



RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY

SBORNÍK REFERÁTŮ

KONFERENCE

CHOV RYB A KVALITA VODY



EVROPSKÝ RYBÁŘSKÝ FOND
INVESTOVÁNÍ DO UDRŽITELNÉHO RYBOLOVU

Hejtman Jihočeského kraje

Mgr. Jiří Zimola



přejímá

ZÁŠTITU

nad odbornou konferencí

**CHOV RYB
A KVALITA VODY**

V Českých Budějovicích dne 24. ledna 2012

SBORNÍK REFERÁTŮ

KONFERENCE

CHOV RYB A KVALITA VODY

KONANÉ V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
23. ÚNORA 2012

Editor

Ing. Martin Urbánek, Ph.D.



Vydalo v roce 2012
Rybářské sdružení České republiky

Konference „Chov ryb a kvalita vody“ 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 děkuje Fakultě rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a Mendelově univerzitě v Brně za přípravu jejího obsahu a náplně.

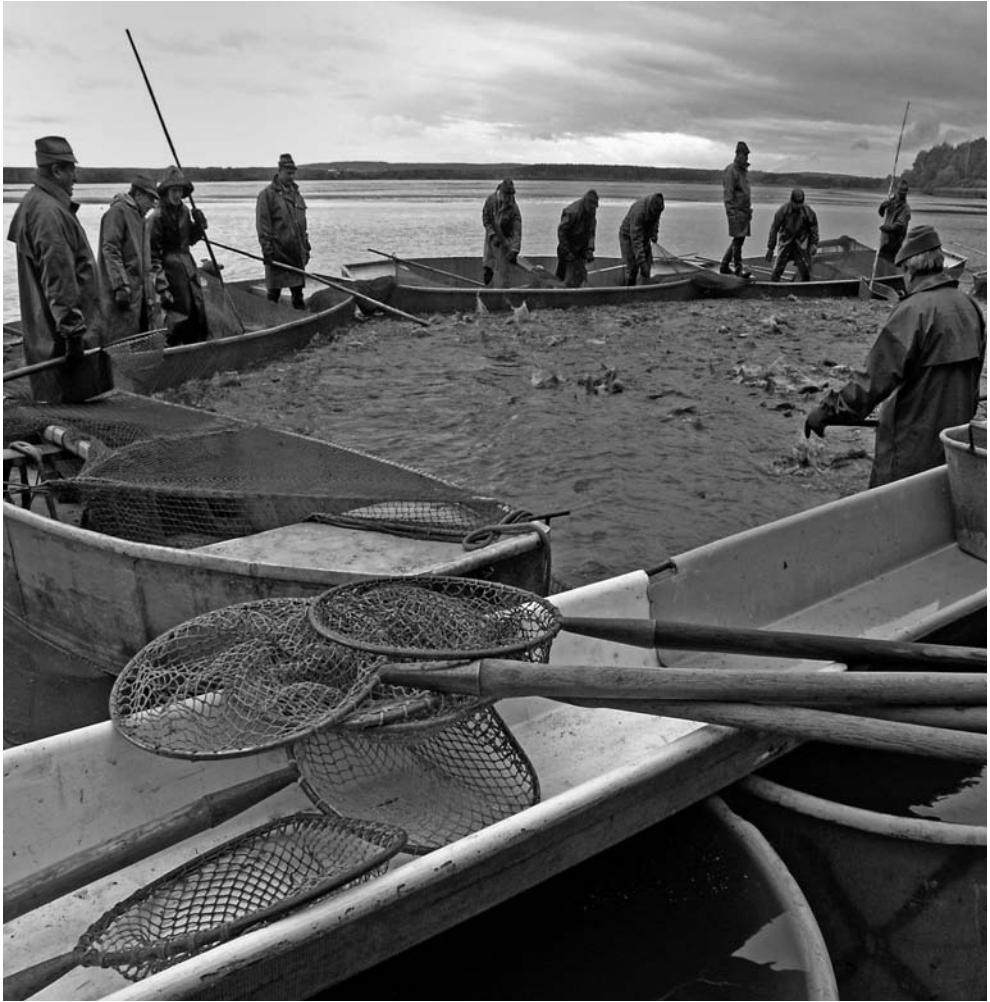
© Rybářské sdružení České republiky, Pražská 495/58, 371 38 České Budějovice

Poznámka:

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

Program konference:

- 8.00 - 8.45 **Registrace účastníků**
- 8.45 - 9.00 **Úvodní slovo prezidenta Rybářského sdružení ČR**
Ing. Jan Hůda, Ph.D.
- 9.00 - 9.30 **Zákon o vodách a související předpisy**
JUDr. Jiří Drahota
- 9.30 - 10.00 **Sledování produkční účinnosti technologicky upravených obilovin v polointenzivním chovu tržního kapra (*Cyprinus carpio L.*)**
Ing. Jan Másílko
- 10.00 - 10.30 **Chov amura v polykultuře s kaprem bez příkrmování**
Ing. Jan Hůda, Ph.D.
- 10.30 - 11.00 *První přestávka na občerstvení*
- 11.00 - 11.30 **Chov kapra obecného se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin**
Ing. Tomáš Zajíc
- 11.30 - 12.00 **Zkušenosti s intenzivním chovem okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a candáta obecného (*Sander lucioperca*)**
Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.
- 12.00 - 13.00 *Oběd*
- 13.00 - 13.30 **Model výživy rybníční biocenózy s ohledem na celkový fosfor**
Ing. Pavel Hartman, CSc.
- 13.30 - 14.00 **Látkové bilance rybníků a k čemu jsou dobré?**
Ing. Jan Potužák, Ph.D., RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.
- 14.00 - 14.30 **Diurnální změny hodnot rozpuštěného kyslíku a pH v intenzivně obhospodařovaných rybnících**
doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D.
- 14.30 - 15.00 *Druhá přestávka na občerstvení*
- 15.00 - 15.30 **Kvalita masa kapra obecného - nutriční a senzorické parametry**
doc. Dr. Ing. Jan Mareš
- 15.30 - 16.00 **Biologická a technologická hodnota kapra obecného**
doc. Ing. František Vácha, CSc.
- 16.00 - 17.00 **Závěrečná diskuse, Slovo na závěr**
Ing. Jan Hůda, Ph.D.



OBSAH

1	Zákon o vodách a související předpisy - právní problematika majetkových vztahů k rybníkům	7
	<i>JUDr. Jiří Drahota</i>	
2	Sledování produkční účinnosti technologicky upravených obilovin v polointenzivním chovu tržního kapra (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	9
	<i>Ing. Jan Másílko, Ing. David Hlaváč, Ing. Martin Musil, Doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.</i>	
3	Chov amura v polykultuře s kaprem bez příkrmování na rybníce Horák v letech 2010 - 2011	15
	<i>Ing. Jan Hůda, Ph.D.</i>	
4	Chov kapra obecného (<i>Cyprinus carpio</i> L.) se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin	21
	<i>Ing. Tomáš Zajíc, Ing. Jan Mráz, Ph.D., Doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D., Bc. Jakub Zrostlík, Prof. Jana Picková</i>	
5	Zkušenosti s intenzivním chovem okouna říčního (<i>Perca fluviatilis</i>) a candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>)	25
	<i>Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.</i>	
6	Model výživy rybniční biocenózy s ohledem na celkový fosfor	33
	<i>Ing. Pavel Hartman, CSc.</i>	
7	Látkové bilance rybníků a k čemu jsou dobré?	49
	<i>Ing. Jan Potužák, Ph.D., RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.</i>	
8	Diurnální změny hodnot rozpuštěného kyslíku a pH v intenzivně obhospodařovaných rybnících.	65
	<i>doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Bc. Lenka Hadašová, Ing. Štěpán Lang, Ing. Tomáš Brabec, doc. Dr. Ing. Jan Mareš</i>	
9	Kvalita masa kapra obecného - nutriční a senzorické parametry	73
	<i>doc. Dr. Ing. Jan Mareš, doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Ing. Tomáš Brabec</i>	
10	Biologická hodnota a konkurenceschopnost našich ryb	81
	<i>doc. Ing. František Vácha, CSc.</i>	
	Spolupracující subjekty	91
	Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích	91
	Mendelova univerzita v Brně	93



1 Zákon o vodách a související předpisy - právní problematika majetkových vztahů k rybníkům

Jiří Drahoša

*Advokátní kancelář č. osv. 2919, sídlo Masarykovo nám. 70/II, 377 01 Jindřichův Hradec
IČ 66 21 55 28, tel., fax: 384363078, 384364040, e-mail: judr.jiridrahoša@email.cz*

Problematiku majetkových vztahů k rybníkům nerozumíme jen jako výklad pojmu „vlastnictví k rybníkům“ ve smyslu zákona o rybářství. Jde o postižení majetkových poměrů v širším smyslu, zejména o vztah zřizovatelů k vlastníkům pozemků, rybníkem zatopeným. Rozbor této problematiky se neobejde bez širších souvislostí, zejména o vztah mezi předpisy veřejného práva (zejména zák. o vodách). A předpisy soukromého práva (zejména platný obč.zák.).

Je mi známo, že problematika, o kterou jde, je předmětem řady soudních sporů, z nichž některé projednávají i vyšší soudní instance. V rámci projednání těchto sporů se vyskytly různé názory na její řešení. Avšak toto stanovisko podávám ve zcela obecné rovině, aniž bych se vyjadřoval k jednotlivým předpisům. Činím tak ze zásadních důvodů.

Za základní východisko považuji řešení vztahů mezi předpisy soukromoprávními a veřejnoprávními. I při existenci těchto dvou oblastí, nelze opomíjet jednotnost právního řádu. Ta podle mého názoru vylučuje, aby základní obecné pojmy znamenaly něco jiného ve veřejnoprávní a v soukromoprávní oblasti. Je samozřejmé, že jak soukromoprávní tak veřejnoprávní regulace se týkají různých aspektů, ale to, co je regulováno, je jim společné.

Konkrétně to znamená, že vlastnictví je jen jedno. Jeho základní úprava je obsažena v občanském zákoníku, ale týká se ho i řada předpisů veřejnoprávních, které upravují zejména jeho omezení, evidenci a další záležitosti. V některých případech, tj. ohledně některých předmětů, veřejnoprávní úprava kvantitativně převládá. Ale to přece neznamená, že takové věci nejsou předmětem vlastnictví. Kdyby tomu tak bylo, museli bychom připustit jakési „veřejnoprávní vlastnictví“, které však vůbec nemá zákonnou oporu.

Aplikováno na problematiku vlastnictví k rybníku to znamená, že může jít jen o jednotné vlastnictví, nikoliv vlastnictví zvláštní anebo výlučné o veřejnoprávní vztah.

Další otázkou, kterou je třeba řešit, je vymezení předmětu vlastnictví. Zde je třeba vyjít z ust. § 118 odst. 1 obč. zák. o tom, co může být předmětem občanskoprávního vztahu. Toto ustanovení se bezpochyby vztahuje i na rybník jako na věc, která má materiální podstatu.

Definici toho, co je rybník podává § 2 písm. c) zák. o rybářství. Podle této definice je rybníkem vodní dílo, jehož součástí je hráz, nádrž a technické zařízení; dalším definičním požadavkem je regulovatelnost vodní hladiny. Pojem „vodního díla“ jako nadřazené množiny je definován v § 55 odst. 1 vod. zák. a to tak, že jde o stavby, které jsou určeny k vyjmenovaným vodohospodářským účelům.

To znamená, že rybník jako celek, je stavbou (výsledkem stavební činnosti) a že předmětem občanskoprávních vztahů je rovněž jako celek. Za neopodstatněné proto považuji názory, které pojem rybníka jako stavby omezují pouze na hráz. Hráz je pouze součástí rybníka a jako součást nemůže být předmětem samostatného právního vztahu. Ostatně funkční opodstatnění má rybník jen jako celek.

V této souvislosti je třeba se zmínit o názorech, které rybník vůbec nepovažují za stavbu v případě, že hráz je vytvořena terénní úpravou. Především si nejsem jist, zda je to vůbec možné, protože tímto způsobem sotva lze zajistit nepropustnost hráze a její vybavení nezbytnými zařízeními. Kromě toho za stavby jsou považovány i veškeré umělé terénní úpravy, ať už jako součást věcí (okolí domu, přístupové trasy apod.).

Vlastnicky náleží rybník (nejen hráz, ale i další jeho součásti) jeho zřizovateli (investorovi). Ten musí při stavbě dodržet předepsaný právní postup. Učiní-li tak, je jeho vlastnictví evidentní; pokud jej poruší, vystavuje se sankcím různého druhu.

Součástí rybníka nejsou pozemky jím zatopené. To je plně v souladu s občanským zákoníkem, zejména ust. § 119 odst. 2 a § 120 odst.2. Občanský zákoník považuje stavbu a pozemek za dvě samostatné věci s tím, že stavba není součástí pozemku (neplatí tedy „superficies solo cedit“).

