



RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY

SBORNÍK REFERÁTŮ

KONFERENCE

CHOV RYB A KVALITA VODY II



EVROPSKÝ RYBÁŘSKÝ FOND
INVESTOVÁNÍ DO UDRŽITELNÉHO RYBOLOVU

Hejtman Jihočeského kraje

Mgr. Jiří Zimola



přejímá

ZÁŠTITU

nad odbornou konferencí

**CHOV RYB
A KVALITA VODY II**

V Českých Budějovicích dne 21. - 22. února 2013

SBORNÍK REFERÁTŮ
KONFERENCE
CHOV RYB
A KVALITA VODY II

KONANÉ V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
21. A 22. ÚNORA 2013

Editor
Ing. Martin Urbánek, Ph.D.



Rybářské sdružení České republiky

Konference Chov ryb a kvalita vody II proběhla za účelem zdokonalení odbornosti pracovníků v odvětví rybářství a je spolufinancována z Operačního programu Rybářství.

Děkujeme všem autorům za poskytnutí příspěvků pro vydání sborníku, který slouží jako výukový materiál pro účastníky konference.

Tým organizátorů konference Chov ryb a kvalita vody II děkuje Fakultě rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a Mendelově univerzitě v Brně za přípravu jejího obsahu a náplně.

© Rybářské sdružení České republiky, Pražská 495/58, 371 38 České Budějovice

Poznámka:

Za jazykovou a věcnou správnost referátu odpovídají jednotliví autoři.
Editor provedl pouze nezbytné úpravy pro tisk sborníku.

ISBN: 978-80-87699-02-7

Program konference:

21. února 2013

- 8.00 - 8.45 Registrace účastníků
- 8.45 - 9.00 **Úvodní slovo ředitele a prezidenta Rybářského sdružení ČR**
Mgr. Michal Kratochvíl a Ing. Jan Hůda, Ph.D.
- 9.00 - 9.30 **Zkušenosti s použitím automatického přikrmování kapra v rybníčních chovech**
doc. Dr. Ing. Jan Mareš
- 9.30 - 10.00 **Použití aerační techniky na hypertrofních rybnících v letním období**
doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D.; Ing. Tomáš Brabec; Bc. Lenka Hadašová; Ing. Štěpán Lang; Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D.; doc. Dr. Ing. Jan Mareš
- 10.00 - 10.30 **Vliv přikrmování kapra obilnými krmivými na kvalitu vody a bilanci živin**
Ing. David Hlaváč
- 10.30 - 11.00 Coffee break**
- 11.00 - 11.30 **Nedocenená úloha rybníků v krajině**
Ing. Josef Pokorný, CSc. a Ing. Antonín Zykmond
- 11.30 - 12.00 **Změny kvality vody po průtoku rybníky**
Ing. Lucie Všetická a doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.
- 12.00 - 13.00 Oběd**
- 13.00 - 13.30 **Vliv struktury planktonu na efektivitu rybí produkce v eutrofních a hypertrofních rybnících**
Ing. Jan Potužák, Ph.D. a RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.
- 13.30 - 14.00 **Rybníky - účinný nástroj pro recyklaci živin v krajině**
RNDr. Jindřich Duras, Ph.D. a Ing. Jan Potužák, Ph.D.
- 14.00 - 14.30 **Funkční analýza sektoru akvakultury v rámci ČR**
Ing. Antonín Vavrečka
- 14.30 - 15.00 **Diskuse, souhrn a zakončení 1. dne**
Coffee break

22. února 2013

- 8.00 - 9.00 Registrace účastníků
- 9.00 - 9.30 **Možnosti použití fatmetru v rybářství**
Ing. Martin Urbánek, Ph.D.
- 9.30 - 10.00 **Ryby a rybí výrobky pohledem z druhé strany**
Ing. Eduard Levý
- 10.00 - 10.30 Coffee break (Ochutnávka rybích specialit)**
- 10.30 - 11.00 **Mají šanci recirkulační systémy v chovu ryb v ČR?**
Prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.
- 11.00 - 11.30 **Možnosti triploidizace lososovitých ryb v ČR**
Ing. Miloš Havelka; Ing. Michal Kříž; Ing. Jiří Toncar; Lubor Veselý; Doc. Ing. Martin Flajšhans, Dr. rer.agr.
- 11.30 - 12.00 **Závěrečná diskuse, Slovo na závěr**
Ing. Jan Hůda, Ph.D.
- 12.00 - 13.00 Oběd**



OBSAH

1	Zkušenosti s použitím automatického přikrmování kapra v rybníčních chovech	7
	doc. Dr. Ing. Jan Mareš	
2	Použití aerační techniky na hypertrofních rybnících v letním období	17
	doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D.; Ing. Tomáš Brabec; Bc. Lenka Hadašová; Ing. Štěpán Lang; Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D.; doc. Dr. Ing. Jan Mareš	
3	Vliv přikrmování kapra obilnými krmivly na kvalitu vody a bilanci živin	21
	Ing. David Hlaváč	
4	Nedoceněná úloha rybníků v krajině	31
	Ing. Josef Pokorný, CSc. a Ing. Antonín Zykmond	
5	Změny kvality vody po průtoku rybníky	35
	Ing. Lucie Všetická a doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.	
6	Vliv struktury planktonu na efektivitu rybí produkce v eutrofních a hypertrofních rybnících	43
	Ing. Jan Potužák, Ph.D. a RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.	
7	Rybníky - účinný nástroj pro recyklaci živin v krajině	53
	RNDr. Jindřich Duras, Ph.D. a Ing. Jan Potužák, Ph.D.	
8	Funkční analýza sektoru akvakultury v rámci ČR	61
	Ing. Antonín Vavrečka	
9	Možnosti použití fatmetru v rybářství	67
	Ing. Martin Urbánek, Ph.D.	
10	Ryby a rybí výrobky pohledem z druhé strany	75
	Ing. Eduard Levý	
11	Mají šanci recirkulační systémy v chovu ryb v ČR?	81
	Prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.	
12	Možnosti triploidizace lososovitých ryb v ČR	89
	Ing. Miloš Havelka; Ing. Michal Kříž; Ing. Jiří Toncar; Lubor Veselý; Doc. Ing. Martin Flajšhans, Dr. rer.agr.	
	Spolupracující subjekty	94
	Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích	94
	Mendelova univerzita v Brně	95



1 Zkušenosti s použitím automatického systému příkrmování kapra v rybníčních chovech

Mareš J., Kopp R., Lang Š., Brabec T.

*Mendelova univerzita v Brně, Oddělení rybářství a hydrobiologie,
Zemědělská 1, 613 00 Brno, mares@mendelu.cz, rybarstvi.eu*

Základem rybníční produkce kapra obecného v podmínkách České republiky je tradičně přirozená potrava podporovaná hospodářskými zásahy chovatelů. Zvýšení produkce je zpravidla docilováno aplikací krmiv ve formě příkrmování. Ve většině případů se jedná o využití obilovin nebo krmných směsí na jejich bázi, tyto směsi mají obvykle kolem dvanácti procent dusíkatých látek. Nicméně v posledních letech se poměrně často využívají krmné směsi s vyšším podílem proteinů, a to blízcím se úrovni dvaceti procent, nebo dokonce tuto hranici převyšující. Vedle kvality krmiva rozhoduje o efektu jeho využití i zvolená technika aplikace. V podmínkách intenzivního chovu jsou velmi často využívány různé systémy automatické aplikace krmných směsí. V podmínkách rybníčních u nás dominuje krmení z lodí, ať už ručně nebo s použitím lodí vyplavovacích. To je samozřejmě vázáno na lidskou práci, přítomnost pracovníka na rybníce. A to bez ohledu na jeho další pracovní aktivity. U řady rybníků je tedy příkrmování prováděno pouze několikrát týdně, často v nepravidelných intervalech a v různé denní dobu. Tato skutečnost ovlivňuje nejen využití krmiva, ale i množství krmiva, které je možno v souladu s platnou legislativou aplikovat. Uvedené skutečnosti jsou akcentovány faktem, že v posledních desetiletích klesl počet stálých zaměstnanců v rybářských podnicích a zvýšilo se jejich pracovní vytížení. Jednou z možností zlepšení aplikace a využití předkládaných krmiva je jejich automatická aplikace na krmná místa. Ve spolupráci firmy Agrico Třeboň s.r.o. a Mendelovy univerzity v Brně bylo vyvinuto zařízení, resp. technologie automatického příkrmování kapra v rybníčních podmínkách s označením Carp-Feed. Systém vychází z technologie využívané v podmínkách intenzivních chovů ryb. Prostřednictvím řídicí jednotky je požadované množství krmiva v přesných intervalech pneumaticky dopravováno z běžně používaných zásobníků na krmná místa. S principem je možné se seznámit na oficiálních stránkách jeho výrobce, tj. Agrico Třeboň, s.r.o.

V letech 2010 - 2012 bylo provedeno na několika rybnících praktické testování efektu použití tohoto systému, a to pro produkci násadového materiálu kapra i tržních ryb. Jednalo se rybníky, na kterých hospodaří Rybářství Třeboň a.s. a Rybářství Nové Hradky s.r.o. V roce 2010 to byl rybník Zadní v lokalitě Domanín, v roce 2011 pak rybníky Pašínovický a Církvičský, v roce 2012 se jednalo o testovací rybníčky v Milevsku.

Metodika provedených testů.

U všech rybníků bylo použito přibližně stejného metodického postupu. Ke stávajícím zásobníkům umístěným na hrázi rybníků byl připojen dopravním potrubím systém Carp-Feed, umístěný v blízkém skladu, odkud vedly dvě dopravní větve na krmná místa v rybníce. Denní krmná dávka vycházela z dohadu hmotnosti obsádky rybníka a teploty vody. Krmivo bylo aplikováno ve dvou nebo třech dílčích dávkách v průběhu dne. Během testování byla vedle hmotnosti obsádky sledována teplota vody, obsah rozpuštěného kyslíku a nabídka přirozené potravy. K vyhodnocení byly využity standardní produkční ukazatele, tj. přírůstek, krmný koeficient, koeficienty pro hodnocení exteriéru a kondice a složení tkání produkovaných ryb. U jednotlivých rybníků bylo provedeno porovnání dosažených parametrů s údaji z předchozích let. Pro korektní porovnání efektu použití Carp-Feedu v podobných podmínkách

byl na základě výsledků z let 2010 a 2011 v roce 2012 proveden test ve čtyřech srovnatelných rybníčcích v Milevsku. Zde šlo o porovnání ručního a automatického přikrmování při dvou úrovních obsádky plůdku kapra.

Rybník Zadní u Domanína (2010)

V prvním roce testování systému Carp-Feed byl vybrán rybník nasazený na dvě horka váčkovým plůdkem kapra. Sledování bylo provedeno v průběhu roku 2010 na rybníce Zadní v lokalitě Domanín, tedy na druhém horku, s výlovem v jarním období roku 2011. Plocha rybníka je 18 ha, odhadovaná početnost obsádky na počátku druhého vegetačního období (rok 2010) byla 100 tis. ks K_1 . Hmotnost obsádky na počátku druhého vegetačního období byla odhadnuta podle výsledku vstupního kontrolního odlovu ze dne 16.4.2010. Průměrná kusová hmotnost ryb byla 0,11 kg, což odpovídalo hmotnosti obsádky přibližně 10t.

Pro vyhodnocení efektu použití systému Carp-Feed jsme použili stejnou strategii volby krmiv jako v běžném systému chovu. Na počátku a v průběhu první části vegetačního období byla použita krmná směs s označením KP 2, a to v členění 2 tuny s obsahem 12,5 % NL a 8 tun KP 2-G, tedy glycidová krmná směs určená pro kapra s 12 % NL od výrobce Zemědělské služby Dynín, a.s. Směs je sestavena na bázi obilovin s přísadkou sóji. Od poloviny měsíce srpna bylo k přikrmování využito triticales, a to až do 15.10., kdy bylo sledování ukončeno. Dále bylo aplikováno ještě 4,46 tun triticales, které bylo krmeno až do 21.10.2010. Frekvence přikrmování 2x denně, při intenzitě přibližně 1 % odhadované hmotnosti obsádky s úpravou krmné dávky podle přírůstku ryb. Zvýšení krmné dávky bylo zajištěno prodloužením doby „foukání“ krmiva.

Vlastní výlov proběhl až v dubnu následujícího roku, takže výsledky byly ovlivněny jednak průběhem zimování a dále i přítomností kormoránů. Při výlovu rybníka byl zjištěn významně nižší početní stav ryb oproti podzimnímu odhadu, resp. odhadech ze začátku vegetačního období - zahájení testu předchozího roku. Pro korekci počtů ryb byla použita úroveň běžných ztrát v průběhu vegetačního období, ztráty v průběhu zimování a ztráty způsobené kormorány. Při započtení ztrát v průběhu vegetačního období na úrovni 10% a stejnou úroveň ztrát během zimování, lze odhadnout reálnou hodnotu 34 600 ks. K této hodnotě je potřeba připočítat předpokládané ztráty způsobené pozorovaným výskytem kormorána velkého. V podzimním období se na rybníce vyskytovalo hejno v průměru 25 ks po dobu 40 dnů, v následné jarním období až do výlovu pak po dobu 15 dnů zhruba patnáctihlavé hejno. Při započtení průměrné spotřeby ryb na hlavu a den kolem 0,5 kg dostáváme hodnotu přibližně 615 kg. Při průměrné hmotnosti 0,44 kg se jedná přibližně o 1.500 ks kapra.

Odhad hmotnosti obsádky na začátku roku 2010 se po korekci pohyboval na úrovni kolem 4,4t při počtu ryb do 40 tis. ks a kusové hmotnosti 0,11 kg. Odhad počtu ryb na konci vegetačního období je kolem 35 tis. kusů při průměrné hmotnosti 0,49 kg, tj hmotnost obsádky kolem 17t, což odpovídá přírůstku zhruba 12,5t. Při spotřebě krmiva 32,26t, byl dosažen krmný koeficient 2,58. Celkem bylo na jaře vyloveno téměř 29 tis. ks K_2 o celkové hmotnosti 12.550kg. Dobrý kondiční stav ryb před zimováním příznivě ovlivnil i hodnoty kondičních parametrů zjištěné při jarním výlovu: K_F 3,38; IŠ 18,58; Iv 2,66; HSI 5,80. Po korekci výsledků vycházející z výlovku v jarním období lze konstatovat, že při odchovu násady kapra s použitím systému Carp-Feed ve srovnání s předchozím obdobím byla dosažena vyšší produkce při použití většího množství krmiva. Zvýšení produkce se pohybovalo na úrovni kolem 100 kg.ha⁻¹ (z 600 na 700 kg.ha⁻¹) při spotřebě přibližně 32t krmiva oproti 25t v předcházejícím období. Vyšší množství krmiva mohlo být zkrmeno díky použití krmného systému, který zajišťoval krmení po všechny dny v týdnu a ve dvou denních dávkách. Dosažená hodnota krmného koeficientu byla srovnatelná s běžnými hodnotami.

Rybník Pašínovický (2011)

V roce 2011 byly do testování zařazeny dva rybníky. Prvním z nich, rybník Pašínovický, je využíván v dvouhorkovém systému chovu. Testování proběhlo v druhém horku, takže stejně jako v předchozím roce byl na začátku testu k dispozici kvalifikovaný odhad početnosti obsádky ryb a její hmotnost byla

stanovena na základě kontrolního odlovu na počátku vegetačního období. Plocha rybníka je 10,32 ha, odhadovaná početnost obsádky na počátku druhého vegetačního období (rok 2011) byla 100 tis. ks K_1 . Průměrná kusová hmotnost ryb zjištěná při kontrolním odlovu byla 0,005 kg, což odpovídalo hmotnosti obsádky 500 kg.

Pro vyhodnocení efektu použití systému Carp-Feed jsme opět použili stejnou strategii volby krmiv jako v běžném systému chovu. Po celé vegetační období byla krmena granulovaná krmná směs KP2 s 21,0% dusíkatých látek. Frekvence příkrmování 2x denně, při intenzitě přibližně 1 - 4% odhadované hmotnosti obsádky s úpravou krmné dávky podle přírůstku ryb. Zvyšování krmné dávky bylo korigováno podle fyzikálně chemických parametrů prostředí a příjmu krmiva rybami.

Při výlovu rybníka v dubnu 2012 bylo vyloveno 66 tis. ks K_2 . To je o 10 tis. ks ryb více, než byl podzimní odhad. Pro korekci počtu ryb lze použít výši běžných ztrát v průběhu vegetačního období, ztráty v průběhu zimování a ztráty způsobené kormorány. Při započtení ztrát v průběhu vegetačního období na úrovni 5% a úrovně ztrát během zimování 10%, se dostaneme na hodnotu 77.200 ks. K této hodnotě je potřeba připočítat předpokládané ztráty způsobené pozorovaným výskytem kormorána velkého. V podzimním období se na rybníce vyskytovalo hejno v průměru 80 ks po dobu 50 dnů. Při započtení průměrné spotřeby ryb na hlavu a den kolem 0,5 kg dostáváme hodnotu přibližně 2000 kg. Při průměrné hmotnosti 0,120 kg se jedná přibližně o 16.500 ks kapra. Po připočtení odlovených ryb vychází, že počáteční obsádka zařazená do sledování byla oproti původnímu odhadu o 40% vyšší. Reálný počet byl na úrovni 140 tis. ks kapra.

Celkem bylo sloveno 8.270 kg ryb, přičemž přibližně 350 kg tvořily ostatní rybí druhy. Po přepočtení počáteční obsádky (700 kg) a napačítání veškeré produkce z rybníka získané, včetně ryb odlovených a zkonsumovaných kormorány a započtení vylehčení obsádky při zimování (10%), získáme konečnou hodnotu produkce rybníka za rok 2011, tj. 11.029 kg. Tato hodnota při zkrmených 36,09 t krmné směsi dává krmný koeficient 3,27.

Při použití krmné směsi s obsahem NL na úrovni 21,0 - 22,0% v novohradské oblasti, bývá podle informací dosahován krmný koeficient na úrovni 2,8 - 7,8, podle použitých směsí a dostupnosti přirozené potravy a průběhu vegetačního období. Lze tedy reálně odhadovat jakousi průměrnou hodnotu kolem 4,2. Při použití automatického systému dopravy krmivy byla hodnota KK na úrovni kolem 3,27. A to při minimální nabídce přirozené potravy (zooplanktonu) vhodné velikosti. Jedná se o hodnotu vycházející z kvalifikovaného odhadu početnosti obsádky a její hmotnosti vycházející z hmotnosti ryb zjištěné při kontrolních odlovech. Při použití krmného systému byl v podzimním období dosažen příznivý kondiční stav, s předpokladem dobrého přezimování. Jeho výsledek však může významně ovlivnit výskyt predátorů. Na příznivý kondiční stav měla příznivý vliv i aplikace krmiva do poloviny měsíce října, která není v běžném režimu činností využívána.

Z pohledu výživy ryb je nutno dodat, že vzhledem k podhodnocenému odhadu početnosti obsádky došlo k chybě při stanovení výšek krmné dávky (intenzity příkrmování). Ryby měly k dispozici přibližně dvoutřetinové množství krmiva, oproti předpokladu. To významně ovlivňuje konverzi krmiva. Druhým faktorem je skutečnost, že nabídka přirozené potravy v průběhu vegetačního období byla na velmi nízké úrovni (dominantními organismy byli po celou dobu vířníci). Na základě uvedených dvou faktorů lze očekávat vyšší hodnotu krmného koeficientu. Nižší intenzitě příkrmování odpovídá dosažená kusová hmotnost ryb i přes příznivý kondiční stav vyprodukovaných ryb. Pro přesné vyhodnocení efektu využití systému Carp-Feed by bylo korektnější vycházet z přesných počtů ryb na začátku a konci vegetačního období, než pouze z kvalifikovaných odhadů podle předchozích ztrát, nabídky přirozené potravy apod. Přes korekci dosažených produkčních výsledků považujeme použití systému Carp-Feed na obdobné velikosti rybníků za velmi efektivní. Podle vyjádření ředitele podniku byla, v porovnání s dlouhodobým průměrem, na tomto rybníce dosažena produkce přibližně o 2 tuny vyšší. Při jarním lovení byla navíc násada kapra ve velmi dobrém kondičním stavu (K_f 3,19; I_S 18,19; I_v 2,60; HSI 4,47 %).

Podrobné výsledky jsou uvedeny v Technické zprávě Pilotního projektu CZ.1.25/3.4.00/10.00322 (<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/operacni-program-rybarstvi-na-obdobi/opatreni-osy-iii/pilotni-projekty/zverejneni-zaveru-projektu-opatreni-3-4.html>).

Rybník Církvíčný (2011)

Druhým rybníkem zařazeným do testování v roce 2011 byl rybník Církvíčný (19,39 ha) s produkcí tržní ryby. Krmivo bylo dopravováno ve stanovených dávkách na dvě krmná místa. Denní krmné dávky byly rozděleny na tři části a jejich výše vycházela s odhadu hmotnosti obsádky a teploty vody. Ke krmení byly použity převážně obiloviny a strategie aplikace krmiv vycházela ze zkušeností obsluhy a odpovídala místním zvyklostem. Obsádka kapra byla do rybníka nasazena ve dvou termínech. V podzimním období v roce 2010 bylo nasazeno 6970 ks kapra o průměrné kusové hmotnosti 0,71 kg. V březnu 2011 došlo k dosažení obsádky kaprem v počtu 2355 ks s průměrnou hmotností 0,87 kg. Krmivo bylo předkládáno do 26.9.2011. Za celé období bylo zkrmeno celkem 34 t krmiva, a to 4,3 t pšenice, 6 t žita, 23,1 t triticales a 0,6 t směsi KPII.

V termínu 7.10.2011 by proveden výlov rybníka. Celkem bylo vyloveno 17.990 kg tržních ryb, z toho 17.590 kg kapra. Dále bylo vyloveno 410 kg tržního amura bílého v počtu 125 ks. Další rybí druhy - lín 180 kg v počtu 720 ks, candát 80 kg 75 ks, dále bílá ryba a okoun říční. Zastoupení jednotlivých kategorií kapra je uvedeno v tabulce. Pro charakteristiku jednotlivých kategorií kapra (A, B a C) bylo provedeno na rybníce zjištění individuálních délkohmotnostních parametrů u 20 ks ryb z každé z nich. U třech kusů z každé kategorie byla provedena chemická analýzy jejich svaloviny a zhodnoceno spektrum mastných kyselin. Právě spektrum mastných kyselin (FA) by mělo přispět k odhadu podílu přirození potravy a přikrmování na přírůstek jednotlivých hmotnostních skupin ryb.

Tabulka 1

Délkohmotnostní parametry a hodnoty koeficientů zjištěné u jednotlivých skupin ryb v roce 2011 (průměr±SD).

Hmotnostní kategorie kapra	Délka celková (mm)	Kusová hmotnost (g)	Koeficient dle Fultona	Index vysokohřbetosti	Index širokohřbetosti
Výlov třída A	517±15	2767±257	3,49±0,17	2,67±0,10	20,55±0,58
Výlov třída B	469±16	2073±221	3,52±0,30	2,68±0,16	20,40±0,93
Výlov třída C	427±20	1446±209	3,35±0,32	2,72±0,18	20,09±0,82

Analýzy byly provedeny u hmotnostních skupin - nad 2,5 kg; 2 - 2,5 kg a 1,5 - 2 kg. Zatímco ve svalovině prvních dvou hmotnostních kategorií kapra převyšoval obsah tuku 11 %, u třetí skupiny jsme zjistili pouze necelá 4 %. Zastoupení PUFA n-3 se pohybovalo u prvních dvou skupin na úrovni 2,5 a 3 %, u třetí pak 5,5 %. Po přepočtu na jejich množství byl obsah u jednotlivých skupin 2,57; 2,99 a 1,56 g PUFA n-3 na kg hmotnosti svaloviny. Tedy tučnější ryby přinášejí více žádaných mastných kyselin. Nicméně poměr n-3/n-6 dosahoval u těchto ryb hodnoty 0,39, tedy dotují konzumenty i vyšším podílem mastných kyselin řady n-6. Vyšší podíl mastných kyselin řady n-6 a MUFA vychází z vyššího podílu obilovin v přijímané potravě rychleji rostoucích ryb.

Tabulka 2

Produkční ukazatele dosažení na rybníce Církvičný v letech 2009 až 2011

Rok	Nasazeno			vyloveno			přírůstek	
	ks	kg	kg.ks ⁻¹	ks	kg	kg.ks ⁻¹	Celkový (kg)	Kusový (kg)
2009	6.200	2.480	0,40	6.345	11.421	1,80	8.941	1,40
2010	6.280	4.836	0,77	5.335	12.537	2,35	7.701	1,58
2011	9.325	6.998	0,75	8.700	17.990	2,07	10.992	1,32

Rok	Výlověk kg.ha ⁻¹	Produkce kg.ha ⁻¹	Spotřeba krmiva (kg)	FCR relativní	Odhad příř. produkce		Produkce z příkrmování	FCR z krmiva
					kg.ha ⁻¹	Suma (kg)		
2009	589	461	29.200	3,26	180	3.490	5.451	5,36
2010	646	397	19.500	2,52			4.211	4,63
2011	928	567	34.000	3,10			7.502	4,55

Pro porovnání produkčních ukazatelů byl použit rok 2010, a to s ohledem na horší podmínky a výsledky dosažené v roce 2009. Při použití krmného systému Carp-Feed došlo ke zvýšení produkce přibližně o 43 %, při nárůstu hodnoty relativního krmného koeficientu o 23 %. Při předpokládané přirozené produkci kolem 170 - 180 kg.ha⁻¹, je hodnota odhadovaného krmného koeficientu použitého krmiva v letech 2010 a 2011 na přibližně stejné úrovni. V roce 2011 poklesl podíl přirozené potravy na celkovém přírůstku, jak je zřejmé z hodnoty relativního krmného koeficientu.

Při výpočtu poměru přírůstku z přirozené potravy (pro výpočet byl použit údaj 180 kg.ha⁻¹) a krmiva v roce 2010 docházíme k hodnotě 1:1,21, při použití systému CarpFeed v roce 2011 pak k poměru 1:2,15. Tedy zvýšení poměru o přibližně 75 %. Nárůst hodnoty krmného koeficientu se pohybuje přibližně na úrovni 23 %. Pokud bychom vzájemný poměr přírůstku z přirozené potravy a z krmiva mezi lety 2010 a 2011 dosadili do hodnoty relativního krmného koeficientu dosaženého v roce 2010 (2,52), měla by se hodnota tohoto parametru v roce 2011 pohybovat na úrovni 3,45 - 3,50. Dosažený krmný koeficient vypočítaný z výše uvedených podkladů dosáhl v roce 2011 hodnoty 3,10. Tato hodnota je přibližně o 12 % nižší než vypočítaná. Pokud bychom pro porovnání využili data získaná v roce 2009, pak by rozdíl dosáhl přibližně 18%. Lze předpokládat, že přibližně v tomto rozpětí dochází ke zlepšení využití krmiva díky jeho pravidelné aplikaci v několika dávkách denně, tedy s využitím testovaného systému Carp-Feed. Hodnocení vychází z meziočného porovnání produkčních údajů na rybníce Církvičný.

Některé z výsledků byly publikovány v Rybníkářství č. 7 v roce 2011. Podrobné výsledky jsou uvedeny v Technické zprávě Pilotního projektu CZ.1.25/3.4.00/10.00322 (<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/operacni-program-rybarstvi-na-obdobi-opatreni-osy-iii/pilotni-projekty/zverejneni-zaveru-projektu-opatreni-3-4.html>).

Milevsko (2012)

Test probíhal v termínu od 2.5.2012 do 27.9.2012 na rybníčkách Rybníkářství Třeboň a.s. na farmě v Milevsku. Do testu byly zařazeny 4 rybníčky o výměře 0,175 ha (s označením 7 - 10). Na dvou z nich byl použit automatický krmný systém (9 a 10), na zbývajících pak ruční krmení (7 a 8). Obsádka byla zvolena ve dvou variantách hustoty, a to 3 a 6 tis. ks na ha pro každou techniku příkrmování. To odpovídá počtu nasazených ryb 525 a 1050 ks na rybníky dle variant hustoty obsádky.

Do testu byl zařazen plůdek kapra z jarního výlovu, jednalo se o lysce kombinace M2xM72 z místních podmínek o průměrné hmotnosti 25 g. Vstupní analýzy byly provedeny 24.4.2012. Vlastní test byl zahájen 2.5.2012.

Intenzita krmení byla stanovena pro jednotlivé techniky aplikace následujícím způsobem. Výše denní krmné dávky do úrovně 2 - 4 % odhadované hmotnosti obsádky byla stanovena podle teploty vody s ohledem na obsah rozpuštěného kyslíku. Stanovení výše denní krmné dávky pro systém Carp-Feed (v procentech odhadované hmotnosti ryb): 15°C 1%; 16-18°C 1,5%; 18-20°C 2%; 20-22°C 3%; 22-26°C 4%.

Pro ruční krmení byla krmná dávka stanovena dle provozní praxe a rozdělena dle standardního postupu, krmení probíhalo 3x týdně dávkou upravenou dle rozpisu.

Ke krmení byla použita krmná směs pro kapra s označením KP 1 od výrobce ZZN Pelhřimov, výrobní Záhoří s obsahem proteinů na úrovni 18%.

Technika krmení: u obou rybníků s použitím systému Carp-Feed byla denní krmná dávka rozdělena do dvou dílčích dávek (8 a 15 h). V každém rybníce bylo jedno krmné místo. Velikost krmné dávky byla upravena dle potřeby délkou „vyfukování“ krmiva na krmné místo. V dalších dvou rybnících bylo přikrmování prováděno třikrát týdně podle výpočtu rovněž na jedno krmné místo.

Tabulka 3

Odhadovaná dávka pro produkci násady kapra byla stanovena na 600 g na ks. To je pro obsádku 1050 ks 630 kg a pro obsádku 525 ks 315 kg. Rozdělení pro jednotlivé měsíce a dekády odchovu je následující:

Dekáda/měsíc	Květen	Červen	Červenec	Srpen	září	celkem
Celkem (%)	4	13	26	37	20	100
<i>1. dekáda</i>	0,5	3	6,8	11,8	11	
<i>2. dekáda</i>	1,3	4,2	8,2	13,2	7	
<i>3. dekáda</i>	2,2	5,8	11	12	2	
1050 ks	25	82	164	233	126	630
<i>1. dekáda</i>	3	19	43	75	69	
<i>2. dekáda</i>	8	26	52	83	44	
<i>3. dekáda</i>	14	37	69	76	13	
525 ks	12,5	41	82	116,5	63	315
<i>1. dekáda</i>	1,5	9	21	37	35	
<i>2. dekáda</i>	4	13	26	41	22	
<i>3. dekáda</i>	7	19	35	38	6	

Při výlovu na konci testu (dne 27. 9. 2012) byl stanoven celkový počet vylovených ryb a zjištěna jejich hmotnost. U 30ks z každého rybníčku byly zjištěny individuálně délko-hmotnostní údaje a vypočteny koeficienty pro hodnocení exteriéru a kondice. U odebraných vzorků ryb (6ks z rybníčka) byla provedena analýza tkání.

Výsledky

Výsledky dosažené při produkčním testu s použitím krmného systému Carp-Feed jsou shrnuty v následujících tabulkách.

Tabulka 4

Zhodnocení produkční účinnosti systému Carp-Feed - Milevsko 2012

Číslo rybníka	Krmný systém	Počet vylovených ryb (ks)	Hmotnost vylovených ryb (kg)	Přrůstek (kg)	Spotřeba krmiva (kg)	Krmný koeficient (FCR)
7	Ručně	489	315	300	285	0,95
8	Ručně	1075	408	379	562	1,48
9	Carp-Feed	535	450	435	808	1,86
10	Carp-Feed	1165	503	472	817	1,73

Výše přírůstku v jednotlivých variantách je ovlivněna množstvím krmiva aplikovaného do rybníčků (spotřeba krmiva). Použití automatického systému, to je krmení dvakrát denně a 7 dnů v týdnu, umožňuje dodat vyšší množství krmiva. Nicméně hodnota krmného koeficientu nedosahujícího hodnoty 2, je u systému Carp-Feed velmi příznivá. Předpokládaná hodnota krmného koeficientu použité směsi je kolem 3,5, což je odhad podle navýšení přírůstku a zvýšení spotřeby krmiva při porovnání výsledků rybníků 7 a 8. To prakticky znamená, že teoretický přírůstek by se měl pohybovat v závislosti na množství spotřebované krmné směsi na rybnících č. 9 a 10 kolem 450 kg. U rybníka č. 9 byl výlovek nižší (435 kg) a krmný koeficient se mírně zhoršil (asi na 3,75) a u rybníka č. 10 pak bylo dosaženo vyšší produkce (472 g), což by odpovídalo zlepšení hodnoty krmného koeficientu (3,24).

Tabulka 5

Zhodnocení kusového přírůstku a rychlosti růstu

Číslo rybníka	Krmný systém	Počet vylovených ryb (ks)	Hmotnost vylovených ryb (kg)	Průměrná hmotnost ryb (g)	Kusový přírůstek (g)	Relativní denní přírůstek (%.d ⁻¹)	Rychlost růstu SGR (%.d ⁻¹)
7	Ručně	489	315	644	619	17,4	2,29
8	Ručně	1075	408	380	355	10,0	1,92
9	Carp-Feed	535	450	841	816	23,0	2,48
10	Carp-Feed	1165	503	432	407	11,5	2,01

$$SGR = (\ln w_t - \ln w_0) \cdot t^{-1}$$

w_t - hmotnost na konci test; w_0 - hmotnost na počátku; t - délka testu (142 dny)

Zvýšení kusového přírůstku na úrovni 197 g, resp. 52 g u vyšší hustoty obsádky, vychází ze zvýšení intenzity růstu o 5,4 a 1,5 % u relativního denního přírůstku, resp. 0,19 0,09 % .d⁻¹ při použití hodnoty SGR. Zvýšení kusové hmotnosti u rybníčku č. 10 bylo ve srovnání s nádrží 8 ovlivněno vyšším počtem ryb, přibližně o 100 ks. V průběhu vegetačního období bylo při odhadu hmotnosti kalkulováno s nižším počtem, tedy s nižší hmotností obsádky a tedy i s nižší krmnou dávkou.

Tabulka 6

Zhodnocení produkční účinnosti - přepočteno na 1 ha rybníční plochy.

Číslo rybníka	Krmný systém	Počet vylovených (ks.ha ⁻¹)	Hmotnost vylovených ryb (kg.ha ⁻¹)	Přírůstek (kg.ha ⁻¹)	Rozdíl (kg.ha ⁻¹)	Rozdíl (%)
7	Ručně	2.794	1.800	1.714	0	100
8	Ručně	6.142	2.331	2.165	451	126
9	Carp-Feed	3.057	2.571	2.485	771	145
10	Carp-Feed	6.657	2.874	2.708	994	158

Zvýšení produkce vycházející z hektarového výnosu se při použití krmného systému pohybuje v rozpětí 540 - 770 kg na ha v závislosti na početnosti rybí obsádky. Při použití vyšší úrovně obsádky - plánováno bylo 6 tis. ks (ve skutečnosti více jak 6500 ks), dosáhla spotřeba krmiva přibližně 4,7 t na ha, při produkci 2,9 t.ha⁻¹ se systémem Carp-Feed. Při použití ruční aplikace krmiva činila spotřeba 3,2 t.ha⁻¹ s dosaženou produkcí 2,3 t.ha⁻¹. To dopovídá zvýšení o 540 kg. U obsádky nižší (3 tis.ks.ha⁻¹) dosáhla úroveň zvýšení produkce o 770 kg při spotřebě krmiva 4,6 t.ha⁻¹ a produkci 2,8 t.ha⁻¹ oproti spotřebě 1,6 t krmiva na ha a produkci 1,8 t.ha⁻¹.

V následujících tabulkách jsou uvedeny podrobné údaje o hodnotách parametrů charakterizujících exteriér a kondici a chemické složení rybích tkání.

Tabulka 7

Hodnoty koeficientů pro hodnocení exteriéru a kondice (nasazení a výlov)

Číslo rybníka	KF	Iv	Iš	HSI	VSI
vstup	3,67±0,41	2,61±0,19	18,32±0,55	11,13±1,25	22,30±2,99
7	3,31±0,29	2,60±0,16	18,11±0,84	7,19±1,45	15,82±1,81
8	3,40±0,18	2,65±0,14	18,59±0,77	5,61±0,99	15,54±1,53
9	3,73±0,28	2,29±0,14	19,74±0,92	4,91±0,88	14,70±2,21
10	3,41±0,20	2,56±0,07	19,61±0,48	5,35±0,92	14,87±1,21

KF - koeficient dle Fultona, Iv - index vysokohřbetosti, Iš - index širokohřbetosti, HSI - hepatosomatický index, VSI - viscerosomatický index

Z výše uvedených hodnot je patrné, že u koeficientů byly dosaženy srovnatelné hodnoty nebo mírně příznivější hodnoty u ryb krmných s použitím systému Carp-Feed. Použití krmného systému, vyšší nabídka a spotřeba krmiva, nezpůsobila vyšší hodnotu VSI, tedy vyšší množství tuku na vnitřnostním komplexu.

