináší

chovateli ekonomický efekt ve zlepšení produkčních parametrů chovaných ryb, snížení nákladů na jejich produkci a zlepšení welfare chovaných ryb.

S ohledem na poměr mezi produkcí lososovitých ryb tržní hmotnosti v ČR a jejich tuzemskou spotřebou, má zvýšení produkce prostřednictvím těchto systémů vysokou pravděpodobnost realizace.

Smlouva o uplatnění ověřené technologie byla uzavřena se společností BioFish s.r.o. se sídlem Horní Paseka 40, Leděč nad Sázavou 548 01.

### **Poděkování**

Ověřená technologie s názvem „Technologie chovu lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu“ 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“. Autoři dále děkují jmenovitě doc. MVDr. M. Palíkové, Ph.D., prof. MVDr. S. Navrátilovi, CSc. a Prof. MVDr. A. Čížkovi, CSc. z VFU Brno za provedení a poskytnutí výsledků z veterinárního vyšetření a prof. Ing. A. Jarošové, Ph.D. z MENDELU za zajištění senzorických analýz.

## 9. 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.
- JAROŠOVÁ, A., (2013): Kvalita masa lososovitých ryb z recirkulačního systému dánského typu. In MAREŠ, J., LANG, Š. Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 68--78. ISBN 978-80-7375-919-3. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- KOPP, R., LANG, Š., BRABEC, T., MAREŠ, J., (2013): Fyzikálně-chemické parametry v recirkulačním systému dánského typu v Pravíkově. In MAREŠ, J., LANG, Š. Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 44-51. ISBN 978-80-7375-919-3 [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- KOPP, R., ZIKOVÁ, A., BRABEC, T., LANG, Š., VÍTEK, T., MAREŠ, J., 2009: Dusitany v recirkulačním systému rybí farmy 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. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- 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. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- 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.



- LANG Š., KOPP R., MAREŠ J., 2012: Oxygen consumption dynamics in submerged part of biofilter at Danish type water reuse trout farm.. Sborník abstraktů XIII. České ichtyologické konference, 24.-26.10.2012 Červená nad Vltavou, s. 54 – 55. [http://ichtyologie.agrobiologie.cz/data/cik\\_2012.pdf](http://ichtyologie.agrobiologie.cz/data/cik_2012.pdf)
- LANG Š., TEPLÝ M., KOPP, R., MAREŠ J., 2012: Dynamika spotřeby kyslíku ponořené části biofiltru recirkulačního systému dánského typu. XIII ČIK Poster
- LANG, Š., TEPLÝ, M., BRABEC, T., KOPP, R., MAREŠ, J., (2013): Biofiltry v recirkulačních systémech. In MAREŠ, J., LANG, Š. Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 52-58. ISBN 978-80-7375-919-3. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- MAREŠ, J., JIRÁSEK, J., 1999: Ukazatelé hodnocení produkční účinnosti krmiv. In: „50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně, Brno 1.-2.12.1999: 74-78 ISBN 80-7157-408-2
- MAREŠ, J., LANG, Š., (eds.): Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Sborník příspěvků. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. 96 s. ISBN 978-80-7375-919-3. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- 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
- MAREŠ, J., KOPP, R., LANG, Š., (2013): Recirkulační systémy „dánského typu“ – systém a kontrukce. In MAREŠ, J., LANG, Š. Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 20--28. ISBN 978-80-7375-919-3. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- MAREŠ, J., KOPP, R., BRABEC, T., JAROŠOVÁ, A., 2010: Pstruh duhový-tradiční lososovitá ryba na našem trhu, nutriční parametry a senzorické vlastnosti. Maso. 2010. sv. 7, č. 2, s. 59--63. ISSN 1210-4086
- MAREŠ, J., KOPP, R., BRABEC, T., LANG, Š., (2013): Produkce lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu. In MAREŠ, J., LANG, Š. Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 20--28. ISBN 978-80-7375-919-3. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- MAREŠ, J., KOPP, R., LANG, Š., BRABEC, T. (2012): Optimalizace obsádky a krmení ryb v recirkulačním systému dánského typu. R05/20123, Certifikovaná metodika, 20 s. ISBN978-80-7375-699-4. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- NUSL, P., PFAU, R., 2010: Intenzivní chov pstruha duhového v recirkulačním systému. In Intenzivní chov 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>

- PFAU, R., (2013): Pětiletý provoz recirkulačního systému firmy Biofish s.r.o. v Pravíkově. MAREŠ, J., LANG, Š. Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 29-35. ISBN 978-80-7375-919-3. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- 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. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)
- 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. [www.rybarstvi.eu](http://www.rybarstvi.eu)



**Technologie chovu lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu**  
(ověřená technologie)

Mareš, J., Lang, Š, Kopp, R., Brabec T., Pfau, R.

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

Tisk: Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně

Vydání: první, 2014

Počet stran: 28

Náklad: 50 ks

*ISBN 978-80-7375-955-1*