To znamená především, že vlastníkem rybníka jako stavby a vlastníkem zatopeného pozemku nemusí být jedna a tatáž osoba. Vlastníkům pozemků může být i více, je-li zatopeno několik pozemků.

Dále to znamená, že vlastník zatopeného pozemku, který byl povinen strpět vytvoření vodního díla podle § 50 písm. c) vodního zákona, nemá k tomuto vodnímu dílu žádný vlastnický vztah; jde o samostatnou věc a vlastnictví k ní by bylo nutné nabyt některým ze způsobů stanovených v obč.zák.. Nelze si představit, že by vlastníkově pozemku patřila část vodního díla (rybníka), tvořící pomyslný sloupec nad jeho pozemkem; je to vyloučené jednak proto, že nejde o nesamostatnou součást věci a kromě toho je to v rozporu s § 120 odst. 2 obč.zák..

Je vyloučeno také to, aby vlastník pozemku byl považován za podílového spoluvlastníka rybníka. Především ke vzniku podílového spoluvlastnictví dochází jen v případech stanovených zákonem a o žádný z nich zde nejde. Kromě toho pozemek není součástí rybníka, takže jeho vlastník se na rybníku nepodílí.

Zřízením rybníka, i když k němu došlo dovořeným způsobem, byli vlastníci zatopených pozemků nepochybně zkráceni na svých právech a jejich výkonu. Jde tedy o omezení jejich vlastnického práva, které podle ústavního předpisu je možné jen za náhradu. Ustanovení § 127 odst. 1 vod. zák. sice uznává všechna práva, získaná do účinnosti zákona, ale poskytnutí náhrady za omezení vlastnictví je nepochybně spravedlivým požadavkem. K jeho realizaci by však bylo třeba buď legislativní úpravy nebo rozhodnutí Ústavního soudu. Nárok, o který by šlo, by měl povahu peněžitého plnění, nikoliv věcného práva.

V současné době nejsou rozhodně výjimkou případy, kdy vlastník stavby (rybníka) a vlastník zatopeného pozemku jsou rozdílné osoby. Není to situace specifická jen pro majetkové vztahy v rybníkářství, protože i v jiných společenských a hospodářských oblastech dochází k případům, že stavba je zřízena na cizím pozemku. U staveb domovního typu jsou dána i pravidla pro řešení těchto situací. Tato pravidla u vodních děl (a to nejen u rybníků) chybí, snad až na tzv. zákonný nájem podle zákona o půdě, jehož možnost využití je ovšem omezená. Vzniklé situace je možné řešit pouze dohodou mezi vlastníky, která může vyústit ve smluvní řešení.

Standardně judikatura tento problém řeší jako otázku bezdůvodného obohacení, které vzniká straně využívající vodní dílo.

Je samozřejmě otázkou, jaký vliv bude mít na danou problematiku nové řešení problému v novelizovaném obč. zák., který se vrací k zásadě „stavba následuje pozemek“, tedy zásadě platné od doby římského práva a platné v převážné části Evropy.

2 Sledování produkční účinnosti technologicky upravených obilovin v polointenzivním chovu tržního kapra (*Cyprinus carpio* L.)

Másílko J.¹, Hlaváč D.¹, Musil M.², Hartvich P.¹

¹ 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: masilj00@frov.jcu.cz, hartvich@frov.jcu.cz, hlavac@frov.jcu.cz

² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Laboratoř aplikované ekologie, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, muc@seznam.cz

Úvod

Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) je odchovávan v rybnících, v různých klimatických podmínkách jako jedna z nejdříve domestikovaných ryb (Balon, 1995). Na území České republiky představuje podíl kapra 86 - 87 % z celkové produkce ryb. Tato produkce je dosahována při použití polointenzivního chovu v kombinaci přirozené potravy a doplňkového příkrmování obilovinami (Moore, 1985; Bauer & Schlott 2006). S rozvojem krmení ryb v poslední době také vzrostl zájem o problematiku výživy. Oblast krmení ryb je velmi důležitá, neboť spotřeba krmiv tvoří jednu z nejdůležitějších nákladových položek v chovech tržních kaprů (Vácha, 1993; Jirásek, 1995). Přes 50 % produkce je získáváno příkrmáním a zbylou část ve výživě zaujímá přirozená potrava (Szumiec, 1999). V tomto systému odchovu se používají krmiva rostlinného původu (nejčastěji žito, triticales, kukuřice, pšenice a ječmen), která ale zcela nepokrývají růstové potřeby odchovávaných kaprů, ale jsou levným a snadno dostupným zdrojem energie (Hůda, 2009). Z důsledku toho musí být z části proces odchovu závislý na přirozené potravě, díky které jsou v potravě zastoupeny esenciální aminokyseliny, mastné kyseliny a vitamíny.

Chce-li být zajištěn trvale udržitelný rozvoj rybníkářství, musí být optimálně propojeny chovatelsky a ekonomicky vhodné technologie chovu ryb s požadavky životního prostředí. Jelikož rybníkářství, stejně jako i další zemědělské oblasti, je plně odkázáno na tržní prostředí a tedy i nutnost svoji produkci nejen kvalitně vyrobit, ale především ji umět prodat, je v zájmu každého producenta najít nejvhodnější alternativu i v oblasti výživy. Díky této souvislosti se v současné době v rybníkářství rozvíjejí nové možnosti zvýšení produkční účinnosti obilovin jejich vhodnou technologickou úpravou (mačkáním, šrotováním či tepelnou úpravou) (Urbánek, 2009). Principem těchto technologií je zvýšení nutriční hodnoty, přijatelnosti a zejména stravitelnosti krmiv pro kapra.

Rybářství Třeboň Hld. a.s. při odchovu tržního kapra využívá výhradně přirozené potravy (zooplankton a zoobentos) a tradičního příkrmování obilovinami. Na základě výsledků pokusů z minulých let přistoupilo k různým technologickým úpravám, které by měly přinést výrazný ekonomický efekt. Po ověření mechanických úprav obilovin, přechází podnik na ověřování termických úprav, které zatím nebyly odzkoušeny. Aby výsledky pokusů byly více srovnatelné s poznatky z předešlých let, pokračuje se v pokusech na stejných rybnících a sádkách.

Materiál a metodika

Pro výzkum byly zvoleny 4 rybníky, v nichž se chová tržní kapr – Horák (2,2 ha), Fišmistr (2,8 ha), Baštýř (1,7 ha) a Pěšák (2,7 ha). Všechny rybníky jsou napájeny přítokem z výše položeného rybníka

Rod (36,1 ha). Dále pokusy probíhaly na sádkách v Třeboni, které jsou napájeny z rybníka Svět (215 ha). Výhodou sádek je snadná manipulace s rybí obsádkou a lepší kontrola prostředí. Pro pokusy byla použita provozní linie třeboňského kapra šupinatého K_3 (používané označení TŠ). Upravené obiloviny pro pokus byly příkrmovány celé, suché a mechanicky a tepelně upravené.

Jednotlivé sádky i rybníky Nadějské soustavy byly nasazeny provozní linií třeboňského kapra šupinatého, (K_3 , používané označení TŠ) o počtu 363 ks.ha⁻¹. Početnost rybí obsádky na rybnících i na sádkách byla přepočtena na výměru jednotlivých rybníků a sádek. Příkrmování kaprů probíhalo 3 dny v týdnu (pondělí, středa, pátek) v dávkách 2 % hmotnosti obsádky. Krmná dávka byla upravována podle aktuální hmotnosti kaprů s cílem zachovat jednotnou úroveň stravitelné energie v použitých obilovinách vzhledem k nasazené obsádce. Během krmeného pokusu byly prováděny v měsíčních intervalech kontrolní odlovy. Při těchto odlovech byly zjišťovány základní tělesné a kondiční ukazatele a obsah tuku ve svalovině ryb pomocí přístroje Fatmetr.

Na rybnících i sádkách byly sledovány následující fyzikálně-chemické parametry: 2x – 3x v týdnu v ranních hodinách (8.00 – 11.00 h) byla sledována teplota vody na hladině a koncentrace rozpuštěného kyslíku oxymetrem (obr. 18) INSA MFD 79 (INSA s.r.o. Praha) a dále pH, alkalita, CHSK, vodivost a chlorofyl. Rozbory při použití standardních spektrometrických metod byly provedeny v laboratoři.

Stanovení obsahu tuku na živých rybách

Stanovení obsahu tuku ve svalovině kaprů bylo prováděno pomocí ručního přístroje FM 692 Distell (Distel Company, Faldhouse, West Lothian, Scotland). Pro vyšší preciznost stanovení obsahu tuku byl každý kus ryby změřen na osmi místech (na každé polovině těla byla prováděna 4 měření). Výsledkem je průměrná hodnota ze všech osmi měření.

Výsledky

Z tabulky 1 lze vyčíst nižší hodnoty ukazatele konverze krmiv (FCR - Feed Conversion Ratio) dosažené při poloprovazních pokusech v letech 2006-2010 u kaprů s příkrmováním technologicky upravených obilovin. Průměrné hodnoty FCR upravených obilovin byly nižší o 13,3 % než u obilovin bez úpravy. V roce 2007 na sádkách v Třeboni byla konverze krmiva u kaprů s příkrmováním mačkaného žita vyšší o 21,50 % než u nemačkané formy a u triticales mačkaného byla konverze o 14,54 % nižší než u nemačkané varianty. V roce 2007 při pokusu v Nadějské rybniční soustavě byla konverze krmiva nižší o 3,49 % u mačkané formy žita. V roce 2008 při pokusu na sádkách v Třeboni byla konverze krmiva u mačkaného žita o 1,85 % nižší. U varianty s mačkaným ječmenem byla konverze krmiva nižší o 2,80 %. U triticales se vyšší účinnost mačkaných obilovin nepodařila prokázat. Konverze krmiva byla vyšší o 2,35 % u mačkané varianty triticales. Tento výsledek byl patrně ovlivněn vysokou variabilitou hmotnostní kaprů. V letech 2009 – 2010 byla vždy prokázána vyšší produkční účinnost mechanicky či tepelně upravených obilovin (rozdíl v konverzi krmiva FCR se pohyboval v rozmezí 4,73 – 34,65 % ve prospěch upravených obilovin).

Obsah tuku (Obr. 1.) ve svalovině byl na konci pokusu nejvyšší u ryb s příkrmováním triticales bez úprav 7,68 %. Kapři s příkrmováním triticales šrotovaným dosáhli na konci pokusu o 12,4 % menšího obsahu tuku ve svalovině (6,73 %), ryby s příkrmováním triticales tep. upraveným dosáhly na konci pokusu o 16,4 % menšího obsahu tuku ve svalovině (6,42 %). Nejméně tuku ve svalovině měli kapři na přirozené potravě (4,62 %). Na konci pokusů se nepodařilo statisticky prokázat signifikantní rozdíly obsahu tuku v závislosti na příkrmované obilovině. Obsah tuku při krmných pokusech na sádkách v Třeboni 2009 ukazuje obr. 2. Při výlovu byla naměřena nejvyšší hodnota tuku 6,67 u kaprů s příkrmováním šrotovaného triticales 1,2 mm. V kontrolní skupině (jen na přirozené potravě) dosáhli kapři nejnižší konečné hodnoty tuku 4,55 %. Mezi jednotlivými příkrmovanými variantami nebyl u obsahu tuku ve svalovině kaprů zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 1