Tabulka 8

Výsledky chemických analýz celých ryb (nasazení a výlov) a krmiva

Číslo rybníka	Sušina (%)	Obsah tuku (%)		Obsah bílkovin (%)	
		V sušině	V čerstvé tkáni	V sušině	V čerstvé tkáni
Vstup	19,72	21,18	4,13	67,13	13,08
7	28,65	39,39	11,41	54,51	15,60
8	25,46	32,26	8,30	59,48	15,10
9	27,10	35,65	9,69	56,44	15,27
10	27,30	40,60	11,12	56,03	15,28
Krmivo	88,91	3,94	3,50	20,53	18,26

Složení tkání ryb se pohybuje v normálním rozmezí, s mírnými odchylkami u jednotlivých variant. Je zajímavé, že vyšší obsah tuku byl zjištěn u ryb (rybník č. 7), s významným podílem přirozené potravy na přírůstek a na rybníce (č. 10) s relativně nižší dostupností živé potravy (ve srovnání s rybníkem č. 9).

Závěr

S použitím systému CarpFeed došlo vždy ke zvýšení produkce ryb, v roce 2011 u rybníka Církvičný o 106 -170 kg.ha⁻¹ ve srovnání s předchozími lety, u rybníka Pašínovického a Zadního rybníka přibližně o 100 kg.ha⁻¹, v Milevsku při porovnání různé hustoty obsádky až o 500 kg.ha⁻¹. Zvýšení produkce při použití systému Carp-Feed se u jednotlivých rybníků pohybovalo v rozpětí 23 - 45 %.

Při porovnání relativního krmného koeficientu dosaženého v jednotlivých letech a vzájemného poměru přírůstek z přirozené potravy a z krmiva lze odhadnout zlepšení využití krmiva změnou jeho aplikace o 10 - 20 % nebo je hodnota srovnatelná při vyšší spotřebě krmiva a vyšší produkci ryb.

U ryb produkovaných v rybnících s krmným systémem byla zjištěna příznivá hodnota koeficientů pro hodnocení exteriéru a kondice. Využití systému v podzimním období zlepšuje kondici ryb před zimováním.

Při použití testovaného automatického systému Carp-Feed dochází ke snížení pracovního zatížení pracovníků zajišťujících krmení na rybníce, zefektivnění využití jejich pracovního času a snížení cestovních nákladů.

Pro ekonomické zhodnocení je zapotřebí do produkčních údajů dosadit odpovídající realizační cenu kapra, nákupní cenu krmiv, pořizovací cenu a náklady na provoz krmného systému.

Systém Carp-Feed získal v roce 2011 hlavní cenu 38. ročníku mezinárodní výstavy Země živitelka - Zlatý klas, v roce 2012 byl oceněn na výstavě TECHAGRO v Brně prestižní cenou GRAND PRIX TECHAGRO.

Poděkování

Data byla získána a příspěvek vznikl ve spolupráci a za finanční podpory společnosti AGRICO s.r.o. a za finanční podpory Výzkumného záměru AF MENDELU MSM 6215648905 a Pilotního projektu OP Rybářství CZ.1.25/3.4.00/10.00322.

Poděkování patří i vedení a konkrétním zaměstnancům podniků Rybářství Třeboň, a.s. a Rybářství Nové Hrady s.r.o.

Použitá literatura

Mareš J., 2011: Příkrmování kapra v rybničním chovu má mimořádný význam. Rybníkářství, č. 7: 6

Mareš J., 2012: Automatické denní příkrmování kapra pomohlo zvýšit produkci z hektaru rybníka o více než sto kilogramů. Rybníkářství, č. 10: 6

Mareš J., 2012: Einfluss der automatischen täglichen Zufütterung für die marktorientierte Karpfenproduktion. *Fischer und Teichwirt*. 2012. sv. 63, č. 06/12, s. 205--207. ISSN 0342-5703.

Mareš J., Kopp R., Brabec T., Lang Š., 2010: Vyhodnocení efektu použití systému Carp-Feed při odchovu násady kapra obecného v rybníčních podmínkách. Závěrečná zpráva AGRICO s.r.o., č. 9503/OS 2100741, 16 s.

Mareš J., Lang Š., Brabec T., Kopp R., 2012: Provozní ověření technologie příkrmování kapra obecného (*Cyprinus carpio*) v rybníčních pomoci automatického krmného systému Carp-feed. Technická zpráva, Pilotní projekt OP Rybářství, CZ.1.25/3.4.00/10.00322, 39 s.

Mareš J., Brabec T., Lang Š., Kopp R., 2012: Vyhodnocení efektu použití systému Carp-Feed při odchovu násady kapra v rybníčních podmínkách - Milevsko 2012. Závěrečná zpráva AGRICO s.r.o., č. 9510/SV2120131, 9 s.

www.Agrico.cz

2 Použití aerační techniky na hypertrofních rybnících v letním období

Kopp R., Brabec T., Hadašová L., Lang Š., Lukas V., Mareš J.

*Mendelova univerzita v Brně, Oddělení rybářství a hydrobiologie,
Zemědělská 1, 613 00, Brno*

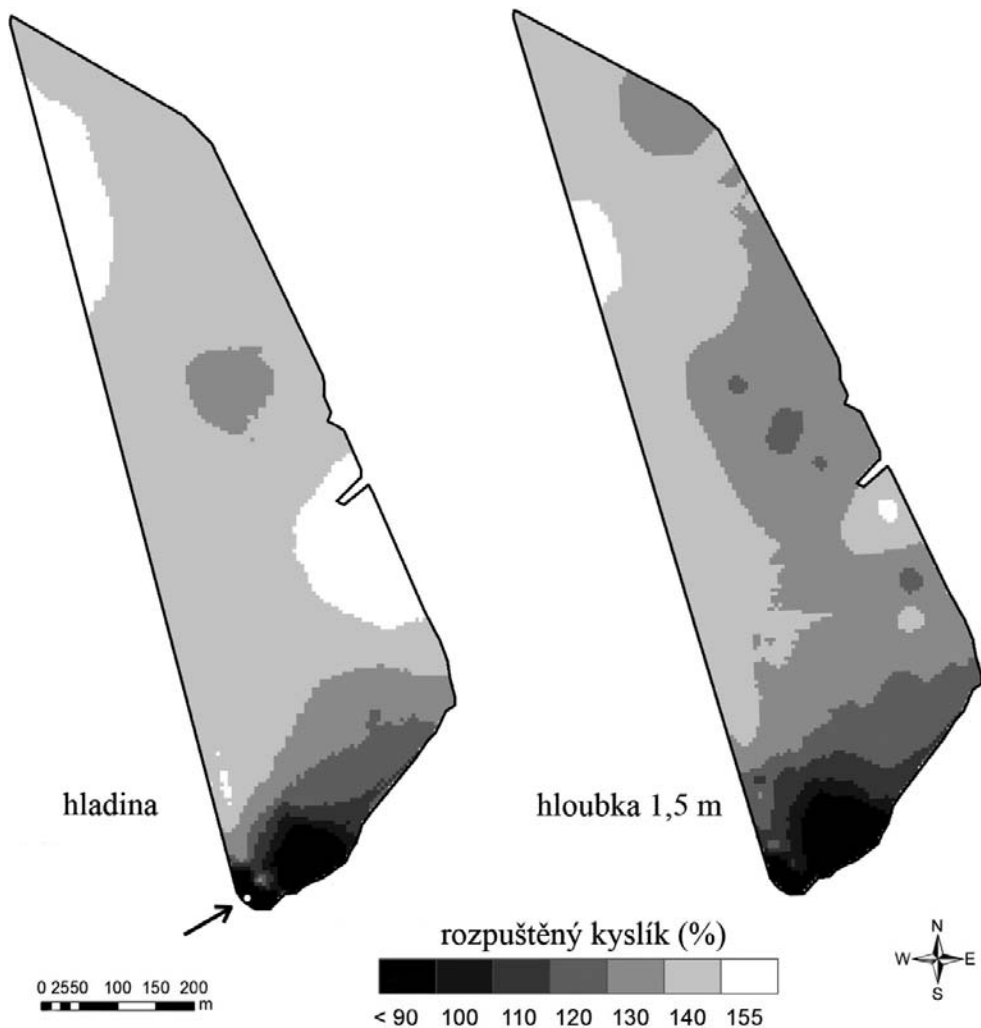
Rybníky jsou umělé mělké vodní nádrže, jejichž primárním účelem byl chov ryb. V současnosti je řada rybníků zařazena do režimu hospodaření v souladu s ochranou přírody a krajiny, kdy je vlastní produkce ryb výrazně redukována. Rybníky bez těchto omezení jsou pak často s použitím intenzifikačních opatření (příkrmování, hnojení apod.) obhospodařovány na hranici únosnosti a rybníční ekosystém je pak velmi nestabilní.

Z hlediska chovu ryb, je základním parametrem, který je nezbytně nutno v rybnících sledovat a udržovat v optimálním rozpětí, obsah rozpuštěného kyslíku. Hlavním dodavatelem kyslíku do vody rybníků jsou vodní rostliny, především fytoplankton. Současná situace v celé řadě rybníčních ekosystémů je charakteristická vysokou biomasou fytoplanktonu. Tato situace nastává často již v předjarním období a kulminuje v nejteplejších měsících roku. Vysoká biologická aktivita biomasy fytoplanktonu je pak často příčinou destabilizace ekosystému, spojená se značným rozkolísáním klíčových parametrů vodního prostředí (rozpuštěný kyslík, pH, toxický amoniak). Běžným jevem je převaha několika málo druhů sinic, které tvoří většinu biomasy fytoplanktonu, čímž se snižuje schopnost fytoplanktonu kompenzovat náhlé změny v prostředí. Výrazně se tak zvyšuje pravděpodobnost vzniku situací, kdy některé parametry překročí kritické hodnoty často s fatálními důsledky pro rybníční ekosystém. Tyto fluktuace jsou přirozenou reakcí na vysokou a nerovnovážnou živinovou zátěž a chování celého ekosystému se stává obtížně předpověditelné (Adámek a kol., 2010).

Rozpuštěný kyslík v rybnících během dne a noci výrazně kolísá především v závislosti na intenzitě fotosyntézy. Obdobím s nejnižším obsahem rozpuštěného kyslíku jsou brzké ranní hodiny, než se rozběhne fotosyntéza, která má přibližně hodinové zpoždění za začátkem světla. Nejkritičtějším obdobím v průběhu roku bývá konec srpna a měsíc září, kdy v důsledku intenzivní respirace planktonu a sedimentů při přetrvávajících vyšších teplotách vody a snížení intenzity fotosyntézy kvůli markantnímu zkrácení světelné periody, může v noci dojít k poklesu koncentrace kyslíku až na hodnoty kritické pro přežití rybí obsádky (Pechar a kol., 2002). Z hlediska vertikálního gradientu je přes malou hloubku rybníků patrné při vyšší úrovni trofie výrazné přesycení povrchových vrstev kyslíkem ve světlé části dnu v důsledku intenzivní asimilační činnosti fytoplanktonu. U dna naopak bývá kyslíku nedostatek, protože je zde nedostatek světla a zvýšený obsah organické hmoty v bahně podléhá bakteriálnímu rozkladu, spojenému s kontinuálním odčerpáváním kyslíku (Adámek a kol., 2010).

Použití aerační techniky na rybnících se tak stává v mnoha případech jedinou možností jak alespoň částečně kompenzovat kritické stavy nasycení vody kyslíkem a minimalizovat ztráty ryb úhynem. V dřívějších dobách se využití aerační techniky v rybářství omezovalo téměř výhradně na komorové rybníky a při sádkování ryb (Vejevoda, 1975). V současné situaci vysoké intenzity rybí produkce na rybnících, kdy jsou kritické stavy nasycení vody kyslíkem každoročním běžným jevem, se aerační technika stává běžnou součástí technického vybavení rybníka.

V rámci řešení pilotního projektu OP Rybářství jsme v průběhu roku 2012 monitorovali diurnální změny rozpuštěného kyslíku, pH a teplotu vody v intenzivně obhospodařovaných rybnících Rybářství Hodonín s.r.o. při použití různých typů aerační techniky (horizontální lopatkové kesenery, tryskové

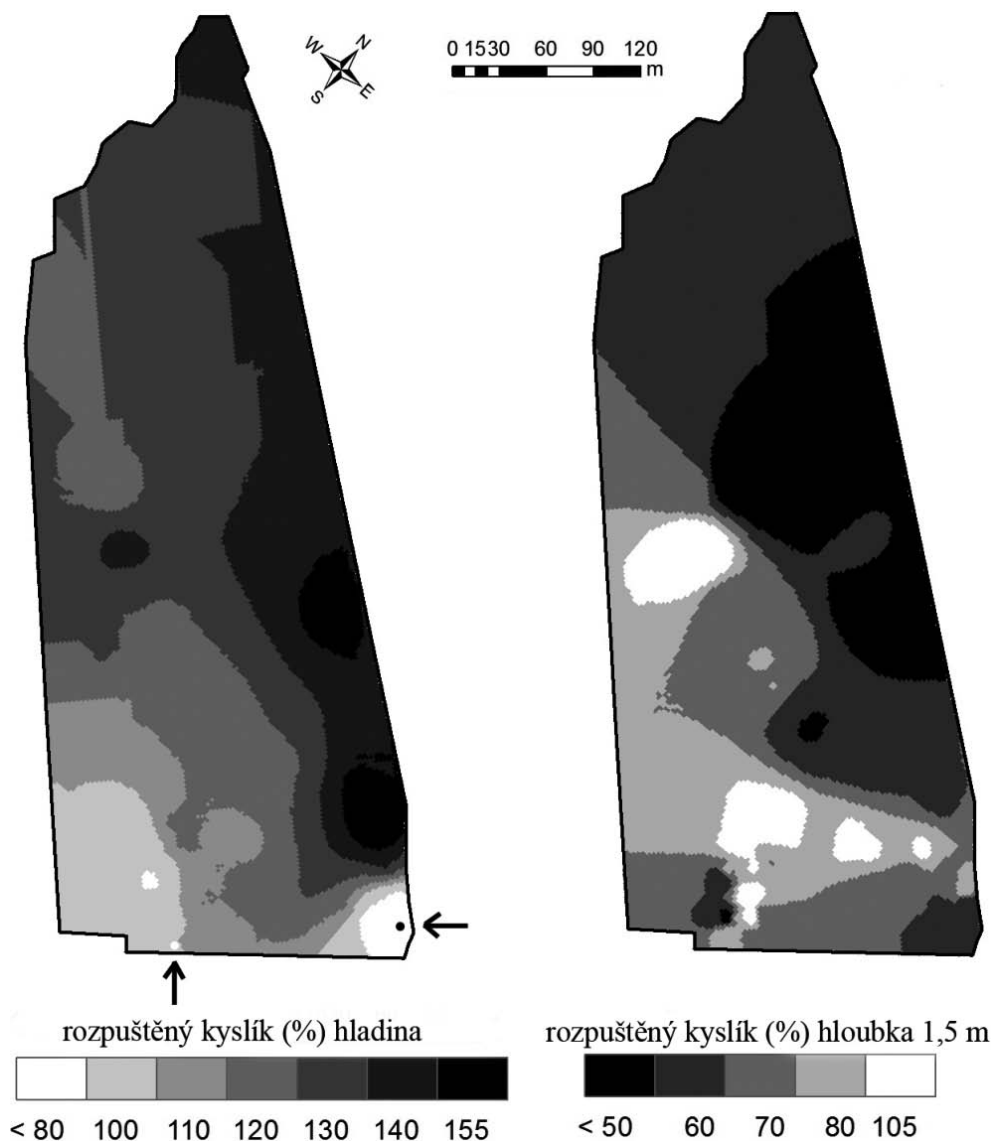


Obrázek 1: Mapa procentuálního podílu rozpuštěného kyslíku rybníka Dvorský 24. 7. 2012 v 10 hod. Šipka ukazuje umístění tryskového aerátoru Force 7 (bílý bod).

aerátory). Všechny sledované rybníky byly obhospodařovány s vysokou intenzitou, jako hlavní chovaná ryba by kapr obecný, produkce z 1 ha přesahovala 1000 kg, ryby byly přikrmovány obilninami. Dominantními zástupci fytoplanktonu byly především vláknité druhy sinic ve vysoké biomase, průhlednost vody byla nízká a pohybovala se v intervalu 20-40 cm.

Ke sledování jsme využili dva přístroje HACH Hq 40d (Hach-Lange, Colorado, USA), na kterých jsme manuálně zaznamenávali obsah rozpuštěného kyslíku, pH a teplotu vody. Měřicí sondy jednoho přístroje byly umístěny těsně pod hladinu (hloubka cca 20 cm), sondy druhého přístroje byly v hloubce přibližně 150 cm. K identifikaci polohy jsme využívali GPS přijímač s vysokou přesností měření Garmin Montana 600 (Garmin, Kansas City, USA). K pohybu na rybnících jsme využívali duralovou loď s elektromotorem.

Sledování probíhalo v termínu 24. 7. 2012 a 9 - 10. 8. 2012. V červenci bylo po dobu sledování slunečno, bez srážek, s teplotami dosahujícími až 31 °C ve stínu. Srpnový termín sledování byl s maximální denní teplotou vzduchu 27 °C ve stínu, po většinu sledovaného období bylo počasí jasné bez srážek.



Obrázek 2: Mapa procentuálního podílu rozpuštěného kyslíku rybníka Nadsádky 10. 8. 2012 v 10 hod. Šipky ukazují umístění aerátorů, tryskový aerátor Force 7 (černý bod), horizontální hřebenový kesener (bílý bod).

Získané výsledky měření jednotlivých fyzikálně-chemických parametrů byly spárovány se souřadnicemi navigačního systému GPS. Spojité mapy procentuálního podílu rozpuštěného kyslíku byly vytvořeny na základě prostorové interpolace bodových záznamů z GPS v software ESRI ArcGIS 10.1 pomocí metody Kriging a IDW. Volba interpolační metody byla provedena dle odchylky predikce. Výsledné mapy jsou zobrazeny v souřadnicovém systému S-JTSK.

V minulosti běžné horizontální hřebenové kesenery jsou v posledních letech nahrazovány různými typy tryskových nebo turbínových aerátorů. Účinnost těchto zařízení je odhadována na základě jejich výkonu a z údajů dodávaných výrobcem. Skutečné množství dodávaného kyslíku do vody intenzivně

obhospodařovaného rybníka je v praxi kontrolováno jen namátkovým měřením kyslíku u hladiny, informace o obsahu rozpuštěného kyslíku u dna rybníka, kde kapr přijímá většinu potravy, nejsou většinou monitorovány vůbec. Naše předběžná měření ukazují, že i při dostatku kyslíku v povrchové vrstvě vody může být spodní vrstva vody u dna naprosto bez kyslíku. Tyto informace jsou z hlediska chovu a optimalizace krmení ryb v rybnících zásadní a mohou výraznou měrou přispět k lepšímu využití krmiva, zvýšení krmného koeficientu a snížení ztrát způsobených úhynem ryb pro nedostatek rozpuštěného kyslíku.

Naše prvotní sledování se zaměřilo především na dopracování metodiky reálného sledování změn nasycení rozpuštěného kyslíku v provozních podmínkách a možnost grafické interpretace získaných dat. Na příložených obrázcích č. 1 a 2 je zobrazeno nasycení vody kyslíkem ve dvou intenzivně obhospodařovaných rybnících v průběhu vegetace. Na rybníce Dvorský (obrázek č. 1) byl v době sledování fyzikálně-chemických parametrů v provozu tryskový aerátor Force 7. Jeho umístění bylo v blízkosti krmného místa na rybníce, kde díky aplikaci krmiv a vyšší hustotě ryb byl zjevně patrný výrazný úbytek rozpuštěného kyslíku oproti ostatním oblastem rybníka. Vliv aerátoru na zvýšení obsahu kyslíku v rybníce byl v tomto případě negativní, díky promíchání horní vrstvy vody s vyšším obsahem kyslíku se spodní na kyslík chudou vrstvou. Fytoplankton z horních pater rybníka, kde díky intenzivní fotosyntéze produkoval dostatek kyslíku, se dostal ke dnu rybníka s nedostatkem světla, kde došlo k redukci fotosyntézy. Naopak primární producenti z hlubší části rybníka, kde díky nedostatku světla je jejich fotosyntetická činnost výrazně inhibována, jsou schopni produkce kyslíku až po určité adaptaci na změnu světelných podmínek. Provoz aerátoru za podmínek fungující fotosyntézy sinic a řas na rybníce je zjevně kontraproduktivní.

Obdobná situace byla i na rybníce Nadsádky (obrázek č. 2), kde byly v průběhu sledování fyzikálně-chemických parametrů v provozu dva různé typy aerátorů. Pozitivní vliv na zvýšení obsahu kyslíku ve vodě rybníka nebyl zaznamenán u žádného z nich a to ani v případě, kdy nasycení vody kyslíkem u hladiny bylo pod hranici 50%.

Závěr

Náš prvotní monitoring nasycení vody kyslíkem v rybnících za využití modulu GPS ukázal poměrně dobrou převoditelnost získaných dat do grafických programů. Výstupy v podobě spojitých map pak dobře ukazují reálné hodnoty sledovaného fyzikálně-chemického parametru v rybníce.

Výsledky nasycení vody kyslíkem ukazují, že využití aerační techniky v letním období na hypertrofních rybnících k tlumení ranních deficitů kyslíku není prakticky opodstatnitelné. V případě nízké koncentrace kyslíku v celém vodním sloupci (pod 50%) nedochází k požadovanému efektu zvýšení obsahu kyslíku, naopak při vyšších hodnotách nasycení vody kyslíkem se může použití aerační techniky projevit i snížením jeho obsahu.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory pilotního projektu OP Rybářství CZ.1.25/3.4.00/11.00396 Provozní ověření různých typů aerátorů ke zvýšení obsahu rozpuštěného kyslíku v rybnících.

Použitá literatura

Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík, M., 2010: Aplikovaná hydrobiologie. JU v Českých Budějovicích, FROV, 350 s.

Pechar L., Příkryl I., Faina R., 2002: Hydrobiological evaluation of Třeboň fishponds in the end of the nineteenth century. In: Květ J., Jeník J., Soukupová L. (eds.): Freshwater wetlands and their sustainable future, Paris: 31-61.

Vejvoda M., 1975: Potřeba kyslíku a provzdušňování vody při komorování a sádkování ryb. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe. Ústav vědeckotechnických informací ČSAZ, Praha 28 s.

3

Vliv příkrmování kapra obilnými krmivy na kvalitu vody a bilanci živin

Hlaváč D.¹, Hartman P.¹, Adámek Z.¹, Másílko J.¹, Bláha M.¹, Pechar L.², Baxa M.²

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Ústav akvakultury, Husova tř. 458/102, 370 05 České Budějovice, e-mail: hlavac@frov.jcu.cz

² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Laboratoř aplikované ekologie, Studentská 13, 370 05 České Budějovice

Úvod

Jedním z podmiňujících faktorů udržitelnosti a stability produkce rybníční akvakultury je výzkum nutriční strategie ke snížení produkce metabolitů a odpadních látek v rybnících (Steffens 1985; Máchová a kol. 2010). V několika posledních letech byla pro naplnění tohoto cíle ověřována kvalita krmiv z hlediska jejich úpravy a technologie aplikace na přírůstek obsádek kapra (Másílko a kol. 2009). Zvýšená pozornost je věnována rovněž bilanci živin v rybnících s různou úrovní intenzifikace (Duras a Potužák 2012, Hartman 2012).

Druh, složení a způsob podávání krmiv má významný vliv na množství metabolitů produkovaných obsádkou ryb a odpadních látek (nespotřebované krmivo) v rybnících (NRC 1993; Jirásek a kol. 2005), které ovlivňují kvalitu zadržené a vypouštěné vody podle VN č. 82/1999 Sb. a VN č. 61/2003 Sb., a tím i kvalitu prostředí a welfare samotných ryb. Přestože obsádky ryb předložené krmivo obvykle zkonsumují a stráví, je známo, že část živin (především dusíku a fosforu) z rostlinných bílkovin je nevstřebatelná a odchází do rybníčního prostředí (Schneider a kol. 2004; Rahman a kol. 2008). Úkolem akvakultury je živiny v maximální možné míře zadržet, zamezit jejich úniku a využít je v současném a následném produkčním cyklu (Hartman 2012). Produkci metabolitů vznikajících chovem ryb, lze významně snížit použitím lépe stravitelného krmiva, správné krmné technologie a pečlivým vyvážením energie a živin, zejména pak dusíku a fosforu (Hasan 2001; Hlaváč a kol. 2012).

Cílem příspěvku je definovat množství živin, které vstupuje do rybníčního prostředí chovem ryb, efektivitu jejich konverze v potravním řetězci na přírůstek ryb a vliv těchto vstupů na celkovou bilanci dusíku a fosforu.

Materiál a metodika

Obsádka každého pokusného objektu, kterým byly sádky o objemu cca 300 m³, se přepočítávala podle velikosti dané nádrže na hodnotu odpovídající 363 ks.ha⁻¹ K₃ o průměrné kusové hmotnosti 1,2 kg, tj. 435,6 kg.ha⁻¹. Tato hustota byla zvolena s ohledem na běžnou současnou chovatelskou praxi v daném regionu (Třeboňsko). Pro pokusy byla použita provozní linie třeboňského kapra šupinatého K₃ (používané označení TŠ). Obsádky byly příkrmovány celou pšenicí (PN), pšenicí po tepelné úpravě na 100°C po dobu 90 sekund (PT) a takto upravenou pšenicí s doplněním o mechanickou úpravu mačkáním (PTM). Účinnost takto podávaných krmiv byla porovnávána s hodnotami z kontrolních podmínek bez příkrmování (K), kde obsádka kapra stejné hustoty byla chována pouze na přirozené potravě. Příkrmování obsádek bylo rozděleno s ohledem na teplotní režim do jednotlivých měsíců. Denní krmné dávky byly soustředěny do 3 krmných dnů v týdnu (Po, St, Pá).

Vzorky vody pro kontrolu její kvality byly odebírány v intervalech 14 dní a ob jeden interval byly sádky loveny, z odtékající vody byl odebírán slévaný vzorek k analýzám na živiny a ryby byly váženy, biometricky hodnoceny pro stanovení přírůstku a výživného stavu. Vždy při napouštění sádek byl odebírán vzorek přítokové vody, jako porovnávací hodnota pro další odběry v průběhu periody ukončené lovením pro potřebná hodnocení obsádky kapra. V časovém odstupu 24 hodin po napuštění a zabezpečení neprůtočnosti byly odebírány v každé sádce tzv. startovací vzorky. Díky pokusným podmínkám v sádkách s důsledně dodržovanou neprůtočností považujeme získaná data z chemických analýz za maximálně věrohodná, protože nejsou ovlivněna nekontrolovatelnými přísunými živin (smyvy a výluhy) z povodí a do značné míry je vyloučen i vliv sedimentů dna, neboť dna sádek je zatíženo organickými sedimenty pouze v minimálním rozsahu.

Ve 14ti denních intervalech probíhal odběr vzorků zooplanktonu planktonní sítkou pro vyhodnocení dostupnosti přirozené potravy.

Živinová bilance byla stanovena na základě vybraných ukazatelů, k nimž patřily zejména: celkový fosfor (TP), fosforečnany ($\text{PO}_4\text{-P}$), celkový dusík (TN), amoniakální dusík ($\text{NH}_4\text{-N}$), dusičnanový dusík ($\text{NO}_3\text{-N}$), BSK_5 , CHSK_{Cr} , chlorofyl *a* a nerozpuštěné látky. Sledování bylo doplněno i analýzami aplikovaných krmiv na živiny se zaměřením na obsah TP a TN v sušině krmiva (Tab. 1). Rozdílný obsah celkového fosforu a dusíku v různě upravené pšenici je způsoben tím, že tepelnou úpravou i mačkáním dojde k částečné ztrátě vody.

Tabulka 1

Obsahy TP a TN v použitých obilovinách

Krmivo	TP [g.kg ⁻¹]	TN [g.kg ⁻¹]
Pšenice (PN)	3,15	16,80
Pšenice tepelně upravená (PT)	3,25	19,90
Pšenice tep. upravená + mačkaná (PTM)	3,48	19,05

Metodika výpočtu bilance dusíku a fosforu

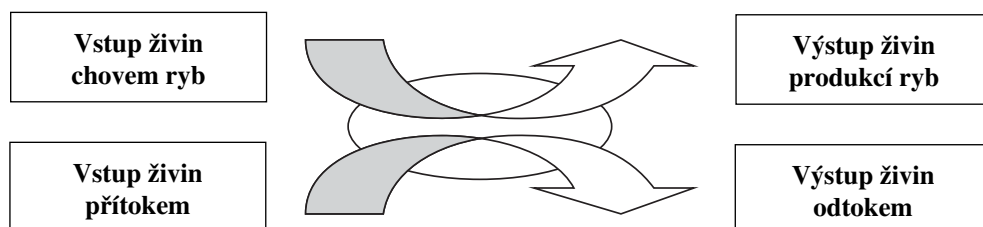
Za jeden z důležitých vlivů příkrmování obsádek kapra na kvalitu vody v rybnících je považována vyluhovatelnost krmiv (v daném případě nativních i upravených obilovin) do doby jejich konzumace rybami. Tato vlastnost krmiv byla hodnocena pomocí rozdílu mezi výslednými hodnotami chemických analýz (TP, $\text{PO}_4\text{-P}$, TN, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, BSK_5 , CHSK_{Cr} , chlorofyl *a*, nerozpuštěné látky) vody nádrží s příkrmovanými a nepříkrmovanými obsádkami metodou párových korelačních koeficientů. K tomuto postupu nás vedla skutečnost, že čím více je složení odebraného vzorku vody podobné v příkrmovaných a kontrolních obsádkách, tím je korelační koeficient bližší jedné, a tím menší je vyluhovatelnost krmiv a vliv příkrmování na kvalitu vody.

Pro výpočet bilance dusíku a fosforu je zapotřebí znát vstup těchto prvků příkrmováním z podávaných obilovin. Sumarizaci vstupu fosforu a dusíku ve formě krmiv do experimentálních nádrží (sádek) uvádí Tab. 2. Při ní se vychází z hodnot získaných rozborem krmiv a z množství spotřebovaných obilovin na sádku (do každé sádky bylo zkrmeno 33 kg obilovin). Pro výpočet bilance je také důležitý obsah těchto dvou hlavních prvků v biomase ryb, abychom mohli vyčíslit výstup nutrientů produkcí ryb. Pro vyhodnocení jsme vycházeli z údajů, že 1 kg biomasy ryb obsahuje 8,4 g TP (**Wema cz. s.r.o., osobní sdělení**) a 23,7 g TN (**Knösche et al. 2000**). Pro výpočet bilance TP a TN byly sečteny kumulativně vstupy živin těsně po napuštění a výstupy živin při vypouštění s přepočtem na objem sádky. Způsob hodnocení látkové bilance živin je představen na Obr. 1.

Tabulka 2

Vstup celkového fosforu a dusíku krmivem do jednotlivých sádek

vstup TP a TN krmivem	TP [g]	TN [g]
Pšenice (PN)	103,95	554,40
Pšenice tepelně upravená (PT)	107,25	656,70
Pšenice tepelně upravená + mačkaná (PTM)	114,84	628,65



Obrázek 1: Základní schéma pro hodnocení látkové bilance (dle Duras a Potužák 2012)

Výsledky

Tabulka 3

Párové korelační koeficienty kvality vody mezi sádkami bez příkrmování a sádkami s příkrmovanými obsádkami bez započtení startovacích vzorků

sádky č.	9 a 20	8 a 18	10 a 17	19 a 21	7 a 16
krmivo	K	PN	PT	PT	PTM
TP		0,970370	0,970929	0,958412	0,903548
TN		0,958678	0,947262	0,964226	0,741388
BSK ₅		0,937475	0,966092	0,986859	0,870608
CHSK _{Cr}		0,965161	0,970146	0,961331	0,840578
Chlorofyl <i>a</i>		0,956852	0,956884	0,979533	0,833056
PO ₄ -P		0,299909	0,582551	0,117963	0,282245
NH ₄ -N		0,781762	0,622053	0,698801	0,488183
NO ₃ -N		0,342745	0,435439	0,364476	0,434391
nerozp. látky		0,953800	0,969994	0,954881	0,796048

Vysoké korelační koeficienty (blížící se jedné) u TP, TN a organických látek mezi sádkami s obsádkami příkrmovanými pšenicí a pšenicí tepelně upravenou oproti nepřikrmovaným obsádkám (Tab. 3) signalizují, že příkrmování ryb se bezprostředně neprojeví na rozdílu daných hydrochemických parametrů (TP, TN, BSK₅, CHSK_{Cr}, chlorofyl *a*, nerozp. látky) mezi příkrmovanými a nepřikrmovanými obsádkami. Vysoké hodnoty korelačních koeficientů jsou i u variant s pšenicí tepelně upravenou a mačkanou (hlavně TP, TN, nerozpuštěné látky a chlorofyl *a*), přestože lze do jisté míry předpokládat zvýšené vyplavování živin z mačkaných obilky, z nichž se po delší době ve vodním prostředí mohou živiny snadněji uvolňovat v důsledku narušení ochranné slupky obilky. Tento předpoklad je vhodným tématem pro ověření v experimentálních podmínkách. Nízké korelační koeficienty jsou mezi sádkami s příkrmovanými a nepřikrmovanými obsádkami v případě živin přítomných v iontové formě (PO₄-P, NH₄-N, NO₃-N).

Podíl nevyhovujících hodnot vybraných parametrů kvality vody dle VN č. 61/2003

Vybrané parametry kvality vody byly srovnány s imisními standardy ukazatelů a hodnot přípustného znečištění povrchových vod podle přílohy č. 3 k Nařízení vlády č.61/2003 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Jak je uvedeno v Tab. 4, imisní standardy nebyly v některých případech dodrženy, a to i v případě nepříkrmovaných obsádek (v tabulce je uvedeno procento nevyhovujících hodnot vztažených k výše uvedenému nařízení).

Tabulka 4

Procento nevyhovujících hodnot zjištěných v průběhu experimentu

Parametr kvality vody	Imisní standard v mg.l ⁻¹	Procento překročení hodnoty imisního standardu			
		K	PN	PT	PTM
BSK _s	6,0	43,8 %	43,8 %	45,3 %	46,8 %
CHSK _{Cr}	35,0	87,5 %	93,8 %	90,6 %	81,3 %
TP	0,2	37,5 %	40,6 %	42,2 %	40,6 %
TN	8,0	0 %	0 %	0 %	0 %
NH ₄ -N	0,5	0 %	0 %	0 %	0 %
NO ₃ -N	7,0	0 %	0 %	0 %	0 %

Jak je patrné z uvedených výsledků, procentický podíl hodnot nevyhovujících imisním standardům u jednotlivých skupin sádek ve vzájemně výrazně nelišil. Hodnoty BSK_s, CHSK_{Cr} a TP byly překračovány opakovaně, a to i v rybnících, kde probíhal extenzivní odchov bez příkrmování. Procento překročení imisních standardů se řádově lišilo jen v jednotkách procent. Je však třeba mít na paměti, že se jedná o limitní hodnoty imisních standardů, přičemž hodnocená čísla ale představují hodnoty emisní.

Výpočet bilance dusíku a fosforu

Pro výpočet látkové bilance pro obsah fosforu a dusíku jsme vycházeli z hodnot z výše uvedené tabulky, zjištěných chemickým rozbořem (Tab. 1) s přepočtem na celkový vstup fosforu a dusíku vloženým krmivem (viz Tab. 2).

Bilance vypočítaná pro chov ryb se vstupem příkrmování a výstupem produkcí ryb byla **téměř ve všech případech negativní**, což znamená, že došlo k retenci fosforu z krmiv v biomase ryb (Tab. 5). Nejvyšší retence TP byla zjištěna v produkci ryb z kontrolních sádek bez příkrmování, což je logické s ohledem na nulový vstup krmivem. Z příkrmovaných obsádek vykazovaly příznivou negativní bilanci ty, které byly příkrmovány pšenicí tepelně upravenou a mačkanou (nejvyšší zjištěná hodnota v sádce č. 16 činila -20,24 g) a většina obsádek příkrmovaných pšenicí pouze tepelně upravenou s jedinou výjimkou (sádka č. 21 s hodnotou +9,58 g), což bylo pravděpodobně způsobeno překrytím dna sádky č. 21 geotextilií, která získané výsledky nepochybně významně ovlivnila oddělením dna od vodního sloupce (viz další výsledky) a také díky zastíněné poloze. Oba tyto faktory snížily přírůstek ryb, který se ocitl na úrovni 2/3 přírůstku ostatních příkrmovaných obsádek, což ovlivnilo výstup fosforu produkcí ryb.