Rozdíly v konverzi krmiva FCR

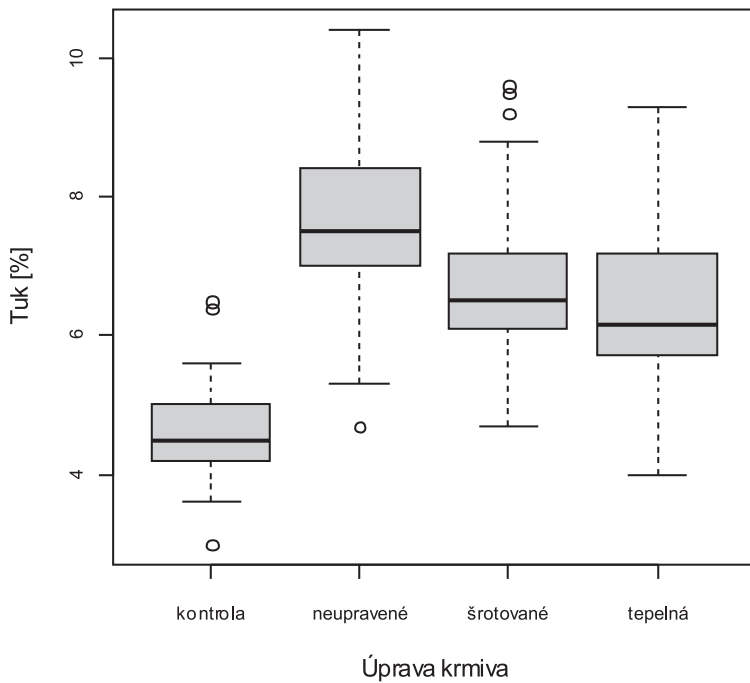
Rok	Druh a úprava krmiva + hodnota FCR		Rozdíl v konverzi FCR [%]
sádky Třeboň 2006	žito	žito mačkané	
	1,67	1,4	16,17
sádky Třeboň 2007	žito	žito mačkané	
	2	1,57	21,5
	triticale	triticale mačkané	
	1,72	1,47	14,54
Lomnice 2007	žito	žito mačkané	
	1,72	1,66	3,49
sádky Třeboň 2008	žito	žito mačkané	
	2,17	2,13	1,85
	ječmen	ječmen mačkaný	
	2,5	2,43	2,8
	triticale	triticale mačkané	
	2,08	2,13	<i>2,35</i>
sádky Třeboň 2009	triticale	triticale mačkané	
	1,27	0,83	34,65
	triticale	triticale šrotované (1mm)	
	1,27	1,15	9,45
	triticale	triticale šrotované (1,1mm)	
	1,27	1,21	4,73
	triticale	triticale šrotované (1,2mm)	
	1,27	1,03	18,9
triticale	triticale šrotované (1,3mm)		
	1,27	1,18	7,09
sádky Třeboň 2010	triticale	triticale mačkané	
	2,55	2,19	14,12
	triticale	triticale šrotované (1mm)	
	2,55	2,37	7,06
	triticale	triticale tepelná úprava (100 °C)	
	2,55	2,05	19,6

*kurzívou psané hodnoty značí vyšší účinnost obilovin bez úprav

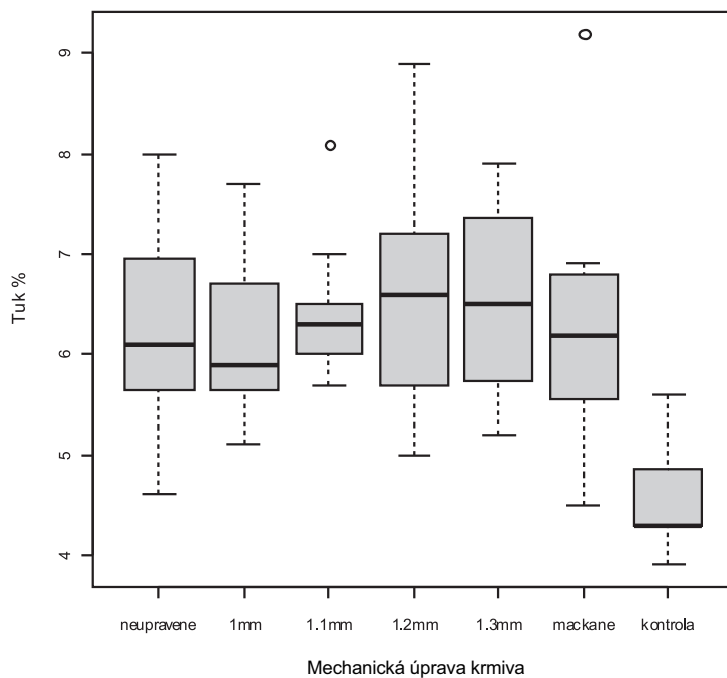
*tučně psané hodnoty značí vyšší účinnost technologicky upravených obilovin

Diskuse

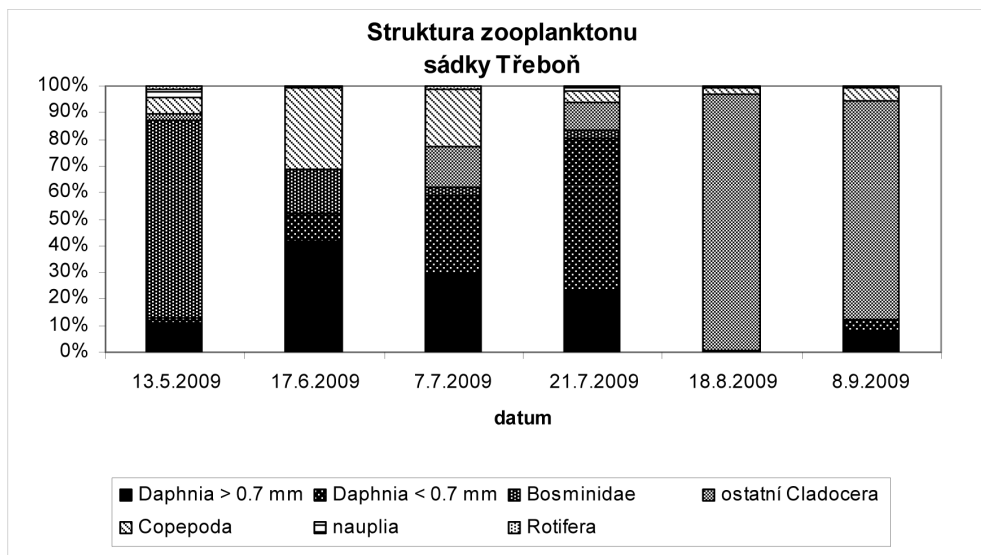
Obsádky kaprů při poloprovozních pokusech v množství 363 ks .ha⁻¹ odpovídají výši obsádek hlavních rybníků při polointenzivním chovu (**Urbánek a kol., 2010**). V našem případě bylo při stanovení pokusných obsádek přihlédnuto k odhadu produkčních možností třeboňských rybníků. Dle tab. 1 koeficient konverze FCR byl u technologicky upravených obilovin nižší o 13,3 % než u neupravených obilovin. Výsledky krmných pokusů prováděných na sádkách v Třeboni a rybnících na Naději mohou být ovlivněny výskytem zooplanktonu (obr. 3,4,5,6 a 7), chemismu vody a dalších faktorů (**Hůda 2009**).



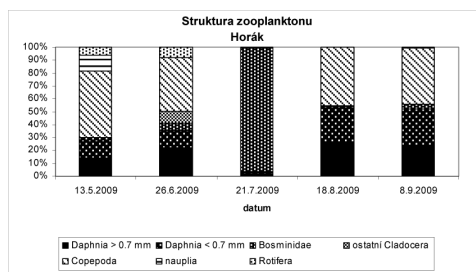
Obr. 1: Box-whisker diagramy pro proměnnou „obsah tuku ve svalovině ryb“ při různých úpravách triticale naměřené při výlovu – Naděj 2009.



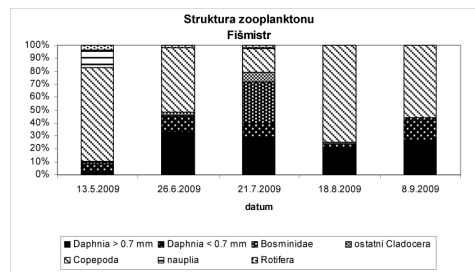
Obr. 2: Box-whisker diagramy pro proměnnou „obsah tuku ve svalovině ryb“ při různých úpravách triticale naměřené při výlovu – sádky Třeboň 2009.



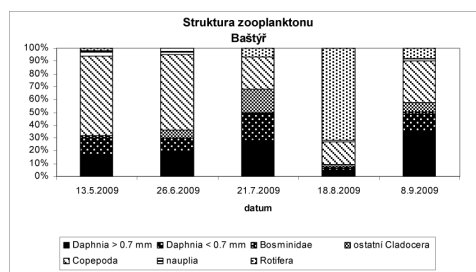
Obr. 3: Struktura zooplanktonu – sádky Třeboň



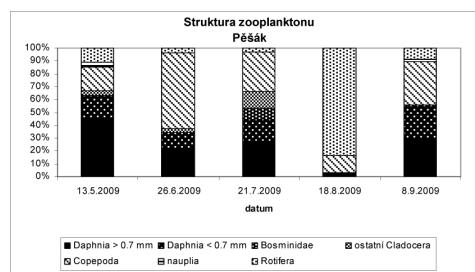
Obr. 4: Struktura zooplanktonu – Horák



Obr. 5: Struktura zooplanktonu – Fišmistr



Obr. 6: Struktura zooplanktonu – Baštyř



Obr. 7: Struktura zooplanktonu – Pěšák

Použití fatmetru má i význam pro rybářskou praxi. Během vegetační sezóny v chovu tržních kaprů můžeme sledovat obsah tuku a podle naměřených hodnot se může upravit krmná dávka předkládaných krmiv. Neboť krmivo je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících obsah tuku v těle ryb. S příliš vysokým obsahem tuku se zhoršuje kvalita rybiho masa. Podle zjištění, které učinil **Oberle a kol. (1997)**, kapři s obsahem tuku ve svalovině nad 10 % mají prokazatelně horší senzorycké vlastnosti masa a podle **Steina (2005)** nižší konzistenci (tuhost) masa. Námi naměřené průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 4,5 až 7 %. Z čehož můžeme usuzovat na dobrou kvalitu rybí svaloviny tržních kaprů.

Závěr

- Při použití různých technologických úprav obilovin v rybniční akvakultuře s polointenzivním chovem kapra se prokázalo zlepšení produkčních ukazatelů při odchovu tržního kapra.
- Nejvýznamnějším činitelem, který z velké míry ovlivnil dosažené výsledky ukazatelů produkce, byla kvalita a kvantita potravně dostupného zooplanktonu.
- Na základě sledování obsahu tuku ve svalovině kapra v průběhu vegetačního období lze konstatovat, že kapři s příkrmováním při polointenzivních obsádkách nemají vysoké hodnoty tuku v mase (nad 10 %) s negativním dopadem na organoleptickou kvalitu jejich masa.
- Použití fatmetru má i význam pro rybářskou praxi. Během vegetační sezóny v chovu tržních kaprů můžeme sledovat obsah tuku a podle naměřených hodnot se může upravit krmná dávka předkládaných krmiv tak, aby obsah tuku nepřesahoval 10 %.

Poděkování

Tato práce byla vypracována v rámci projektů CENAKVA reg. č. CZ.1.05/2.1.00/01.0024 a GA JU 047/2010/Z. Dále autoři děkují za organizační a technickou pomoc při provádění poloprovozních pokusů pracovníkům Rybářství Třeboň Hld., a.s.

Seznam použité literatury

- Balon E. K.** 1995. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture*, 129: 3 – 48 s.
- Bauer C., Schlott K.** 2006. Reaction of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to oxygen deficiency in winter as an example for the suitability of radio telemetry monitoring the reaction of fish to stress factors in pond aquaculture. *Aquaculture Research*, 37: 248 – 254 s.
- Hůda J.** 2009. Cereals efficiency in market carp farming. [in Czech]. Ph.D.Thesis. University of South Bohemia, 159 s.
- Jirásek J.** 1995. Uplatnění nových poznatků z výživy pro krmení ryb v akvakulturách. *Bulletin VÚRH Vodňany* 2: 32- 36 s.
- Moore L. B.** 1985. The role of feeds and feeding in aquatic animals production. *GeoJournal*, 10: 245-251 s.
- Oberle M., Schwarz F. J., Kirchgessner M.** 1997. Growth and carcass quality of carp fed. *Aquaculture*. 1-4, 655-666 s.
- Stein L. H.** 2005. The effects of stress and storage temperature on the colour and texture of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.). Blackwell Publishing Ltd. *Aquaculture Research*. **36**, 1197-1206.
- Szumiec J.** 1999. Intenzivní chov kapra v rybnících. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 4:165-167 s.
- Urbánek M.** 2009. Influence of cereals feeding on produce parameters and quality of flesh in market carp farming. [in Czech]. Ph.D.Thesis. University of South Bohemia, 179 s.
- Urbánek M., Hartvich P., Vácha F., Rost M.** 2010. Investigation of fat content in market common carp (*Cyprinus carpio*) flesh during the growing season. *Aquaculture Nutrition*, 16: 511-519 s.
- Vácha, F.,** 1993. Standardní krmná směs pro srovnávací testy produkční účinnosti krmiva a krmných směsí pro ryby. *Bulletin VÚRH Vodňany* 3: 101- 105 s.

3

Chov amura v polykultuře s kaprem bez příkrmování na rybníce Horák v letech 2010 - 2011

Jan Hůda

Rybářství Třeboň, Hld. a.s.

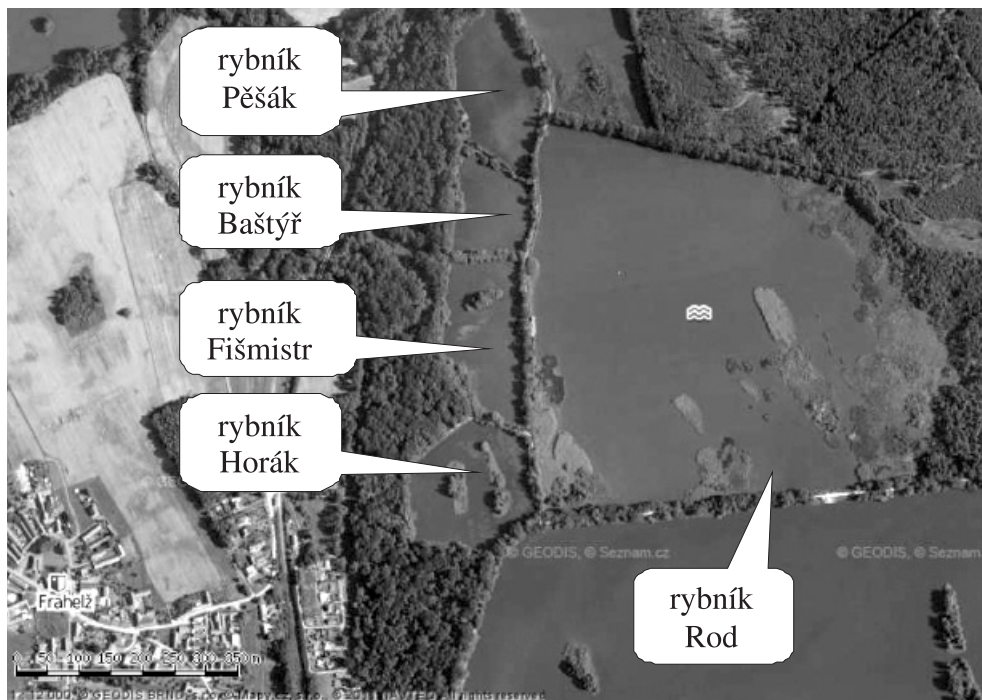
jhuda@rybarstvi.cz

Rybník Horák 2,2 ha vodní plochy

Jeho průměrná hloubka je cca 0,75 m. Na tomto rybníce probíhají krmné pokusy od roku 2003. Na rybníce je každoročně v pravidelných intervalech odebírán vzorek planktonu a bentosu. Rybník je po celé sledovací období vápněn ročně v průměru 635. kg vápenatých hnojiv na 1 ha. Organická hnojiva v daném období nebyla aplikována.

V letech 2003 až 2011 zde probíhaly krmné pokusy s výrobou tržního kapra. Výjimkou byl pouze rok 2008, kde zde probíhala výroba kapřího plůdku. Rybník Horák trpí sklonem k zarůstání rdesty a další ponořenou vegetací. V krmných pokusech ve všech sledovaných letech byla použita obsádka 363 ks K_3 /1ha.

V roce 2010 byla ke kapru přidána obsádka Ab_2 . V roce 2011 byla obsádka složena z kapra, amura a lína. Výsledky krmných pokusů jsou rozděleny do skupin podle způsobu příkrmování nebo podle obsádky. Cílem referátu je hledat neoptimálnější způsob hospodaření na rybnících z hlediska ekonomiky a aplikace závadných látek do vody. Navrhnout vhodná opatření pro rybářskou praxi a případný další hydrobiologický rybářský výzkum.

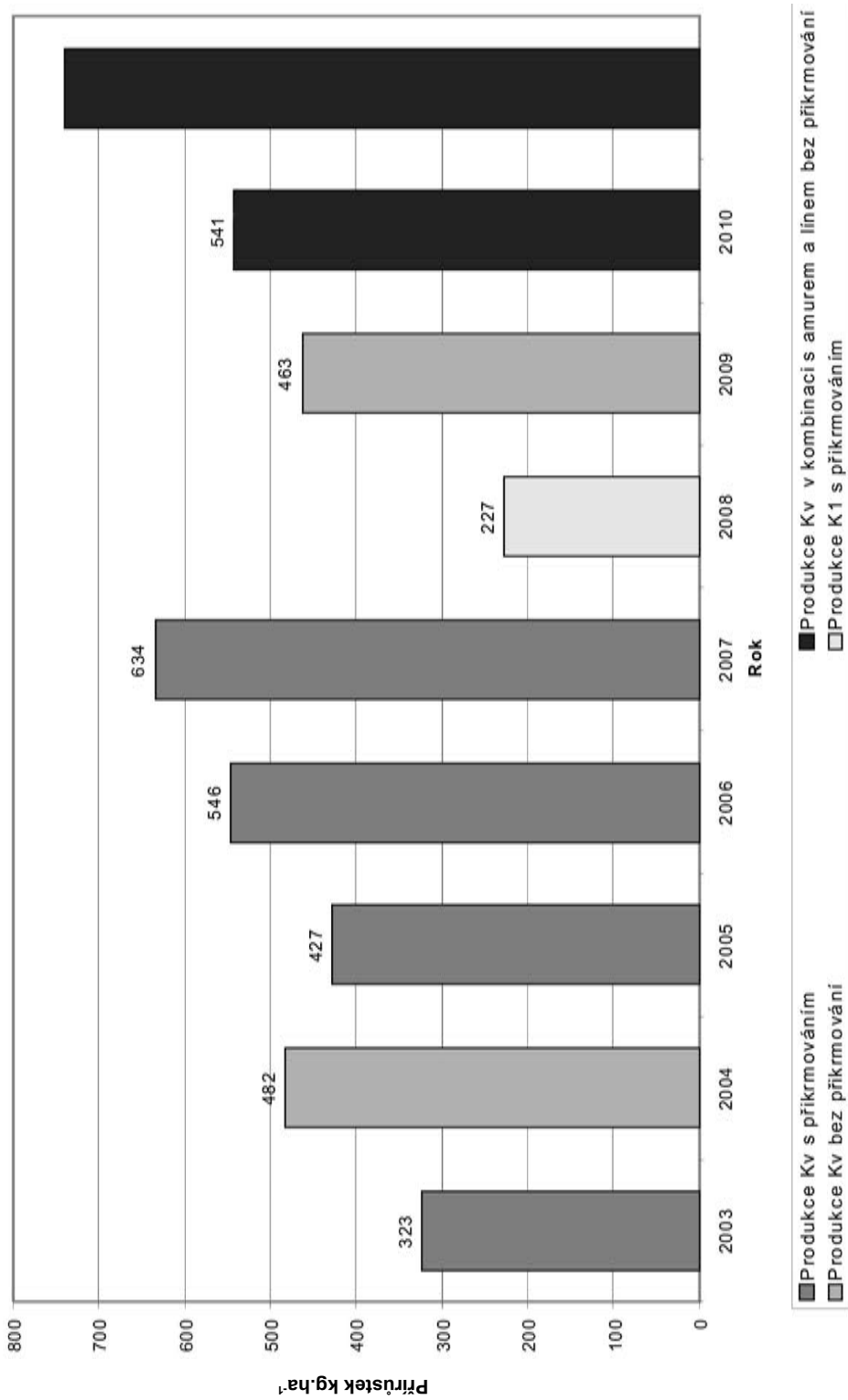


Nadějská soustava rybníků (pokusné rybníky Horák, Fišmistr, Baštýř, Pěšák a napájecí rybník Rod)

Přehled výsledků krmných pokusů na rybníce Horák v letech 2003 - 2011

ROK	Ryba	Obsádka		Ø kus. hmotnost	veget. ztráty (%)	Krmivo a celková spotřeba (kg)	Přirůstek		FCR	vápnění kg/ha	organické hnojení kg/ha	Provozní zásahy	Poznámka
		ks/ha	kg/ha				celkový (kg)	kg/ha					
2003	K ₃	363	395	1,08	6,75	pšenice 2645	710	323	3,72	990	0	0	silný výskyt pseudorazbory
2004	K ₃	363	181	0,50	3,6	0	1060	482	0	860	0	pletivo na stříku	- nasaz. Š _o - nepatr. pseudorazbory.
2005	K ₃	363	127	0,35	33,70	2400 triticales	941	427	2,55	863	0	31. 05. 05 Chemická likvidace odpadu	- obrovský výskyt velkého zoopl. - tvorba kys. deficitů
2006	K ₃	363	398	1,10	4,6	žito 2500	1202	546	2,07	955	0		- silné výkyvy kyslíku
2007	K ₃	363	399	1,10	1,5	žito 2400	1395	634	1,72	0	0		- napuštění přes zimu - časný nástup přirozené potravy
2008	K ₀	272700	0	0,00	91	KP - I 3700	500	227	7,4	455		95 kg chlor. vápna	- výlov na jaře roku 2009
2009	K ₃	363	245	0,68	3,6	0	1020	463	0	455	0		- nasazeno - Ca _g nasazeno do Rodu
2010	K ₃	363	348	0,96	8,4	0	943	428	0	0		0	
	Ab ₂	145	45	0,32	10,20	0	250	113	0	0	0	0	
Celkem		508	393				1193	541	0	682	0		
2011	K ₃	363	356	0,98	0	0	814	370	0	0	0	0	
	Ab ₂	145	45	0,31	0,3	0	155	70	0	0	0	0	Růžkatec vodní - rybník Pešák
	L ₂	1992	99	0,05	0	0	661	300	0	0	0	0	
Celkem		2500	500				1630	740		454			

Rybník Horák - přírůstky na 1 ha za období 2003-2011



Shrnutí výsledků jednotlivých let pro porovnání výsledků odchovu kaprů.

1. Rok 2003 provozní příkrmování včetně masivního výskytu pseudorazbory
 2. Roky 2006, 2007 provozní příkrmování ryb
 3. Roky 2004, 2009 bez příkrmování obsádky kapra
 4. Rok 2010 bez příkrmování obsádka smíšená kapr a amur
(kusově 70% kapr, 30% amur, váhově 88% kapr, 12% amur)
 - Rok 2011 bez příkrmování, obsádka smíšená, kapr, amur, lín
(kusově kapr 15%, amur 6%, lín 79% (váhově: kapr 71%, amur 9%, lín 20%))
 5. Rok 2008 výroba kapřího plůdku s příkrmováním
- Rok 2005 normální příkrmování nezařazují do skupin, protože byla nenormální úroveň ztrát, to je průměrně 33,7 % obsádky.

Porovnání krmných nákladů na 1 kg přírůstku

Ceny - obilovina 3,00 Kč/1kg

- KP-1 5,00 Kč/1kg

ROK	Náklady Kč
2003	11,2
2004	0
2005	7,65
2006	6,2
2007	5,2
2008	37
2009	0
2010	0
2011	0

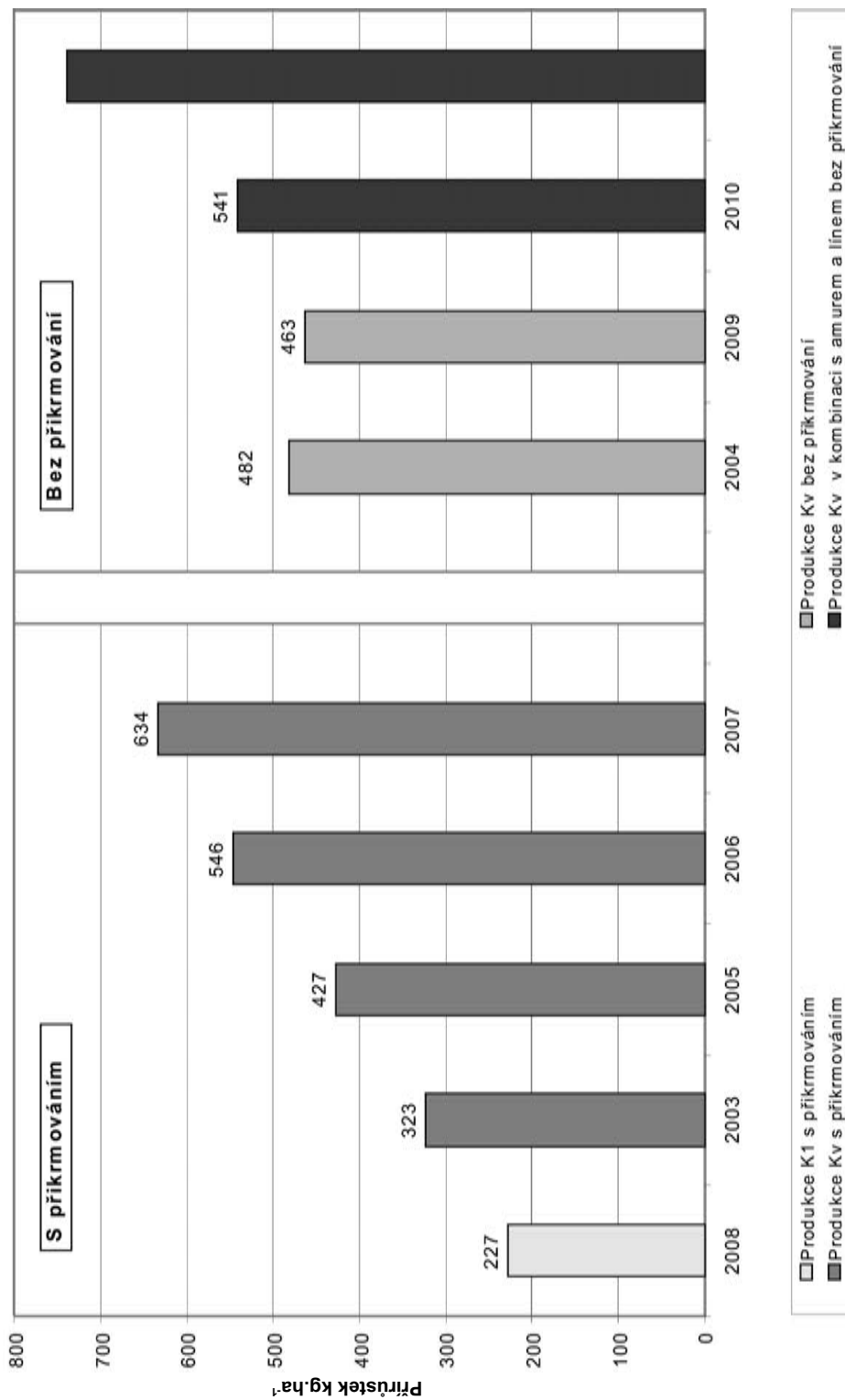
Porovnání jednotlivých skupin podle způsobu odchovu