Tabulka 5

Bilance celkového fosforu (příkrmování)

Sádka číslo	Krmivo	Vstup krmení [g]	Výstup produkce ryb [g]	Bilance celkem [g]
7	PTM	114,84	117,53	-2,69
16	PTM	114,84	135,08	-20,24
10	PT	107,25	114,29	-7,04
17	PT	107,25	126,12	-18,87
19	PT	107,25	121,22	-13,97
21	PT	107,25	97,66	9,58
8	PN	103,95	112,91	-8,96
18	PN	103,95	120,58	-16,63
9	K	-	33,35	-33,35
20	K	-	33,44	-33,44

Tabulka 6

Bilance celkového fosforu (přítok a odtok)

Sádka číslo	Krmivo	Vstup přítok [g na objem sádky]	Výstup odtok [g na objem sádky]	Bilance celkem [g]
7	PTM	244,35	294,67	50,31
16	PTM	228,53	221,90	-6,63
10	PT	240,13	259,93	19,80
17	PT	227,54	258,07	30,52
19	PT	228,79	270,53	41,73
21	PT	239,07	311,42	72,35
8	PN	239,72	264,01	24,29
18	PN	219,18	260,01	40,83
9	K	226,35	223,29	-3,05
20	K	232,67	261,48	28,81

Při posouzení bilance vstupu fosforu přítokem a výstupu odtokem vykazují téměř všechny sádky dotaci, což znamená, že odtoklo více této živiny, než přítoklo a to včetně jedné kontrolní sádky bez příkrmování (Tab. 6), pravděpodobně v důsledku bioturbace sedimentů kaprem, která je velmi intenzivní (Adámek a Maršálek 2013). Dvě sádky vykazovaly retenci celkového fosforu, došlo tedy k zadržení fosforu (sádka č. 16 s příkrmováním obsádky pšenicí tepelně upravenou a mačkanou s hodnotou -6,63 g a kontrolní sádka č. 9 bez příkrmování obsádky s hodnotou -3,05 g). Naopak dotace této živiny do odtokové vody byla zjištěna ve všech zbývajících případech obsádek, a to jak příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou - +19,80 g (sádka č. 10); +30,52 g (sádka č. 17); +41,73 g (sádka č. 19), tak neupravenou pšenicí: +24,29 g (sádka č.8); +40,83 g (sádka č. 18) i kontrolní (sádka č. 20 bez příkrmování: +28,81 g). Nejvyšší dotaci živin do odtokové vody (nízké zadržení TP) vykazovala obsádka příkrmovaná pšenicí tepelně upravenou: +72,35 g (sádka č. 21).

Tabulka 7

Bilance celkového dusíku (přikrmování)

Sádka číslo	Krmivo	Vstup krmení [g]	Výstup produkce ryb [g]	Bilance celkem [g]
7	PTM	628,65	331,61	297,04
16	PTM	628,65	381,14	247,50
10	PT	656,70	322,48	334,21
17	PT	656,70	355,85	300,84
19	PT	656,70	342,03	314,66
21	PT	656,70	275,55	381,14
8	PN	554,40	318,57	235,82
18	PN	554,40	340,21	214,18
9	K	-	94,11	-94,11
20	K	-	94,37	-94,37

Bilance TN chovem ryb se vstupem krmením a výstupem produkcí ryb byla velmi nevyrovnaná a nikde nedošlo k zadržování dusíku (Tab. 7). Retenci celkového dusíku vykazovaly přirozeně kontrolní sádky bez přikrmování, z důvodu nulového vkladu této živiny krmením. Nízkou dotací vykazovaly rovněž obsádky přikrmované pšenicí (sádka č. 18 s hodnotou +214,18 g a sádka č. 8 s hodnotou +235,82 g). Tato skutečnost je pravděpodobně způsobena nižším obsahem TN v obilovinách bez úprav. Poměrně nízké dotace také dosáhla sádka s přikrmováním pšenice tepelně upravené a mačkané (sádka č. 16 s hodnotou +247,50 g). Naopak vysokou dotací celkového dusíku TN vykazovala obsádka přikrmovaná pšenicí tepelně upravenou (č. 21 s hodnotou +381,14 g).

Tabulka 8

Bilance celkového dusíku (přítok a odtok)

Sádka číslo	Krmivo	Vstup přítok [g na objem sádky]	Výstup odtok [g na objem sádky]	Bilance celkem [g]
7	PTM	2586,99	2864,68	277,69
16	PTM	2467,77	1816,53	-651,23
10	PT	2476,76	2468,90	-7,85
17	PT	2536,95	2237,34	-299,61
19	PT	2426,10	2437,81	11,71
21	PT	2626,34	3040,31	413,97
8	PN	2520,28	2538,82	18,53
18	PN	2454,24	2265,38	-188,85
9	K	2397,48	2194,68	-202,79
20	K	2558,51	2507,78	-50,73

Při posuzování bilance vstupu dusíku přítokem a výstupu odtokem, jsou výsledky značně rozkolísané (Tab. 8). Vysoké zadržení (retenci) TN vykazuje sádka č. 16 s příkrmováním pšenicí tepelně upravenou a mačkanou (-651,23 g), avšak jiná sádka (č. 7) se shodnou formou příkrmování vykazuje naopak významnou dotaci odtoku dusíkem (+277, 69 g). Podobně je tomu i v případě bilance dusíku v sádkách s příkrmováním pšenicí pouze tepelně upravenou, v nichž bilance dusíku kolísá od hodnot významně pozitivních (dotace odtoku dusíkem, tj. výstup vyšší než vstup) po vysoce negativní (retence, tj. výstup nižší než vstup). Ze skutečnosti, že sádka č. 21, jejíž dno bylo překryto geotextilií, vykazovala nejvyšší pozitivní hodnoty bilance (dotace) jak v případě dusíku, tak fosforu, lze usuzovat, že inkorporace obou živin do sedimentů dna hraje v procesech koloběhu živin v rybníce s příkrmováním velmi významnou roli. Nevyrovnané výsledky, znemožňující jednoznačný výklad, byly získány i v sádkách s příkrmováním neupravenou pšenicí - v jednom případě mírně pozitivní, tedy dotace, v druhém naopak významně negativní bilance, tedy retence. Jedině kontrolní sádky bez příkrmování přinesly výsledky, které bylo možno očekávat, tedy že bez vstupu živin ve formě krmiv dochází k jejich retenci a úbytku v odtékající vodě. Toto zjištění je nepochybně jistým ověřením toho, že experimenty byly založeny správně, avšak při příkrmování obsádek hrají významnou úlohu ještě další faktory (zvýšená účinnější? bioturbace, vyluhování živin z nespotřebovaných krmiv?), kterým bude nutno věnovat zvýšenou pozornost v dalších sledováních.

Produkční výsledky

Produkční výsledky experimentu jsou uvedeny v Tab. 9. Nejpříznivější hodnoty všech průměrných produkčních ukazatelů vykazovaly obsádky příkrmované pšenicí tepelně upravenou při 100 °C a mačkanou - PTM (FCR 2,21; FCE 0,46; SGR 0,60). Výsledky získané s příkrmováním pšenicí bez úpravy - PN (FCR 2,38; FCE 0,43; SGR 0,60) byly mírně vyšší než s pšenicí tepelně upravenou při 100 °C - PT. (FCR 2,44; FCE 0,42; SGR 0,59). Nejvyššího průměrného kusového přírůstku dosáhly obsádky příkrmované PTM (1367 g.ks⁻¹), zatímco průměrný kusový přírůstek s příkrmováním PN a PT byl nižší o více než 100 g (1264, resp. 1243 g.ks⁻¹). Produkční hodnoty u pšenice tepelně upravené byly ovlivněny již několikrát zmiňovanými faktory během odchovu (pokrytí dna geotextilií, zastíněná poloha), které pravděpodobně způsobily snížení přírůstku ryb v dané sádce. Nejnižšího kusového přírůstku dosáhla logicky extenzivní obsádka bez příkrmování (362 g.ks⁻¹). Průměrný přírůstek na hektar u kontrolních sádek s hodnotou 128,5 kg.ha⁻¹ udává dosaženou přirozenou produkci získanou v průběhu pokusu. Průměrný hektarový přírůstek v rozmezí 440,1 - 489,2 kg.ha⁻¹, dosažený ve variantách s příkrmováním odpovídá průměrné hektarové produkci, která je v ČR dosahována (Adámek a kol. 2012) a svědčí o správném metodickém založení experimentu.

Tabulka 9

Výsledné ukazatele produkční účinnosti krmiv na sádkách v Třeboni 2012

Pozn.: FCR - relativní krmný koeficient (= spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku ryb), FCE - produkční účinnost krmiva (= přírůstek hmotnosti ryb z 1 kg krmiva), SGR - specifická rychlost růstu (= procentický denní přírůstek hmotnosti vztážený k průměrné hmotnosti za sledované období)

Sádka č.	Krmivo	Nasazeno			Sloveno				Přirůstek			Produkční ukazatele krmiv			
		Počet ryb (ks)	Celková hmotnost (kg)	Kusová hmotnost (g.ks ⁻¹)	Počet ryb (ks)	Celková hmotnost (kg)	Kusová hmotnost (g.ks ⁻¹)	Zrátý (%)	Přirůstek celkem (kg)	Kusový přirůstek (g.ks ⁻¹)	Přirůstek (kg.ha ⁻¹)	Spotřeba krmiva (kg)	FCR	FCE	SGR
7	PTM	11	14,88	1353	11	28,88	2625	0	13,99	1272	444,91	33	2,36	0,42	0,55
16	PTM	11	13,76	1251	11	29,84	2713	0	16,08	1462	533,40	33	2,05	0,49	0,65
	Průměr	11	14,32	1302	11	29,36	2669	0	15,04	1367	489,16	33	2,21	0,46	0,60
10	PT	11	12,87	1170	11	26,48	2407	0	13,61	1237	432,92	33	2,43	0,41	0,60
17	PT	11	13,26	1205	11	28,27	2570	0	15,02	1365	477,09	33	2,20	0,46	0,63
19	PT	11	12,93	1175	11	27,36	2487	0	14,43	1312	480,65	33	2,29	0,44	0,62
21	PT	11	13,42	1220	11	25,05	2277	0	11,63	1057	369,62	33	2,84	0,35	0,52
	Průměr	11	13,12	1193	11	26,79	2435	0	13,67	1243	440,07	33	2,44	0,42	0,59
8	PN	11	13,43	1221	11	26,87	2443	0	13,44	1222	424,64	33	2,45	0,41	0,58
18	PN	11	12,97	1179	11	27,32	2484	0	14,36	1305	478,10	33	2,30	0,44	0,62
	Průměr	11	13,2	1200	11	27,10	2464	0	13,90	1264	451,37	33	2,38	0,43	0,60
9	K	11	12,74	1158	11	16,71	1519	0	3,97	361	129,82	-	-	-	0,23
20	K	11	13,44	1222	11	17,42	1584	0	3,98	362	127,16	-	-	-	0,22
	Průměr	11	13,09	1190	11	17,07	1552	0	3,98	362	128,49	-	-	-	0,23

Závěr

- Vzhledem k nevýznamným rozdílům v kvalitě vody vyplývající z analýz TN, TP, BSK₅ nerozpuštěných látek a chlorofylu mezi sádkami s přihřmovanými a nepřihřmovanými obsádkami lze předpokládat, že aplikací obilovin v uvedeném rozsahu odpovídajícím relativnímu krmnému koeficientu mezi 2 a 2,5 je kvalita vody ovlivněna jen málo významně v důsledku přirozené odolnosti obilovin vůči vyluhování živin. Tuto skutečnost potvrzují vysoké korelační koeficienty mezi kontrolními (nepřihřmovanými) a přihřmovanými obsádkami.
- Poněkud výraznější rozdíly byly shledány v kvalitě vody mezi sádkami s přihřmovanými a nepřihřmovanými obsádkami při hodnocení odtoku živin v iontové - rozpuštěné formě (PO₄-P, NH₄-N, NO₃-N) zejména u analýz s vyloučením startovacích vzorků (24 h po napuštění). S ohledem na poměrně nízké korelační koeficienty (Tab. 3) mezi jednotlivými pokusnými variantami lze předpokládat, že rozkolísání těchto ukazatelů kvality vody je především důsledkem metabolismu (exkrece) ryb.
- Kvalita vody v pokusných objektech (sádkách) byla chovem ryb ovlivněna natolik, že hodnoty BSK₅, CHSK_{Cr} a rovněž i TP překračovaly imisní limity stanovené VN č. 61/2003 Sb. V případě hodnot CHSK_{Cr} (Tab. 4) docházelo k překračování zejména v závěru vegetačního období. Naopak koncentrace celkového dusíku a živin v iontové formě N a P, přestože negativní vliv obsádek kapra na jejich hodnoty v odtoku byl nejvýraznější, vyhověly citované právní normě.
- Z bilance živin TP vstupujícího do biomasy přírůstku ryb vyplynulo, že fosfor v bílkovinách obilovin, aplikovaný v polointenzivní rybníční akvakultuře, byl až na jedinou výjimku při vyváženém krmném koeficientu transformován téměř beze zbytku do biomasy ryb, dochází tedy k jeho retenci. Vstup TP přítokem vodou do sádek byl téměř ve všech případech nižší než výstup TP odtokem. Prostředí sádek s víceméně inertním substrátem dna pravděpodobně nemůže zabezpečit retenci TP tak, jak je tomu v rybnících v průběhu vegetační sezóny (Všetičková et al. 2012).
- Retence TN z krmiva ve formě přírůstku je při přihřmování kapra obilovinami nedostatečná. Skutečná retence TN do přírůstku byla prokázána pouze u kontrolních (nepřihřmovaných) obsádek, avšak zdrojem dusíku byl v těchto případech výlučně přítok.
- Výsledky, získané ze sádky č. 21 (PT) se významně lišily od ostatních zejména v bilanci TP (ve smyslu nedostatečné retence) a nižšího přírůstku ryb včetně zhoršené konverze krmiv. Příčinou bylo velmi pravděpodobně překrytí dna geotextilií a zastínění této sádky na část dne budovou centrálního lovení. Je zřejmé, že výsledky zde získané je třeba zvažovat s ohledem na tuto skutečnost.

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory projektu OP Rybářství CZ.1.25/3.4.00/11.00388, výzkumného centra CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024, Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (projekt č. 047/2010/Z) a Národní agentury pro zemědělský výzkum (projekt č. QH82117).

Použitá literatura

- Adámek Z., Linhart O., Kratochvíl M., Flajšhans M., Randák T., Polícar T., Masojídek J., Kozák P., 2012: Aquaculture the Czech Republic in 2012: Modern European prosperous sector based on thousand-year history of pond culture. *Aquaculture Europe* 37(2):5-14.
- Adámek Z., Maršálek B., 2012: Bioturbation of sediments by benthic macroinvertebrates and fish and its implication for pond ecosystems: a review. *Aquaculture International*, 21(1):1-17 doi:10.1007/s10499-012-9527-3
- Duras J., Potužák J., 2012: Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících. *Vodní hospodářství*, 6: 210-216.

- Hartman P.**, 2012: Model výživy rybníční biocenózy s ohledem na celkový fosfor. In: M. Urbánek (Editor), Sborník referátů konference Chov ryb a kvalita vody. 24.1 2012. České Budějovice, Rybářské sdružení, České Budějovice: pp 33-48.
- Hlaváč D., Adámek Z., Hartman P., Másílko J.**, 2012: Vliv přikrmování na vývoj kvality vody v kaprových rybnících (přehled). Bulletin VÚRH Vodňany, 48 (4) in press.
- Hasan M. R.**, 2001: Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. In: Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand: pp 193-219.
- Jirásek J., Mareš J., Zeman L. (Editors)**, 2005: Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. MZLU, Brno, 68 pp.
- Knösche R., Schreckenbach K., Pfeifer M., Wiessenbach H.**, 2000: Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. Fisheries Management and Ecology, 7: 15-22.
- Máchová J., Valentová O., Faina R., Svobodová Z., Kroupová H., Mráz J.**, 2010: Znečištění produkované kaprem obecným z různých podmínek chovu. Bulletin VÚRH Vodňany, 46(1): 31-38.
- Másílko J., Urbánek M., Hartvich P., Hůda J.**, 2009: Efektivní přikrmování mechanicky upravenými obilovinami v chovu tržního kapra na rybářství Třeboň a.s. edice metodik č. 98, Vodňany, 11 pp.
- NRC**, 1993: U.S. National Research Council. Nutrients requirements of fish. National Academy Press. p 114.
- Rahman M. M., Verdegem M., Nagelkerke L., Wahab M. A., Milstein A., Verreth J.**, 2008: Effects of common carp *Cyprinus carpio* (L.) and feed addition in rohu *Labeo rohita* (Hamilton) ponds on nutrient partitioning among fish, plankton and benthos. Aquaculture Research, 39(1): 85-95.
- Schneider O., Sereti V., Eding E. H., Verreth J. A. J.**, 2004: Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. Aquacultural Engineering, 32: 379-401.
- Steffens W. (Editor)**, 1985: Grundlagen der Fischernahrung. VEB Gustav fisher Verlag Jena, 226 p.
- Všetičková L., Adámek Z., Rozkošný M., Sedláček P.**, 2012: Effects of semi-intensive carp pond farming on discharged water quality. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 42 (3): 223-231 doi: 10.3750/AIP2011.42.3.06

4

Nedocenená úloha rybníků v krajině

Pokorný J.¹ a Zykmund A.²

¹ *J. Plachty 46, 370 04 České Budějovice, e-mail: pok.ryby@seznam.cz*

² *Mánesova 458/48, 370 01 České Budějovice*

Úvod

Téměř všechny krajinné oblasti Čech, Moravy i Slezska byly od 19. století měněny postupnou industrializací. K největším změnám došlo po druhé světové válce (1945).

Rozvoj těžkého strojírenství, zpracovatelského průmyslu, dopravy a velkoplošného zemědělství (1948-1989) sice zvýšily výrobu a produktivitu práce, byly však i příčinou celospolečenských škod. Zvýšená spotřeba vody, střídavá období sucha nebo povodní, narůstající potřeba akumulace vody pro energii a hospodářské účely se řešila výstavbou přehrad. Funkčnost dříve zrušených rybníčních soustav to nenahradilo.

Smysl zadržování vody v naší krajině potvrzují historicky zaznamenaná období suchých let, zvláště pak kritický suchý rok 1947. K podstatnější obnově rybníků došlo na jižní Moravě na Pohofelicku a Mikulovsku v druhé polovině čtyřicátých let, kdy byly rekonstruovány bývalé rybníky Pernštejnské éry. Rybníční fond na Moravě tak byl zvýšen jejich výměrou téměř o 1 000 ha až na celkovou plochu přesahující 10 000 ha. Je škoda, že v obdobném rozsahu již nebyly řešeny další stínové oblasti se srážkovými deficity. Ve srovnání s 16. stoletím současná plocha rybníků ČR představuje necelou třetinu jejich tehdejší výměry.

Vývoj v 20. století

Úroveň zemědělství v bývalém Československu a jeho výnosy byly tradičně až do 40 let 20. století vyrovnané, i když zemědělská produkce byla ovlivňována počasím (povodněmi, suchem, holomorazy), ale i společenskými změnami: oběma světovými válkami, rozpadem Rakouska-Uherska, světovými krizemi a pod.

Druhá polovina dvacátého století byla v Československu poznamenána rozsáhlým zavedením velkoplošného hospodaření na zemědělské půdě. Jejich velkoplošné úpravy, scelování do velkých honů, rušení mezí, přirozených terénních útvarů a remízků (HTÚP) a nadměrné meliorační úpravy byly příčinou mimořádného nárůstu eroze a odplavování půdy. **Smyvy dosáhly rozsahu, který ohrožuje budoucnost nejen zemědělství, ale i celkový ráz krajiny s dalšími důsledky.** Na polích jde především o ztrátu ornice (až 4 t.ha⁻¹.rok⁻¹). **Splavované sedimenty následně snižují průtočnou a objemovou kapacitu našich rybníků, toků i dalších nádrží (ÚN a MVN).** Příkladem může být i táborská vodní nádrž Jordán na Košínském potoce s objemem 3 mil. m³, která je téměř z 1/3 zanesena sedimenty.

Situaci smyvů je nutno urychleně řešit. Jednou z možností je zachytit odtékající vody přímo v regionu a zadržet smyvů půd v malých vodních nádržích - rybnících, obdobně jako existovaly jejich soustavy (tzv. polní rybníky) v minulosti.

Eroze zejména z orných honů je v rozsahu, který ohrožuje úrodnost 2/3 výměry půdy ČR. Proti rychle stoupajícím odnosům nejcennější zemědělské půdy byla už v předchozích obdobích přijata řada administrativních opatření, avšak bez zřetelného výsledku.

Společenské změny po roce 1989 sice vlastníkům pozemky v restituci vrátily, ale ke zvýšené ochraně půdy nedochází. Předpokládal se větší zájem nových vlastníků o ochranu úrodnosti získané půdy. Bohužel jejich zájem o dlouhodobou a trvalou ochranu půdy se neobnovil. Pro restituenty je zajímavější získanou půdu pronajmout. Přirozené zábrany odtoku vody se nevytvářejí, nedochází ani ke zpomalení smyvů cenné půdy. Za současné situace zůstává problém, jak zainteresovat nájemce zemědělské půdy na eliminaci smyvů. Většina základních opatření je odborné i širší veřejnosti známa, popsána v literatuře a ověřena v praxi. **Přesto organizace a finanční krytí pro účely prevence smyvů jsou nedostatečné a realizace minimální**

Problematikou eroze půd, odnosem smyvů a zabahňováním nádrží se zabýval specializovaný ústav v Praze se svými pracovišti a řada pracovníků (např. **Gergel 1992, 1995, 2005, Gergel, Benešová a Hůda 2006, Janeček M. 1975**) a další. Státní rybářství již v 50. letech min. století založilo v Praze odštěpný závod těžké mechanizace. Ten se specializoval na odbahňování a meliorace rybníků po celé republice. V letech 1956 - 1984 bylo rekultivováno 4 059 ha.

Značná pozornost byla a je věnována čištění odpadních vod (komunálních a zpracovatelských - mlékárny, škrobárny, cukrovary, jatky, pivovary) v tzv. biologických (akumulačních, asimilačních, stabilizačních, dočišťovacích) **rybnících** známými výzkumnými ústavu (např. rybářským, mlékárenským atp.) spojených se jmény např. **Pytlík a Lavický 1962, Svoboda 1982** a nově např. **Šálek 1994.** Zatížení rybníčních vod kejdou a chovem kachen se věnoval v 60. - 70. letech min. století kolektiv pracovníků bývalého SR (**Hartman, Pokorný, Kronika a Lavický**) a Ústřední laboratoř tehdejšího oborového podniku Státní rybářství.

Vzhledem k nárůstu odpadních vod a k aktuálnosti znečištění, zejména fosforem se výzkumu úspěšně věnují i současná pracoviště ústavů a univerzit. Některé jejich výsledky byly prezentovány i na první rybářské konferenci RS ČR v roce 2012 - viz referáty **Ing. Hartmana, CSc.** a pracovníků Povodí Vltavy, s.p. (**RNDr. Durase, Ph.D a Ing. Potužáka, Ph.D.**). Obdobně zaměřená sdělení jsou v programu na této druhé konferenci (viz příspěvky **doc. Adámka, CSc. a Ing. Všetickové** i dalších).

K řešení palčivých vodohospodářských problémů nutno především snížit odtok vody z krajiny. Podle sledování ČHMÚ došlo k několikanásobnému poklesu schopnosti krajiny akumulovat srážky a odtok se zvýšil **2,5x**.

Častý výskyt období opakovaného sucha, provázený nedostatkem vody v kořenové zóně půdního profilu, zvláště v jarních obdobích, je příčinou snížených výnosů i kvality zemědělské produkce. K těmto stavům dochází i v kumulaci do několikaletých období. **Naopak se vyskytují časové úseky vlhkých let - povodňové stavy, kdy se výrazně projeví pokles schopnosti půdy, přijímat vodu z přívalemých dešťů.** Rybníky prokázaly schopnost eliminovat lokální povodně a podílet se výrazně na omezení škod i při největších povodních (např. v roce 2002 třeboňské rybníky snížily a zpozdily odtok vody řekou Lužnicí téměř o 60 hodin). Rybník Rožmberk zachránil před zatopením níže ležící vesnice včetně města Veselí n. L.

V době povodní v roce 2002 zadržely přehrady ve svých retenčních prostorách navíc **1,6 mld. m³** vody. Samotné rybníky, včetně neovladatelného prostoru, akumulovaly více než **600 mil. m³** vody. Rybníky i ostatní MVN kromě chovu ryb svým všestranným významem jsou nenahraditelné. V případě potřeby téměř 90 % rybníků plní funkce víceúčelové. Příkladem je i soustava Hlohoveckých rybníků na jižní Moravě, která kromě chovu ryb je využívána k zavlažování, dočišťování odpadních vod, jako ptačí rezervace a dokonce i k rekreaci. V současných podmínkách je počet i kapacita víceúčelových rybníků nedostatečná.

Na druhé straně se neustále zvyšuje odčerpávání stávající kapacity vodních zdrojů. Ty dosahují hranice bilanční napjatosti a je třeba ocenit, že na bilanci podzemní vody by se mohly více podílet (až 50 mil. m³) obnovené či nově vybudované, v přírodě rozptýlené rybníky a ostatní malé vodní nádrže.

Výrazné omezení eroze a snížení výskytu povodní (včetně místních přívalů) předpokládá využit nejen nových vědeckotechnických postupů, ale poučit se i z minulosti. Ještě na počátku 18. století bylo v českých zemích 72 tisíc rybníků (dnes necelá třetina), které zadržovaly na ploše 180 tisíc ha kolem 2,4 mld. m³ vody a výrazně zpomalovaly její odtok a omezovaly smyvy. V současné době představuje akumulaci schopnost krajiny pouze 25% dřívější kapacity. Nové přehrady (ÚN) v ochraně orné půdy před erozí nemohou dřívější zrušené polní a ojedinělé rybníky nahradit.

Bilance půdy a vodohospodářských poměrů na přelomu milénia

Úbytek půdy a bilance vodohospodářských poměrů na začátku 21. století je alarmující. Podle přehledu uvedeného **Špačkem a Machovskou (2012)** se struktura pozemkového fondu v období let 1927 - 2010 vyvíjela následovně (Tab. 1):

Tabulka 1

Struktura pozemkové držby v českých zemích

Druh pozemku	Výměra v km ²		
	1927	1976	2010
Výměra území ČR	78 870	78 870	78 865
Zemědělská půda	50 950	44 440	42 335
Lesy	23 530	26 130	26 574
Vodní plochy (včetně inundačních území)	246	1 410	1 631
Zastavěné a ostatní plochy	4 144	6 890	8 325
Orná půda			32 690
z toho degradováno erozí 42,5%			13 900

Vodní zdroje ČR jsou až na výjimky obnovovány atmosférickými srážkami - dlouhodobý roční průměr představuje 685 mm v množství kolem 54 mld. m³. Kolísání mezi suchými a vodními roky je „ohromující“ (46 - 71 mld. m³). Obdobně rozdíly jsou v ročním odtoku vody (9 mld. m³ - 21 mld. m³). S těmito extrémními srážkami a odtokem se musí naše krajina a nádrže vyrovnat i přes chybějící retenční kapacity.

Tabulka 2

Vodní a zamokřené plochy v ČR

	ÚN	Rybníky	Tůně a pinky	Jezera	Rašeliniště	Mokřady	Toky
Tis. ha	30	52	1	0,05	7,2	17,8	25,9
Počet	138	24 000	?	7	?	?	
Objem vody mil. m ³	3 676	456	1,2	5,7	?	18 odhad	

Podle prací na Generelu rybníků (Hydroprojekt a.s. Praha, 1996) je v ČR celkem 24 tisíc rybníků včetně malých nádrží (pstruhových, experimentálních, okrasných). Klasických rybníků s chovem kapra (převážně ve správě členů Rybářského sdružení ČR) je podle **Šilhavého (2007)** pouze **14 tisíc**. Celková katastrální výměra všech rybníků a MVN dosahuje v ČR **52 tisíc ha s celkovým objemem 636 mil. m³**. Z toho činí **voda 456 mil. m³ a sedimenty 180 mil. m³**. Vzhledem k tomu, že význačnou část smyvů tvoří splavená ornice je nasnadě, vracet ji co nejdříve zpět na pole (např. během zimování či letnění rybníků).

Závěr

Současná péče o krajinu a zejména o zemědělskou půdu neodpovídá potřebě a odpovědnosti moderní společnosti za její stav. Nejzávažnějším problémem je trvalý úbytek úrodné půdy, způsobený vodní erozí a záborem na stavby.

Současné větší rybníky v počtu 14 tisíc kromě zadržené vody obsahují téměř 180 mil. m³ sedimentů a smyvů. Rozsah rybníků, jejich počet i rozmístění je v ČR zcela nedostatečné.

Je nezbytné obnovit bývalé polní rybníky, nebo vybudovat nové záchytné nádrže o výměře alespoň 5 tis. ha. Podle počtu a velikosti nově budovaných nádrží - rybníků by bylo možné ročně zachytit a zachránit dalších **5 - 7 mil.** m³ odplavované půdy. Částečnou ekonomickou návratnost vynaložených prostředků lze řešit víceúčelovým využitím rybníků chovem ryb, závlahami, v rámci protipovodňových opatření, rekreací i posílením biodiverzity.

Náklady na program protierozních opatření by měly být zahrnuty do rámce ochrany evropské kulturní půdy. Výstavba či obnova protierozních a víceúčelových rybníků by v ČR představovala finanční prostředky kolem 1,7 mld. Kč.

Použitá literatura

- Gergel J.**, 1995: Úloha malých vodních nádrží v zemědělské krajině. Praha, ÚVTIZ.
- Gergel J.**, 1995: Těžba a využití sedimentů z malých nádrží. Metodika č. 18, VÚMOP Praha, 23 s.
- Gergel J. a kol.**, 1995: Úloha malých vodních nádrží v zemědělské krajině. Praha, ÚVTIZ.
- Gergel J., Benešová J., Hůda J.**, 2006: Příspěvek k hodnocení rybníčních sedimentů (geneze, legislativa, zdravotní rizika). Vodní hospodářství č. 4.
- Hartman P.**, 2012: Model výživy rybníční biocenózy s ohledem na celkový fosfor. Sborník referátů konf. Chov ryb a kvalita vody I. Č. Budějovice 22. 2. 2012.
- Janeček M.**, 1975: Meliorace rybníčních okrajů. Praha, UVTI ČSAZ.
- Janeček M.**, 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV nakladatelství.
- Kolektiv**, 2011: Příručka pro obce. ČSV ČSSI.
- Langhammer J.**, 2012: Vliv změn v krajině na průběh a následky povodně 2002. Vodní hosp. 2012 č. 9
- Plecháč V.**, 1989: Voda - problém současnosti a budoucnosti. Nakl. Svoboda Praha.
- Pokorný J. a kol.**, 2004: Velký encyklopedický rybářský slovník. Nakl. Fraus, Plzeň.
- Pokorný J.**, 2009: Vodní hospodářství. Stavby v rybářství. Učebnice SRŠ Vodňany. Informatorium Praha.
- Potužák J., Duras J., (2012).** Látkové bilance rybníků k čemu jsou dobré. Sborník referátů konf. Chov ryb a kvalita vody, Č. Budějovice 22. 2. 2012.
- Šálek J., Mika Zd., Tresová A.**, 1989: Rybníky a účelové nádrže. SNTL, Praha 1989.
- Šálek J.**, 1994: Návrh na využití biologických nádrží na čištění odpadních vod. Metodika č. 15, Praha, ÚVTIZ.
- Šálek J.**, 1997: Vodní hospodářství krajiny I. Nakl. VUT Brno 1997.
- Šilhavý V.**, 1997: Výměry rybníků v ČR. Č. Budějovice, RS ČR 2007.
- Špaček P., Machovská H.**, 2012: Vsakování potřebné, ale nevymahatelné. Vodní hosp. č. 9.

5 | Změna kvality vody po průtoku rybníky

Všetičková L.¹, Adámek Z.², Rozkošný M.³, Sedláček P.³

¹ Masarykova univerzita, Ústav botaniky a zoologie PŘF, Kotlářská 2, 611 37 Brno

² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Ústav akvakultury, Husova tř. 458/102, 370 05 České Budějovice

³ Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Mojžírovo nám.16, 612 00 Brno

Úvod

Rybníky jsou důležité ekosystémy nezastupitelné v naší krajině, která je jejich hydrologickým režimem ovlivňována. V dnešní době neplní zdaleka jen funkci produkční, ale jsou využívány k rekreaci, popř. jako přírodní rezervace, a na jejich přítomnost je vázána celá řada chráněných živočichů (Adámek *et al.* 2012). Kromě toho jsou některé rybníky využívány jako stabilizační a hrají významnou úlohu v eliminaci znečištění z čistíren odpadních vod (Heteša *et al.* 2002). V druhé polovině minulého století došlo v rybníkářství k mnoha změnám. Zvýšilo se druhové spektrum chovaných ryb (přibyl amur, tolstolobik, síhové) i hustota rybí obsádky a začala se uplatňovat intenzifikační opatření (krmení, hnojení, vápnění), která vedla ke zvýšení produkce jednotlivých rybníků, ale zároveň vyústila ve vysoký přísun živin do rybníčního ekosystému (Fasaic *et al.* 1989). Příliš početná nebo nevhodně komponovaná rybí obsádka může přitom mít přímý vliv na počty a složení bakteriálních společenstev, které mohou dosáhnout takových hodnot, že je voda nevhodná k rekreaci (Markošová & Ježek 1994). I přes dlouhou historii rybníkářství v České republice nejsou změny v kvalitě vody po průtoku rybníkem příliš dokumentovány, na rozdíl např. od pstruhařství, kde je změna kvality vody vytékající z těchto rybochovných zařízení monitorována a existuje dostatek studií týkajících se tohoto problému. Všeobecně jsou kaprové rybníky považovány za stabilní prvky krajiny bez znečišťujícího vlivu na okolní ekosystémy (Kestemont 1995).

Změny v kvalitě rybníční vody záleží nejen na způsobu hospodaření (Duras & Potužák 2012), ale také, jak se ukázalo, na kvalitě vody v přítoku, která může být ovlivněna v negativním smyslu mnoha způsoby. Hladina trofie přítokové vody je zvyšována např. průmyslovými a komunálními čistírnami odpadních vod, které způsobují silné živinové znečištění, a splachy z polí, které rybníky často obklopují (White *et al.* 2010). Hlavní chemické prvky způsobující eutrofizaci vody jsou fosfor (P) a dusík (N). Oba tyto prvky jsou rybníky schopny zachytit a kumulovat (Knösche *et al.* 2000). Nejvyšší hodnoty P jsou obvykle deponovány v sedimentu, kde dle Bíró (1995) může být uloženo 100-1000 krát více živin než ve vodě. Tuto skutečnost je nutné mít na paměti především při výloveh a zároveň tyto výsledky dokládají, jak je opodstatněné odbahňování nejen rybníků, ale i údolních nádrží.

Je známo, a je to vlastně i podstatou fungování stabilizačních rybníků, že při zadržení silného organického znečištění v nich dochází ke zlepšení kvality vody na odtoku oproti přítoku (Svoboda & Koubek 1990). Také Příkrýl *et al.* (1983) uvádějí, že bez ohledu na intenzitu hospodaření dochází v rybnících s výrazně znečištěnou přítékající vodou k eliminaci fekálního zatížení a k významné redukci obsahu nitrátů společně se zlepšením fyzikálně-chemických parametrů. Nicméně při polointenzivním způsobu hospodaření, který je v České republice nejfrekventovanější, dochází při přikrmování obilovinami k zatěžování rybníčního prostředí, jak prokázal např. Olah (1986). Snahou by však mělo být, aby intenzita a způsob přikrmování odpovídaly kvalitativnímu i kvantitativnímu rozvoji zooplanktonu, který je zpětně ovlivňován vyžíráním tlakem ryb (Schlott *et al.* 2011). Společenstvo zooplanktonu je

schopno ovlivňovat prostředí rybníka velmi účinně (Potužák *et al.* 2009). Mimo to, také společenstvo dna (makrozoobentos) je vystaveno silnému predačnímu tlaku obsádky. Vliv makrozoobentosu na vývoj prostředí rybníka je zcela zanedbatelný v porovnání se zooplanktonem, a to i přesto, že hraje významnou roli v procesu bioturbace dna, jak uvádí např. Adámek & Maršálek (2013).