Skupina	Průměrný přírůstek kg/ha	Spotřeba krmiv kg/ha	FCR	Hodnota přírůstku	Pořadí
1. Pseudorazbora 2003	323	1202	3,72	12044	5
2. Norm. příkrmování 2006, 07	590	1114	1,90	25658	2
3. Bez příkrmování 2004,09	472	0	0	23600	3
4. Smíšená obsádka bez příkrmování 2010, 2011	641	0	0	36550	1
5. Kapří plůdek 2008	227	1682	7,40	13790	4

Agenda:

- 1.) Cena obilovin 3,00,- Kč/1kg, KP-1 5,00 Kč/1kg
- 2.) Hodnota přírůstku K_p , Ab ,... 50 Kč/kg K_l , 100 Kč/kg, L ,... 80 Kč/kg
- 3.) Cena lidské práce příkrmování 500 Kč/1ha/1sezóna
- 4.) Hodnota přírůstku Kč/1ha = (kg přírůstku x cena ryb) – (hodnota krmiva + práce na příkrmování)

Rybník Horák - přírůstky na 1 ha za období 2003-2011



Doporučení pro praxi po zkušenostech z rybníka Horák

- 1.) Rybník s výrobou K_3 , K_v , napustit co nejdříve z důvodu rozvoje přirozené potravy.
- 2.) Průtočné rybníky přistavit, tak aby došlo co k nejmenšímu proplachování planktonu.
- 3.) Dělat veškerá dostupná opatření pro eliminaci pseudorazbory, ale i jiných invazních druhů ryb. Tyto invazní druhy obrovsky snižují ekonomiku chovu včetně nižší výtěžnosti masa ryb. V roce 2003 jsme zjistili nižší výtěžnost oproti roku 2004 o 3,31% u kapřích pŭlek.
- 4.) V případě nejistoty stavu obsádky kapra např. nejasné úhyny – vždy rybník dosadit. (viz rok 2005 ani FCR 2,55 při 33,7% ztrátách se nepodařilo zajistit odpovídající přírůstek).
- 5.) U rybníků plochých, odražených od soustav, se sklonem k zarůstání odzkoušet obsádky Kapr + Amur. Bez přikrmování. Výsledek nejlepší za 8 let pokusů. V případě kombinace s línem byl výsledek ještě lepší.
- 6.) Do rybníků s masivním výskytem pseudorazbory je nutno intenzivně krmit, jinak je výsledek velmi špatný (viz rok 2003). V roce 2003 bylo dosaženo produkce bez přikrmování pouze 78 kg /1.hektaru, což je pouze 16% úrovně let 2004 a 2009.
- 7.) Navrhnout univerzitám zaměřit výzkum na využití polykulturních obsádek v rybnících s přikrmováním a bez něj. Cílem výzkumu je zlevnit výrobu tržních ryb a snížit množství aplikovaných závadných látek do vody.

4

Chov kapra obecného (*Cyprinus carpio L.*) se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin

Zajíc T.¹, Mráz J.¹, Kozák P.¹, Zrostlík J.¹, Picková J.^{1,2}

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz,

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/III, 389 25 Vodňany

² Oddělení kvality masa, Švédská zemědělská univerzita, Uppsala, Švédsko

Úvod

Kapr obecný není s téměř 18 000 tunami pouze nejvíce chovanou rybou v České republice (Mze ČR, 2011). Podle organizace FAO (2011) se jedná o nejvíce chovaný druh celosvětově. Roční produkce dosahuje bezmála 3 000 000 tun. Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje příjem nejméně 1-2 porcí ryb týdně. Při hmotnosti porce 200g to odpovídá roční spotřebě cca 18kg rybiho masa. Spotřeba rybiho masa v ČR je na úrovni 5,5kg, což je hluboko pod doporučovanou hranicí.

Mastné kyseliny jsou karboxylové kyseliny, obvykle s alifatickým řetězcem, který může být nasycený (bez dvojných vazeb) nebo nenasycený (s dvojnými vazbami). Nenasycené mastné kyseliny jsou dále děleny podle počtu dvojných vazeb na mononenasyčené (MUFA) s jednou dvojnou vazbou a polynenasycené (PUFA) s více než jednou dvojnou vazbou. Existují dvě série PUFA, které nemohou být syntetizovány v těle obratlovců (včetně ryb) a jsou pro ně esenciální. Omega 6 série vzniká z linolové kyseliny (18:2n-6) a omega 3 série z α -linolenové kyseliny (18:3n-3). Z těchto dvou prekurzorů vznikají PUFA s delšími řetězci a větším množstvím dvojných vazeb, zejména eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA) kyselina.

Existuje již mnoho důkazů, že omega 3 mastné kyseliny, především EPA a DHA, mají pozitivní a léčivý efekt na lidské zdraví. Byl prokázán jejich pozitivní vliv například na prevenci a rehabilitaci kardiiovaskulárních onemocnění (Simopoulos, 2008; Calder and Yaqoob, 2009). V našich podmínkách byly léčebné účinky masa ryb (konkrétně kapra) popsány studií Adámkové et al., (2011), kdy zvýšený příjem tohoto masa (2x týdně 200 g po dobu 4 týdnů) významně zlepšil hodnoty tukového spektra v krvi pacientů po operaci srdce.

V několika studiích byly zkoumány vlivy prostředí a výživy na kompozici mastných kyselin v tuku kapra (Steffens, 1997). Chov kapra ve střední Evropě je založen na polointenzivním systému chovu s přikrmováním obilovinami, coby zdrojem energie a přirozenou potravou (plankton a bentos), coby zdrojem proteinů pro růst. Obiloviny jsou bohaté na MUFA a kyselinu linolovou (18:2n-6), zatímco plankton a bentos obsahují vysoká množství omega 3 PUFA, včetně EPA a DHA.

Na základě výše uvedených informací vznikl na Fakultě rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity výzkumný záměr, jehož cílem bylo vyvinout takovou technologii chovu kapra, ze které bude výstupem kapří maso s výrazně zvýšeným obsahem omega 3 PUFA. Dalším cílem je celkové zvýšení příjmu masa ryb (kapra) v české populaci. Projekt se zabývá testováním nové krmné směsi KP len, kde důležitou složkou krmiva je lněné extrudované semeno a řepkové výlisky. Směs je navržena a připravena tak, aby měla co nejvhodnější složení tuků a tím zvyšovala podíl omega 3 mastných kyselin v mase kapra. Směs KP len byla vyvinuta jako alternativa k běžně používaným obilovinám a je zde předpoklad, že by je mohla v některých podmínkách zcela nahradit. Používání alternativních zdrojů komponent do krmných směsí v akvakultuře je čím dál častější jev vzhledem k rostoucím cenám rybiho

oleje a k prudkému nárůstu produkce světové akvakultury. Lněný a řepkový olej je běžně používán jako náhrada rybího oleje v krmivech pro lososovité ryby (Steffens, 1997; Zelenka et al., 2003; Torstensen et al., 2004; Pickova and Morkore, 2007). Runge et al., (1987) a Schwarz (1996) hodnotili vliv použitých rostlinných olejů v krmivu na obsah a složení lipidů kapra obecného. Použití lněného oleje způsobilo významné zvýšení obsahu omega 3 kyselin a vhodného poměru omega-3/omega-6. Steffens et al., (2007) testoval použití řepkového oleje v krmivu pro kapra obecného. Skupina krmená peletami s řepkovým olejem měla vyšší obsah omega 3 kyselin a vhodný poměr n-3/n-6. Vliv příkrmování peletami s řepkovým a lněným olejem na kvalitu masa byl také testován s pozitivními výsledky u tržních kaprů v experimentálních rybnících FROV JU (Mráz et al., 2011).

Materiál a metodika

V rámci výzkumu byla vyvinuta krmná směs pro kapra KP len, jejíž složení je chráněno užitným vzorem č. 21926 a technologie chovu kapra se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin, chráněná národním patentem č. 302744 (Mráz et al., 2011).

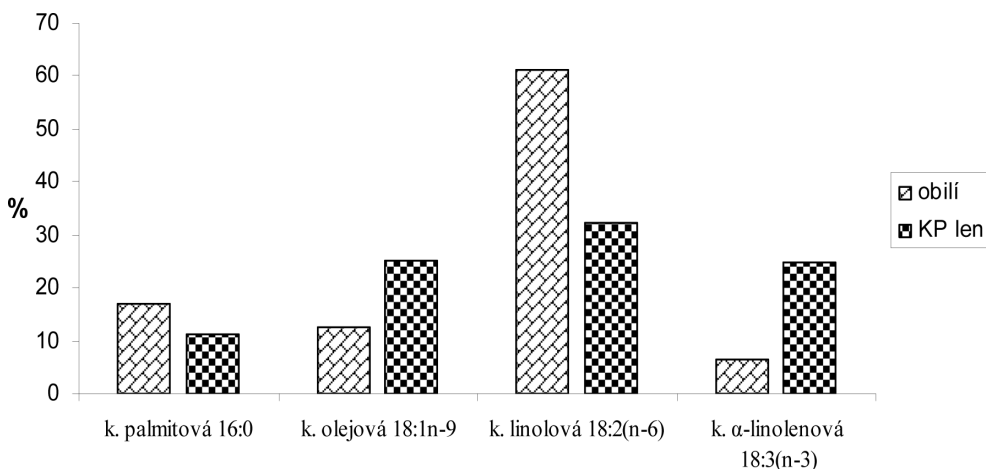
Celý výzkum probíhal ve spolupráci FROV JU, Blatenské ryby spol. s r.o. a Institutem klinické a experimentální medicíny (IKEM).

Chemické analýzy lipidů v rybím masu a krmivu byly provedeny na Švédské zemědělské univerzitě v Uppsale, podle metodiky popsané v Mráz a Picková (2009). Vzorky byly extrahovány hexan-isopropanolem (Hara a Radin, 1978). Mastné kyseliny metylovány (Appelqvist, 1968) a analyzovány plynovou chromatografií (Varian CP3800, Stockholm, Švédsko) vybavenou plemeno-ionizačním detektorem a split injektorem a osazenou (50m délka x 0,22mm průměr x 0,25 μm tloušťkou filmu BPX 70) kapilární kolonou (SGE, Austin, TX, USA) (Fredriksson-Eriksson a Pickova 2007). Mastné kyseliny byly identifikovány pomocí porovnání retenčního času se standardem GLC-461 (Nu-check Prep).

Výsledky

Pro praktické experimenty y tak, aby jejím využitím dosáhly ryby minimálně 50% přírůstku. Srovnání obsahu mastných kyselin v obilovinách a ve směsi KP len udává obr. 1.

Během aplikace krmné směsi KP len v chovu kapra se zvýšeným obsahem omega 3 PUFA nebyly zjištěny rozdíly v růstu nebo přežití ve srovnání s kaprem příkrmovaným obilovinami. Byla provedena rovněž senzorická analýza, která neprokázala signifikantní změny v chuti, vůni, ani konzistenci tohoto masa. Procento výtěžnosti filet nebylo ovlivněno použitou technologií chovu.



Obr. 1: Rozdíly v zastoupení vybraných mastných kyselin v obilovinách a v krmné směsi KP len (v % z identifikovaných).