Cílem práce bylo především porovnání kvality vody na odtoku z monitorovaných rybníků s různou intenzitou hospodaření během vegetační sezóny na základě hydrochemické, bakteriologické a saprobiologické analýzy (makrozoobentos). Sledování byla doplněna o hodnocení využitelnosti umělých substrátů pro studium makrozoobentosu a monitoring rybích společenstev kolonizujících přítoky a odtoky sledovaných rybníků.

Popis lokalit a metodika

Sledování proběhla na čtyřech rybnících na jižní Moravě s různým managementem a kategoriemi chovaných ryb. Vzorkování probíhalo měsíčně od dubna do září 2009. Extenzivní hospodaření bylo uplatňováno na rybnících Kurdějovský (KUR, výtažník) a Nesyt (NES, hlavní rybník). Rybníky Šibeník (SIB, výtažník) a Vrkoč (VRK, hlavní rybník) byly obhospodařovány polointenzivním způsobem.

Pouze rybník Nesyt má dva přítoky: Valtický potok (VAL) a kanál Včelínek (VCE), ostatní rybníky mají jeden přítok. Všechny rybníky jsou obklopeny poli s ornou půdou. Rybník Nesyt leží v Národním parku a rybářský management je provozován s ohledem na program péče stanovený Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky. Přítoky do rybníků byly zatíženy různým stupněm komunálního znečištění - přítok VAL dotoval v době monitoringu rybník NES nečištěnou surovou odpadní vodou a na přítoku VCE je nad rybníkem zaústěn odpad z funkční ČOV obce Sedlec, přítok SIB byl reprezentován odpadní vodou z ČOV Mikulov s účinností čištění významně se měnící v průběhu monitoringu, přítok do KUR tvořil potok protékající obcí, a pouze přítok do VRK byla kvalitní říční voda z řeky Jihlavy.

Parametry kvality vody byly monitorovány na všech přítokových i odtokových kanálech. Teplota vody, pH a rozpuštěný kyslík byly měřeny *in situ* za pomoci multimetru HACH Lange HQ40d. Laboratorně stanovené hydrochemické parametry zahrnovaly nerozpuštěné látky (105°C), biologickou spotřebu kyslíku (BSK₅), chemickou spotřebu kyslíku (CHSK_{Mn}), organický uhlík, N-NH₄, N-NO₃, celkový dusík, P-PO₄, celkový fosfor, chlorofyl-*a* a trofický potenciál. Monitorované mikrobiologické parametry zahrnovaly počty enterokoků, *Escherichia coli*, fekálních koliformních bakterií a mezofilních (22°C) organismů.

Vzorky makrozoobentosu pro saprobiologická vyhodnocení byly odebírány semikvantitativně pomocí metody „kick-sampling“ bentosovou sítkou o velikosti ok 500 μm po dobu tří minut a propláchnuty na sítu o velikosti ok 500 μm. Odebrané vzorky byly konzervovány 4% roztokem formaldehydu.

Na přítokových a odtokových stokách byly instalovány umělé substráty - upravené náplně do biofiltrů (h2 KGP 320) o ploše 600 cm² s 5 patry o celkové výšce 15 cm. Vzorky z obou způsobů odběru makrozoobentosu byly dále zpracovány (bezobratlí byli vybírání) v laboratoři a živočichové determinováni do nejnižších možných taxonomických jednotek (povětšinou do druhů). Výsledky získané determinací vzorků byly použity na stanovení saprobního indexu (SI) a Shannon-Weanerova indexu diverzity (H').

Ichtyologický průzkum všech přítokových i odtokových stok byl proveden v červnu a červenci 2009 bateriovým přenosným agregátem Smith-Root (50 Hz, 400 V). Ve vymezených úsecích bylo loveno v celém příčném profilu toku o délkách od dvaceti do sto třiceti metrů s ohledem na dostupnost. Ulovené ryby byly na místě druhově určeny, změřeny (SL - *standard length*), zváženy a puštěny nepoškozené zpět do vody.

Výsledky a diskuse

V textu jsou uvedena a komentována pouze vybraná zjištění. Graficky jsou prezentovány pouze výsledky bakteriologických vyšetření jakožto nejprůkaznější změny kvality vody po zadržení v rybníce

a monitoringu koncentrace fosforu jakožto nejdiskutovanějšího aspektu chovu ryb v rybnících. Detailní výsledky monitoringu s prezentací zjištěných hodnot a příslušným komentářem byly publikovány v pracích Chaloupková & Adámek (2009), Všeticková et al. (2012) a Všeticková & Adámek (2012).

Kurdějovský rybník (KUR)

Ve srovnání s přítokem byl v odtoku KUR registrován vysoce významný ($p < 0,01$) pokles počtu enterokoků (Obr. 1) a koncentrace celkového dusíku, významný byl i pokles počtů *Escherichia coli* a mezofilních organismů (22°C), trofického potenciálu a koncentrace P-PO₄, celkového fosforu, N-NH₄ a N-NO₃ ($p < 0,05$).

V přítoku a odtoku bylo zjištěno celkem 38, resp. 40 taxonů makrozoobentosu (MZB) s nevýznamnými rozdíly ($p > 0,05$) mezi jejich průměrnými počty (12,5±1,9, resp. 13,0±4,2 v přítoku a odtoku) i indexy diverzity (1,02±0,35, resp. 1,29±0,55). Saprobni index (SI) MZB v odtoku však byl významně nižší ($p < 0,05$) než v přítoku (2,42±0,33, resp. 2,81±0,11). Na umělých substrátech v přítoku a odtoku bylo zjištěno celkem 21, resp. 20 taxonů MZB s průměrnými hodnotami 7,6±3,8 a 10,0±3,7 ($p > 0,05$). SI odpovídalo v obou kanálech alfamezosaprobite a ani v indexu diverzity H' nebyl mezi přítokem a odtokem statisticky průkazný rozdíl (1,09±0,52 vs 0,69±0,53).

V přítoku do rybníka se ryby nevyskytovaly ani nemigrovaly z rybníka, patrně v důsledku znečištěné vody z obce Kurdějov. Odtok byl celou monitorovací sezónu prakticky bez vody s průtokem do jednoho litru za vteřinu, a tudíž rovněž bez ryb.

Rybník Nesyt (NES)

V kvalitě vody na přítoku byl vysoce významný rozdíl mezi oběma přítokovými kanály (VCE a VAL). Počty fekálních koliformních bakterií a obsah nerozpuštěných látek byly vysoce významně vyšší ($p < 0,01$) ve VCE v porovnání s odtokem a signifikantní rozdíl byl také zaznamenán ($p < 0,05$) v počtech *E. coli*. V porovnání s VAL se v odtoku průkazně zvýšila koncentrace rozpuštěného kyslíku a nasycení vody kyslíkem ($p < 0,01$) a také pH ($p < 0,05$) spolu s koncentrací chlorofylu-*a*. V odtoku byly významně nižší koncentrace celkového fosforu, celkového dusíku, N-NH₄ a byl zde nižší trofický potenciál v porovnání s VAL na hladině významnosti $p < 0,01$. Současně v odtoku klesly v porovnání s VAL významně ($p < 0,05$) počty *E. coli* a koncentrace P-PO₄.

V NES přítocích bylo zjištěno celkem 57 (VCE) a 32 (VAL), a v odtoku 27 taxonů MZB s průměrnými hodnotami v jednotlivých odběrech 18,7±10,4; 7,8±7,0 a 7,2±4,3 taxonů. V kvalitě vody podle saprobiologického vyhodnocení MZB nebyly prokázány žádné významné změny ($p > 0,05$) mezi alfamezosaprobitem v obou přítokových kanálech a v odtoku (SI VČE 2,59±0,32; VAL 2,89±0,24; odtok 2,59±0,21). Rovněž Shannon-Weaverův index diverzity MZB ukázal nesignifikantní ($p > 0,05$) snížení v odtokovém kanálu (H' 1,59±0,56) ve srovnání s VCE (H' 2,12±0,56), ale signifikantní ($p < 0,05$) zvýšení počtu druhů v porovnání se silně znečištěným VAL (H' 0,94±0,74). Na nízkých kvalitativních i kvantitativních hodnotách makrozoobentosu v NES odtoku se zásadně podílely vysoké počty i biomasa ryb (viz dále).

Umělé substráty v přítocích a odtoku byly kolonizovány 50 (VČE), 17 (VAL) a 20 (NES odtok) taxony MZB s jednotlivými průměry odpovídajícími 14,8±6,0; 4,0±4,9 a 7,2±4,3 taxonů v jednotlivých odběrech. Umělé substráty indikovaly stabilní alfamezosaprobni podmínky kvality vody, i když se značnými rozdíly ($p < 0,05$) mezi přítoky a odtokem (SI VCE 2,62±0,10; VAL 3,23±0,07; odtok 2,84±0,06). Podobná tendence byla prokázána i na umělých substrátech se signifikantním ($p < 0,05$) snížením diverzity MZB v odtoku (H' 1,16±0,69) v porovnání se VCE (H' 1,85±0,29), ale neprůkazným zvýšením ($p > 0,05$) v porovnání s VAL (H' 0,78±0,65).

Valtický přítok rybníka Nesyt byl v podstatě tvořen odpadními vodami z ČOV (která byla navíc v první polovině roku 2009 mimo provoz), a proto byl v důsledku silné degradace kvality vody zcela

bez ryb. V přítoku od Sedlece, který je tvořen stokou navazující na rybník Nový včetně vyčištěných odpadních vod z ČOV Sedlec, bylo zjištěno celkem 10 druhů ryb v denzitě a biomase 115 jedinců a 4321 g na 100m. Dominantními druhy byla stěvlička východní (*Pseudorasbora parva*), okoun říční (*Perca fluviatilis*) a plotice obecná (*Rutilus rutilus*), které tvořily 36,0, 22,7, respektive 16,0% celkové denzity (41, 26, resp. 18 ryb/100 m). V biomase významně dominoval kapr obecný (*Cyprinus carpio*) s 3017 g/100m. Tuto biomasu však tvořilo pouze několik větších jedinců, kteří nepochybně migrovali z rybníka. Na odtoku bylo registrováno celkem 11 druhů ryb v denzitě a biomase 1554 jedinců a 48821 g na 100m. Dominantním druhem zde byl karas stříbřitý (*Carassius auratus*), který tvořil více než 2/3 celkové denzity (69,7%, resp. 1083 jedinců na 100 m). Dalšími druhy s početnějším zastoupením byli okoun říční (10,0%, resp. 156 ks/100m) a stěvlička východní (6,6%, resp. 102 ks/100 m). Karas stříbřitý dominoval i v biomase s 26093 g/100m (53,4% celkové biomasy). V umělých substrátech pro odběr makrozoobentosu byla na VCE a odtoku NES zjištěna přítomnost hlavačky mramorované (*Proterorhinus semilunaris*).

Rybník Šibeník (SIB)

V porovnání s přítokem bylo v odtokovém kanále zjištěno výrazné snížení ($p < 0,01$) obsahu $P-PO_4$, celkového fosforu, $N-NO_3$, trofického potenciálu a naopak zvýšení ($p < 0,01$) koncentrace rozpuštěného kyslíku, nasycení kyslíkem, pH a obsahu chlorofylu-*a*, ale také koncentrace organického uhlíku a BSK_5 ($p < 0,05$). V odtoku bylo zaznamenáno i významné snížení ($p < 0,05$) hodnot mikrobiologických ukazatelů (enterokoky, *E. coli* a fekální koliformní bakterie) a celkového dusíku.

Počet taxonů MZB v přítoku a odtoku rybníku Šibeník činil 28, resp. 59 s průměrnými hodnotami $11,0 \pm 3,6$ a $22,8 \pm 4,8$ ($p < 0,01$). Hodnoty SI ukazují na alfamezosaprobitu ($2,89 \pm 0,15$), resp. betamezosaprobitu ($2,38 \pm 0,13$) v přítoku a odtoku ($p < 0,01$). I přes toto zlepšení však nebyl zjištěn významný rozdíl v indexu diverzity MZB (H' , $1,09 \pm 0,81$ resp. $1,86 \pm 0,47$) v přítoku a odtoku. Počet taxonů, zjištěných na umělých substrátech dosahoval podobných hodnot jako ve vzorcích MZB, a to 27, resp. 52 v přítoku a odtoku s průměry $12,2 \pm 2,5$ a $23,0 \pm 6,8$ ($p < 0,05$). Podle saprobního indexu na substrátech došlo ke zlepšení kvality vody ($p < 0,01$) z SI $3,02 \pm 0,14$ v přítoku na $2,53 \pm 0,11$ v odtoku. Stejně jako v případě MZB nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl v diverzitě (H' $1,07 \pm 0,71$ a $1,64 \pm 0,97$).

V přítoku rybníka Šibeník, tvořeném z podstatné části vyčištěnými odpadními vodami z ČOV, se ryby nevyskytovaly. Odtok byl v době naší studie tvořen vodou odváděnou přes jalový přepad. Zde bylo rybí společenstvo omezeno pouze na sporadickou přítomnost stěvličky východní v denzitě a biomase 0,7 jedince, resp. 2,7 g na 100m. Příčinou pouze sporadického výskytu ryb na tomto profilu je pravděpodobně velká vzdálenost od navazujícího rybníka (2,5 km), absence menších ryb v pravidelně každoročně loveném SIB a nízký průtok.

Rybník Vrkoč (VRK)

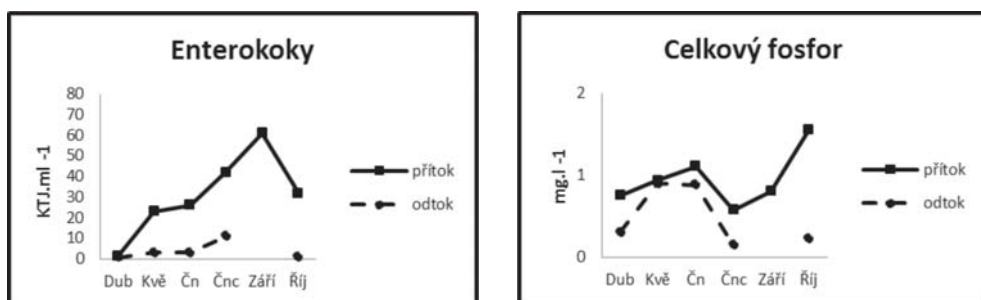
V odtoku VRK bylo prokázáno statisticky významné snížení ($p < 0,01$) celkového dusíku, trofického potenciálu a koncentrace $N-NO_3$. Významně však vzrostl obsah nerozpuštěných látek ($p < 0,01$), BSK_5 , $CHSK_{Mn}$ a množství chlorofylu-*a* ($p < 0,05$).

Celkový počet taxonů MZB zaznamenaný v přítokovém a odtokovém kanále dosahoval 67, resp. 35 taxonů s průměry v jednotlivých odběrech $21,8 \pm 7,1$ a $11,5 \pm 4,7$ ($p < 0,05$). Saprobní index podle MZB indikoval betamezosaprobitu ($2,32 \pm 0,26$) v přítoku s významným zhoršením ($p < 0,01$) na alfamezosaprobitu (SI $2,82 \pm 0,13$) v odtoku. Index diverzity vykazoval neprůkazný ($p > 0,05$) pokles v odtoku v porovnání s přítokem (H' $2,02 \pm 0,57$ vs. $1,38 \pm 0,31$).

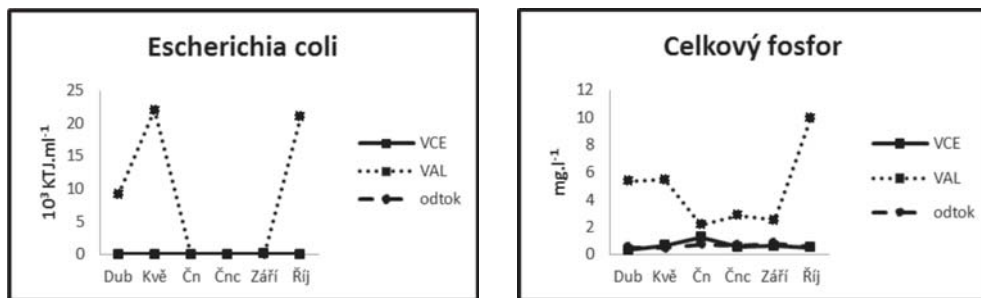
Na umělých substrátech byl celkový počet taxonů v přítoku a odtoku nižší (46, resp. 23 druhů) než v MZB s průměrem $19,0 \pm 4,2$ resp. $10,7 \pm 3,8$ ($p < 0,05$). V případě SI byla tendence na umělých

substrátech stejná jako u MZB. Hodnoty v přítoku i odtoku se pohybovaly v rozmezí alfamezosaprobity $2,57 \pm 0,27$, resp. $2,84 \pm 0,05$ ($p > 0,05$). Index diverzity umělých substrátů ukázal na neprůkazný ($p > 0,05$) pokles v odtoku v porovnání s přítokem ($H' 2,25 \pm 0,18$ vs. $1,33 \pm 0,73$).

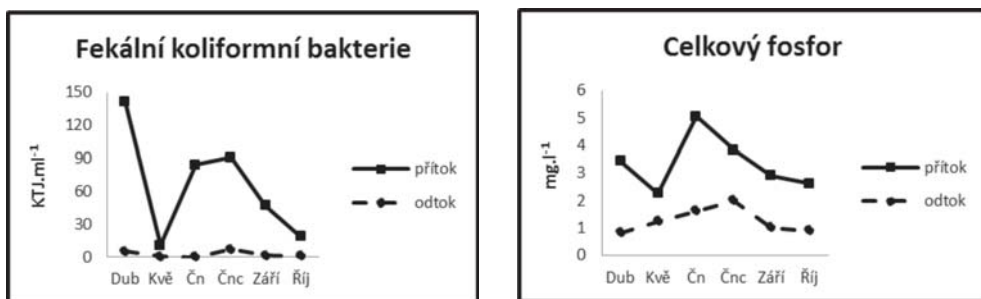
Na přítoku do VRK bylo zjištěno celkem 11 druhů ryb. Nejpočetněji zastoupenými druhy byly jelec jesen (*Leuciscus idus*) s 33,3% (18 ryb/100 m), okoun říční (16,7%, resp. 9 ryb/100m) a lín obecný (*Tinca tinca*) (13,0%, resp. 7 ryb/100 m). Hmotnostně se významně uplatnily pouze 2 druhy, a to ve srovnatelném podílu - kapr (3240 g/100 m) a lín (3206 g/100 m), které dohromady tvořily téměř tři čtvrtiny celkové biomasy. Na odtoku bylo zjištěno 11 druhů, z toho 9 druhů elektrolovem, přičemž většinu ulovených ryb tvořil tohoroční plůdek. V procentickém vyjádření byla více než polovičním podílem zastoupena střevlička východní (55,4%, resp. 233 ryb/100m) a 0+ bolen dravý (*Aspius aspius*) - 35,4%, 149 ryb/100m. V biomase převažoval kapr (315 g/100m) a střevlička východní (270 g/100 m). Při odběrech makrozoobentosu zde byl zjištěn výskyt hlavačky mramorované.



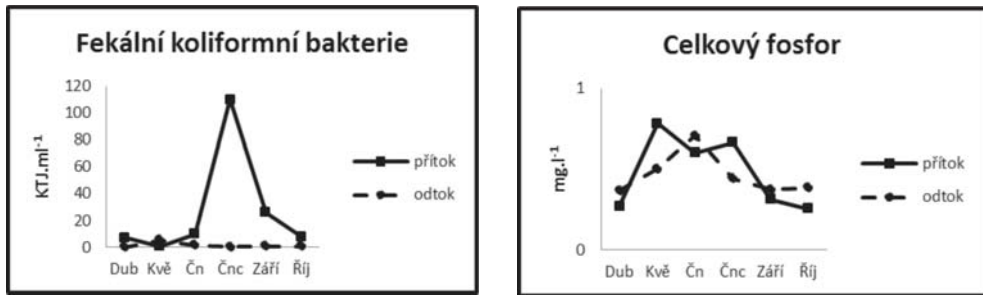
Obrázek 1: Příklad poklesu počtu enterokoků a koncentrace fosforu na přítoku a odtoku KUR



Obrázek 2: Příklad poklesu počtu Escherichia coli a koncentrace fosforu na přítocích a odtoku NES



Obrázek 3: Příklad poklesu počtu fekálních koliformních bakterií a koncentrace fosforu na přítoku a odtoku SIB



Obrázek 4: Příklad poklesu počtů fekálních koliformních bakterií a koncentrace fosforu na přítoku a odtoku VRK

Souhrn

Nejzřetelnější rozdíly mezi přítokem a odtokem byly zaznamenány v ukazatelích fekálního znečištění (enterokoky, *E. coli*, fekální koliformní bakterie, mezofilní organismy 22°C), u těchto parametrů bylo v odtoku zjištěno průměrně o 92-98% méně KTJ.ml⁻¹. Např. na SIB bylo v přítoku v průměru 74 KTJ.ml⁻¹ oproti 0,78 KTJ.ml⁻¹ na odtoku. Teplota vody a hodnoty pH byly v odtocích mírně vyšší (v průměru o 3°C, resp. o 0,4), v důsledku stagnace vody, respektive fotosyntetické aktivity fytoplanktonu, což bylo spojeno také s vyšším obsahem chlorofylu-*a* v odtoku. Trofický potenciál byl v odtocích nižší v důsledku odčerpání živin fytoplanktonem. Pokles koncentrace živin byl zaznamenán u všech sledovaných forem dusíku a fosforu (P-PO₄, celkový fosfor, N-NH₄, N-NO₃, celkový dusík). Naopak množství organického uhlíku a nerozpuštěných látek (105°C) bylo v odtocích větší, než v přítocích, a to rovněž v důsledku zvýšené primární produkce. Obsah kyslíku a nasycení vody kyslíkem bylo vyšší v odtocích z KUR, SIB a NES a naopak nižší v odtoku VRK dotovaného znečištěním nezatíženou vodou z řeky Jihlavy.

Získané výsledky potvrzují, že změny v kvalitě vody po průtoku studovanými rybníky jižní Moravy jsou ovlivněny kvalitou přítokové vody jen v určitém, byť zřetelném rozsahu. Podle saprobiologického vyhodnocení odpovídala kvalita odtékající vody rozhraní beta- až alfa-mezosaprobity (SI 2,38-2,82) u všech studovaných rybníků bez ohledu na kvalitu přítoku. Saprobni index v odtoku se snížil (kvalita vody se zlepšila) u rybníků, které byly dotovány vodou o zhoršené kvalitě v důsledku zatížení z ČOV (KUR, ŠIB, NES-VAL), zůstal stejný v porovnání s přítokem z výše položených rybníků (NES-VCE) nebo naopak se zvýšil tam, kde byl zdroj tvořen říční vodou nezatíženou znečištěním (VRK).

Ve shodě se saprobním indexem jsou i výsledky Shannon-Weanerova indexu diversity, které měly stejnou tendenci - zvýšení indexu (zlepšení) na odtocích z rybníků KUR, SIB a NES oproti VAL a snížení (zhoršení) na VRK a NES oproti NES-VCE.

Umělé substráty jsou dobře využitelné pro monitoring makrozoobentosu rybníčních stok, kde je vzorkování pomocí standardních postupů („kick-sampling“) náročné hlavně kvůli měkkému bahnitému substrátu. Získané výsledky byly srovnatelné s výsledky získanými standardní metodikou. Nevýhodou je pouze jejich občasná kolonizace některými druhy ryb (hlavačka, 0+ okoun), které je využívají jako úkryt a přirozeně vyžírají kolonizující bezobratlé.

Z výsledků sledování je zřejmé, že extenzivní ani polointenzivní rybníkářský management nevyvolává v průběhu vegetační sezóny výrazné negativní změny v kvalitě odtokové vody a že rybníční ekosystém není v tomto období faktorem devastujícím prostředí recipientů, ale spíše je důležitým prvkem v cyklu živin a účinným přírodním biofiltrem organického znečištění. Je však nutno mít na zřeteli, že živiny, které nejsou zabudovány do biomasy výlovku ryb a neodtečou odtokem v průběhu vegetační sezóny, se akumulují v sedimentech a mohou představovat možný problém při jejich uvolnění do odtoku při epizodních situacích, především však výloveh.

Kvalitativní i kvantitativní složení rybního společenstva rybníčních stok je do zásadní míry ovlivněno

obsádkami navazujících rybníků a únikem ryb z nich. Významným abiotickým faktorem je především průtok - stoky s minimálními průtoky vykazovaly nízký (odtok SIB) až nulový výskyt ryb (odtok KUR). Absence rybního společenstva byla zřejmá především na těch přítocích, kde kvalita vody přežití ryb v podstatě vylučovala (VAL-NES, přítok SIB). Rybníční stoky mohou být významným rezervoárem přežívání nepůvodních a invazních druhů ryb, jako je hlavačka mramorovaná, střevlička východní a karas stříbřitý (Musil et al. 2007).

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory výzkumného centra CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024, Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (projekt č. 047/2010/Z) a Národní agentury pro zemědělský výzkum (projekt č. QH82117).

Použitá literatura

- Adámek Z., Linhart O., Kratochvíl M., Flajšhans M., Randák T., Polícar T., Kozák P., 2012: Aquaculture in the Czech Republic in 2012: A prosperous and modern sector based on a thousand-year history of pond culture. *World Aquaculture* 43 (2): 20-27.
- Adámek Z., Maršálek B., 2013: Bioturbation of sediments by benthic macroinvertebrates and fish and its implication for pond ecosystems: a review. *Aquaculture International* 21(1): 1-17.
- Bíró P., 1995: Management of pond ecosystems and trophic webs. *Aquaculture* 129 (1-4): 373-386.
- Duras J., Potuzák J., 2012: Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících. *Vodní hospodářství* 6: 210-216.
- Fasaic K., Debeljak L. J., Adámek Z., 1989: The effect of mineral fertilization on water chemistry of carp ponds. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 19 (1): 71-83.
- Heteša J., Marvan P., Kupec P., 2002: Úvalský a Šibeník - rybníky splující funkci čistění odpadních vod. In: Spurný P. (ed.) Sborník 5. české ichtyologické konference, Brno.
- Chaloupková L., Adámek Z., 2009: Rybní společenstva stok rybníčních systémů Nesytu a Vrkoče (jižní Morava, ČR). In: 60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně, Brno: 131-137.
- Kestemont P., 1995: Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture* 129: 347-372.
- Knösche R. K., Schreckenbach K., Pfeifer M., Weissenbach H., 2000: Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fisheries Management and Ecology* 7 (1-2): 15-22.
- Markošová R., Ježek J., 1994: Indicator bacteria and limnological parameters in fish ponds. *Water Research* 28 (12): 2477-2485.
- Muscutt A. D., Harris G. L., Bailey S. W., Davies D. B., 1993: Buffer zones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment* 45 (1-2): 59-77.
- Musil J., Adámek Z., Baranyi C., 2007: Seasonal dynamics of fish assemblage in a pond canal. *Aquaculture International* 15(3-4):217-226.
- Olah J., 1986: Carp production in manured ponds. In: Billard R, Marcel J (eds) *Aquaculture of Cyprinids*. INRA, Paris.
- Potuzák J., Huda J., Pechar L., 2009: Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds - impact of zooplankton structure. *Aquaculture International* 15 (3-4): 201-210.
- Příkryl I., Janeček V., Raidl M., Filipová O., 1983: The effect of the intensification of fish production on pond water quality. *Bulletin VÚRH Vodňany* 4: 3-16.

- Schlott K., Bauer C., Fichtenbauer M., Gratzl G., Schlott G.**, 2011: Bedarfsorientierte Fütterung in der Karpfenteichwirtschaft. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Wien.
- Svoboda M., Koubek P.**, 1990: Stabilization system for waste water treatment and use. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 18 (1): 71-80.
- Všetičková L., Adámek Z.**, 2012: The impact of carp pond management upon macrozoobenthos assemblages in recipient pond canals. *Aquaculture International* DOI: 10.1007/s10499-012-9565-x.
- Všetičková L., Adámek Z., Rozkošný M., Sedláček P.**, 2012: Effects of semi-intensive carp pond farming on discharged water quality. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 42 (3): 223-231.
- White M. J., Storm D. E., Busteed P. R., Smolen M. D., Zhang H. L., Fox G. A.**, 2010: A quantitative phosphorus loss assessment tool for agricultural fields. *Environmental Modelling & Software* 25 (10): 1121-1129.

6

Vliv struktury planktonu na efektivitu rybí produkce v eutrofních a hypertrofních rybnících

Potužák J.¹ a Duras J.²

¹ Povodí Vltavy, státní podnik, Emila Pittera 1, 370 01 České Budějovice,
e-mail: jan.potuzak@pvl.cz

² Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň,
e-mail: jindrich.duras@pvl.cz

Úvod

Rybníční akvakultura svou podstatou spočívá ve využití přirozeného produkčního potenciálu rybníčních ekosystémů. Vlivů, které ho ovlivňují je celá řada, ale rozhodujícím faktorem je množství a dostupnost přirozené potravy. Z tohoto pohledu hraje klíčovou roli fytoplankton a zooplankton. Fytoplankton přijímá dostupné živiny z vodního prostředí, které se následně prostřednictvím zooplanktonu realizují v rybí biomase.

Od počátku 20. století do současnosti je produkční potenciál rybníků systematicky uměle navyšován různými hospodářskými zásahy. Opatření podporující celkovou produkci měla v rybnících obecně největší odezvu v 60.-70. letech minulého století. Hlavní příčinou bylo efektivní fungování přenosu energie a živin mezi fytoplanktonem, zooplanktonem a rybami (Pechar 2006). V rybnících s nízkou obsádkou docházelo pravidelně k rozvoji populace velkých perlooček rodu *Daphnia*. Ty svou filtrační aktivitou potlačily rozvoj fytoplanktonu a umožnily tak nastolení stadia tzv. „čiré vody“. V rybnících, kde velká rybí obsádka svým vyžíráním tlakem velké perloočky eliminovala, došlo k rozvoji fytoplanktonu a vzniku vegetačního zákalu. V dvouhorkovém režimu rybářského hospodaření, uplatňovaném zvláště v 60.-70. letech minulého století, se tyto dvě typické situace pravidelně střídaly (Fott et al. 1980). V tomto období byl vliv rybí obsádky, a následný „cascading effect“ tak silný, že běžné rozdíly v trofii (zatížení živinami) rybníků se téměř neprojevovaly (Košinek et al. 1987).

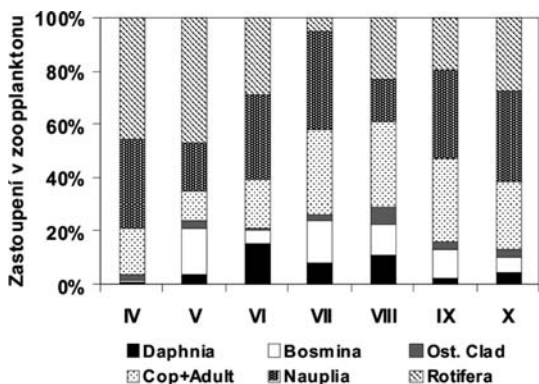
Postupná intenzifikace rybářského hospodaření (hnojení, přikrmování rybích obsádek) společně s vlivy ze zemědělství a lidských sídel, způsobila to, že většinu dnešních hospodářsky využívaných rybníků lze označit jako eutrofní až hypertrofní vodní ekosystémy.

Vysoké koncentrace živin, nadměrný rozvoj sinic a řas, extrémní kolísání koncentrace kyslíku ve vodě a vodním sloupci, spojené s velkými výkyvy pH, jsou zřetelnými symptomy velmi pokročilé eutrofizace a ukazují na narušení stability rybníčních biocenóz. Zároveň vysoké obsádky, které jsou často posíleny hojně se vyskytujícím nepůvodním druhem *Pseudorasbora parva*, prakticky eliminují výskyt velkých perlooček rodu *Daphnia* během celé vegetační sezóny. Ty jsou následně nahrazeny menšími druhy které nedokáží tak efektivně potlačovat rozvoj fytoplanktonu. Jedná se například o drobné perloočky rodu *Bosmina*, vývojová stadia klanonožců (převážně buchanek) a hojně se vyskytující vířníky (obr. 1). Po redukci velkých filtrátorů dochází následně k rozvoji fytoplanktonu, který je v letním období často charakterizován dominancí planktonních sinic (obr. 2, 3).

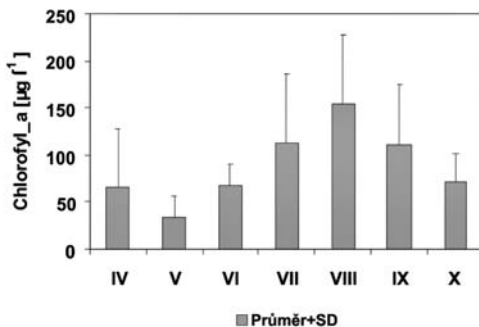
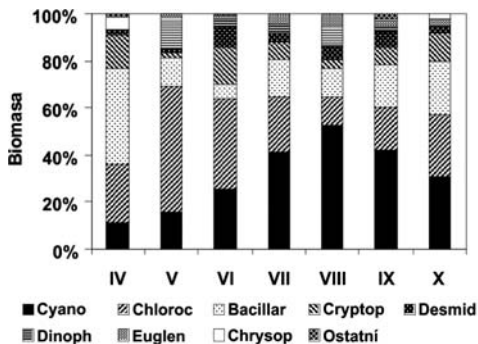
Tento příspěvek se snaží ukázat některé situace, při kterých dochází k narušení stability potravního řetězce v podmínkách současných eutrofních a hypertrofních rybnících.

Materiál a metody

Výsledky, které jsou prezentovány v tomto příspěvku byly získány v průběhu provozního monitoringu rybníků realizovaného státním podnikem Povodí Vltavy v letech 2010 a 2011 Použity jsou také výsledky z několika výzkumných projektů Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích uskutečněných v průběhu let 2000 - 2001 a 2004 - 2005 na vybraných rybnících Třeboňské a Blatensko-Lnářské rybníční oblasti.



Obrázek 1: Příklad průměrného procentického zastoupení hlavních taxonomických skupin zooplanktonu v průběhu vegetační sezóny 2010 - 2011 v 11 sledovaných rybnících (úroveň trofie mírně eutrofní - hypertrofní). Sloupce vyjadřují průměr ze všech rybníků a odběrů realizovaných v jednotlivých měsících (Daphnia - perloočky rodu Daphnia; Bosmina - perloočky rodu Bosmina; Ost. Clad - Ceriodaphnia, Moina, Chydorus, Leptodora; Cop+Adult - kopepoditová stádia klanonožců a jejich dospělci; Nauplia - naupliová stádia klanonožců; Rotifera - vířníci)



Obrázek 2: Příklad průměrného procentického zastoupení biomasy hlavních taxonomických skupin fytoplanktonu v průběhu vegetační sezóny 2010 - 2011 v 11 sledovaných rybnících (úroveň trofie mírně eutrofní - hypertrofní). Sloupce vyjadřují průměr ze všech rybníků a odběrů realizovaných v jednotlivých měsících (Cyano. - sinice; Chloroc. - chlorokokální řasy; Bacillar. - rozsivky; Cryptop. - kryptomonády; Desmid. - krásivky; Dinoph. - obrněnky; Euglen. - krásnoočka; Chrysop. - zlativky; Ostatní - zelenivky, piko-sinice aj.)

Obrázek 3: Průměrné koncentrace chlorofylu_a v průběhu vegetační sezóny 2010 - 2011 v 11 sledovaných rybnících (úroveň trofie mírně eutrofní - hypertrofní). Sloupce vyjadřují průměr ze všech rybníků a odběrů realizovaných v jednotlivých měsících.

Podrobný popis metodiky odběrů rybníků a způsobu analýzy získaných vzorků jsou popsány v publikacích (Potužák 2007, Duras, Potužák 2009).

Pro posuzování vlivu perlooček rodu *Daphnia* na biomasu fytoplanktonu byl vytvořen tzv. Daphnia index, který v sobě kombinuje průměrnou velikost perlooček rodu *Daphnia* s jejich procentickou četností. Tento index vychází z alometrických vztahů mezi velikostí, kvantitou, biomasou a filtrační aktivitou dafnií. Procentická četnost velkých perlooček rodu *Daphnia* (>1,0mm) nad 20-30% již dokáže svou filtrační aktivitou potlačit rozvoj „žratelného“ fytoplanktonu (Gliwicz, 1969). V případě Daphnia indexu se jedná o hodnotu, která se rovná přibližně 15. V tomto případě nejsou při převažující vhodné druhové a velikostní struktuře fytoplanktonu zaznamenány koncentrace chlorofylu >100 µg.l⁻¹. (Potužák 2009).

Výsledky

Vysoká úroveň trofie, intenzita rybářského hospodaření a současná nestabilita vodní prostředí nahrává ke vzniku situací, při kterých není plně funkční přenos energie a látek v potravní síti. V následujícím textu je uvedeno několik příkladů takovýchto situací.

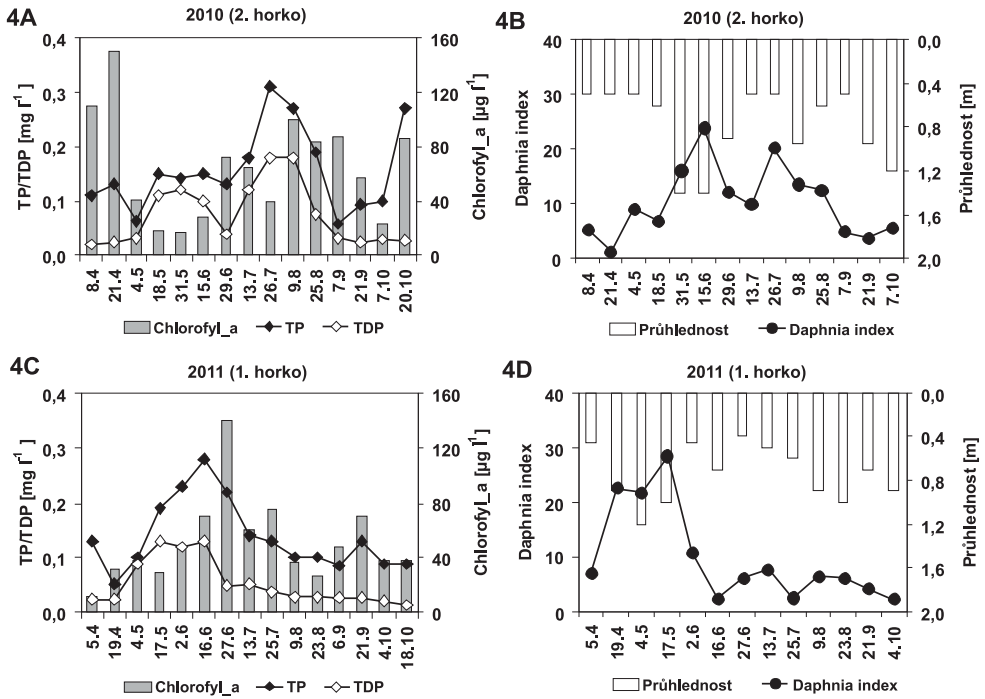
Prvním případem může být situace kdy fytoplankton nedokáže efektivně využívat dostupné živiny. Situaci takového typu jsme zaznamenali na rybníce Dehtář (246 ha) v sezóně 2010. Jedná se rybářsky dvouhorkově obhospodařovaný rybník kde >90% rybí obsádky tvoří kapr. Rybí obsádka je v průběhu vegetační sezóny přikrmována obilovinami a v zimním a předjarním období je na rybníce aplikováno organické hnojení. Dehtář je málo průtočný rybník, s pomalou obměnou vody. Teoretická doba zdržení se v podmínkách hydrologicky významného roku 2010 pohybovala kolem 160 dní. Naopak během suššího roku 2012 se objem vody vyměnil prakticky až za rok. Z pohledu průměrných koncentrací fosforu, chlorofylu_a a průhlednosti vody vykazuje rybník eutrofní až hypertrofní stav.

Rybník díky velké průměrné hloubce (pohybuje se přibližně na úrovni 2,1 m v prvním horku a 2,6 m v druhém horku) se rybník během vegetační sezóny „ochotně“ teplotně a kyslíkové stratifikuje. Není vzácností, že k vyčerpání kyslíku dochází již ve střední části vodního sloupce. Rizika kyslíkových deficitů u dna sebou přinášejí problémy spojené s obohacováním vodního sloupce fosforem, který se uvolní ze sedimentu.

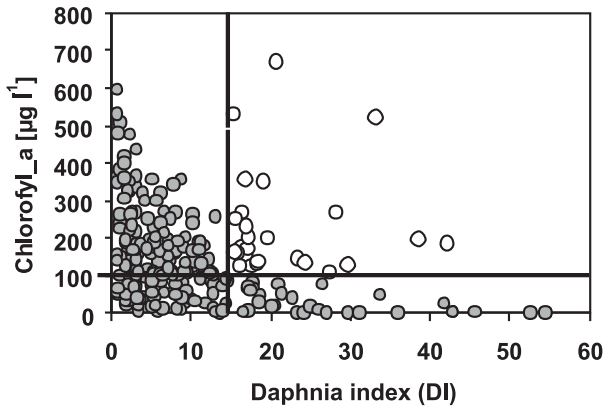
Na obrázcích 4A a 4C je znázorněn průběh koncentrace celkového a celkového rozpuštěného fosforu a koncentrace chlorofylu_a v sezónách 2010 a 2011. V sezóně 2010 (druhé horko), jsou patrné dva významné nárůsty koncentrace celkového rozpuštěného fosforu (TDP). První nárůst byl zaznamenán v období s výraznější dominancí dafniového planktonu. Ten svou filtrační aktivitou potlačil rozvoj fytoplanktonu, což se projevilo zvýšením průhlednosti vody (obr. 4B). Druhý významný nárůst koncentrace TDP jsme zaznamenali od poloviny července do konce měsíce srpna. Ten lze z části stále ještě připisovat vyskytujícímu se daphniovému planktonu, ale z velké části se nejspíše jedná o rozpuštěný fosfor, který se uvolnil ze sedimentu a následně se vmíchal do vodního sloupce v období, kdy byla stratifikace narušena. Část TDP je přímo dostupná fytoplanktonu. Ten by v období jeho dostatku měl najít vhodné podmínky pro svůj rozvoj. Biomasa fytoplanktonu se však i v průběhu léta pohybovala pod 100 µg l⁻¹. Fytoplankton tedy nedokázal efektivně využívat fosfor. Důvodů může být samozřejmě mnoho. Jedním z možných vysvětlení je, že v části letního období je eufotická vrstva (vrstva kde probíhá fotosyntéza) ve srovnání s průměrnou hloubkou poměrně malá. Jedná se přibližně o třetinu až polovinu vodního sloupce (odhadnuté na základě průhlednosti vody). Hluběji už neproniká dostatek fotosynteticky aktivního záření, tudíž zde ani neprobíhá primární produkce. Na primární produkci (spotřebovávající rozpuštěný P z vody) působí negativně také časté míchání vodního sloupce větrem, protože při tenké produkční vrstvě je růst fytoplanktonu zásadně omezován špatnou dostupností světla. Druhým možným vysvětlení je, že velká část rozpuštěného fosforu je navázána na organické sloučeniny, které nejsou pro fytoplankton jednoduše využitelné. Z výsledků získaných během zónačních odběrů je patrné, že rozpuštěné sloučeniny fosforu, včetně organicky vázaného mohou v oblasti nade dnem tvořit více jak 60%.

V chování rybníka Dehtář v následujícím roce (první horko) lze vypozařovat jistou odlišnost. V jarním období je průběh koncentrace celkového a celkového rozpuštěného fosforu obdobný roku 2010 (obr. 4C). Rozvoj daphniového planktonu potlačí svou filtrační aktivitou fytoplankton. Část rozpuštěného fosforu není využívána v biomase fytoplanktonu což vede k nárůstu jeho koncentrace ve vodním sloupci. Od července koncentrace celkového rozpuštěného fosforu postupně klesá. V průběhu léta 2011 nebylo zaznamenáno žádné výraznější zvýšení jeho koncentrace ve vodním sloupci. Co je shodné s rokem 2010 jsou poměrně nízké koncentrace chlorofylu_a v průběhu letního období, kdy maximální koncentrace byla <80 µg l⁻¹ a průměr letních koncentrací (červenec-polovina září) nepřesahoval 50 µg l⁻¹.

Proč na Dehtáři nedochází v letním období k výraznějšímu rozvoji fytoplanktonu nedokážeme v současné době jednoznačně říct. Jedním z možných vysvětlení může být například limitace fytoplanktonu některým z hlavních nutrietů. Například celkový dusík (suma dusičnanů, dusitanů a amoniakálního



Obrázek 4: Průběh koncentrací celkového (TP), celkového rozpuštěného fosforu (TDP) a chlorofylu_a ve směsném vzorku (0 - 2 m) a průběh Daphnia indexu (DI) a průhlednosti vody během vegetační sezóny 2010 (**4A**, **4B**) a 2011 (**4C**, **4D**) na rybníce Dehtář.



○ DI > 15; Chla > 100 $\mu\text{g/l}$ = 11 % případů

Obrázek 5: Vztah mezi Daphnia indexem (DI) a koncentrací chlorofylu_a. Body s prázdným středem v šedém poli znázorňují případy kdy DI > 15 a Chla > 100 $\mu\text{g l}^{-1}$.

dusíku) a konkrétně jeho anorganický podíl dosahuje v letním období v průměru pouze 0,15 mg l⁻¹. Na počátku letního období mohly svou roli sehrát také světelné podmínky ve vodním sloupci (obr. 4D). V neposlední řadě mohly k omezení rozvoje fytoplanktonu přispět také poměrně nízká koncentrace využitelného rozpuštěného fosforu.

Jedním z důležitých předpokladů pro efektivní přenos energie a živin do ryb je potravně vodná struktura fytoplanktonu a dostatečná abundace hrubého až středního daphniového zooplanktonu. Z pohledu druhové a velikostní struktury fytoplanktonu je na tom rybník Dehtář poměrně dobře. V průběhu vegetační sezóny převládají zelené řasy, rozsivky a kryptomonády. Pozitivní zjištění je, že dostatečně velký podíl biomasy fytoplanktonu je tvořen druhy relativně dobře „žratelnými“ filtrujícím zooplanktonem. V literatuře je obecně uváděno, že perloočky rodu *Daphnia* (ve vztahu k druhové příslušnosti a velikosti těla) jsou schopné efektivně přijímat fytoplankton ve velikostním rozpětí zhruba 5-40 μm (Sommer, 1989). Pro představu, v průběhu vegetační sezóny 2011 bylo v průměru 72% (50-98%) biomasy fytoplanktonu tvořeno druhy <40 μm. Druhy, které nejsou efektivně využívány filtrujícím zooplanktonem jako jsou například koloniální rozsivky, některé zelené řasy, ale hlavně koloniální a vláknité sinice tvoří v biomase fytoplanktonu velký podíl. Například planktonní sinice tvoří v maximálním případě 30% celkové biomasy fytoplanktonu. Většinou se však jejich procentické zastoupení v biomase fytoplanktonu pohybuje kolem 10%.

Z obrázků 4B a 4D je patrné, že pokud je významný podíl biomasy zooplanktonu tvořen perloočkami rodu *Daphnia* (vyjádřené jako *Daphnia index*) dojde k významné redukci biomasy fytoplanktonu a následnému zvýšení průhlednosti vody. V tomto období lze tedy předpokládat efektivní přenos energie a živin mezi fytoplanktonem a zooplanktonem.

Jak již bylo uvedeno dříve, je hlavním faktorem ovlivňujícím druhovou a velikostní strukturu zooplanktonu velikost rybí obsádky. Běžně se setkáváme se situací, kdy vysoká biomasa ryb svým vyžíráním tlakem účinně eliminuje rozvoj perlooček rodu *Daphnia* prakticky během celé vegetační sezóny. I za těchto podmínek se však můžeme setkat se situacemi, kdy se v letním období v rybníce objeví hrubý případně střední dafniový zooplankton. Následně pak mohou vzniknout situace, které jsou na obrázku 5 vyznačeny prázdným kroužkem (v šedém poli). Jedná se o případy, kdy ani relativně velké zastoupení velkých dafní v zooplanktonu (vyjádřeno jako *Daphnia index* >15) nedokázalo potlačit rozvoj fytoplanktonu (vyjádřeno jako koncentrace chlorofylu_a).

Jedním z hlavních důvodů, proč nedokáží dafnie svou filtrační aktivitou potlačit rozvoj fytoplanktonu je nejspíše jeho nevhodná druhová a velikostní struktura (tab. 1). V letním období začnou ve fytoplanktonu dominovat planktonní sinice. Jedná se převážně o druhy tvořící vláknité (např. rody *Anabaena*, *Aphanizomenon*, případně *Planktothrix* a *Limnothrix*) případně koloniální formy (rod *Microcystis*). Jedním z hlavních důvodů, vysvětlujících dominanci sinic v eutrofních a hypertrofních podmínkách je právě fakt, že nejsou efektivně vyžívány zooplanktonem. Z hlavních příčin je uváděna např. tzv. „mechanická interference“. Pod tímto pojmem si můžeme představit neschopnost přijímat sinice, které vytváří koloniální či vláknité formy (*Anabaena*, *Aphanizomenon*) (Sommer et al. 1986; Gilbert 1990; Sarnelle, 2007). Další příčinou je jejich potencionální toxicita (Eloff a Vann Der Westhuizen 1981; Lampert 1982), případně fakt, že sinice mají pro zooplankton nízkou výživnou hodnotu, jejich trávení hebiivorním zooplanktonem je neefektivní (Porter a Orcutt 1980; Gunnell 1992; Genkai-Kato 2004).

Tabulka 1

Příklady rybníků, kdy struktura planktonu neodpovídá schématu popisovaném jako „cascading trophic effect“ tzn. procentická četnost velkých perlooček je vyšší než-li 20% a současně je koncentrace chlo-rofyly větší než-li 100 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (*Daphnia* - procentická četnost perlooček rodu *Daphnia*, AVGd - průměrná velikost perlooček rodu *Daphnia*, DI - Daphnia index, fytoplankton - dominantní skupina fytoplankto-nu, obsádka - obsádka ryb (kg.ha^{-1})). Anab. - *Anabaena*, Aphan. - *Aphanizomenon*, Crypt. - *Crypto-monas*, Chlorococ. - Chlorococales, Limnoth. - *Limnothrix*, Microcys. - *Microcystis*, Plankt. - *Plankto-thrix*, Pseudan. - *Pseudanabaena*. K_1 - kapr jednoletý, K_2 - dvouletý, K_3 - tříletý, K_T - tržní.

Období	Oblast	Lokalita	<i>Daphnia</i> [%]	AVGd	DI	Fytoplankton	Chl_a [$\mu\text{g.l}^{-1}$]	Obsádka [kg.ha^{-1}]
Červen 1990	Třeboňsko	Vyšehrad	37	1,53	36,4	Limnoth., Anab.	190,9	547 K_2
Srpen 1990	Třeboňsko	Koclířov	28	1,20	21,9	Crypt.	131,1	985 K_3
Srpen 1991	Waldviertel (A)	Stegluss	79	1,93	42,6	Limn., Plan, Pseudan.	748	620 K_3
Srpen 1991	Třeboňsko	Ženich	33	1,20	23,9	Chloroc.	120,5	2143 K_T
Červen 2000	Třeboňsko	Stružky	35	1,62	38,4	Chlorococ., Crypt.	199	132 K_1
Červen 2000	Třeboňsko	Koclířov	25	1,43	27,2	Plankt., Chlorococ.	111	429 K_T
Srpen 2001	Třeboňsko	Nový Vdovec	47	1,33	33,0	Anab., Plan.	177	817 K_T
Srpen 2001	Třeboňsko	Potěšil	70	1,36	42,0	Plan., Limn., Anab.	190	1307 K_3
Červen 2004	Blatná Lnáře	Velký Kocelovický	36	1,35	29,6	Anab., Aphan, Chlorococ.	131	1212 K_2
Červen 2004	Blatná Lnáře	Pátek	21	1,10	16,0	Microcys., Aphan., Plankt.	128	223 K_2
Září 2005	Blatná Lnáře	Smyslov	21	1,03	15,3	Microcys., Anab., Chlorococ., Crypt.	167	827 K_3
Září 2005	Blatná Lnáře	Hořejší u Tchořovic	21	1,01	14,9	Plankt., Chlorococ.	235	676 K_2

Pokud se blíže podíváme na některé případy podrobněji, zjistíme, že situace, kdy velké perloočky nejsou schopné regulovat zooplankton, nastávají nejenom za podmínek s nízkou rybí obsádkou, ale i v podmínkách, kdy má lokalita relativně vysokou biomasu ryb ($>800 \text{ kg.ha}^{-1}$).

Současná rybářská praxe využívá ve velké míře přikrmování rybních obsádek. Mohou nastat podmínky kdy krmení je aplikováno ve větší míře, než-li je potřeba. Tím roste spotřeba krmiv i celková krmná produkce, která v některých případech výrazným způsobem převyšuje produkci přirozenou. Jak ukazuje tabulka 2, některé situace, při kterých nedokáží vysoké rybní obsádky regulovat velké perloočky, nastávají právě za podmínek, kdy krmná produkce je významně vyšší než-li produkce přirozená. Neověřenou

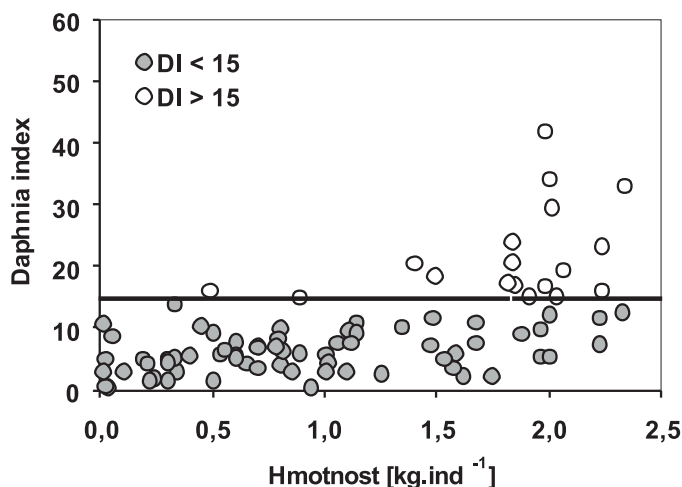
hypotézou je, že kapr, který je intenzivně přikrmovaný, může projevat větší zájem o předkládané krmení než-li o přirozenou potravu.

Jak ukazuje obrázek 6, ke vzniku podmínek, které nekorespondují s obecně platným popisem top-down regulace, může také přispět různá věková a hmotnostní kategorie chovaných ryb. Některé výsledky ukazují, že situace, při kterých se vyskytují velké perloočky současně s vysokými koncentracemi chlorofylu nastávají častěji v podmínkách, kdy je rybí obsádka tvořena věkově starším a těžším kaprem. Jak prokázal Lammens a Hoogenboezem (1991) a později potvrdil Yako et al. (1996), je větší kapr (nad 2 kg) méně efektivní zooplanktonofág než-li menší jedinci. Velký kapr se proto častěji soustřeďuje na konzumaci bentosu. Důvod ve snížené schopnosti příjmu zooplanktonu souvisí s tím, že větší kapr má větší vzdálenost mezi žaberními tyčinkami, než-li menší jedinci, kteří mají síť žaberních tyčinek podstatně hustší (Sibbing, 1988).

Tabulka 2

Příklady situací, kdy je rybí obsádka intenzivně přikrmována a současně se vyskytují velké perloočky, vyjádřené jako Daphnia index (DI). (KP - krmná produkce, PP - přirozená produkce). K₁ - kapr jednotlivý, K₂ - dvouletý, K₃ - tříletý, K_T - tržní.

Období	Oblast	Lokalita	KP:PP [kg.ha ⁻¹]	DI	Chl-a [μg.l ⁻¹]	Obsádka [kg.ha ⁻¹]
Srpen 2001	Třeboň	Naděje	30:1	20,6	672	611 K _T
Červen 2004	Blatná-Lnáře	V. Kocelovický	24:1	29,6	131	1212 K ₃
Červen 2004	Blatná-Lnáře	Nadýmač	7:1	16,5	256	227 K ₁
Srpen 2001	Třeboň	Cirkvičný	3:1	23,3	150	847 K _T
Září 2005	Blatná-Lnáře	Smyslov	3:1	15,3	167	827 K ₃
Červen 2004	Blatná-Lnáře	Pátek	3:1	16,0	128	223 K ₂

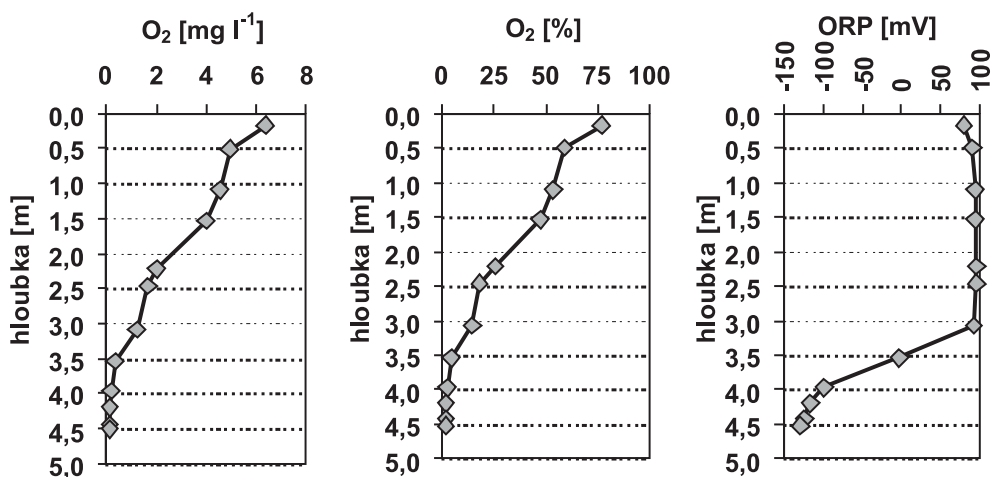


Obrázek 6: Vztah mezi Daphnia indexem (DI) a průměrnou individuální hmotností kapra odhadnutou k termínu odběru (Třeboň 2000-01 a Blatná 2004-05).

Prakticky všechny výše zmíněné situace nastaly na lokalitách, které lze označit jako eutrofní až hypertrofní. Rybníky s vysokou úrovní trofie se vyznačují velkým rizikem vzniku fluktuací základních parametrů vodního prostředí (Pechar et al. 2000). Při intenzivní fotosyntéze mohou hodnoty pH dosahovat až k 10, což může způsobovat velké problémy s koncentrací volného amoniaku (Čítek et al., 1998).

Velká biomasa fytoplanktonu způsobuje intenzivní vegetační zákal. Ten výrazně omezí průnik světla vodním sloupcem a tím dojde k snížení fotosyntetické aktivity ve spodních vrstvách. Díky tomu se vyskytuje výrazná stratifikace kyslíku, tzn., že horní vrstva vodního sloupce je přesycená kyslíkem a u dna dochází k anoxiím, které významným způsobem mohou omezit využitelnost dna a části objemu vody pro chované ryby. Z toho pohledu bychom se na závěr ještě rádi vrátili k rybníku Dehtář.

V průběhu měsíce červenec 2012 bylo na rybníce Dehtář provedeno batymetrické měření, které v kombinaci se zónacím měřením kyslíkových poměrů (měřeno ve čtrnáctidenních intervalech od května do konce září) mělo ukázat, jak velká plocha dna a objemu vody je zasažena anoxií (koncentrace kyslíku $< 2 \text{ mg l}^{-1}$). Největší rozsah anoxie byl zaznamenán v první polovině měsíce července, kdy koncentrace kyslíku byla $> 2 \text{ mg l}^{-1}$ již od dvou metrů hloubky (obr. 7). První orientační výpočty ukázaly, že v tomto období bylo bezmála 18% objemu vody a téměř 50% plochy dna v anoxii! Pro představu jsme provedli odhad jak by výše zmíněná situace vypadala v podmínkách prvního horka, resp. stavu při, kterém je úroveň hladiny zhruba o půl metru nižší. Objem „anoxické vody“ by za těchto podmínek klesl zhruba na 11% a plocha dna přibližně na 33%. Z výše uvedeného lze usuzovat na vyšší rizikovost v období druhého horka, kdy je rybník tzv. „na plné vodě“.



Obrázek 7: Zónacím průběh koncentrace a nasycení vodního sloupce kyslíkem a redox potenciálu (ORP). Měření provedeno 2. 7. 2013 v 10:00 u hráze rybníka Dehtář.

Závěr

V podmínkách eutrofních a hypertrofních rybníků mohou nastat situace, při kterých nedochází k efektivnímu přenosu energie a živin v potravním řetězci. Tento stav lze považovat za příznak nestability a celkové neefektivity produkčních procesů. Důležité je uvést, že případy, kdy je velký podíl zooplanktonu tvořen velkými perloočkami rodu *Daphnia* a současně se vyskytují velké biomasy fytoplanktonu nejsou příliš časté. Spíše se setkáme s případy, kdy se velké perloočky rodu *Daphnia* v zooplanktonu během vegetační sezóny prakticky nevyskytují. Rozvoj fytoplanktonu tak není limitován jejich

filtračním tlakem, a tak v prostředí s dostatkem živin dochází k nekontrolovatelnému rozvoji jeho biomasy. Tak koncentrace chlorofylu a (a to nejen v letním období) v některých případech i několika násobně převyšují hodnotu $100 \mu\text{g l}^{-1}$. Nadměrná primární produkce není využita ve vyšších člácích potravního řetězce (zooplankton a ryby). Nezrealizovaná biomasa může přecházet do tzv. „mikrobiální smyčky“, na které se živí pestré společenstvo heterotrofních organismů. Tím vzrůstá celková heterotrofní aktivita, která může významným způsobem ovlivnit například celkový kyslíkový režim. Výrazné fluktuace hlavních environmentálních parametrů vodního prostředí ovlivňují celkovou vitalitu a následně i celkovou produkci chovaných ryb. Výrazné snížení efektivity fungování potravních vztahů může vyústit v potlačení přirozeného produkčního potenciálu. To se negativně promítne i na snížení celkové živinové retence rybníčních ekosystémů a vede ke zhoršení kvality vody nejen v rybníce samotném, ale i na něj navazujících vodotečích.

Poděkování

Všem rybářům a rybářským subjektům, kteří jsou ochotni na problematice rybníků spolupracovat.

Použitá literatura

Čítek J., Krupauer V., Kubů F., 1998: Rybníkářství. Informatorium, Praha.

Duras J., Potužák J., 2010: Nový způsob monitoringu rybníčních lokalit zaměřený na látkové bilance. Sborník semináře Revitalizace Orlické nádrže, 12.-13.10.2010, Písek. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2010. ISBN 978-80-254-9014-3: 93-97 pp.

Eloff J. N., Van Der Westhuizen J., 1981: Toxicological studies on *Microcystis*. In: W. W. Carmichael (ed.), The water environment algal toxins and health. Plenum: 343-364.

Fott J., Pechar L., Pražáková M., 1980: Fish as a factor controlling water quality in ponds. In Barica and L. R. Mur (Editors), Hypertrophic Ecosystems. Developments in Hydrobiology, 2: 255-261.

Genkai-Kato M., 2004: Nutritional value of algae: a critical control on the stability of *Daphnia*-algal systems. Journal of Plankton Research, 26(7): 711-717.

Gilbert J. J., 1990: Differential effects of *Anabaena affinis* on cladocerans and rotifers: Mechanisms and implications. Ecology, 71: 1727-1740.

Gliwicz Z. M., 1969: Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy. Ekol. Pol., 17: 663-708.

Gunnel A., Gustafsson I.-B., Boberg M., 1992: Fatty acid content and chemical composition of freshwater microalgae. J. Phycol., 28: 37-50.

Kořínek V., Fott J., Fuksa J., Lellák J., Pražáková M., 1987: Carp ponds of central Europe. - In: Michael, R. G. (ed) Managed aquatic ecosystems. Ecosystems of the World Vol. 29, Elsevier Amsterdam, 29 - 63.

Lammens E. H. R. R., Hoogenboezem W., 1991: Diets and feeding behaviour. - In: Winfield, I. J. and Nelson, J. S. (eds): Cyprinid Fishes: Systematics, Biology and Exploitation. Fish and Fisheries Series 3. - Chapman and Hall, London, UK., 353-376.

Lampert W., 1982: Further studies on the inhibitory effect of the toxic blue-green *Microcystis aeruginosa* on filtering rate of zooplankton. Arch. Hydrobiol., 95: 207-220.

Pechar L., 2000: Intenzifikace hospodaření a ekologická stabilita rybníků - klíčových vodních biotopů Třeboňské pánve. In: Šulcová J. et al. (eds.): Třeboňsko 2000. Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech, ENKI, o.p.s., Třeboň. 13-21.

Pechar L., 2006: Procesy eutrofizace mělkých vod - studie rybníčních ekosystémů. Habilitační práce, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 44.

- Pechar L., Příkryl I., Faina R.**, 2002: Hydrobiological evaluation of Třeboň fish ponds since the end of the nineteenth century In: Květ J., Jeník J., Soukupová L.: Freshwater wetlands and their sustainable future. Paris, 31-61.
- Potužák J.**, 2009: Plankton and trophic interactions in hypertrophic fish ponds. Dissertation thesis, Faculty of Agriculture, South Bohemia University, 137 pp.
- Potužák J., Hůda J., Pechar L.**, 2007: Changes in fish production effectivity in eutrophic fish ponds - impact of zooplankton structure. *Aquaculture International*, 15: 201-210.
- Porter K. G., Orcutt J. D.**, 1980: Nutritional adequacy manageability, and toxicity as factors that determine food quality of green and blue-green algae for *Daphnia*. *Am. Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp.*, 3: 268-281.
- Sarnelle O.**, 2007: Initial conditions mediate the interaction between *Daphnia* and bloom-forming cyanobacteria. *Limnol. Oceanogr.*, 52(5): 2120-2127.
- Sommer U.**, 1989: Plankton Ecology - Succession in Plankton Communities. Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience, 369.
- Sommer U., Gliwicz Z. M., Lampert W., Duncan A.**, 1986: The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. - *Arch. Hydrobiol.*, 106: 433-471.
- Sibbing, F. A.**, 1988: Specialization and limitations in the utilization of food resources by the carp, *Cyprinus carpio*: a study of oral food processing. *Env. Biol. Fish.*, 22: 161-178.
- Yako L. A., Dettmers J. M., Stein R. A.**, 1996: Feeding preference of omnivorous gizzard shad as influenced by fish size and zooplankton density. - *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 125: 753-759.

7

Rybníky - účinný nástroj pro recyklaci živin v krajině

Duras J.¹, Potužák J.²

¹ *Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň, e-mail: jindrich.duras@pvl.cz*

² *Povodí Vltavy, státní podnik, Emila Pittera 1, 370 01 České Budějovice, e-mail: jan.potuzak@pvl.cz*

Úvod

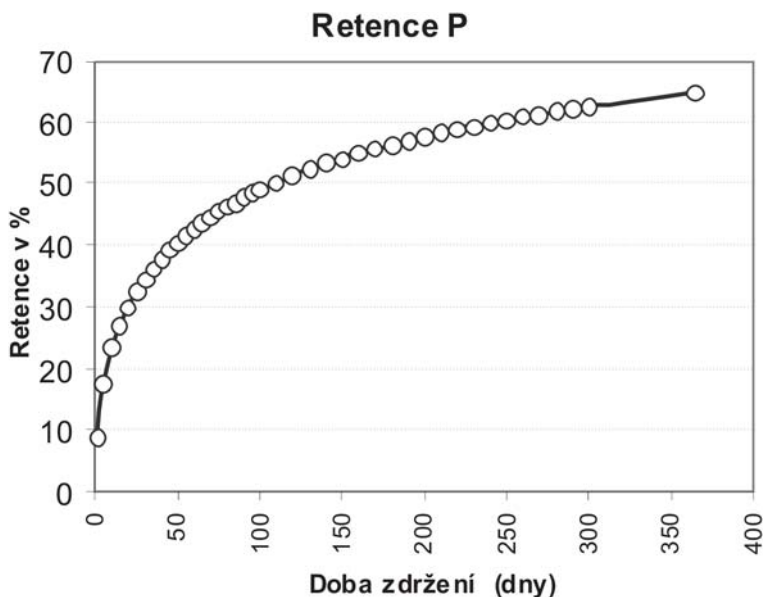
Klíčovou živinou v našem vodním prostředí je obvykle fosfor. Proto je tento prvek už řadu let v centru soustředěného zájmu všech, kdo mají co do činění s eutrofizací, tedy s procesem obohacování vody živinami. Přímým důsledkem eutrofizace, tedy nadbytku fosforu (P), je masový rozvoj sinicových vodních květů. Snaha zlepšit kvalitu vody ve vodárenských i rekreačních nádržích vede proto logicky cestou hledání způsobu, jak snížit přísun fosforu do těchto nádrží. Snížit vstup P na „neškodnou“ úroveň je ovšem velmi obtížné, protože sinice dokážou být velmi skromné a jsou schopny řadu let vyžít i po té, co se kvalita přitékající vody oproti minulosti zřetelně zlepšila. Obecně pro naše vodárenské a rekreační nádrže platí, že potřebná koncentrace celkového P na přítocích by se měla pohybovat od 0,04 mg.l⁻¹ u průtočných až po 0,08 mg.l⁻¹ u těch s velmi dlouhou dobou zdržení vody. Např. pro Orlík byla vypočtena žádaná koncentrace P na (všech) přítocích blízko 0,06 mg.l⁻¹, tedy velmi nízká. To je pro srovnání zhruba o třetinu až polovinu nižší koncentrace než je aktuálně ve Vltavě a Otavě. V menších přítocích zaústěných přímo do Orlíka ale nacházíme obsah P 4x-10x vyšší (Lomnice, Skalice...)!

Nelze se tedy divit, že pátrání po zdrojích fosforu v povodí, začíná být nebyvale intenzivní. Dosaadná údaje o kvalitě vody ale nedovolovaly dobře odlišit, jaký podíl P pochází ze zemědělské činnosti, z měst a obcí či z rybníků v důsledku chovu ryb. Není proto divu, že docházelo ke vzájemnému nedorozumění. To byl motiv, abychom se začali věnovat tzv. látkovým bilancím rybníků. Tedy abychom odlišili, kolik živin se do rybníka dostává zvenčí, kolik přispívá rybářské hospodaření a kolik nakonec z rybníka odeče. Od roku 2010 jsme tedy přikročili i ke sledování látkových bilancí, které jsou poměrně náročné, protože je třeba sledovat všechny přítoky i odtoky a zároveň také všude měřit průtoky vody.

Současnost, kdy hledáme, jak se fosforu co neúčinněji zbavit, je ale zároveň zvláštní tím, že fosfor se pomalu stává nedostatkovým zbožím. Na světovém trhu jeho cena rychle stoupá, protože kapacita ložisek je omezená. A tak se postupně dostaneme do situace, která bude příznivá pro zachycování a recyklaci fosforu, zejména pro jeho využití v zemědělské výrobě.

Retence fosforu v rybnících

Vodní nádrže mají ve své naprosté většině přirozenou schopnost fosfor zadržovat. Nejdůležitějším faktorem, který určuje, kolik P daná vodní nádrž zachytí, je takzvaná teoretická doba zdržení vody, tedy zhruba doba, za kterou se voda v rybníce obmění. Obecný vztah mezi retencí P a teoretickou dobou zdržení vody byl pro nádrže v našich podmínkách upraven (Hejzlar a kol., 2006) a odpovídá grafu na obr. 1. Vidíme, že už u velmi průtočných nádrží by mělo být zachyceno kolem 30% přitékajícího P. Nás samo sebou zajímala otázka, zda tato závislost platí i pro rybníky, tedy mělké nádrže, kde řada procesů probíhá značně jinak než například v přehradních nádržích. Další zásadní otázkou bylo, zda - a případně také jak - se mění retence P v rybníce v podmínkách rybářského hospodaření.



Obrázek 1: Vztah mezi průtočností vodních nádrží a jejich schopností zadržovat fosfor. Na ose y je v procentech uveden podíl fosforu vstupujícího přítokem, který je v rybníce zadržen.

Výsledky sledování látkových bilancí rybníků v letech 2010-2012

Výsledky zjišťování látkových bilancí jsou rámcově shrnuty v tabulce 1. Důležitým rysem dat v tabulce je, že jsou to údaje pouze podle hodnocení přítoku a odtoku, aniž by zde byly brány v úvahu vstupy a výstupy z rybářského hospodaření.

Údaje v tabulce je třeba vnímat v souvislosti s dalšími faktory. Zejména záleží na hydrologických poměrech v každém roce, které mění jak množství fosforu, které rybníkem proteče, tak průtočnost rybníka, jež zase určuje účinnost zdržení P. Sem patří i situace, kdy je rybník během prvního horka ještě alespoň část sezóny zastaven z důvodu napouštění. Chování rybníka při snížené hladině během prvního horka může zároveň znamenat velmi dobré kyslíkové poměry u dna, a tedy i nižší koncentrace P odtékající z rybníka se spodní vodou. Správné bude zřejmě hodnotit celý hospodářský cyklus, ale zatím nemáme zpracována všechna data získaná v roce 2012. Zásadní význam má také výlov, během jehož poslední fáze odtéká obvykle velké množství P s jemnými usazeninami (viz dále).