Mezi lety 2009-2011 nebyly zjištěny významné rozdíly mezi použitím šupinatého nebo lysého typu kapra. Jak v růstu, tak v kompozici mastných kyselin se tyto dva typy lišily jen minimálně a přičítáme to různému složení planktonu a bentosu mezi pokusnými rybníky.

Analýzou kompozice mastných kyselin bylo zjištěno, že není rozdíl mezi skupinami v obsahu SFA (nasyčené mastné kyseliny), ale že ryby přikrmované krmnou směsí KP Len dosahují signifikantně nižšího zastoupení MUFA a především výrazně vyššího obsahu PUFA ve svalovině. Všechny tyto rozdíly jsou potvrzené statistickými testy na hladině významnosti ($p < 0,01$). Kapr přikrmovaný směsí KP Len dosahuje v průměru 2x vyššího obsahu PUFA. Nejmarkantnější jsou rozdíly v obsahu kyselin linolové, α -linolenové, EPA a DHA (obr. 2).

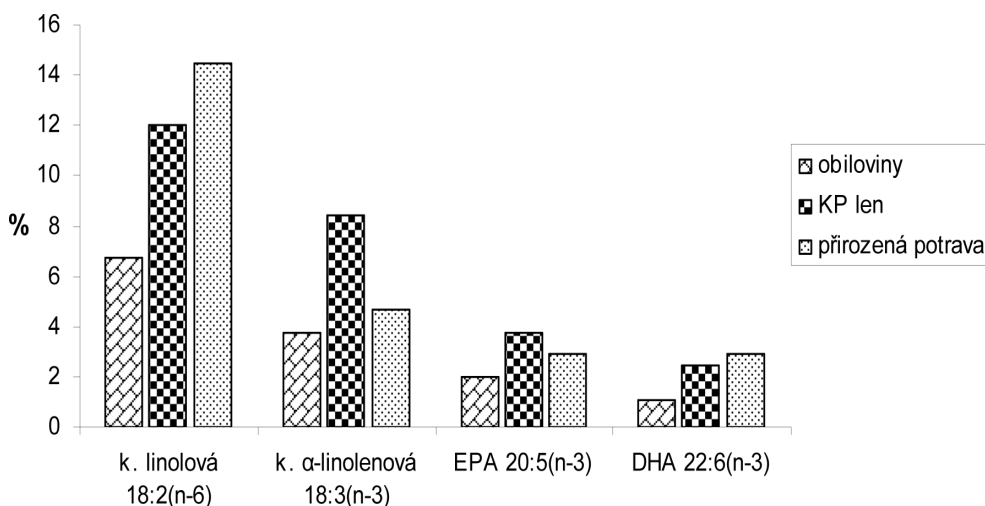
Slovené tržní ryby byly 14 dní sádkovány a poté zpracovány na filety a převezeny do Lázní Poděbrady a.s., kde probíhaly klinické testy na pacientech po operaci srdce. Dobrovolníci dostávali 2x týdně 200g porci masa kapra po dobu 4 týdnů. U skupiny pacientů, kteří dostávali kapra se zvýšeným obsahem omega 3 PUFA došlo k významnému zlepšení sledovaných parametrů a to jak ve srovnání se skupinou bez kapřího masa ve stravě, tak se skupinou, které bylo podáváno maso kapra chované běžnou technologií (Adámková et al., 2011).

Závěr

Během pokusů bylo vyzorováno a následně analýzou potvrzeno, že pokud je krmná směs KP Len aplikována do velmi úživného rybníka, kde není během vegetačního období problém s příjmem potravy obsádkou, pak lze dosáhnout obsahu PUFA přes 25 %, ve srovnání s 10 % PUFA u ryb přikrmovaných obilovinami. Kyseliny EPA (eikosapentaenová) a DHA (dokosahexaenová), které bývají v literatuře uváděny jako nejdůležitější, mají taktéž významně vyšší zastoupení ve svalovině kapra, na kterém je testována krmná směs KP Len.

Krmná směs KP Len není ekologickou zátěží pro rybníční prostředí, protože obsahuje výhradně přírodě blízké a snadno rozložitelné komponenty.

Chov kapra se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin lze na základě výsledků projektu doporučit rybníkářským subjektům. Touto cestou lze dosáhnout vyšší kvality svaloviny, použítá technologie zvýší přidanou hodnotu na mase takto chovaných ryb a podnik získá významnou marketingovou a reklamní výhodu.



Obr. 2: Zastoupení vybraných mastných kyselin v tuku kapra obecného v procentech z identifikovaných mastných kyselin.

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory projektů CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024; GAJU 047/2010/Z; GAJU 048/2011/Z a projektu Mze ČR NAZV - QH92307.

Použitá literatura

- Adámková V., Kačer P., Mráz J., Suchánek P., Picková J., Králová Lesná I., Skibová J., Kozák P., Mařatka V.**, 2011. The consumption of the carp meat and plasma lipids in secondary prevention in the heart ischemic disease patients. *Neuroendocrinology Letters* 32 (suppl. 2), 17-20.
- Appelqvist L.A.**, 1968. Rapid methods of lipid extraction and fatty acid methyl ester preparation for seed and leaf tissue with special remarks on preventing accumulation of lipid contaminants. *Ark Kemi*. 28, 551-570.
- Calder P.C., Yaqoob P.**, 2009. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes. *Biofactors* 35, 266-272.
- FAO**, 2011. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service [online] zdroj: <http://www.fao.org/>, [datum citace 13.1.2012].
- Fredriksson-Eriksson S., Pickova J.**, 2007. Fatty acids and tocopherol levels in M-longissimus dorsi of beef cattle in Sweden a comparison between seasonal diets. *Meat Sci*. 76, 746-754.
- Hara A., Radin N.S.**, 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Anal Biochem*. 90, 420-426.
- Mze**, 2011. Situační a výhledová zpráva ryby. [online] zdroj: http://eagri.cz/public/web/file/138731/RYBY_2011.pdf, [datum citace 13.1.2012].
- Mráz J., Picková J.**, 2009. Differences between lipid content and composition of different parts of fillets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 35(4), 615-623.
- Mráz J., Picková J., Kozák P.**, 2011. Krmivo pro kapra obecného a způsob chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin. Patent. Úřad průmyslového vlastnictví, č. 302744.
- Mráz J., Picková J., Kozák P.**, 2011. Krmivo pro kapra obecného. Uživatelský vzor č. 21926, Úřad průmyslového vlastnictví.
- Mráz J., Máchová J., Kozák P., Picková J.**, 2011. Lipid content and composition in common carp – optimisation of n-3 fatty acids in different pond production. *J Appl Icht* (v tisku).
- Pickova J., Morkore T.**, 2007. Alternate oils in fish feeds. *Eur J Lipid Technol*, 109, 256-263.
- Runge G., Steinhart H., Schwarz F. J., Kirchgessner M.**, 1987. Influence of different fats with varying addition of α -tocopheryl acetate on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fat Sci Technol*, 89, 389-393.
- Schwarz F. J.**, 1996. Influence of dietary fatty acid composition and vitamin E on fatty acids and α -tocopherol in carp (*Cyprinus carpio* L.). *Arch Anim Nutr* 49, 63-71.
- Simopoulos A. P.**, 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.* 233, 674-688.
- Steffens W.**, 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture* 151, 97-119.
- Steffens W., Wirth M.**, 2007. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquacult Int* 15, 313-319.
- Torstensen B. E., Froyland L., Lie O.**, 2004. Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil – effects on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities. *Aqua Nutr* 10, 175-192.
- Zelenka J., Fajmonová E., Komprda D., Šarmanová I.**, 2003. Effect of dietary linseed and sunflower oil on cholesterol and fatty acid contents in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Czech Journal of Animal Science*, 48, 321-330.

5

Zkušenosti s intenzivním chovem okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a candáta obecného (*Sander lucioperca*)

Vlastimil Stejskal

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Ústav akvakultury

Úvod

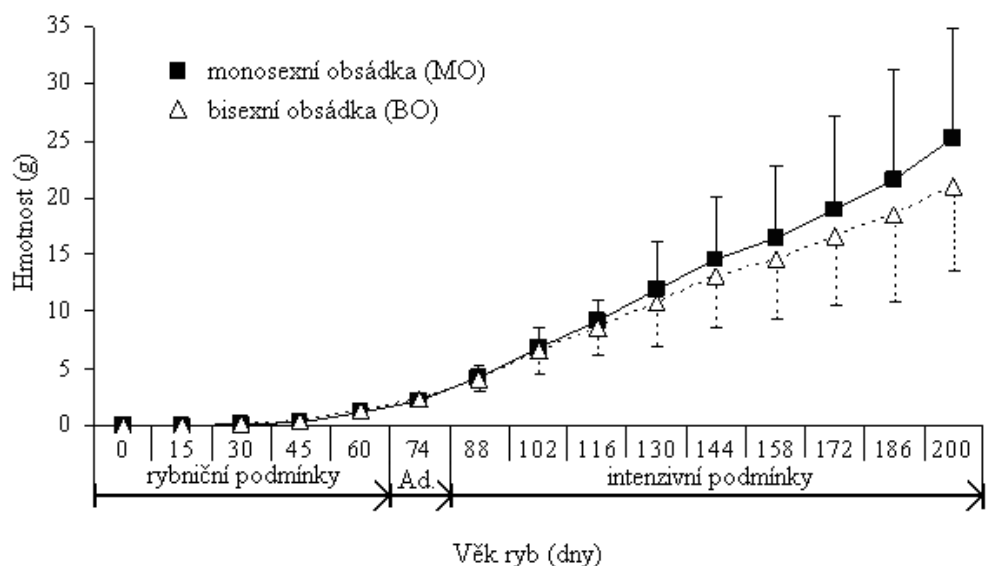
Aplikovaný výzkum v oblasti intenzivního chovu našich okounovitých druhů ryb, jmenovitě okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a candáta obecného (*Sander lucioperca*) je řešen v České Republice od roku 2001 (Hillerman a kol., 2001). Problematice se věnují pracoviště Ústavu akvakultury v Českých Budějovicích a Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického pod hlavičkou Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a dále pak na Ústavu zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

Adaptace rybničně odchovaného plůdku na intenzivní chov

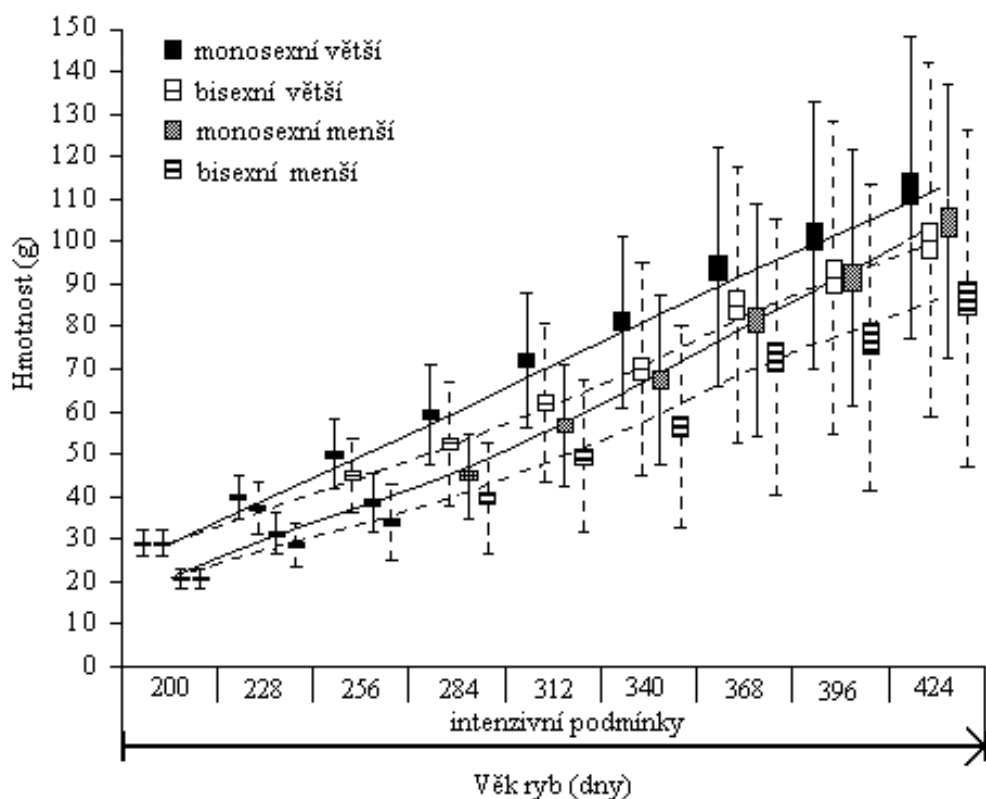
V počátcích jsme se orientovali především na adaptaci plůdku okouna odchovaného v rybničních podmínkách na řízené prostředí intenzivních chovů, především změněnou dietu (granulované krmivo a zhuštěné obsádky). Z výsledků vyplývá, že při potravní adaptaci je vhodné v prvních dnech použít vlhčené granule (Stejskal a kol., 2006), v pozdějších postupech se velmi osvědčilo použití mixu krmné směsi (komerčně dostupných pelet) a rozmražených patentek (*Chironomus* sp.). Prakticky stejný postup je v současnosti praktikován i při převodu rybničně odchovaného plůdku candáta obecného. Dalším testovaným faktorem byla schopnost adaptace různě velkého plůdku okouna po prvotním odchovu v rybničních podmínkách. Pro úspěšný převod plůdku okouna lze použít již ryby o hmotnosti 0,3 -0,5 g (Stejskal a kol., 2007). Candáta lze adaptovat ve stejné hmotnosti (Stejskal a kol., nepublikováno)