Svět a Bezdrev - rybníky s velmi pomalou obměnou vody, tedy s velkým potenciálem zadržovat fosfor. Jejich bilanční sledování zatím nebylo realizováno.

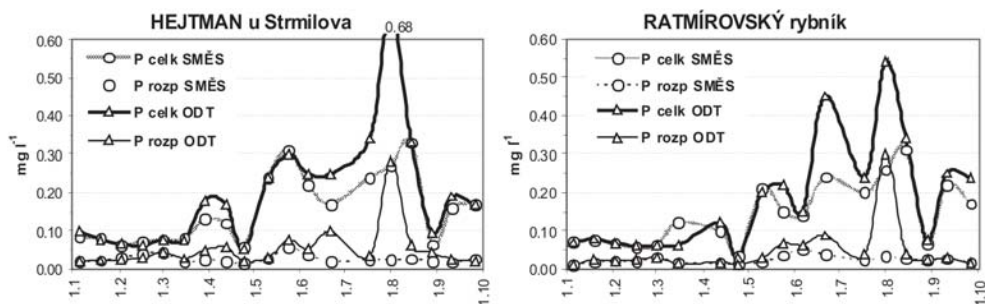
Staňkovský a Hejtman u Chlumu u Třeboně - extenzivně využívané rybníky pro sportovní rybolov. Přestože jsou vzájemně velmi odlišné, oba shodně vykazovaly velmi dobrou schopnost zadržovat P, a to i za povodňových průtoků. Zjištěná retence P dobře odpovídala retenci potenciální (odhad výpočtem podle doby zdržení vody). Zajímavé je, že přestože oba rybníky trpí nedostatkem kyslíku u dna, nedocházelo u nich k uvolňování P z bahna. P je v sedimentech totiž vázán nikoli se železem, jak je obvyklé, ale s hliníkem a v organické hmotě. Proto u těchto rybníků byly také trvale nízké koncentrace P ve vodě u dna. Ze Staňkovského tedy odtékající spodní voda byla rovněž téměř bez fosforu a rybník tak pouštěl jen malé množství P.

Rožmberk - byl běžným monitoringem odhalen jako obrovský zdroj fosforu v povodí nádrže Orlík. Podrobným sledováním v roce 2010 ale bylo zjištěno, že rybářské hospodaření tvoří jen nepatrnou část jeho fosforové bilance a že pravou příčinou jeho špatného hodnocení byly nepodchycené vstupy

P z RABu („černé“ výpusti z velkochovu prasat) a vstupy z nedokonale pracující čistírny odpadních vod (ČOV) Třeboň. I po zahrnutí nelegálního vypouštění odpadních vod ale byla zjištěna nízká retence P Rožmberkem. Jedním z důvodů je patrně podhodnocení přísunu P o dosud nepodchycené vstupy odpadních vod z Třeboň (do Prostřední stoky), zejména za deště. Dalším důvodem byl v roce 2010 únik velkého množství P s bahnem při výlovu rybníka - přes 4,5 t fosforu během 4 dní! (Duras a Potužák, 2012).

Dehtář - se v roce 2010 od ostatních průtočných rybníků odlišoval tím, že vstup P s krmením se vyrovnal vstupu P s přítoky, přičemž oba dva vstupy byly poměrně vysoké. Zároveň u dna rybníka docházelo k uvolňování P z bahna za bezkyslíkatých podmínek, takže v některých měsících byl obsah P v odtékající vodě výrazně zvýšený. V roce 2010 proběhl navíc také výlov, kdy z rybníka odteklo opět značné množství P s bahnem (430 kg P). To jsou všechno důvody, proč látková bilance rybníka v roce 2010 byla zřetelně negativní (-44%), přestože měla být výrazně pozitivní (55%!). V roce 2011 (první horko) byl rybník velkou část sezóny zastaven, což výrazně zvýšilo retenci P. Přesto nebylo dosaženo úrovně retence P odhadnuté podle rychlosti obměny vody (76%).

Ratmírovský a Hejtman u Strmilova jsou značně průtočné a silně eutrofní rybníky. Oba jsou poměrně hluboké a s nedostatkem kyslíku u dna. To má za následek přechod P z bahna do vody, zejména v červenci a srpnu (obr. 2). Se spodní vodou pak P odtéká z rybníka, místo aby byl v rybníce zadržován. Ratmírovský tak dosáhl pouze asi poloviční retence P proti očekávané (zachytil téměř 600 kg P, tj. 12% přísunu), při výlovu odteklo asi 500 kg P. Látková bilance rybníka Hejtman byla v roce 2012 zjištěna jako mírně negativní, na čemž se podílel také výlov rybníka, kdy odteklo zhruba 350 kg P.



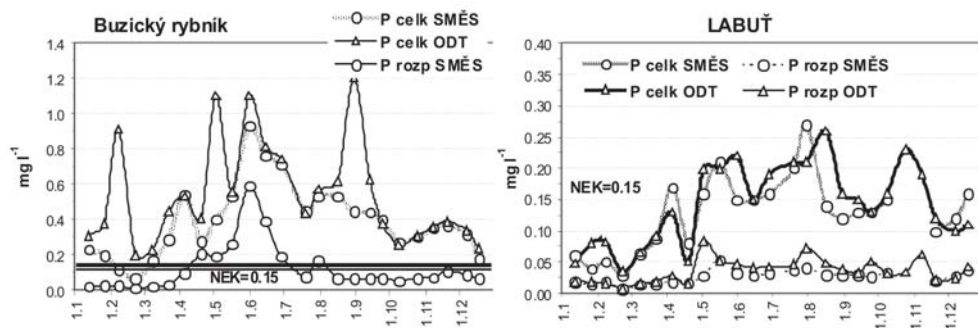
Obrázek 2: Hejtman a Ratmírovský rybník - průběh koncentrací fosforu v průběhu roku 2012. Porovnávány jsou koncentrace ve směsném vzorku z vrstvy 0-2m a na celkovém odtoku z každého rybníka

Buzický rybník je provozován v obtížných podmínkách velmi silného zatížení nejen živinami, ale také organickými látkami - odpadní vody z Blatné přinesly do Buzického rybníka v roce 2012 asi 80% všeho znečištění. Přestože kyslíkové poměry byly poměrně napjaté, rybník zachytil asi 66% všeho P, který do rybníka přitekla, tedy víc, než bychom očekávali podle doby zdržení vody (tab. 1). V Buzickém rybníce bylo za rok 2012 zadrženo asi 3,2 t P (podrobněji viz Potužák a Duras, 2013), přestože koncentrace P v produkční vrstvě i na odtoku z rybníka byly velmi vysoké a epizodicky byl zaznamenán markantně vyšší obsah P ve vodě odtoku než při hladině rybníka (obr. 3).

Labuť je méně úživný rybník s velmi nízkým přísunem P z povodí (0,27 g m⁻² za rok). Jedná se o příklad, kdy velký rybník snadno „vstřebá“ znečištění z několika drobných sídel. V roce 2012 jsme zjistili negativní bilanci P -24% (-109 kg), i když podle doby zdržení vody bychom očekávali retenci asi 59% (268 kg). Na negativní bilanci rybníka se podílel výlov pouze asi 35 kg. Nízký podíl výlovu na celkové fosforové bilanci rybníka byl způsoben nejen poměrně malým množstvím usazenin, které během výlovu rybník opustily, ale také nízkým obsahem P ve vyplavovaných částicích bahna. Z pohledu látkové

bilance tedy rybník Labuť lze hodnotit negativně. Z pohledu kvality vody, která rybník opouští, ale lze konstatovat, že vyhovuje v ukazateli P celkový požadavku nařízení vlády č. 61/2003/Sb. (v platném znění z roku 2011). Pro P celkový je stanoven limit $0,150 \text{ mg.l}^{-1}$ jako roční průměrná hodnota, přičemž naším monitoringem byla v roce 2012 zjištěna průměrná hodnota $0,143 \text{ mg.l}^{-1}$. Příznivou skutečností také je, že obsah eutrofizačně rizikových rozpuštěných sloučenin P na odtoku z rybníka byl nízký.

Horusický rybník byl zatím sledován pouze v roce 2012, tedy během prvního horka, kdy byl po značnou část sezóny zastaven. Když neodtékala voda, neodtékal ani fosfor v ní obsažený. Proto i retenční kapacita fosforu byla výrazně pozitivní a překročila potenciální hodnotu vypočtenou z rychlosti obměny vody. Horusický rybník zadržel asi 1720 kg P.



Obrázek 3: Buzický rybník a Labuť v roce 2012 - sezónní vývoj koncentrací celkového a rozpuštěného fosforu ve směsném vzorku z hl. 0-2m a v celkovém odtoku z rybníka. Dvojitou čarou je vyznačena hranice NEK (norma ekologické kvality) pro P celkový, jak je dána aktuálně platným zněním NV 61.

Zdroje fosforu v povodí rybníků

Během bilančního monitoringu rybníků je často sledována kvalita vody ve vodotečích s výrazně odlišným způsobem využívání povodí. Tak jsme získali řadu důležitých poznatků:

- Nejdůležitějším zdrojem fosforu, který je přinášěn do rybníků přítoky, jsou města a obce. Jedná se o odpadní vody odtékající nejen z legálně provozovaných ČOV, ale také z volných kanalizačních výustí (obvykle malé obce) a z odlehčení, která převádějí za deště vodu z kanalizace přímo do potoka či rybníka. Zejména posledně jmenovaná odlehčení jsou velmi významná a žádným monitoringem nejsou dobře podchycena. Tento nekontrolovaný vstup nejrizikovějších sloučenin fosforu je s vysokou pravděpodobností hlavní příčinou, proč látkové bilance rybníků pod městy se mohou zdát negativní (Marcel a Duras, 2013).
- Významným zdrojem fosforu bývají také potoky protékající (obvykle menšími) silně eutrofními až hypertrofními rybníky. Příčina hypertrofního stavu těchto rybníků může být vstup znečištění ze sídel, chovů hospodářských zvířat, chovu kachen...
- Z ploch luk a orné půdy obvykle odtékají pouze nízké až velmi nízké koncentrace fosforu. Stále živá je otázka vstupu P do rybníků s erozním materiálem za přívalových srážek z nevhodně obhospodařované orné půdy. Ukazuje se, že z půdních částic se dokáže po jejich přesunu do vodního prostředí uvolnit v průměru pouze kolem 4% fosforu, který je na ně vázán, tedy jen velmi málo (Borovec a kol., 2012). Přitom ale i celkový obsah P v půdách bývá poměrně nízký, zhruba v úrovni nejvýše poloviny až čtvrtiny množství, které je nacházeno v rybníčních usazeninách. Obecně lze proto říci, že zemědělská krajina s rostlinnou výrobou nepředstavuje pro rybníky riziko nekontrolovaného přísunu fosforu. Základní hrozbou je ovšem co do přísunu erozního materiálu, který rybníky zazemňuje. Sloučeniny dusíku

(dusičnany), které z polí do rybníků přitékají, rybníkům naopak velmi prospívají. Dusičnany jednak vyrovnávají poměr dusíku ku fosforu, čímž částečně zvýhodňují planktonní řasy proti sinicím, a jednak blokují přestup P z bahna do vody, takže podporují zadržování P v rybnících.

Diskuse

Otázku, zda je možné používat na rybníky empiricky odvozený vztah pro závislost retence fosforu na době zdržení vody, můžeme zodpovědět kladně. Rybníky obhospodařované extenzivně (Staňkovský a Hejtman u Chlumu) dosáhly retence P odpovídající velmi dobře odhadovaným hodnotám. Podobný výsledek byl získán i při studiu Nového rybníka na řece Střele pod městem Toužim (Marcel a Duras, 2013). Je třeba říci, že u Staňkovského rybníka sice voda odtékala základovou výpustí, ale nebyly v ní zvýšené koncentrace fosforu vlivem přirozeného složení bahna. Z Hejtmantu u Chlumu a z Nového rybníka voda odtékala z povrchové vrstvy. U většiny tzv. polointenzivně obhospodařovaných rybníků je účinnost retence P snižována zhoršenými kyslíkovými poměry u dna, odkud odtéká část vody. Nepříznivě se promítá také výlov, který obvykle představuje významné látkové toky. Velmi specifickými případy jsou Labuť a Buzický rybník, kde zatím není plně vyhodnocena bilance rybářského hospodaření. Zdá se, že u málo úživné Labutě bylo zadržování P zabráněno rybářským hospodařením, které ovšem nepřekročilo intenzitu, kdy by na odtoku byly překročeny limity dané NV 61, tedy průměrná roční koncentrace P celkového $0,150 \text{ mg.l}^{-1}$. V případě vysoce zatěžovaného Buzického rybníka se naopak zdá, že vhodný způsob rybářského hospodaření může retenci P zvýšit. Tyto předběžné závěry je ovšem ještě třeba ověřit dalším hodnocením získávaných údajů.

Z údajů o množství fosforu, který je v rybnících zadržován, případně v nich zadržován být může, je zřejmé, že se jedná o množství velmi významná. Významná jak z pohledu kvality vody v rekreačních a vodárenských nádržích, které trpí vodními květy sinic, tak z pohledu hospodaření v krajině, kde je čas uvažovat o cílené a systematické recyklaci fosforu. Podle našeho názoru je nezbytné se věnovat následujícím otázkám:

- Je možné zvýšit retenci P v rybnících? (zlepšení kyslíkového režimu, omezení úniku usazenin při výlovu...)
- Jak dosáhnout technologicky a finančně schůdné aplikace sedimentů na zemědělskou půdu? (pravidelné odebírání části sedimentů sacím bagrem - např. v kombinaci s geotextilními rukávci, zachycování plavenin při výlovech...)
- Jaká může být ochrana rybníčních usazenin před kontaminací cizorodými látkami, jejichž obsah pak zabraňuje, aby bylo bahno aplikováno na zemědělskou půdu? (opatření na ČOV a komunálních odpadních vodách obecně, sanace nalezených zdrojů např. těžkých kovů...)
- Jak ekonomicky zhodnotit alespoň nejdůležitější funkce rybníků? (např. přístupem tzv. ekosystémových služeb zhodnotit funkci produkční, protipovodňovou, retenci živin, vliv na mikroklima...)

Závěry

Rybníky jsou z mnoha úhlů pohledu velmi významnou součástí naší krajiny. Z pohledu koloběhu látek je důležitá schopnost rybníků zadržovat fosfor - klíčovou živinu vodních ekosystémů. Ze studia látkových bilancí vyplývá, že množství fosforu zadržovaného v rybnících může být tak velké, že nás opravňuje k úvahám o jeho recyklaci v rámci malých povodí jednotlivých rybníků. Pozornost se musí soustředit na rybníky, které zpracovávají zvýšené množství P ve svém povodí, především na rybníky přijímající odpadní vody ze sídel. V těchto rybnících je sediment jednak živinami velmi bohatý (a proto lze velké množství P zrecyklovat) a jednak je zároveň velmi ohrožený cizorodými látkami (a proto vyžaduje zvýšenou ochranu).

Dlouhodobým problémem, jehož uspokojivé vyřešení nelze v dohledné době očekávat, jsou splachy erozního materiálu. Z pohledu recyklace fosforu lze říci, že ukládání velkého množství fosforem chudého materiálu na dně rybníků výrazně snižuje efektivitu případné recyklace.

Z pohledu boje proti eutrofizaci velkých vodních nádrží jsme přesvědčeni o tom, že bez systematické recyklace, tedy znovuvyužití P v dílčích povodích nelze procesu eutrofizace úspěšně čelit. Nebude totiž možné vyvinout dostatečně účinný a ekonomicky udržitelný postup pouhé „likvidace“ fosforu.

Podle našeho názoru je třeba, aby schopnost účinné retence fosforu byla zahrnována mezi tzv. ekosystémové služby, které nám rybníky mohou poskytovat. Umíme si představit, že zachycování P v rybnících může být souběžně s produkcí ryb i ekonomicky zajímavou činností. V této oblasti jsme ovšem i přes dílčí úspěchy stále ještě na začátku.

Poděkování

Data pro látkové bilance rybníků byla částečně pořízena v rámci prací na projektu podporovaném MZe - programu NAZV, projektu QI102256.

Autoři děkují za spolupráci všem, kteří nám poskytli data a cenné informace o rybářském hospodaření na sledovaných rybnících, především ing. J. Hůdovi, Ph.D. a Ing. J. Chmelovi.

Použitá literatura

Borovec J., Jan J., Hejzlar J., Krása J., Rosendorf P., 2012: Eutrofizační potenciál erozních částic v nádržích. - Vodní nádrže 2012, 26.-27. září 2012, Brno, Česká republika, Kosour D. (Edit.), str. 57-61.

Duras J., Potužák J., 2012: Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících, Vodní hospodářství 62 (6). 210 - 216 pp.

Hejzlar J., Šámalová K., Boers P., Kronvang B., 2006: Modelling phosphorus retention in lakes and reservoirs.- Water, Air and Soil Pollution: Focus 6: 487-494.

Marcel M., Duras J., 2013: Vodárenská nádrž Žlutice a rybníky v jejím povodí.- Sborník konference Vodárenská biologie 2013 v tisku.

Potužák J., Duras J., 2013: Rybníky jako účinný nástroj pro snižování živinového zatížení povodí.- Sborník konference Vodárenská biologie 2013 v tisku.

Tabulka 1

Aktuální přehled systematicky sledovaných rybníků v rámci provozního monitoringu státního podniku Povodí Vltavy od roku 2007. Dalších 13 rybníků, které byly v roce 2012 nově zařazeny mezi vodní útvary povrchových vod stojatých, bude sledováno od r. 2013 v režimu tzv. standardního monitoringu (povrchová vrstva vody, případně odtok během vegetačního období). Retence P je uvedena jednak bez nebo včetně výlovu, kdy uniká P vázaný na částice sedimentu, a jednak jako tzv. potenciální, tedy odhadnutá výpočtem podle doby zdržení vody v rybníce (Hejzlar a kol., 2006).

Lokalita	Rozloha (ha)	Monitoring			Úroveň trofie	Retence P		
		standardní	bilanční	výlov		Zjištěná s výlovem	Zjištěná bez výlovu	Potenciální
Svět	215	od 2007	ne	ne	eutrofní	pravděpodobně zadržuje	nejsou data	> 50%
Bezdrav	394	od 2007	ne	ne	eutrofní	pravděpodobně zadržuje	nejsou data	> 50%
Staňkovský	241	od 2007	2011	neloví se	mírně eutrofní	58%		48%
Hejtmán (Chlum)	68	2007 - 2012	2011	neloví se	mírně eutrofní	27%		29%
Rožmberk	449	od 2007	od 2010	2010, 2012	hypertrofní	-9% (2010); 3% (2011)	9% (2010); 3% (2011)	29% (2010); 31% (2011)
Dehtář	246	od 2007	2010 - 2012	2010, 2012	eutrofní - hypertrofní	-44% (2010); 46% (2011)	-36% (2010); 46% (2011)	55% (2010); 76% (2011)
Ratmírovský	78	2007 - 2013	2012 - 2013	2012	eutrofní - hypertrofní	12%	15%	29%
Hejtmán (Strmilov)	82	2007 - 2012	2011 - 2012	2012	eutrofní - hypertrofní	-9%	0%	31%
Buzický	60	od 2012	od 2012	ne	silně hypertrofní	66%		45%
Labuť	100	od 2012	od 2012	2012	eutrofní	-24%	-16%	59%
Horusický	416	od 2012	od 2012	ne	eutrofní	73%		67%
Kaňov	156	od 2013	od 2013	ne	eutrofní	pravděpodobně zadržuje	zatím nejsou data	> 50%



8

Funkční analýza sektoru akvakultury v rámci České republiky

Vavrečka A., Kalous L.

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra zoologie a rybářství, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, e-mail: Vavrecka.Antonin@seznam.cz, kalous@af.czu.cz

Pojem akvakultura lze chápat jako cílevědomé a plánované obhospodařování vodních ploch, v našich vnitrozemských podmínkách především rybníků, vodních nádrží, jezer a řek s cílem dosažení dlouhodobých stálých výnosů ryb pro lidskou výživu (MZe, 2013).

Rybářství je v České republice součástí zemědělství. Rybářská činnost je podle zákona č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství), rozdělena do dvou oblastí. Jedná se o rybníkářství (tzv. produkční rybářství) a hospodaření v rybářských revírech (Zákon č. 99/2004 Sb., Čítek *et al.*, 1998).

Na území ČR se nachází více než 24 tisíc rybníků a vodních nádrží, jejichž celková plocha představuje 52 tisíc ha, z toho je k chovu ryb využito cca 42 tisíc ha rybníků. Hospodaření v rybnících je významnou specifickou formou akvakultury a základem českého produkčního rybářství. Produkce tržních ryb se dlouhodobě pohybuje okolo 20 000 tun, z toho produkce kapra tvoří 89 procent. Specifikou rybníčního chovu ryb je víceúčelové využívání rybníků. Tyto pak slouží nejen k produkci samotných ryb, ale také k ochraně přírody a krajiny, k zachování druhové pestrosti fauny a flóry (NATURA 2000, ptačí oblasti), dále slouží také jako zdroj pitné a technologické vody, k závlahám, ke zlepšení kvalitativních parametrů vody přitékající do rybníků a v neposlední řadě i k zachování či nové tvorbě přirozeného rázu krajiny, včetně koupání a turistiky (Šilhavý, online; Čítek *et al.*, 1998; MZe, 2013; MZe, 2011a). Přínosem ekonomicko-ekologického charakteru je produkce kapra v rybnících založená na přirozené potravě (zooplankton, bentos) doplňované jen obilovinami jako energetickým zdrojem (Šilhavý, online; Hůda J., 2009; Urbánek M., 2009; Faina R., 1983). Do budoucna pro Českou republiku stále zůstává výhoda v chovu kapra v rybnících, jehož produkce je v našich podmínkách nejen tradiční, ale zároveň i technologicky zvládnutá (tj. šlechtění, reprodukce, odchov násadového materiálu a tržních ryb, sádkování, doprava a zpracování ryb). Tyto používané přístupy jsou navíc v souladu s požadavky na zachování a rozvoj mimoprodukčních víceúčelových funkcí rybníků. Do budoucna nelze očekávat razantní zvyšování produkce ryb v rybnících a to hlavně s ohledem na požadavky orgánů ochrany přírody. Cílem bude zachování současné úrovně či mírné zvýšení produkce ryb z rybníků na 21 000 t/rok (MZe, 2013).

Součástí českého produkčního rybářství je i chov lososovitých ryb, realizovaný na specifických farmách, kterých je České republice na tři desítky. K dalším ceněným druhům patří býložravé a dravé ryby, dále lín a další druhy ryb (Šilhavý, online; Čítek *et al.*, 1998). Chov lososovitých ryb má teoretický prostor ke svému rozvoji. Předpokládá se výrazné rozšíření intenzivní akvakultury s využitím zejména recirkulačních systémů. V ČR existuje několik málo recirkulačních systémů provozovaných zhruba 5 až 15 let. Na základě pozitivních zkušeností s nimi, a zejména využití nových koncepcí vyvinutých v Nizozemí a Dánsku, fungují na principu téměř bezodpadové technologie a spotřebovávají o dva řády méně přítokové vody než systémy průtočné. Na základě dosavadních zkušeností zejména z Nizozemí, Dánska, Německa, Maďarska, Polska, Finska a dalších zemí je vhodné jejich rozšíření v širším měřítku i v ČR. Dánské recirkulační systémy jsou vhodné pro chov studenomilných, tj. zejména lososovitých

ryb, přičemž dle prvních zkušeností v rámci ČR se jeví jejich možnost využití i pro chov jeseterů a příp. dalších druhů. Recirkulační systémy jsou vhodné i pro chov teplomilných druhů ryb (jak našich domácích - zejména sumec, candát, okoun), tak i nepůvodních, zejména tropických druhů ryb (sumeček africký, tilápie aj.) (MZe, 2013; Pokorný *et al.*, 1998).

V představeném Víceletém národním strategickém plánu pro akvakulturu na období 2014 - 2020 s výhledem do roku 2024 (MZe, 2013) se uvádí, že náklady na vybudování recirkulačních systémů s optimální kapacitou 300 t ročně, se pohybují ve výši cca 45 až 50 mil. Kč (zahrnuje kompletní jednotku včetně líhni, odchovu plůdků, vlastní výroby ryb a jejich přípravy pro expedici na trh). Každou takovou investici je však nutné posuzovat individuálně.

S ohledem na finanční náročnost vybudování takovýchto zařízení a míry spolufinancování (dotace) z OP Rybářství v novém programovacím období 2014 - 2020, která pravděpodobně bude činit maximálně 50 % na tyto projekty, lze očekávat spíše jejich postupné budování. I když některé podniky v produkčním rybářství vlastní část vybavení a techniky, kterou již nebude nutné nově pořízovat (sníží náklady na jejich výstavbu a zařízení), přesto se bude jednat o velkou finanční zátěž. Tabulka č. 1 uvádí průměrné tržby/příjmy podniků v produkčním rybářství ČR dle jejich velikosti za rok 2011.

Tabulka 1

Průměrné tržby/příjmy podniků v produkčním rybářství ČR za rok 2011

Rok 2011	Velikost podniku**	Průměrné tržby/příjmy podniků za jedno účetní období v mil. Kč
Podnik v produkčním rybářství*	střední	65 - 105
	malý	25 - 65
	mikro	do 25

Zdroj dat: Systém sledování vazeb (<http://www.ssv.cz>)

*Podnikem se rozumí subjekt vykazující ekonomickou činnost, bez ohledu na jeho právní formu

**Rozdělení velikosti podniku vychází z doporučení Komise 2003/361/ES ze dne 6. května 2003 o definici mikropodniků, malých a středních podniků

V současné době se v ČR význam produkce ryb z recirkulačních systémů neustále zvyšuje. Právě tyto nově vybudované recirkulační systémy a jejich vyprodukované lososovitě, „dravé“ a další druhy ryb by měly vést ke zvýšení sortimentu živých a zpracovaných sladkovodních ryb na trhu a dále zajistit plynulost dodávek ryb v průběhu roku. Rozšíření sortimentu ryb v obchodních řetězcích a plynulost dodávek během celého roku dává předpoklad navyšování spotřeby sladkovodních ryb a snižování dovozů zejména ze třetích zemí (MZe, 2013).

Berka (2012) v knize Naše rybářství uvádí, že každý z obyvatel ČR v současné době zkonsumuje ročně 1,3 až 1,5 kg sladkovodních ryb ročně. K této průměrné spotřebě sladkovodních ryb na osobu a rok se přičítá i konzum ryb odlovených při sportovním rybolovu. Není to bezvýznamný objem, neboť v posledním desetiletí se pohybuje kolem 0,3 až 0,5 kg na osobu a rok. Dále také uvádí, že zájem spotřebitelů je orientován především na živého kapra, konzumovaného zejména o vánočních svátcích. V posledním desetiletí v ČR působila více než desítky zpracoven sladkovodních ryb. Všechny prognózy se shodovaly na tom, že se změnou společensko-ekonomických poměrů dojde v konzumentské veřejnosti k vyšší poptávce po zpracovaných rybách, nabízejících především pohodlnost další přípravy v kuchyni. Tento předpoklad se však nenaplnil, dnes zpracovny produkují menší množství výrobků a polotovarů než před dvaceti lety. Příčinou stagnace zpracování ryb není technická nepřipravenost sektoru, ale sezónnost ve spotřebě a jistá konzumentská setrvačnost v názoru, že jen živá ryba je nejkvalitnější.

Překážkou, ovlivňující celkový objem zpracovaných ryb, je pak také skutečnost, že nabízeným výrobkům z ryb cenově konkurují jiné substituční potraviny. Ryba je na trh dodávána v živém i ve zpracovaném stavu ve formě rybích výrobků. Zpracované výrobky jsou dodávány na trh čerstvě-chlazené, mražené, marinované nebo v uzené či jiné podobě. Cena těchto výrobků je mnohem vyšší, vzhledem k tomu, že u živé ryby spotřebitel kupuje i části, které jsou při domácím opracování nevyužitelné. Sílu tržní ceny dovážených ryb jako konkurence domácích sladkovodních ryb nejlépe dokumentuje příběh vietnamského sumečka prodávaného pod názvem „pangasius“. Tato ryba nemůže svou nízkou kvalitou (tj. vysoký podíl vody v masě této ryby a minimální obsah polynenasycených mastných kyselin řady omega 3) zdánlivě kapru konkurovat, a přesto si dobývá významnou konzumentskou pozici právě dumpingovou cenou (Berka *et al.*, 2012).

Pro orientační ověření či vyvrácení některých výše uvedených tvrzení byly navštíveny 4 náhodně vybrané prodejny (supermarkety), které se nachází na území Hlavního města Prahy. V těchto prodejnách jsme se zaměřili na sortiment v sekci ryby. Zaměřili jsme se na ryby v živém i zpracovaném stavu, ve formě rybích výrobků (polotovary chlazené i hluboce zmražené). V tabulce č. 2 je uveden přehled vybraných nabízených zejména sladkovodních ryb a rybích výrobků a to v různé formě zpracování. Důraz byl kladen na druh výrobku, jeho cenu a zastoupení nabízeného produktu v poměru k počtu navštívených prodejen.

Zájem o ryby nebyl obecně příliš silný. Při porovnání z pohledu ceny, způsobu uchování a jejich prodeje, jsou finančně nejnáročnější chlazené ryby (viz. tabulka č. 2). Jsou preferované z důvodu čerstvosti, avšak určeny k okamžité spotřebě. Cena výrobku ze zpracovaných ryb je vyšší.

Nižší cenu oproti chlazeným rybám mají výrobky hluboce mražené (viz. tabulka č. 2). Mražené ryby i přes přiznanou nevýhodu nižší čerstvosti či případně i nižší kvality výrobku přitahují svými nespornými výhodami. Mražené ryby jsou kupovány hlavně do zásoby a za hlavní výhodu je považován fakt, že není rybu nutné neodkladně zpracovat. Zmražené ryby vyžadují od řetězce pouze vybavenost mrazicími zařízeními. Daná forma je pro obchod nejpohodlnější, nejtrvanlivější a nejméně pracná. Jako hlavní problém byla shledána u mražených ryb nemožnost si rybu důkladně prohlédnout (neprůhledné obaly), přemražené ryby (obalené ledem) - což vyvolává pochybnosti o čerstvosti ryby. Obalené ledem byly všechny výrobky hluboce mraženého pangasia. Svalovina pangasia obsahuje více vody a další voda se do masa dostává při glazování, které se provádí za účelem ochrany proti vysychání při skladování. Z 1 kg hluboce mraženého pangasia (filet bez kůže) po jeho rozmrazení a okapání o přebytečnou vodu bylo získáno 0,8 kg svaloviny k přípravě pokrmu. Tato skutečnost (přítomnost zmražené vody) je deklarována i přímo výrobcem na obalu daného výrobku, na kterém uvádí že, čistá hmotnost masa je 0,9 kg, což je o 0,1 kg více, než bylo zjištěno v testovém výrobku.

Živé ryby jsou, ač se jedná o nejčerstvější formu ryby, považovány z hlediska zpracování za nepraktické. Spotřebitele odrazuje pracnost a zdlouhavost přípravy, nutnost zabití a kuchání. Jejich cena je nicméně hodnocena příznivě. Živé ryby rovněž kladou na prodejce vysoké nároky týkající se uskladnění. Jak chlazené tak živé ryby dále vyžadují kvalifikovaný personál, kterého nemusí mít řetězec vždy dostatek. Jak vyplývá z tabulky, při odběru živých sladkovodních ryb, je v rámci možností z důvodu logistiky, dávana přednost tuzemským dodavatelům.

Při porovnání jednotlivých druhů ryb a jejich dostupnosti v obchodních řetězcích nejlépe vychází „pangasius“, avšak pouze v hluboce mražené formě a dále pstruh duhový. Hluboce zmražené filety „pangasia“ bez kůže byly v sortimentu ve všech navštívených prodejnách. Mareš a kol. (2011) uvádějí, že se jedná o sumcovitou rybu *Pangasiodon hypophthalmus* (Suvavag, 1878) z čeledi *Pangasiidae*. Země původu „pangasia“ je Vietnam, odkud se expeduje do celého světa. Vzhledem k velké vzdálenosti přepravy do cílové země, je „pangasius“ převážně prodáván v hluboce mražené formě, což potvrzuje i tabulka č. 2, kde chlazený pangasius byl v sortimentu pouze jedné prodejny a to za dvojnásobnou cenu.

Tabulka 2

Nabídka ryb a sortimentu z ryb v navštívených prodejnách (supermarketech)

Druh ryby	Hluboce mražený			Chlazený			Živý			Země původu
	Výrobek	Cena Kč/kg	Zastoupení (počet)	Výrobek	Cena Kč/kg	Zastoupení (počet)	Výrobek	Cena Kč/kg	Zastoupení (počet)	
Losos obecný (<i>Salmo salar</i>)	filet	384	3	filet	422	2				Čile, Norsko
Pangas spodnooký (<i>Pangasius hypophthalmus</i>)	filety bez kůže	136	4	filety bez kůže	260	1				Vietnam
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	filet	299	1	filet	299	1				ČR
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	půlený	139	1	půlený	187	2	živý, volný	109	1	
Pstruh duhový (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	kuchaný s hlavou	172	4	kuchaný s hlavou	210	2	živý, volný*	80	1	Turecko**, ČR
Sumec velký (<i>Silurus glanis</i>)				porce	320	1	živý, volný*	329	1	ČR
Amur bílý (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)				porce	179	1	živý, volný*	140	1	ČR
Tolstolobik bílý (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)				porce	110	1	živý, volný*	69	1	ČR
Štika obecná (<i>Esox lucius</i>)							živý, volný*	356	1	ČR
Lín obecný (<i>Tinca tinca</i>)							živý, volný*	166	1	ČR

*Ryby byly pouze v nabídce

**Všechny ryby hluboce mražené pochází z farmových chovů Turecka

Pstruh duhový stejně jako pangasius byl v hluboce mražené formě zastoupen ve všech navštívených prodejnách. Všechny hluboce mražené produkty pstruha duhového pocházeli z farmových chovů Tu-recka. Právě u hluboce mraženého pstruha duhového byla na etiketě těžko dohátelná země původu. K dalším hojně zastoupeným produktům byl Losos obecný zpracovaný jako filety chlazené a hluboce zmražené. Země původu těchto výrobků bylo Chile a Norsko.

Méně dostupný v porovnání s výše uvedenými rybami byl kapr obecný, avšak byl zastoupen v sortimentu jak filety a půlky, tak i jako hluboce mražený, chlazený a i živý. Sumec, tolstolobik a amur patří pro spotřebitele mezi méně známé ryby a byly prodávány v chlazené formě vakuované po balení 0,2 až 0,4 kg (2 až 3 porce). Vzhledem k tomu, že jsou tyto ryby méně známé a byly baleny po 2 až 3 porcích za dostupnou cenu (v tabulce č. 2 je cena uvedená za 1 kg), byl o tyto výrobky velký zájem. Jednalo se např. o 2 porce sumce chlazeného vakuovaného o hmotnosti 0,246 g za 78,7 Kč, 2 porce amura o hmotnosti 0,298 g za 53 Kč, 2 porce tolstolobika o hmotnosti 0,336 g za 40 Kč. Navíc se jedná o české výrobky, které spotřebitelé často preferují.

Porovnání z pohledu ceny mezi jednotlivými druhy ryb a jejich technologickým zpracováním nejlépe vychází pangasius s kaprem (viz tabulka č. 2), a však z technologického hlediska vidíme, že kapr v tomto ohledu není favoritem. Za velmi podobnou cenu lze koupit hluboce mraženého pangasia a kapra s rozdílem v tom, že pangasius je prodáván jako fileta bez kůže a kapr je prodáván jako půlka. Mraženou či chlazenou filetu kapra nelze s filetou pangasia bez kůže srovnávat, kdy cena filet kapra je cca. dvojnásobně dražší. Cena filetů kapra obecně začíná na úrovni 200 Kč/kg. Nejdražší je obecně filet lososa, který je pro konzumenty sladkovodních ryb vnímán jako ryba luxusní.

Z tabulky č. 2 a jejího popisu vyplývá, že na trhu je dostatečná kapacita ke zvýšení sortimentu živých a zpracovaných sladkovodních ryb. V současné době se jedná hlavně o prodej výrobků o menší kusové hmotnosti (2 až 3 porce), které mají přijatelnější cenu. Jak doporučují evaluační studie (Mze, 2011b), pro většinu populace by optimální cena za filety kapra měla být na úrovni cca 92,60 Kč/kg, maximálně však 120 Kč. Z pohledu nákladů na chov kapra a jeho následného zpracování není ani horní cena 120 Kč/kg reálná. Ale je možné snížit hmotnost výrobku tak, aby porce filety kapra ve výsledku dosáhly této ceny a byly pro spotřebitele zajímavé. Vyprodukovaný kapr má prakticky charakter nejkvalitnější organické potraviny. Jen málokdo si však při nákupu kapra uvědomuje tuto důležitou hodnotu pro zdravou výživu člověka (Berka *et al.*, 2012). V souvislosti se zvrácením sezónnosti spotřeby ryb byl vypracován program marketingové strategie, orientován na propagaci konzumace kapra zdůrazňováním zdravotních aspektů a jeho celoroční spotřebu s optimalizovanou cenovou politikou. Za tímto účelem vznikla i společná značka Český kapr. Největší propagační akcí v historii českého produkčního rybářství byla marketingová kampaň „Ryba domácí“ orientovaná na podporu domácího prodeje a rybích výrobků (Berka *et al.*, 2012; MZe, 2011a; MZe, 2011b;). V těchto i následujících letech bude nutné dále propagovat prostřednictvím zacílených marketingových aktivit kvalitu rybího masa a přesvědčit veřejnost o zdravotní prospěšnosti jeho konzumace.