Produkce monosexních samičích obsádek

Po zvládnutí metody adaptace rybničně odchovaného rychleného plůdku okouna byla věnována pozornost možností zvýšení růstu v rámci intenzivního chovu okouna. U ryb obecně existuje několik možností jak zrychlit růst chovaných ryb. Patří mezi ně mezidruhová hybridizace, triploidizace a manipulace s pohlavím ryb (chov monosexních obsádek). U okouna říčního, stejně jako u candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) a blízce příbuzných severoamerických druhů (*P. flavescens* a *S. vitreum*) jsou jikernačky preferovaným rychleji rostoucím pohlavím. Proto byly testovány růstové schopnosti monosexních obsádek v porovnání s klasickými bisexními obsádkami. Experimentální monosexní (MO) obsádka byla založena výtěrem 15 ks jikernaček normální populace a 20 ks maskulinizovaných jikernaček (tvz. neomales.), to jest jikernaček produkujících sperma. Identifikace hormonálně zvrácených jikernaček byla provedena dle vnější morfologie gonád (Stejskal a kol., 2009b) a pro reprodukci byly použity pouze žlázy s uzlíčkovitou strukturou nepárového orgánu. Paralelně byla založena bisexní obsádka (BO), původem od 20 jikernaček a 15 mlíčáků stejného původu. Počáteční odchov probíhal na přirozené potravě v 6 pokusných rybnících (2 skupiny po třech opakováních). Výlov, transport a adaptace ryb na intenzivní podmínky byl proveden podle metodiky (Stejskal a kol., 2006; Policar a kol., 2009; Stejskal a kol. 2010a). Experiment v intenzivních podmínkách byl rozdělen na odchov juvenilů a chov tržních ryb.



Obr. 1: Růst larev a juvenilů (průměr ± S.D.) monosexní samičí (n=3) a bisexuální (n=3) obsádky během rybníčního odchovu a během odchovu v intenzivních podmínkách. Ad. = fáze adaptace.



Obr. 2: Porovnání růstu monosexní obsádky a bisexní obsádky se srovnatelnou počáteční hmotností (30 g), respektive (20 g) v průběhu odchovu tržních okounů.

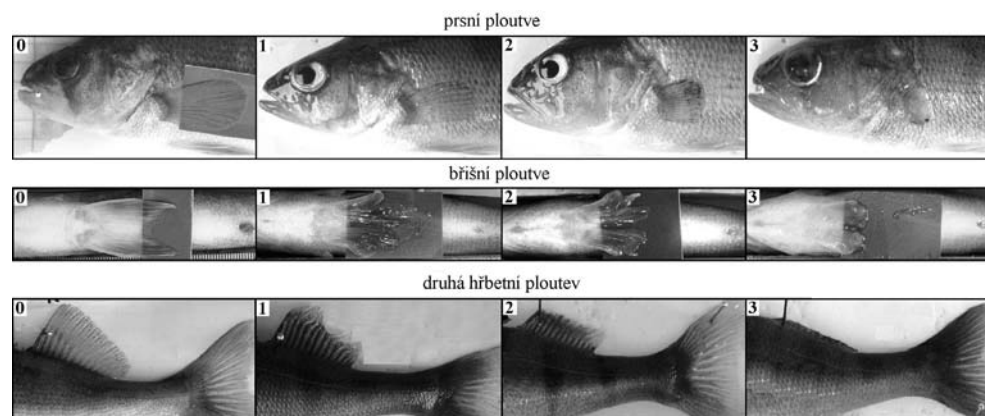
Po 126 dnech odchovu v intenzivních podmínkách (věk 200 dnů) byla ukončena první část odchovu juvenilních ryb. V navazujícím experimentu byly nasazeny 2 různé velikostní skupiny monosexní i bi-sexní obsádky okouna. Celkem tedy 4 pokusné skupiny vždy ve třech opakováních.

Z výsledku (Obr. 1. a Obr. 2.), je evidentní, že chov celosamičích obsádek okouna má praktický význam pro chovatele v podobě vyššího růstu (Stejskal a kol., 2009b). Využití stejné techniky v chovu candáta je poměrně komplikované, protože *testes* hormonálně zvrácených jikernaček nelze morfologicky odlišit od normálních mlíčáků.

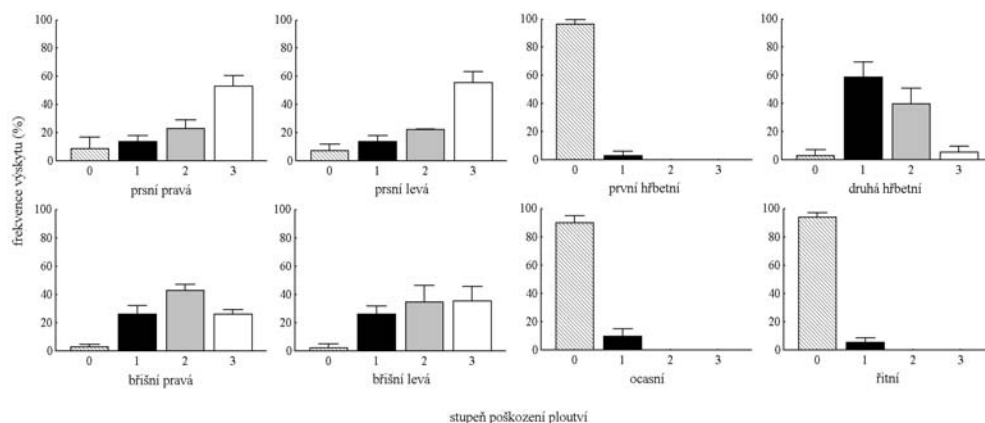
Zdravotní problémy při chovu

Mezi negativní projevy chovu okouna v intenzivních podmínkách patří poškozování ploutví (Stejskal a kol., 2010b; Stejskal a kol., 2011b). V populaci intenzivně chovaného okouna ($n = 300$) byl porovnána míra poškození všech ploutví s mírou poškození ploutví kontrolních okounů z rybníčních podmínek ($n = 30$). Pro porovnání byl použit čtyřbodový fotografický klíč (Obr. 3.) a měření maximální délky jednotlivé ploutve.

První hřbetní ploutev byla nejméně poškozovaná ploutví ve rámci intenzivně chovaných ryb, přičemž 93 % ryb nevykazovalo známky poškození. Nejvíce poškozované byly párové ploutve, kde pouze



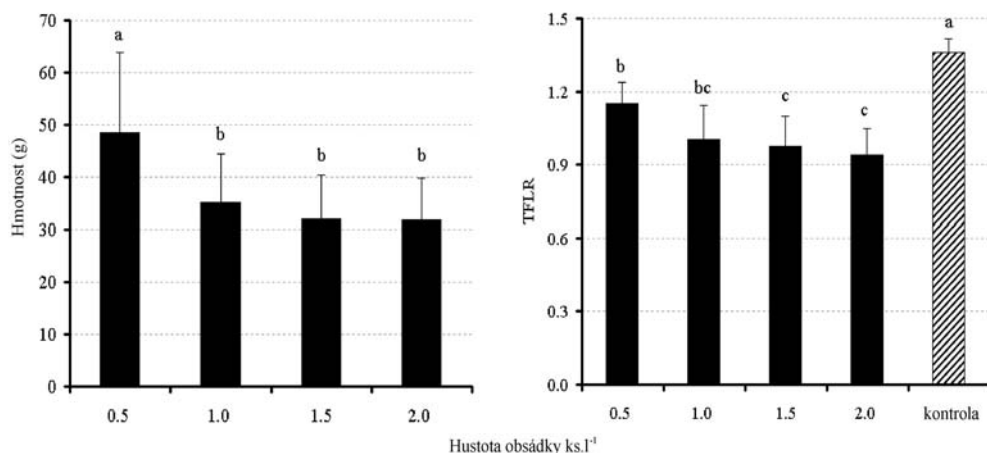
Obr. 3: Stupně poškození jednotlivých ploutví v populaci intenzivně chovaného okouna.



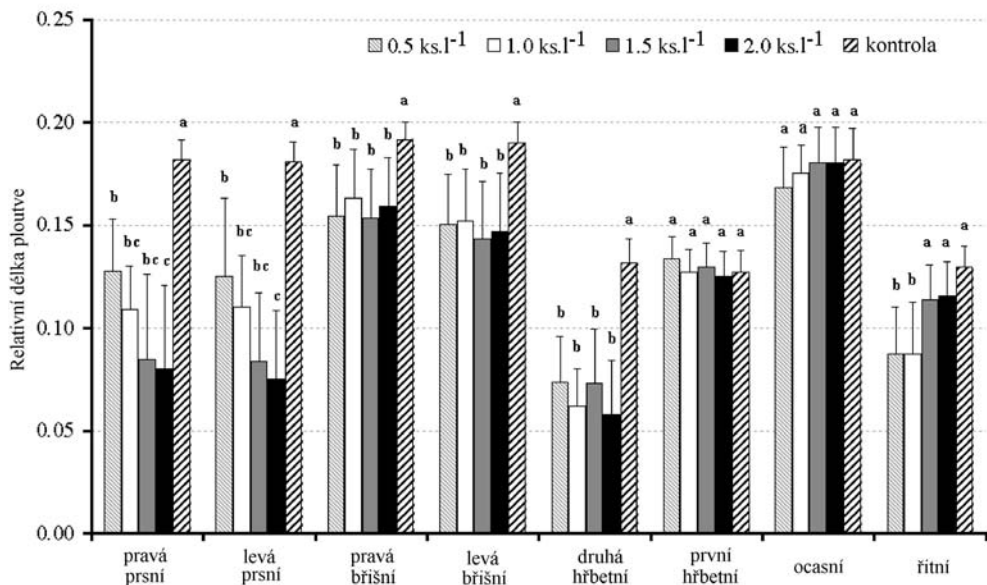
Obr. 4: Stupně poškození jednotlivých ploutví v rámci intenzivně chovaného okouna (% výskytu ryb s poškozením ploutve příslušného stupně).

7% prsních, respektive 2% břišních, zůstaly bez poškození (Obr. 4). Rozdíly mezi intenzivně chovanými a extenzivně chovanými rybami nebyly nalezeny v délce první hřbetní a ocasní ploutve. Prsní, druhé hřbetní, břišní a řitní ploutve intenzivně chovaných okounů byly redukovány až o 52, 49, 35 a 28%, respektive.

Faktorem, který se mimo jiné podepisuje na poškození ploutví intenzivně chovaných ryb je i hustota obsádky (Stejskal a kol., 2011a). Proto byl proveden pokus během, kterého byli okouni chováni v různých hustotách při zachování optimálních podmínek chovu z hledisky fyzikálně chemických parametrů vody. Z výsledků (Obr. 5. a Obr. 6.) je zřejmé, že hustota obsádky má vliv na poškození ploutví.

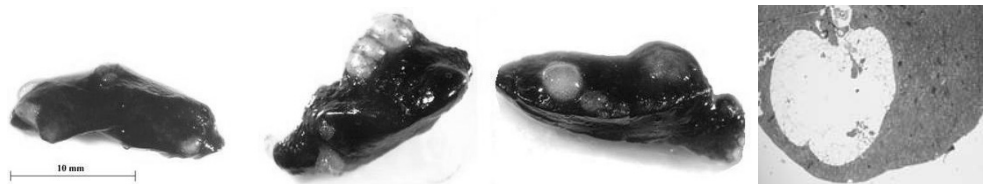


Obr. 5: Hmotnost na konci pokusu a poměr celkové délky všech ploutví k standardní délce těla (TFLR) u okounů chovaných v různých hustotách.



Obr. 6: Relativní délka jednotlivých ploutví (poměr délky ploutve k standardní délce těla) u okounů chovaných v různých hustotách

Zcela specifickým zdravotním problémem, který se vyskytl u části populace intenzivně chovaného okouna, je lipidóza sleziny (Stejskal a kol., 2009c). K nálezům lipomů došlo v pěti různých případech během experimentů spojených s chovem okouna říčního. Během experimentálních odchovů byly ryby chovány v optimálních podmínkách pro jejich intenzivní chov (Polícar a kol., 2009).