Poděkování

Tato práce byla vypracovaná v rámci projektu TAČR TD010045 „Numerická a funkční analýza sektoru akvakultury, včetně rekreačního rybářství, zaměřená na zvýšení konkurenceschopnosti České republiky a zlepšení stavu vodních ekosystémů“ poskytnutého Technologickou agenturou České republiky.

Použitá literatura

Berka R., Šilhavý V., Hule M., Pokorný J., Hartman P., Andreska J., Vácha F., Stupka P., Linhart O., Mareš J., Dubský K., Vávře K., Pánský K., 2012: Naše Rybářství. Rybářské sdružení České republiky, ISBN 978-80-901510-7-8., s.113 - 114.

- Čítek J., Krupauer V., Kubů F.**, 1998: Rybníkářství. Prag, Informatorium.: s. 42.
- Faina R.**, 1983: Využívání přirozené potravy kaprem v rybnících, Metodika č. 8, Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického, Vodňany, 16 s.
- Hůda J.**, 2009: Produkční účinky obilovin v chovu kapra, doktorská disertační práce - Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, 140 s.
- Mareš J., Grmela J., Brabec T.**, 2011: Paegas nebo pangasius, rybí druh šířící se našimi kuchyněmi. Zpravodaj, 3:36-40.
- MZe**, 2011a: Závěrečná zpráva k projektu STŘEDNĚDOBÉ HODNOCENÍ OPERAČNÍHO PROGRAMU RYBÁŘSTVÍ 2007 - 2013, Deloitte Advisory s.r.o. pro Ministerstvo zemědělství ČR, květen 2011.
- MZe**, 2011b: Opakovaná evaluace komunikační kampaně na podporu spotřeby sladkovodních ryb a výrobků z nich v ČR - RYBA DOMÁCÍ a zajištění šetření postojů a informovanosti cílových skupin formou výzkumu veřejného mínění - 1. fáze projektu, Ipsos Tambor pro Ministerstvo zemědělství ČR, 2009.
- MZe**, 2013: Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu na období 2014 - 2020 s výhledem do roku 2024, IREAS centrum, s.r.o. pro Ministerstvo zemědělství ČR, verze k 15. 1. 2013.
- Pokorný J., Adámek Z., Dvořák J., Šrámek V.**, 1998: Pstruhařství. Prag, Informatorium.: s. 51 - 71.
- Šilhavý V.**: Czech Republic: Production and utilization of farmed fish. [online]. [cit.1998-2007],. http://rybsdr.fishnet.cz/ryby_en.htm.
- Urbánek M.**, 2009: Vliv příkrmování na produkční ukazatele a kvalitu masa tržních kaprů, doktorská disertační práce, Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, zemědělská fakulta, autoreferát 1-34 s.
- Zákon č. 99/2004 Sb.** o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství).

9 | Možnosti použití fatmetru v rybářství

Urbánek M.

Rybářské sdružení České republiky, Pražská 495/58, 371 38 České Budějovice,
e-mail:urbanek@cz-ryby.cz

Úvod

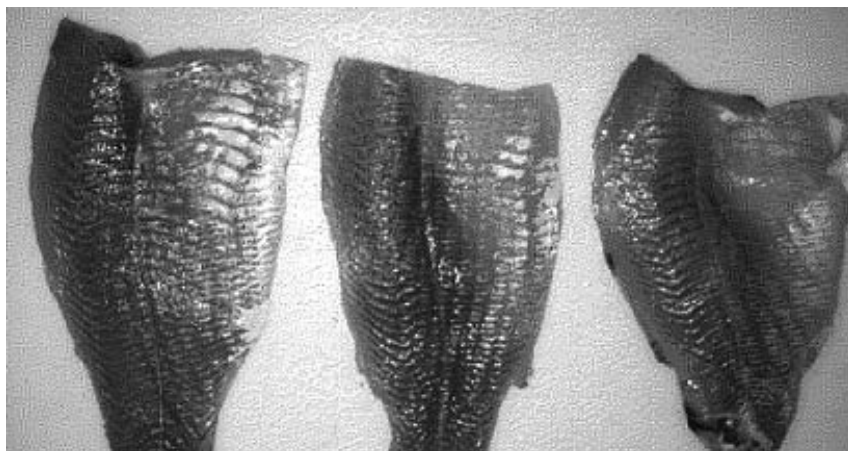
Spotřebitelé (zákazníci) se stále častěji aktivně zajímají o původ a kvalitu konzumovaných potravin. V tomto příspěvku se podíváme blíže na kvalitu masa naší hlavní chované ryby kapra a zejména na možnosti jakým způsobem tuto kvalitu co nejrychleji zjistit a hospodářským opatřením udržet na vysoké úrovni.

Výslednou kvalitu masa naší hlavní ryby kapra ovlivňuje celá řada vnějších faktorů. Mezi tyto hlavní faktory patří především kvalita rybníčního prostředí - úrodnost a zdroj (původ) bahenního sedimentu, intenzita hospodaření (hustota obsádky) a zejména výběr a množství předloženého krmiva. Rozhodujícím parametrem pro kvalitu masa kapra je především složení a zejména obsah tuku ve svalovině. Je prokázáno, že kapr s obsahem tuku ve svalovině nad 10 % má horší senzorycké vlastnosti (Oberle, 1997).

Taková svalovina vykazuje při zpracování tyto parametry:

- Konzistence: Řídká, mazlavá až blátivá
- Vůně: Výrazné zapáchající rybí aroma
- Vzhled: Výrazně ztučnělá břišní partie

Vizuální rozdíly ve svalovině kapra podle obsahu tuku jsou na pohled patrné na snímku **Oberleho (1995)**.



Obrázek 1: Značné vizuální rozdíly ve svalovině kapra podle výše obsahu tuku (Oberle, 1995)

Zákazník při kupování živých kaprů nemá prakticky šanci poznat pohledem jejich kvalitu masa. Pokud si zákazník koupí tučného kapra, ve většině případů už si ho příště nekoupí a dá přednost jiným potravinám. Přehled o kvalitě masa nemá v drtivé většině ani sám chovatel. Chemická analýza je drahá a proces přípravy je náročný a poměrně zdlouhavý. Novou technologií v chovu tržního kapra, kterou můžeme změřit obsah tuku ve svalovině ryb a sledovat a ovlivnit jeho průběh během chovného období je použití fatmetru.

Výhodou pro chovatele je, že má naprostý přehled o kvalitě ryb. Výši obsahu tuku může ve vegetačním období přímo ovlivnit hospodářským zásahem (úpravou intenzity přikrmování nebo snížením hustoty obsádky). Na konci vegetace po výlovu můžeme ryby ihned nabídnout k prodeji bez nutnosti dlouhodobého sádkování a s vysokou garancí kvality pro konečného spotřebitele.

Další metodou, kterou lze ovlivnit konečnou kvalitu masa ryb určených pro vánoční prodej je celková délka sádkování, při kterém se ryba zbavuje tukových zásob. Fatmetrem lze provádět jednoduchá kontrolní měření a na základě výše výsledků obsahu tuku určit optimální dobu sádkování, po kterém bude zákazníkovi garantována kvalita masa kaprů. Bez použití fatmetru jen těžko zjistím, jestli ryby prodané na Vánoce byly dostatečně dlouhou sádkovány a mají optimální obsah vhodný ke konzumaci.

Metodika měření fatmetrem, výhody přístroje v praxi.

Přístroj fatmetr pochází ze Skotska a je vyráběn firmou Distell Company. Naše používaná verze má označení FM 692 Distell a pracuje na principu mikrovlnné technologie (*Foto 1 a 2*).



Foto 1: Fatmetr v praktickém kufříku



Foto 2: FM 692 Distell

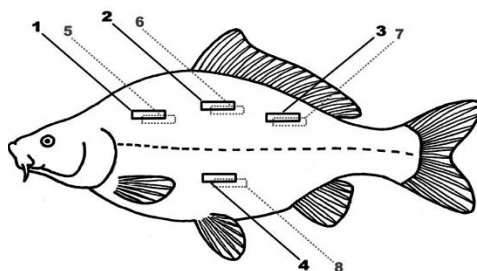
Výhody:

- Tento přístroj umožňuje rychle a přesně (95%) změřit obsah tuku ve svalovině živých ryb (*Foto 3*) přímo u vody bez nutnosti čekat na zdlouhavé a náročné chemické rozbory, je vodotěsný.
- Rychlá metoda kontroly kvality masa.
- Jde o fyzikální, ne-destruktivní a ne-invasivní metodu.

Pro co nejpřesnější měření se provádí 4 měření na každé straně těla ryby (*Obr. 2*). Přístroj poté ihned vypočítá a zobrazí průměrný celkový obsah tuku ve svalovině (*Foto 4*). Zjistíme také přehled o tučnosti jednotlivých partií těla (přístroj je uloží do paměti).



Foto 3: Měření na živých rybách



Obrázek 2: Body měření na těle ryby



Foto 4: Přístroj zobrazí průměrnou hodnotu na displeji

Metodika

Sledování probíhalo v letech 2006 a 2007 při poloprovozních pokusech na rybnících Rybářství Třeboň a.s. (Středisko Lomnice - rybníky Horák, Fišmistr, Baštýř, Pěšák a Středisko Chlum u Třeboně - rybníky Humlena číslo 1 až 6). Nasazená obsádka všech rybníků činila **363 ks K_y/ha** o průměrné počáteční hmotnosti **1,27kg**. Jedná se tedy o běžný polointenzivní způsob chovu ryb. Při takto zvolené obsádce byla zajištěna přítomnost středního zooplanktonu po celou dobu vegetačního období. Kontrolní sledování probíhalo při odloveh průběžně v měsíčních intervalech, od nasazení (duben), až do výlovu (říjen).

Technika příkrmování

Středisko Lomnice

Příkrmováno bylo různými druhy obilovin 3x v týdnu (po-st-pá), způsobem podle Janečka v dávkách znázorněných v grafech 2, 4. Na konci pokusu byla korigována krmná dávka podle zjištěného obsahu tuku ve svalovině.

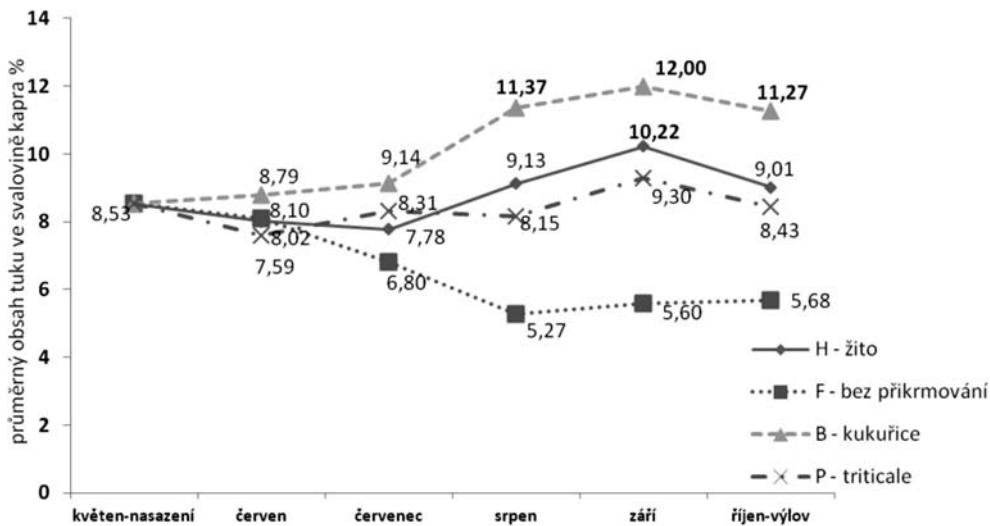
Středisko Chlum u Třeboně

Na rybnících Humlena (č.2 a 5) bylo příkrmováno žitem 3 x v týdnu (po-st-pá). Denní krmná dávka byla stanovena na 5 % hmotnosti obsádky. Dávka byla postupně navyšována podle narůstající hmotnosti a výskytu přirozené potravy. Na konci pokusu byla krmná dávka korigována podle aktuálního příjmu a zjištěného obsahu tuku ve svalovině. Na rybnících Humlena (č.3 a 6) bylo krmeno 2 x v týdnu v dávkách ad libitum. Dávky byly navyšovány podle příjmu krmiva a s přihlédnutím na výskyt přirozené potravy. Na konci pokusu byla dávka korigována podle zjištěného obsahu tuku ve svalovině. Kontrola příjmu předkládaného krmiva byla prováděna lopatou. Dávky krmiva v průběhu vegetace jsou znázorněny v grafu č. 6.

Výsledky sledování kvality masa kaprů fatmetrem

Středisko Lomnice - rok 2006

Z výsledků je jasně patrný vysoký obsah tuku ve svalovině kaprů přikrmovaných kukuřicí v celém sledovaném období. I přes snížené dávky krmiva na konci vegetace, zůstala průměrná hodnota obsahu tuku na konci sledování nad limitem 10 %, který určuje senzoričnou kvalitu masa. U kaprů přikrmovaných žitem, snížením dávky krmiva na konci vegetace došlo k poklesu obsahu tuku ve svalovině pod 10 %. Kapři přikrmovaní triticale měli po celou dobu sledování optimální hodnoty tuku ve svalovině do 10 %. Vývoj obsah tuku ve svalovině je znázorněn v grafu č. 1 a v tabulce č.1. Úroveň přikrmování je znázorněna v grafu č. 2. Kusové ztráty na obsádkách byly do 4 %.



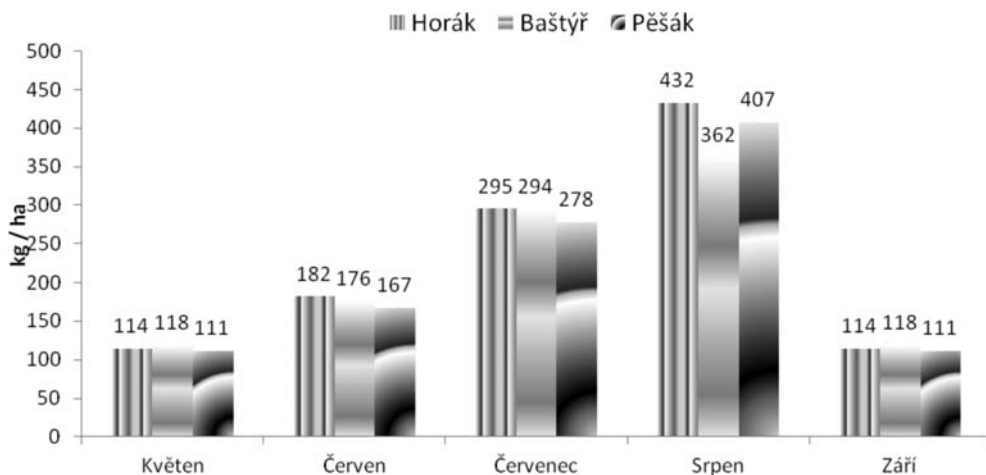
Graf 1: Sledování obsahu tuku ve svalovině kapra obecného v roce 2006 (středisko Lomnice - rybníky Horák, Fišmistr, Baštýř, Pěšák)

Tabulka 1

Obsah tuku ve svalovině a průměrná individuální hmotnost kaprů - rok 2006 (Lomnice)

Rybník	H - 2,20 ha žito		F - 2,80 ha kontrola		B - 1,70 ha kukuřice		P - 2,70 ha triticale	
Krmivo	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks
duben-nasazení	8,53	1,01	8,53	1,01	8,53	1,01	8,53	1,01
květen	8,02	1,53	8,10	1,36	8,79	1,56	7,59	1,63
červen	7,78	1,67	6,80	1,67	9,14	2,33	8,31	2,19
červenec	9,13	2,37	5,27	2,02	11,37	3,05	8,15	2,75
srpen	10,22	2,44	5,60	2,14	12,00	3,10	9,30	2,91
říjen-výlov	9,01	2,79	5,68	2,24	11,27	2,93	8,43	2,86

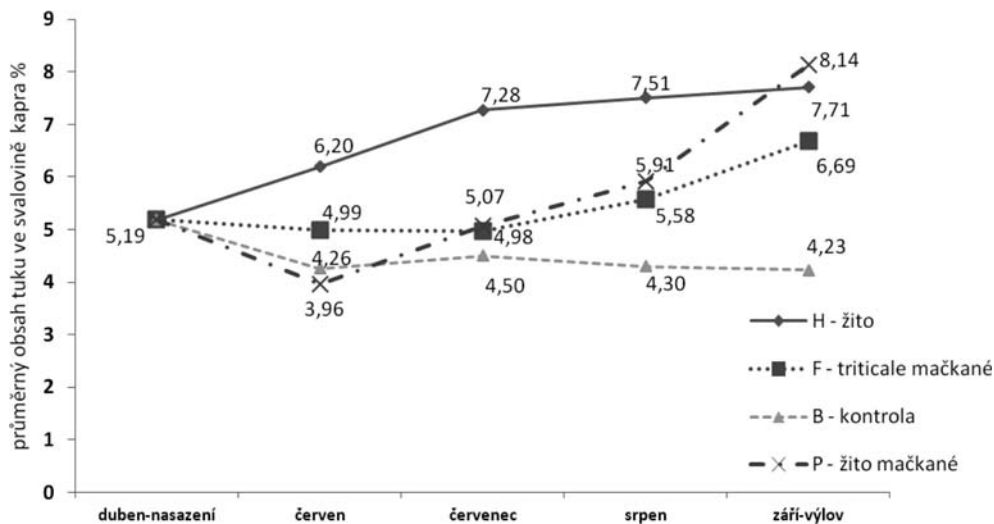
Tučně označené hodnoty představují nadměrný obsah tuku ve svalovině.



Graf 2: Krmné dávky během vegetačního období - Lomnice 2006

Středisko Lomnice - rok 2007

Během tohoto krmného pokusu nebyla ani jednou překročena kritická hodnota 10% obsahu tuku ve svalovině ryb. Lze usuzovat, že takto zvolená intenzita chovu a příkrmování nemá negativní dopady na konečnou kvalitu masa tržních kaprů. Vývoj obsahu tuku ve svalovině je znázorněn v grafu č. 3 a v tabulce č.2. Úroveň příkrmování je znázorněna v grafu č. 4. Kusové ztráty na obsádkách nepřesáhly 3%.

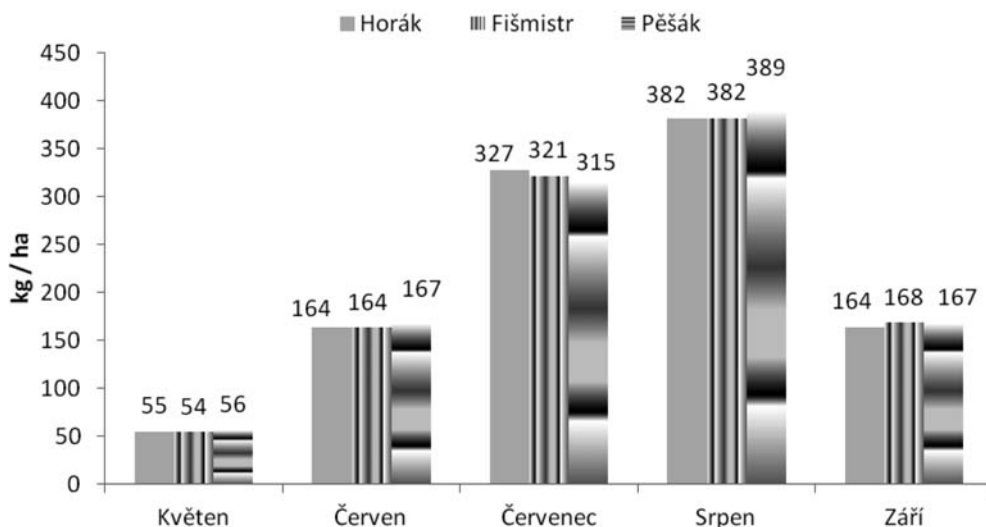


Graf 3: Sledování obsahu tuku ve svalovině kapra obecného v roce 2007 (středisko Lomnice - rybníky Horák, Fišmistr, Baštýř, Pěšák)

Tabulka 2

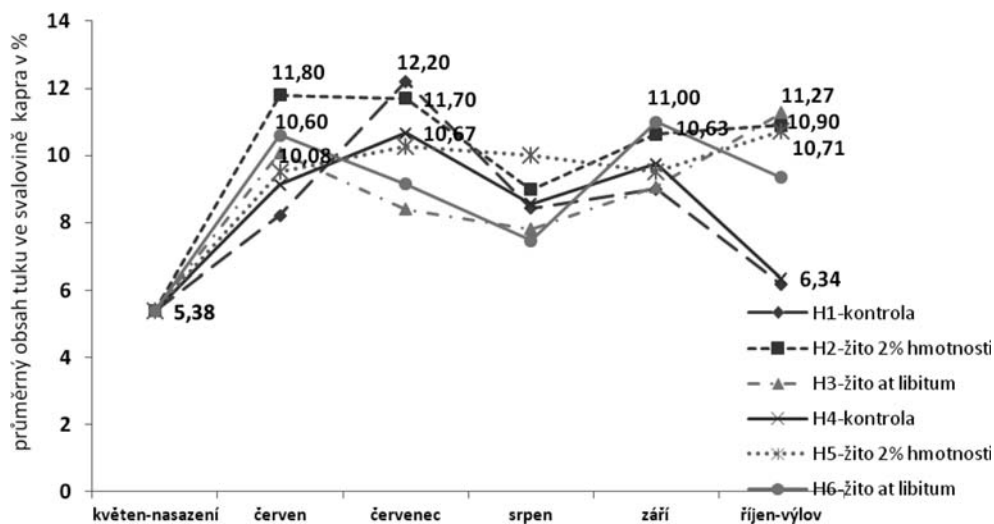
Obsah tuku ve svalovině a průměrná individuální hmotnost kaprů - rok 2007 (Lomnice)

rybník-krmivo	H - 2,20 ha žito		F - 2,80 ha triticale mačkané		B - 1,70 ha kontrola		P - 2,70 ha žito mačkané	
	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks
duben-nasazení	5,19	1,09	5,19	1,09	5,19	1,09	5,19	1,09
červen	6,20	1,83	4,99	1,72	4,26	1,56	3,96	1,82
červenec	7,28	2,58	4,98	2,07	4,50	1,83	5,07	2,16
srpen	7,51	2,74	5,58	2,46	4,30	2,03	5,91	2,99
září-výlov	7,71	2,72	6,69	2,52	4,23	1,99	8,14	2,92

**Graf 4:** Krmné dávky během vegetačního období - Lomnice 2007

Středisko Chlum u Třeboně

U kaprů přikrmovaných žitem s denní dávkou 5% hmotnosti obsádky upravovanou podle výskytu přirozené potravy (rybníky Humlena č. 2 a 5) byl v celém průběhu sledování patrný vysoký obsah tuku ve svalovině, překračující limit určující senzoricou kvalitu masa ryb. U kaprů přikrmovaných žitem ad libitum (rybník Humlena č. 3) překračovala hodnota tuku ve svalovině o 1,27% limit senzoricke kvality. Rovněž kapři přikrmovaní žitem ad libitum v rybníce Humlena č. 6 měli v průběhu pokusu nadměrný obsah tuku ve svalovině. Korekcí krmné dávky v září však došlo k poklesu hladiny tuku pod kritický limit. Vývoj obsahu tuku ve svalovině je znázorněn v grafu č. 5 a v tabulce č.3. Úroveň přikrmování je znázorněna v grafu č. 6. Kusové ztráty na obsádkách ryb činily 9%.



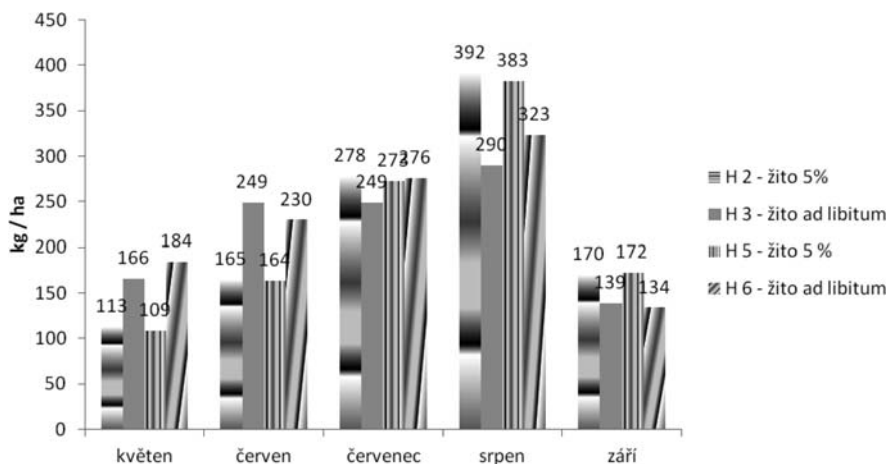
Graf 5: Sledování obsahu tuku ve svalovině kapra obecného v roce 2006 (středisko Chlum u Třeboně - rybníky Humlena 1-6)

Tabulka 3

Obsah tuku ve svalovině a průměrná individuální hmotnost kaprů (rybníky Humlena 1-6)

rybník druh krmiva denní dávka	H1 - 0,65 ha kontrola		H2 - 2,12 ha žito 5% hmotnosti obsádky		H3 - 2,41 ha žito ad libitum		H4 - 1,13 ha kontrola		H5 - 1,83 ha žito 5% hmotnosti obsádky		H6 - 2,17 ha žito ad libitum	
	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks	tuk %	kg/ks
květen - nasazení	5,38	1,54	5,38	1,54	5,38	1,54	5,38	1,54	5,38	1,54	5,38	1,54
červen	8,22	1,52	11,80	1,48	10,08	1,42	9,13	1,48	9,51	1,57	10,60	1,42
červenec	12,20	1,89	11,70	1,79	8,40	1,79	10,67	1,70	10,26	1,92	9,14	1,89
srpen	8,43	1,94	8,98	1,96	7,80	2,19	8,56	1,78	10,01	2,21	7,47	2,11
září	9,00	1,82	10,63	2,19	9,07	2,29	9,75	1,91	9,53	2,42	11,00	2,12
říjen - výlov	6,17	1,49	10,90	2,50	11,27	2,15	6,34	2,05	10,71	2,34	9,34	2,74

Tučně označené hodnoty představují nadměrný obsah tuku ve svalovině.



Graf 6: Krmné dávky během vegetačního období - Humlena 2006

Diskuze

Z poloprovodných pokusů jasně vyplývá, že rozhodujícím kritériem pro zachování dobré senzoricke kvality masa kaprů je „rozumná“ polointenzivní obsádka, výběr a především množství předloženého krmiva a také technika příkrmování. Obsádka rybníků by měla být zvolena takovým způsobem, aby po celou dobu vegetace byla zajištěna v rybníce přítomnost alespoň středního zooplanktonu. Ke konci vegetace však ve skutečnosti dochází obvykle k jeho úplnému vyžrání. Musíme proto navyšovat dávky krmiva (z ekonomických důvodů se většinou používají obiloviny). Toto navýšení by však mělo být pouze takové, aby nedošlo k výraznému ovlivnění finální kvality masa kaprů. Použitím fatmetru můžeme včasným hospodářským zásahem těmto negativním dopadům zabránit.

Závěr

- Výběr krmiva, množství a technika příkrmování zásadním způsobem ovlivní finální kvalitu masa tržních kaprů.
- Využitím fatmetru má chovatel (prodejce ryb) dokonalý přehled o kvalitě svých ryb.
- Na základě zjištěné výše obsahu tuku ve svalovině kaprů lze korigovat krmnou dávku již v průběhu vegetace, tak aby neutrpěla senzoricke kvalita masa ryb. Takto odchované ryby mohou být nabídnuté zákazníkovi k přímému prodeji bez nutnosti dlouhodobého sádkování.
- Koordinovat prodej kaprů se zřetelem na jejich kvalitu. Kapry s hodnotou tuku nad 10% ve svalovině nutno sádkovat po dobu, než dojde k poklesu pod tuto hranici určující senzoricke kvalitu masa.
- Vysoká záruka finální kvality masa kaprů.
- Přístroj by se měl stát do budoucna **povinnou výbavou** každého chovatele ryb. Zejména v době, kdy bude možno využít dotační podpory z OP Rybářství na inovace v rybářství.

Použitá literatura

- Oberle M., 1995: Einfluss von Fütterungsmaßnahmen auf Fettgehalt und Fettsäuremuster und deren Auswirkungen auf die Schlachtkörper und Fleischqualität von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). [Ph.D. Thesis in Deutsch]. München, 200.
- Oberle M., Schwarz F. J. & Kirchgessner M., 1997: Growth and carcass quality of carp fed. *Aquaculture*. 1-4, 655-666.

Levý E.

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod,
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Ústav akvakultury,
Husova tř. 458/102, 370 05 České Budějovice*

Svůj příspěvek bych rozdělil do dvou částí. V první části se budu věnovat výrobkům z ryb z pohledu zákazníka, tj. jak výrobce rybích výrobků, kuchařů i drobných konzumentů. V druhé části se krátce zmíním o projektu zřízení malé prodejny na FROV při ÚA v Českých Budějovicích.

Na celou problematiku se musíme podívat z několika pohledů. Měli bychom porovnat historii a současný stav prodeje a konzumace sladkovodních ryb a zaměřit se na požadavky a potřeby zákazníka a věnovat pozornost cílené osvětě. V roce 2008 - 2009 byl proveden průzkum trhu jako součást diplomové práce (Levá, 2009). Bylo osloveno 790 respondentů ve věku od 16 let do 75 roků. Tento průzkum byl proveden v Praze, Středočeském kraji, Moravskoslezském, Plzeňském, Karlovarském, Ústeckém kraji a v Brně. Úmyslně byl vynechán Jihočeský kraj, kde je dostupnost ryb větší. Ze souboru respondentů jich 26% udalo, že ryby nejí, a 74% odpovědělo kladně. Z výsledků vyplynulo, že rybu jí jedenkrát ročně cca 19%, jednou měsíčně 45%, větší četnost konzumace ryb udalo 36% dotázaných. Vyloučíme-li jednorocní tzv. „vánoční konzumenty“ zjistíme, že 66% preferuje mořské ryby a pouze 34% dotázaných dává přednost rybám z domácí produkce.

Velmi zajímavé je z hlediska marketingu věkové rozložení s ohledem na zájem o sladkovodní ryby. Věková skupina 55 a více let preferuje ryby z domácí produkce, skupina 30 - 55 let je orientována na mořské ryby a mořské plody, věková skupina 16 - 30 let projevuje větší zájem o konzumaci sladkovodních ryb. Z hlediska marketingu by se měla věnovat zvýšená pozornost skupině 16-30 let, s preferencí na mladé matky. Při propagaci se zaměřit na zdraví (to nejlepší pro jejich děti), odstranit u nich strach z úpravy ryb, ukázat jim snadnost, jednoduchost a rychlost úpravy a poskytnout jim především kvalitně připravenou rybu. U skupiny 30 - 55 let je důležité spojit podvědomí zdravého životního stylu s konzumací sladkovodních ryb a využít propagace Omega -3 kapra.

Položme si otázku, co brání většímu zájmu o konzumaci a oblibě našich ryb, jejich širšímu uplatnění.

Z hlediska rybářů

- myšlení-tradice:

I když v této oblasti došlo ke zlepšení, není situace k době a požadavkům zákazníka dostačující. Je důležité si připomenout staré pořekadlo, že i malý zákazník je náš pán. Producenti by si měli uvědomit, že náš odběratel vyrábějící z našich produktů výrobky není naším konkurentem, ale spojencem, který si zaslouží přijatelné odběrové podmínky. Je nutné znát potřebu jednotlivých skupin našich odběratelů a právě jim přizpůsobovat třídění ryb, jejich balení s ohledem na možnosti spotřeby. Nemělo by se stávat, aby ze zpracovny odešla k zákazníkovi ryba v ceně 105,- Kč bez DPH (po slevě) ve velikosti násadové ryby (obr. 1). To, co si nedovolíme vůči zahraničnímu odběrateli, si nemůžeme dovolit ani vůči vlastnímu trhu.



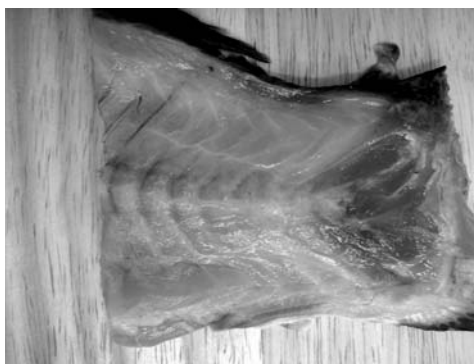
Obrázek 1: Ukázka velikosti kapřího trupu

- Kvalita dodávaných výrobků

Je nutné se seznámit s požadavky konzumentů, co jim vadí a jak na ně působí náš výrobek, zda je vzhled finálního výrobku neodrazuje ke konzumaci. V určité době jsme si vytvořily normy na výrobky, které již v té době upřednostňovali spíše zájem zpracovatele před požadavky zákazníka, a to od té doby uběhlo více než dvacet let. Tento krok nám přináší snížený zájem stále náročnějšího spotřebitele. Opracování ryb je často neprofesionální, jako bychom ustrnuli v dobách, kdy zákazník byl rád za to, že rybu vůbec dostal (obr. 2). Chcete-li začistit porci u koupeného trupu kapra, musíte odříznout lopatkovou kost s pletemcem prsní ploutve a v ten moment zákazník ztrácí 10% z koupeného výrobku. Taktéž u opracovaného kapra není ocasní násadec oddělován za posledním obratlem, ale je běžně dodáván se základem ocasní ploutve (hypulariem a urostylem) (obr. 3). Uzené ryby, s výjimkou filetů pstruha a rautových uzených ryb v celku, nelze použít v restauračních zařízeních. Jelikož neodpovídají velikostí, nevyrovnaností porcí a kvalitou opracování. Chuťově jsou většinou dobré, ale jejich vizuální vzhled, odrazuje od jejich konzumace. (obr. 4, 5).



Obrázek 2: Trup kapra, pohled na řez za hlavou



Obrázek 3: Ocasní část kapra s hypulariem a urostylem



Obrázek 4: Porce uzeného kapra, nepravidlost porce



Obrázek 5: Porce uzeného kapra s ploutvemi

Z hlediska restaurací a kuchařů

Mladá generace se velmi často stravuje v restauracích nebo v rychlých, ne zrovna levných, občerstveních, kde jen výjimečně dostanete sladkovodní rybu z naší produkce.

Zde platí velká neznalost producentů s problematikou a tím nepochopení potřeb zákazníka, který je pro nás důležitý z hlediska výchovy a naučení konzumace našich ryb přes své hosty.

Restaurace nemají prostory k opracování ryb, potřebují kvalitní produkty, kuchaři neumí s rybou pracovat a výuka v oblasti přípravy a úpravy sladkovodních ryb na odborných školách je nedostatečná a nekvalitní. Globalizace v hlavách pracovníků restaurací potlačuje dobré a osvědčené pravidlo o sezónní skladbě jídelniček a pravidlo: vař z toho, co je do 50 km okolo tebe.

Z hlediska drobných odběratelů

Ve větších městech se zlepšila dostupnost ryb, mnohé markety jsou dobře vybavené s prodejem ryb, nedostatkem je nekvalifikovaný personál. Naproti tomu je mnoho lokalit, kde je v průběhu roku téměř nemožné sladkovodní rybu zakoupit. Kvalitní opracování a informovanost, jak s rybou zacházet a jak ji správně připravit, zvyší zájem zejména mladší generace o naše výrobky. Lidem především vadí svalové kůstky v porcích, proto bychom jim měli ukázat, že nemusíme prořezávat celou svalovinu napříč. Nevhodné prořezávání způsobuje další problémy při tepelné úpravě, zejména vzhledu porcí. (obr. 6). Domnívám se, že zvýšeným nárokem na profesionalitu a pečlivost našich pracovníků, se podaří zlepšit kvalitu i vzhled našich výrobků ke spokojenosti naší, ale především našich zákazníků.



Obrázek 6: Kapří filet s krátce proříznutými svalovými kůstkami, zachovává při tepelné úpravě tvar porce

Prodejna Ryby pro zdraví, při Ústavu akvakultury Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské university v Českých Budějovicích se snaží napomoci menším producentům ryb, uplatnit jejich produkty a pomoci překonat byrokratickou bariéru státních orgánů v povolování prodeje. Prodejna funguje půl roku a má své stálé pravidelné zákazníky. Prodává převážně čerstvé ryby z produkce fakulty i jiných rybářských firem. Prodejní den je čtvrtek a v sortimentu jsou vždy dva druhy rybích salátů, rybí rosolky, rybí paštiky, dva až tři druhy rybí polévky. Zákazníci si mohou objednat kapří segedín či jiné rybí speciality. Prodejna je vybavena malým konvektomatem, šokerem, výrobníkem ledu, vakuovačkou, grilem, fritézou a indukční ploténkou. V rámci rozšíření své nabídky prodejna zajišťuje rautové služby s teplou i studenou rybí kuchyní. Prodejna připravuje nové výrobky ze sladkovodních ryb a ověřuje jejich prodejnost. Prodejna zajišťuje praktickou výuku posluchačů FROV JCU. Začíná se rozvíjet spolupráce s nově vzniklou Laboratoří kvality masa při ÚA. Jsme připraveni pomoci rybářským firmám s přípravou a koncepcí podnikových prodejen, vytvořením povinných veterinárních dokumentů, receptur či zaškolením pracovníků. Prodejna spolupracuje s profesní organizací Asociací kuchařů a cukrářů ČR. Podílela se úspěšně na pořádání sedmého ročníku soutěže Český kapr s mezinárodní účastí, který se přesunul z komorního prostředí hotelu Zvíkov na výstavu Gastrofest České Budějovice. Připravované soutěžní pokrmy byly zhotoveny z filetů Omega -3 kaprů.



Obrázek 7: Soutěž Český kapr- zahraniční účastník vydává soutěžní menu



Obrázek 8: Školení Sladkovodní ryby v Soukromé hotelové škole Plzeň

Závěr

Domnívám se, že nastal čas, aby se sešli zpracovatelé a po vzoru producentů lososů narovnaly normy pro zpracované ryby ke spokojenosti zákazníka. Je nutné věnovat zvýšenou pozornost přípravě učitelů odborných předmětů na odborných školách a mít vliv přímo na žáky těchto škol, např. Rybářské sdružení ČR finančně umožňuje ročně uspořádat čtyři přednášky pro žáky a jedno školení pro profesionální kuchaře.



11

Mají šanci recirkulační systémy v chovu ryb v České republice?

Kouřil J.

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

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

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

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

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

V poslední době se konstrukce recirkulačních systémů orientuje několika směry. S cílem snížení energetických vstupů pro provoz recirkulačních systémů, jsou konstruována kompaktní horizontálně umístěná zařízení s malými rozdíly hladin v jednotlivých součástech celého systému, umožňující minimalizovat požadavky na čerpání vody klasickými vodními čerpadly a jejich náhradu tzv. airlifty



Obrázek 1: RAS pro odchov násad úhoře ve Velké Bystřici

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



Obrázek 2: RAS pro chov tržního sumce ve Velké Bystřici

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

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

Intenzivní RAS různých typů jsou hojně využívány v zejména v Evropě a v Severní Americe, a to nejen pro lososovité ryby (Rasmussen a kol., 2007; D'Orbcastel a kol., 2009a), ale i pro dravé ryby

(Mélard a kol., 1996; Schulz a kol., 2007), mořské ryby (Thoman a kol., 2001), koryšce (van Wyk a kol., 1999), měkkýše (Sorgeloos a Persoone, 1972), řasy a rostliny (Rakocy a kol., 2006) či planktonní organismy (Zillioux, 1969).

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

Odhadovaná potenciální produkční roční kapacita v současnosti v ČR instalovaných produkčních RAS nepřesahuje 500 tun. Již téměř dvě desítky provozovaný menší objekt s RAS ve Velké Bystřici, zaměřený zejména na chov tržního sumce a odchov násadového materiálu úhoře pro vysazování do volných vod. Před zhruba 5 lety byly postaveny dva RAS dánského typu (v Mlýnech u Vimperka a v Pravíkově u Kamenice na Lipou) zaměřené na produkci zejména lososovitých ryb. První uvedený byl v loňském roce zastřešen a doplněn menšími RAS pro produkci násadového materiálu. Rovněž druhý objekt byl doplněn o dvě menší RAS jednotky. Přibližně 3 roky je v provozu RAS využívající teplo z bioplynové stanice, zaměřený na produkci tržního sumce v Klopíně u Šumperka. V roce 2012 zahájila provoz farma s několika postupně budovanými RAS v Rokytne u Pardubic, zaměřená na tržní produkci několika druhů ryb (pstruh duhový, siven americký, úhoř, jeseterovitý, candát a sumeček africký). Na konci roku 2012 byla dokončena výstavba RAS dánského typu ve Žďáru nad Sázavou s předpokladem zahájení produkce síhů, případně



Obrázek 3: RAS dánského typu pro chov lososovitých ryb v Mlýnech u Vimperka



Obrázek 4: Přístavba zastřešení u RAS v Mlýnech u Vimperka



Obrázek 5: RAS dánského typu pro chov lososovitých ryb vPrávkově u Kamenice nad Lipou



Obrázek 6: Nově vybudovaný RAS dánského typu pro chov sňhů a lososovitých ryb ve Žďáře n/Sázavou



Obrázek 7: RAS pro chov jeseterů Dgal Wielki (Polsko)



Obrázek 8: Chov sumečka afrického Szarvas (Maďarsko)



Obrázek 9: Adaptovaná stáj pro RAS s chovem sumeč-ka afrického Pietrzikowice (Polsko)



Obrázek 10: Experimentální RAS s chovem jeseterů ve skleniku Moskva (Rusko)

lososovitých ryb. Ve výstavbě a v přípravě výstavby je dalších několik RAS. Další v ČR provozované recirkulační systémy menší velikosti jsou buď experimentálního charakteru (např. FROV ve Vodňanech - Lepič a kol. 2004), či jsou využívány k chovu okrasných ryb (Štěch 2007).



Obrázek 11: RAS s chovem candáta Urk (Holandsko)



Obrázek 12: RAS s chovem tilapie ve skleníku (Švýcarsko)

Budoucí možnosti využití RAS v ČR jsou jak pro produkci studenomilných druhů, tzn. násadových i tržních lososovitých ryb (pstruha duhového, sivena amerického, hybrida sivenů), případně i pstruha obecného) a síňů, tak celé řady dalších druhů ryb. Mezi ně patří jeseterovití, dravé druhy ryb, zejména candát, dále sumec velký a okoun říční, ale i tropické druhy ryb - sumeček africký a tilapie. Pro naše podmínky lze za druhy s největším možným potenciálem pro intenzivní chov v RAS považovat vedle lososovitých druhů ryb, zejména candáta a sumečka afrického. I přes dosavadní poněkud nesmělý rozvoj RAS v ČR lze po zkušenostech s jejich provozem, s přihlédnutím k intenzivnímu rozvoji těchto technologií v sousedních a dalších blízkých evropských zemích (Německo, Polsko, Maďarsko, ale zejména Dánsko a Holandsko, ale též Švýcarsko, Rakousko, Francie aj.) vyslovit předpoklad, že bude další výstavba těchto objektů se zaměřením na různé druhy ryb intenzivněji pokračovat a RAS se budou výrazněji podílet na rozšíření akvakulturní produkce v ČR, včetně rozšíření početnosti produkovaných druhů ryb. Ke zmínění vysoké investiční náročnosti při výstavbě RAS může v současnosti významně přispět současná dotační politika v sektoru rybnářství. Pokud u nás takové kapacity nevzniknou, nebudeme schopni konkurovat progresivnějším zahraničním producentům.

Poděkování

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

Použitá literatura

- Bolger T., Connolly P. L.**, 1989: The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34: 171-182.
- Colt J.**, 1991: Aquacultural production systems. *Journal of Animal Science*, 69: 4183-4192.
- D'Orbcastel E. R., Blancheton J. P., Belaud A.**, 2009: Water quality and rainbow trout performance in a Danish model farm recirculating system: Comparison with a flow through system. *Aquacultural Engineering*, 40: 135-143.
- Kopp R., Ziková A., Brabec T., Lang Š., Vítek T., Mareš J.**, 2009: Dusitany v recirkulačním systému rybí farmy Pravíkov. In: Kopp, R.: Sb. Konf. 60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně. MZLU Brno, s. 105-110.
- Kouřil J.**, 2009: Výhody využití recirkulačních systémů při intenzivním chovu ryb. Sb. z odborné konference k 90. výročí založení Střední rybářské školy ve Vodňanech. 6 s.

- Kouřil J., Hamáčková J., Stejskal V.**, 2008: Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany, 40 s.
- Kouřil J., Kujal B.**, 2009: Využití recirkulačních systémů k intenzivnímu chovu ryb. Vodohospodářský bulletin. Čs. společnost vodohospodářská, České Budějovice, s. 16-19.
- Kouřil J., Mareš J., Pokorný J., Adámek Z., Randák T., Kolářová J., Palíková V.**, 2008: Chov lososovitých ryb, lipana a síhů. Monografie. VÚRH JU Vodňany, 141 s.
- Lang Š., Kopp R., Brabec T., Vítek T., Mareš J.**, 2011a: Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb. I. Stabilizace kyselinové neutralizační kapacity a snížení toxicity dusitanů v recirkulačním systému dánského typu. Technologie R02/2011, MZLU Brno, 27 s.
- Lang Š., Kopp R., Ziková A., Brabec T., Pfau R., Mareš J.**, 2011b: Diurnální změny vybraných hydrochemických parametrů na recirkulačním systému dánského typu při různých teplotách vody. Bull. VÚRH Vodňany, 4: 23-32.
- Lepič P., Kouřil J., Hamáčková J., Kozák P.**, 2004: Popis experimentálního rybochovného zařízení VÚRH JU Vodňany. In: Spurný, P.: Sb. Konf. 55 let rybářské specializace na MZLU v Brně, s. 147-152.
- Mareš J., Kopp R., Brabec T.**, 2011: Nové metody v chovu ryb. Intenzivní metody chovu ryb a ochrany kvality vod. Rybářství Třeboň Hld., s. 5-13.
- Nusl P. a Pfau R.**, 2010: Intenzivní chov pstruha duhového v recirkulačním systému. In: Intenzita v chovu ryb a ekologické aspekty v rybářství. Vodňany, SRŠ a VOŠ vodního hospodářství a ekologie. S. 35-38.
- Mélarde C., Kestemont P., Grignard J. C.**, 1996: Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth. Journal of Applied Ichthyology, 12: 175-180.
- Philipsen A.**, 2008: Excellence Fish: production of pikeperch in recirculating system. Percid Fish Culture, From Research to Production. P. Fontaine, P. Kestemont, F. Teletchea a N. Wang (eds.), Namur (Belgium) 23 - 24 January 2008, 67 s.
- Rakocy J. E., Masser M. P., Losordo T. M.**, 2006: Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics - Integrating fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center publication No. 454, 16 s.
- Rasmussen R. S., Larsen F. H., Jensen S.**, 2007: Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high-temperature re-circulated water. Aquaculture International, 15: 97-107.
- Report of the EIFAC/IUNS and ICES working group on standardization of methodology in fish nutrition research**, 1980: EIFAC Technical Paper - EIFAC/T36
- Schulz C., Böhm M., Wirth M., Rennert B.**, 2007: Effect of dietary protein on growth, feed conversion, body composition and survival of pike perch fingerlings (*Sander lucioperca*). Aquaculture Nutrition, 13: 373-380.
- Sorgeloos P., Persoone G.**, 1972: Three simple culture devices for aquatic invertebrates and fish larvae with continuous recirculation of the medium. Marine Biology, 15: 251-254.
- Štěch L.**, 2007: Koi. Zliv Alcedor. 350 s.
- Timmons M. B., Ebeling J. M., Wheaton F. W., Summerfelt S. T., Vinci B. J.**, 2002: Recirculating Aquaculture System. 2nd Edition. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, USA, 800 s.

- Thoman E. S., Ingall E. D., Allen Davis D., Arnold C. R.**, 2001: A nitrogen budget for a closed, recirculating mariculture system. *Aquacultural Engineering*, 24: 195-211.
- Van Rijn J.**, 1996: The potential for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture - a review. *Aquaculture*, 139: 181-201.
- Van Wyk P., Davis-Hodgkins M., Laramore R., Main K. L., Mountain J., Scarpa J.**, 1999: Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Aquaculture, Harbor Branch Oceanographic Institution, 221s.
- Vítek T. a Mareš J.**, 2009: Flow velocity conditions in the trout farm based on recirculation systém of danish technology. In: Kopp, R. Sb. Konf. 60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně. Brno MZLU, s. 179-180.
- Zillioux E. J.**, 1969: A continuous recirculating culture system for planctonic copepods. *Marine Biology*, 4: 215-21

Havelka M.¹, Kříž M.¹, Toncar J.², Veselý L.³, Flajšhans M.¹

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Vodňany, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany

² Pstruhařství ČRS Kaplice, spol. s r.o., Mostky 46, 382 41 Kaplice

³ SZDT servis, Třída 5. května 500, 373 72 Lišov

Úvod

V moderní akvakultuře lososovitých ryb je kladen značný důraz na zvýšení růstového potenciálu chovaných druhů za současného zkrácení produkční doby. Vzhledem k tomu, že pohlavní dospívání je u lososovitých ryb spojeno se značným množstvím negativních faktorů (Piferrer a kol., 2009), je velice výhodné získávat tržní produkty před dosažením pohlavní dospělosti chovaných jedinců. V podmínkách české akvakultury je u chovaných druhů (pstruh duhový a siven americký) dosahováno tržní velikosti ve věku cca 18-24 měsíců, tedy v období kdy již začínají vykazovat známky pohlavní dospělosti. Zároveň se stále zvyšuje poptávka po „těžších“ rybách o hmotnosti nad 1kg, jak pro účely produkce filetů, tak pro vysazování trofejních ryb do volných vod. Při produkci takovýchto jedinců se setkáváme s problémy dlouhodobosti a nákladnosti odchovu během období pohlavního dozrávání spojeného s hmotnostním úbytkem, se zhoršenou konverzí krmiva, se snížením kvality masa, se zhoršením odolnosti vůči chorobám a parazitům, případně i vyšší mortalitou ryb (Tiwary a kol., 2004; Kiessling a kol., 2006).

Jednou z možností jak se vyhnout výše zmíněným nežádoucím účinkům pohlavního dospívání chovaných jedinců je produkce sterilních či substerilních populací pomocí triploidizace (Loopstra a Hansen 2008).

Triploidní jedince lze získat dvěma způsoby.

V prvním případě se jedná o indukci triploidie tzv. **triploidizačním šokem**, což je nejčastěji fyzikální zásah do raného vývoje oplozené jikry. Tento zásah vede v konečném důsledku k přifúzování sekundárního pólového tělíska (Pandian a Koteeswaran, 1998) a výsledný jedinec pak nese tři sady chromozómů. V praxi se pro lososovité osvědčily dva typy fyzikálního šoku k indukci triploidie. Prvním je aplikace teplotního (teplého) šoku, kdy jsou jikry za přesně definovaných podmínek na definovanou dobu přeneseny do lázně s vodou o teplotě 26°C - 30°C a zde inkubovány po dobu dalších cca dvaceti minut. Druhým typem je šok hydrostatickým tlakem. Využívá se speciálních tlakových jednotek s komorami o objemu od 0,5l do 20l, v nichž jsou jikry s vodou vystaveny na definovanou dobu působení hydrostatického tlaku cca 65MPa (Hamor a kol., 1996; Yesaki a kol., 1996). Indukce triploidie hydrostatickým tlakem poskytuje ve srovnání s indukci pomocí teplého šoku zpravidla vyšší procento triploidů, nižší procento deformit plůdku a také výrazně vyšší přežití jak oplozených jiker, tak i váčkového plůdku (Lincoln, 1989; Haffray a kol., 2007).

Druhým způsobem získání triploidních pstruhů duhových je využití **křížení diploidních a tetraploidních rodičů**. Tento postup se však v praxi příliš neosvědčil především z toho důvodu, že produkce a chov tetraploidních jedinců jsou poměrně náročné a jsou spojeny s velmi vysokou embryonální mortalitou a nižší oplozovací schopností spermatu tetraploidních samců (Chourrout a kol., 1986; Piferrer a kol., 2009).

Hlavní důvody užitkového chovu triploidních jedinců lososovitých ryb jsou následující:

- Vyšší růstová schopnost, která se projeví především po dosažení pohlavní dospělosti jejich diploidních vrstevníků. Je však velice vhodné chovat triploidní jedince odděleně od diploidů, což může mít vliv na lepší úroveň jejich přežití (Sheehan a kol., 1999). Tento vyšší růstový potenciál triploidů může být částečně kompenzován anabolickým efektem pohlavních steroidů, díky čemuž mohou pohlavně dospělí diploidi po proběhnutí reprodukce kompenzovat svůj růst (Benfey 1999). Obecně však platí, že celková úroveň růstu triploidních lososovitých ryb je až o 20% vyšší ve srovnání s diploidy (Piferrer a kol., 2009)
- Snížení sexuálního a teritoriálního chování ryb (především samců) v akvakultuře (Piferrer a kol., 2009). Toto může mít zásadní význam při chovu jedinců do vyšších tržních velikostí. Především u sivena amerického, který vykazuje v průběhu pohlavního dospívání značnou agresivitu a chov velkých ryb ve zhuštěných obsádkách je tak prakticky nemožný.
- Vyšší procento výtěžnosti při zpracování triploidních jedinců (Piferrer a kol., 2009) především vlivem redukováného vývoje gonád.
- Lepší organoleptická kvalita masa, především pokud je produkt prodáván po dosažení pohlavní dospělosti diploidů (Werner a kol., 2008). Jedná se o to, že v průběhu pohlavního dospívání je velká část svalového tuku a glykogenu využita k tvorbě a růstu gonád a také jako mobilizovatelný zdroj energie v reprodukčním období, což snižuje organoleptickou hodnotu produktu získaného z diploidních jedinců v předvýtěrovém a výtěrovém období.
- Částečně lepší schopnost vázat červená barviva ve svalovině (Choubert a Blanc, 1989).

Celosvětově v akvakultuře produkce triploidních lososovitých nadále intenzivně stoupá. Dle údajů Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) dosáhla v roce 2010 evropská produkce triploidních pstruhů duhových 15 000t. V České republice se triploidní populace i přes svůj značný potenciál cíleně neprodukuje, zcela výjimečně jsou na území naší republiky dováženy triploidní jikry v očích bodech ze zahraničí.

Cílem této studie bylo ověřit možnosti triploidizace běžně chovaných druhů lososovitých ryb v českém pstruhařství s využitím současných poznatků a možností, popřípadě navrzení a ověření nových technologických postupů a zařízení pro triploidizaci. Tato studie probíhala ve spolupráci s Pstruhařstvím ČRS Kaplice spol. s r.o. a SZDT servisem Lišov v rámci řešení dvou pilotních projektů: OP Rybářství CZ.1.25/3.4.00/10.00325 Ověření technologie hromadné indukce triploidie u pstruha duhového v provozních podmínkách a OP Rybářství CZ.1.25/3.4.00/11.00374 Ověření technologie hromadné indukce triploidie u sivena amerického v provozních podmínkách, který stále probíhá. Vzhledem k tomu, že se jedná o přehledovou studii, budou následující části zaměřeny především na přehled možných postupů triploidizace lososovitých ryb a na dosavadní výsledky.

Materiál a metodika

S generačními rybami obou studovaných druhů, tedy pstruha duhového a sivena amerického bylo zacházeno dle běžných líhňářských postupů až do samotného výtěru. Jikry od každé jikernačky byly vytřány separátně do suchých misek a následně byly oplozeny heterospematem klasickou německou metodou. Aktivace byla provedena okamžitě po osemnění vodou z líhně temperovanou na 10C. Jikry byly následně umístěny na inkubační aparáty (vločky) do žlabu s vodou o teplotě 10°C.

K indukci triploidie teplým a tlakovým šokem u pstruha duhového bylo použito metodického postupu detailně popsáno v publikaci autorského kolektivu Havelka a kol., 2012 *Ověřená technologie hromadné indukce triploidie u pstruha duhového (Oncorhynchus mykiss) v provozních podmínkách. Edice Metodik FROV JU*. Obdobně tomu je u sivena amerického, kde je podrobný popis postupu triploidizace popsán v publikaci Havelka a kol., 2013 *Ověřená technologie hromadné indukce triploidie u sivena*

amerického (*Salvelinus fontinalis*) v provozních podmínkách. Edice Metodik FROV JU, která bude vydána v průběhu letošního roku.

V případě obou typů triploidizačních šoků byly jikry inkubovány po stanovenou dobu od oplození do začátku šoku, po které byl aplikován teplý šok výrazným zvýšením teploty v inkubační lázni či tlakový šok výrazným navýšením hydrostatického tlaku, který působil na jikry. Cílem těchto šoků bylo depolymerizovat tubulin dělicího vřeténka během druhé fáze meiotického dělení, v jehož důsledku došlo k přifúzování sekundárního pólového tělíska. Takto ošetřené jikry byly inkubovány až do vykulení plůdku za standardních podmínek se zřetelem na zvýšené odstraňování odumřelých jiker. Zároveň bylo vždy provedeno oplození a inkubace jiker za shodných podmínek jako v předchozích případech avšak bez aplikace šoku. Tyto skupiny pak sloužily jako kontrola.

Zjišťována byla a) relativní oplozenost ve stadiu očních bodů (%), b) počet vykuleného plůdku a relativní líhivost (%), a c) procento triploidního plůdku.

Ověření triploidní konstituce rozplaveného plůdku ve stáří 200 d⁺ po vykulení bylo provedeno stanovením relativního obsahu DNA průtokovou cytometrií, tj. metodou založenou na permeabilizaci buněčné membrány, obarvení jaderné DNA barvivem DNA-specifickým (4',6-diamidino-2-phenylindolem, DAPI), a na měření fluorescence emitované komplexem obarvené DNA.

Výsledky

Veškeré zde uvedené hodnoty jsou vždy vztaženy ke kontrolní skupině příslušející danému typu šoku. Vzhledem k tomu, že pokusy s triploidizací sivena amerického stále ještě probíhají, se jedná pouze o předběžné výsledky.

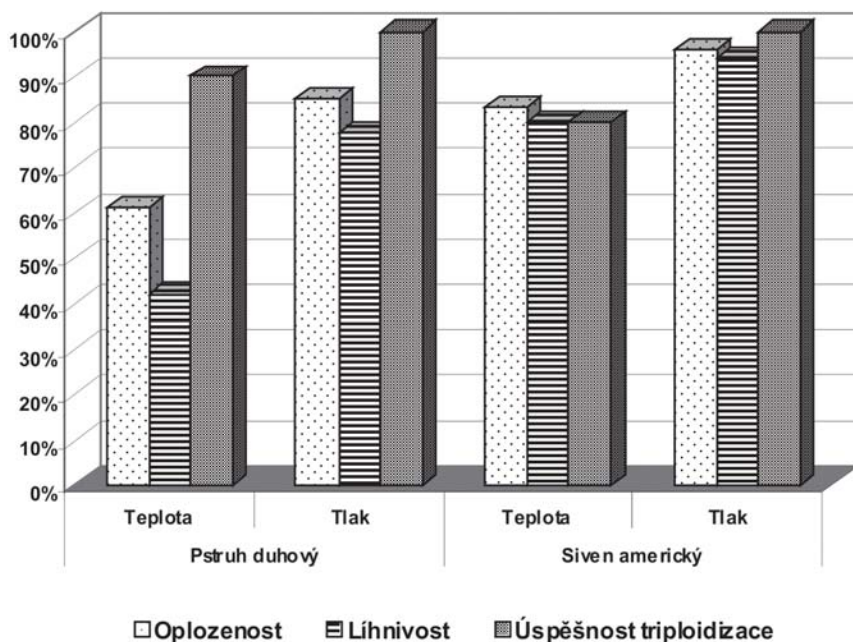
V případě pstruha duhového byla průměrná hodnota oplozenosti u teplého šoku 61% s výslednou líhivostí 42%. U sivena amerického byla zjištěna relativní oplozenost 83% a relativní líhivost 80%. Je patrné, že teplý šok představuje výrazný zásah do inkubace jiker, který negativně ovlivní jejich přežití. Mimoto tento typ šoku vykázal u pstruha duhového účinnost pouze 90%, respektive 80% u sivena amerického, což ještě více zhoršuje jeho efektivnost.

Tlakový šok se ukázal jako mnohem vhodnější postup pro triploidizaci lososovitých ryb chovaných v podmínkách českého pstruhařství. U pstruha duhového dosahovala relativní oplozenost triploidů hodnoty 85% s výslednou líhivostí 77% vůči kontrole. Relativní oplozenost triploidizovaných jiker sivena amerického byla 96% a výsledná relativní líhivost 94%. Zajímavé je, že tímto typem šoku bylo dosaženo 100% triploidních jedinců v analyzovaném vzorku. Veškeré výsledky jsou sumarizovány v Tab. 1 a Grafu 1.

Tabulka 1

Výsledky triploidizace studovaných druhů pomocí jednotlivých typů šoků

Druh	Typ šoku	Oplozenost	Líhivost	Úspěšnost triploidizace
Pstruh duhový	Teplota	61%	42%	90%
	Tlak	85%	78%	100%
Siven americký	Teplota	83%	80%	80%
	Tlak	96%	94%	100%



Graf 1: Porovnání výsledků triploidizace studovaných druhů pomocí jednotlivých typů šoků

Závěr

Tento postup je určen především pro líhně rybářských podniků a chovatelů, zabývajících se produkcí tržních lososovitých ryb do větších velikostí (nad 500g), a dále také pro podniky a organizace rybářských svazů, které chtějí v budoucnu produkovat trofejní jedince a vysazovat je do svých sportovních revírů. Pro tyto účely se jednoznačně více osvědčilo použití technologie indukce triploidie šokem hydrostatickým tlakem, který je při dodržení stanovených parametrů šetrnější k oplozeným jikrám a účinnější v indukci triploidie než provozně jednodušší teplý šok.

Při teoretickém použití 100 000 jiker k indukci triploidie lze očekávat cca 77 000ks rozplavaného triploidního plůdku pstruha duhového a až 94 000ks rozplavaného triploidního plůdku sivena amerického. Při průměrné ceně na evropských trzích 22€ za 1000ks triploidních jiker s průměrnou líhivostí 90% lze touto technologií ušetřit až polovinu přímých nákladů. Je však nutné počítat s potřebou většího počtu generačních ryb pro produkci stejného množství plůdku, důsledkem zhoršené líhivosti jiker, které prodělaly triploidizační šok. Dále je nutné zohlednit vyšší nároky na obsluhu při odstraňování odumřelých jiker a odumřelého váčkového plůdku během inkubace.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektů: CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024, GAJU 046/2010/Z, OP Rybářství CZ.1.25/3.4.00/10.00325, OP Rybářství CZ.1.25/3.4.00/11.00374.

Použitá literatura

- Benfey T. J.**, 1999: The physiology and behaviour of triploid fishes. *Rev. Fish. Sci.* 7, 39-67.
- Haffray P., Aubin J., Houis V., Labbe L., Jalabert B.**, 2007: Comparison of pressure or thermal treatments on triploid yields and malformations up to swim up stage in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 272, S265.

- Hamor T., Beck R., Stewart J.**, 1996: Alternation of ploidy in rainbow trout with heat and hydrostatic pressure. Proceedings of the 47th Annual Northwest Fish Conference, 174-186.
- Choubert G., Blanc J. M.**, 1989: Dynamic of dietary canthaxanthin utilisation in sexually maturing female rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich) compared to triploids. Aquaculture 83, 359-366.
- Chourrout D., Chevassus B., Krieg F., Happe A., Burger G., Renard P.**, 1986: Production of second generation triploid and tetraploid rainbow trout by mating tetraploid males and diploid females-potential of tetraploidfish. Theor. Appl. Genet. 72, 193-206.
- Kiessling A., Ruohonen K., Björnevik M.**, 2006: Muscle fibre growth and quality in fish. Arch. Tierz., Dummerstorf 49, Special Issue, 137-146.
- Lincoln R. F.**, 1989: Triploid induction in rainbow trout using hydrostatic pressure. Trout News 8, 8-10.
- Loopstra D. P., Hansen A. P.**, 2008: Induction of triploidy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using hydrostatic pressure. Fishery Data Series No. 08-22.
- Pandian T. J., Koteeswaran R.**, 1998: Ploidy induction and sex control in fish. Hydrobiologia 384, 167-243.
- Piferrer F., Beaumont A., Falguière J.-C., Flajšhans M., Haffray, P., Colombo L.**, 2009: Polyploid Fish and Shellfish: Production, Biology and Applications to Aquaculture for Performance Improvement and Genetic Containment. Aquaculture 293, 3-4: 125-156
- Sheehan R. J., Shasteen S. P., Suresh A., Kapuscinski A. R., Seeb J. E.**, 1999: Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc. 128, 491-498.
- Tiwary B. K., Kirubakaran R., Ray A. K.**, 2004: The biology of triploid fish. Rev. Fish. Biol. Fisher. 14, 391-402.
- Yesaki T. Y., Scheer K. W., Greiner D. L.**, 1996: Production-scale pressure shocking of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in British Columbia. Proceedings of the 47th Annual Northwest Fish Conference, 170-173.
- Werner C., Poontawee K., Mueller-Belecke A., Hoertgen-Schwark G., Wicke M.**, 2008: Flesh characteristics of pan-size triploid and diploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in commercial fish farm. Arch. Tierz. 51, 1: 71-83.

Spolupracující subjekty:



FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta rybnářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (FROV JU) si tímto dovoluje poděkovat Rybnářskému sdružení České republiky za úsilí věnované přípravě a organizaci konference Chov ryb a kvalita vody. Zejména oceňuje osobní pozvání přednášejících a zařazení jejich příspěvků do hlavního programu. Setkání podobné úrovně, obsahu a zaměření považuje FROV JU za mimořádně přínosné pro obor rybnářství nejen v kontextu České republiky, a bude jej tak nadále aktivně podporovat.

Přejeme Rybnářskému sdružení České republiky, aby se pořádané odborné konference staly dlouhou a úspěšnou tradicí, na které se FROV JU bude aktivně a ochotně podílet.

Zapojení FROV JU a naše významná podpora úzce souvisí také s progresivním vývojem, kterým fakulta prochází od svého zformování a založení k 1. 9. 2009. Významně stoupá počet studentů i úspěšných absolventů, významně rozšiřujeme nabídku vzdělání na všech úrovních, a to jak obsahově, tak formou či možností studia v anglickém jazyce. Aktuálně jsou v řešení infrastrukturní projekty v rozsahu cca. 500 mil. Kč, které zásadním způsobem ovlivní VaV možnosti našich laboratoří, stejně tak umožní našim studentům dosahovat výjimečné úrovně vzdělání, což je významným příslibem pro další rozvoj rybnářství v České republice.

FROV JU v kostce:

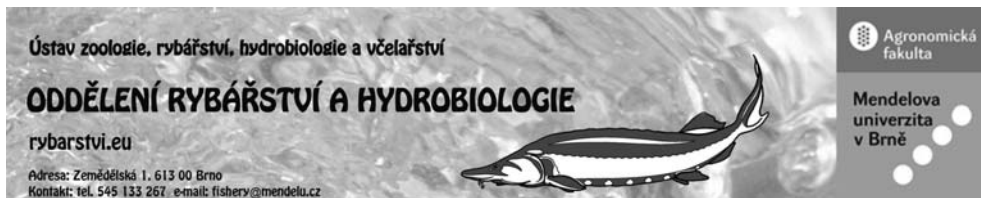
Fakulta rybnářství a ochrany vod je svým zaměřením na rybnářství, akvakulturu, ochranu vod a komplexní systémy v současné době jedinou svého druhu ve střední Evropě.

Základními pracovišti fakulty jsou ústavy, centrum, škola a středisko s následující předmětnou činností:

- Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický (VÚRH) se sídlem ve Vodňanech. Tento ústav je zaměřen na badatelský a aplikovaný výzkum, vzdělávání a hospodářskou činnost v oblasti rybnářství a ochrany vod. V ústavu je z větší části realizována výuka studentů doktorského studijního programu (DSP) oboru Rybnářství a Fishery, dále je pracovníky ústavu zajišťována i výuka bakalářských a magisterských studentů.
- Ústav akvakultury (ÚA) se sídlem v Českých Budějovicích. V ústavu se vedle výzkumné činnosti realizuje především výuka bakalářského a magisterského studia oborů Rybnářství, Aquaculture a Ochrana vod (od akademického roku 2012/2013) a rovněž hospodářská činnost.
- Škola komplexních systémů (ŠKS) se sídlem v Nových Hradech. Škola se zabývá studiem komplexních systémů v přírodních a společenských vědách a technickými i jinými aplikacemi výsledků výzkumu a hospodářskou činností. Po akreditaci studijního oboru Komplexní systémy bude zajišťovat příslušné magisterské a doktorské studijní programy.
- Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz (CENAKVA) se sídlem ve Vodňanech. Centrum se zabývá aplikovaným a cíleným výzkumem v oboru rybnářství a ochrany vod a vytváří podmínky pro výzkum a hospodářskou činnost na fakultě.
- Mezinárodní Environmentální Vzdělávací, Poradenské a Informační Středisko ochrany vod Vodňany (MEVPIS) se sídlem ve Vodňanech. Středisko zajišťuje projektovou činnost zaměřenou na přípravu a realizaci dotačních titulů, celoživotní vzdělávání, správu vědecko-technických informací a vydavatelskou a obchodní činnost.

PaedDr. Jiří Koleček
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Spolupracující subjekty:



rybarstvi.eu

Oddělení představuje v rámci České republiky specializované pracoviště na obory rybnářství a hydrobiologie, které od roku 1949 nepřetržitě zajišťuje výchovu vysokoškolsky vzdělaných odborníků pro všechny oblasti sladkovodního rybnářství. Tato výuka byla zajišťována na zootechnickém oboru formou studijní specializace se samostatným studijním programem od 3. ročníku. V zimním semestru 2006/2007 byla zahájena výuka v navazujícím magisterském studijním oboru Rybnářství a hydrobiologie. V rámci oboru je vyučováno 12 povinných předmětů a 6 povinně volitelných. Další předměty jsou zajišťovány na studijních oborech Agronomické fakulty a Lesnické a dřevařské fakulty jako volitelné.

Oddělení rybnářství a hydrobiologie je ve smyslu ustanovení § 22 odstavce 9 zákona č. 99/2004 Sb., o rybnářství, pověřeno rozhodnutím Ministerstva zemědělství ČR ze dne 31.5.2004 na neomezenou dobu:

Organizováním odborného školení a zkoušek pro rybnářské hospodáře.

Organizováním odborných kurzů a zkoušek rybnářské stráže.

Zabezpečováním výuky a vystavováním osvědčení o získání kvalifikačních předpokladů pro vydání prvního rybnářského lístku.

Vědecko-výzkumná činnost oddělení rybnářství a hydrobiologie pokrývá rozhodující okruhy problematiky sladkovodního rybnářství (chov ryb, ichtyologie, obhospodařování tekoucích vod) a s nimi související hydrobiologickou problematiku, včetně všech aspektů ekologie vodního prostředí a hydrobiontů. Výzkumné priority oddělení vycházejí z technických parametrů chovného experimentálního zařízení, umožňujícího řešit fyziologické a technologické aspekty počátečního odchovu teplomilných druhů ryb až do kategorie ročka. Dále z dlouhodobé orientace a technického vybavení na specifický terénní výzkum hydrobiologického, ichtyologického i rybnářského charakteru. Nezastupitelným aspektem při formování výzkumných priorit oddělení je vazba na potřeby rybnářské praxe a ochrany přírody. Z těchto vazeb navíc vyplývá na výzkumné aktivity navazující široká poradenská a expertizní činnost oddělení, která je z hlediska externích oborových vazeb často prioritní.

SBORNÍK REFERÁTŮ
Konference
CHOV RYB A KVALITA VODY II
konané v Českých Budějovicích 21. a 22. února 2013

V roce 2013 vydalo nakladatelství Typ pro Rybářské sdružení České republiky



Pražská 495/58, 371 38 České Budějovice

Editor: Ing. Martin Urbánek, Ph.D.
Grafická úprava, technická redakce Jiří Jabulka

Tisk a vazbu zhotovila tiskárna PROTISK, s. r. o., České Budějovice

ISBN: 978-80-87699-02-7



SBORNÍK REFERÁTŮ
CHOV RYB
A KVALITA VODY II



RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY

ISBN 978-80-87699-02-7