Obr. 7: Makroskopický náhled na lipidózu sleziny okouna a histologický řez slezinou s lipomem.

Frekvence výskytu lipomů v populaci okouna vzrůstala s věkem od prvního záchytu z počátečních 5% (věk 15 měsíců) až na maximální 20% (22 měsíců). Celkem bylo vyšetřeno na přítomnost lipomů 553 ryb. Rovněž bylo provedeno histologické vyšetření, které prokázalo přítomnost tukových ložisek u dalších 30% ryb u kterých nebyl nález zachycen makroskopicky. Ryby s lipidózou sleziny nevykazovaly nižší růst či přežití. Rozdíl nebyl zaznamenán ani v akumulaci abdominálního tuku. Naopak rozdíly byly zaznamenány v hepatosomatickém a splenosomatickém indexu, kdy ryby s lipidózou vykazovaly vyšší hodnoty. Ve stejných podmínkách a při krmení stejnou krmnou směsí byli chováni i okounci pstruhoví (*Micropterus salmonidii*) u kterých nebyla lipidóza sleziny zaznamenána (n=100).

Kvalita finálního produktu

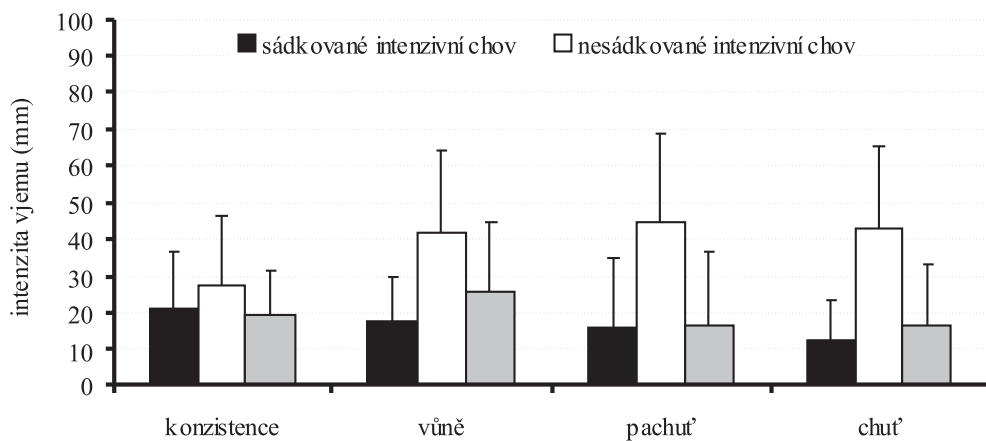
Kvalita masa intenzivně chovaných ryb je stále předmětem častých diskusí. Intenzivně odchované ryby (okoun i candát) byly podrobeny analýze textury masa, sensorické analýze a stanovení profilu mastných kyselin.

Pro analýzu textury masa candáta bylo porovnáno 20 vzorků (od 20-ti různých ryb), v rámci dané skupiny ryb (intenzivně a extenzivně odchované ryby), čerstvých vzorků candáta odebraných z dorsální části filetu. Vzorek byl čtvercového tvaru 50x50 mm. Vzorky byly před měřením uchovány v izotermické nádobě při teplotě 10 °C. Vlastní měření textury masa candátů probíhalo na texturometru TA.XT Plus s využitím válcové sondy P 75.

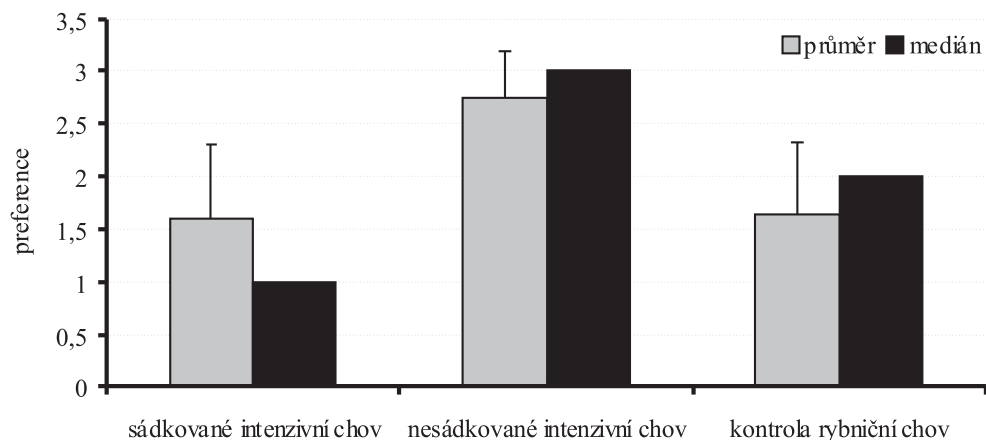
Vzorky svaloviny (filet bez kůže) byly analyzovány na spektrum mastných kyselin (MK). Stanovení probíhalo metodou plynové chromatografie na přístroji Varian 3300 (30 x 0,53 mm) a 0,25 μm tloušťce filmu (OMEGAWAX 530). Podrobná metodika je dostupná v publikaci Stejskal a kol. (2010). Celková doba analýzy byla 30 min. Celkem bylo porovnáno 10 vzorků od každé skupiny (n=20).

U candáta byly porovnány nesádkované ryby původem z intenzivních podmínek recirkulačního systému, ryby ze stejných podmínek sádkované 10 dní v pitné vodě a ryby kontrolní z rybníčních podmínek. Vzorky pro sensorickou analýzu byly připraveny podle stejné metodiky jako při hodnocení vzorků okouna (Stejskal a kol., 2008; Stejskal a kol., 2011c). Použita byla nestrukturovaná hédonická stupnice. Organoleptické hodnocení se provádělo v panelu 11 osob ve třech opakováních v rozmezí 30 min. Stejně vzorky byly podrobeny ještě preferenční zkoušce, během které hodnotitel přidělil každému vzorku pořadí od 1 do 3 (1=nejlepší)

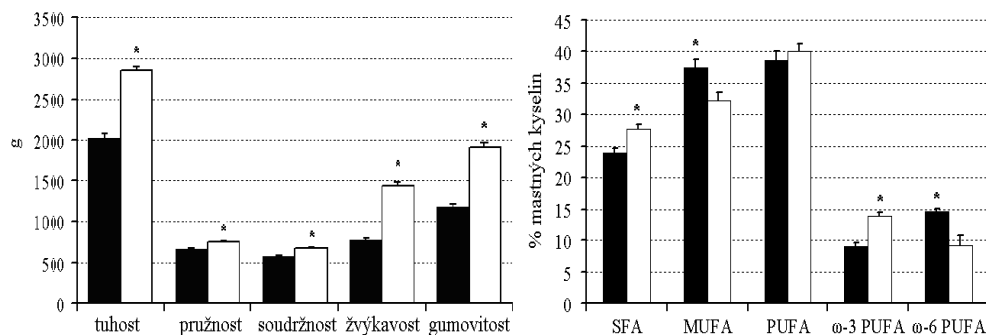
Výsledky sensorické analýzy znázorňují grafy (Obr. 8 a Obr. 9). Nutno dodat, že candáti pro sensorickou analýzu pocházeli z intenzivního chovu s výrazně nižším stupněm mechanické filtrace (v porovnání s výsledky u okouna). V rámci texturních vlastností nebyly shledány rozdíly v soudržnosti a elasticitě masa. Rozdíly avšak bez statistické průkaznosti byly zjištěny v případě tuhosti a gumovitosti.



Obr. 8: Sensorické hodnocení (párová zkouška) filet candata obecného původem z intenzivního a extenzivního chovu včetně vlivu sádkování ryb



Obr. 9: Sensorické hodnocení (preferenční zkouška) filet candata obecného původem z intenzivního a extenzivního chovu včetně vlivu sádkování ryb



Obr. 10: Porovnání texturních vlastností a profilu mastných kyselin v masce intenzivně a extenzivně odchovaného okouna. Černé sloupce značí intenzivní chov.

Profil hlavních skupin mastných kyselin v masě candáta je uveden v tabulce (Tab. 1.). Je patrné, že systém odchovu má výrazný vliv na zastoupení jednotlivých mastných kyselin. V zásadě mají výsledky profilu mastných kyselin, při porovnání odchovných systémů, u okouna i candáta stejnou tendenci (Tab. 1. a Obr. 10.).

Tabulka 1

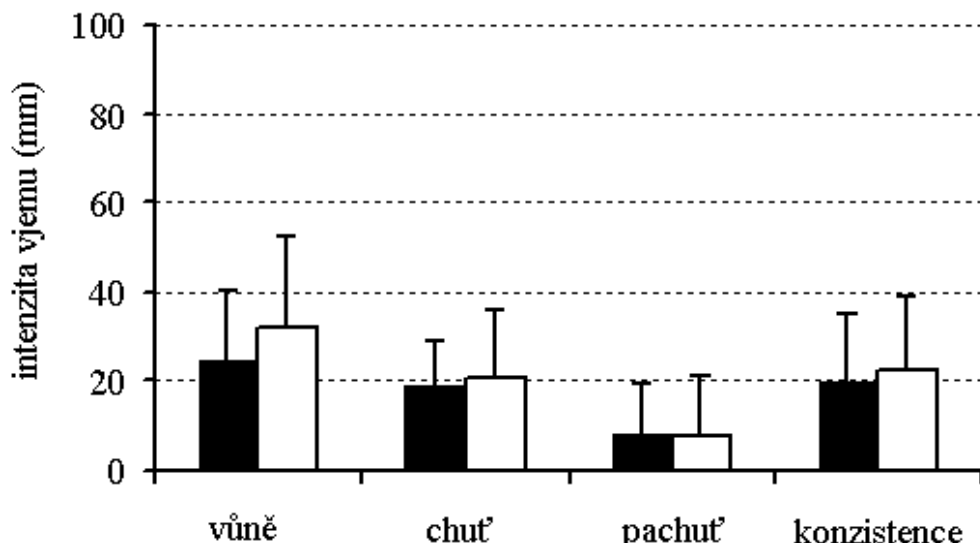
Procentické zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin v masě candáta.

Nasycené (SFA), mononenasycené (MUFA), polynenasycené (PUFA) mastné kyseliny.

Eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA).

vzorec MK	Intenzivní chov				Extenzivní chov			
	průměr	SD	max	min	průměr	SD	max	min
Σ SFA	25,2	1,2	26,5	23,2	29,0	1,2	30,0	25,9
Σ MUFA	42,0	2,2	45,4	38,1	28,2	4,2	36,8	23,5
Σ PUFA	32,8	1,3	35,7	31,2	42,8	3,8	46,9	34,6
Σ ω3	18,9	1,6	22,5	16,9	30,0	4,7	34,8	20,9
Σ ω6	12,0	0,5	12,8	11,3	10,5	1,3	12,8	9,0
Σ ω3 : ω6	1,6	0,2	1,9	1,4	2,9	0,7	3,6	1,8
EPA : DHA	0,5	0,0	0,5	0,4	0,3	0,1	0,4	0,2
Σ cis	71,1	1,1	73,4	69,9	65,7	0,9	68,2	64,9
Σ trans	0,2	0,0	0,2	0,2	0,5	0,1	0,6	0,3

U intenzivně odchovaného okouna byly provedeny stejné analýzy jako v případě candáta, takže metodika pro stanovení textury, sensorických vlastností a profilu mastných kyselin. Opět bylo provedeno porovnání s rybami získanými klasickým rybníčním chovem v polykultuře s kaprem. Lišily se pouze počty analyzovaných vzorků. Pro analýzu textury masa bylo použito 20 vzorků pro každou skupiny



Obr. 11: Sensorické hodnocení (párová zkouška) filetu okouna původem z intenzivního a extenzivního chovu. Černé sloupce značí intenzivní chov.

(intenzivní chov a extenzivní chov). Pro sensorickou analýzu (11 hodnotitelů) bylo použito 11 vzorků ve třech opakováních, celkem tedy 33 stanovení pro každou skupinu. Stanovení profilu mastných kyselin bylo provedeno na 10 vzorcích od každé skupiny okounů.

Z výsledku analýzy textury je patrné, že na rozdíl od candáta, v případě okouna měl odchovný systém výrazný vliv na všech stanovované parametry textury (Obr. 10). Při porovnání sensorických vlastností filet okouna nebyly zjištěny rozdíly mezi odchovnými systémy (Obr. 11).

Poděkování

Práce byla podpořena projekty MSM (6007665809), NAZV Projects (QH 71 011 a QI101C033), GAJU (047/2010/Z) a CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024).

Literatura

- Hillerman J., Mareš J., Kouřil J., 2001: Odchov plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis*) Přehled. Buletin VÚRH Vodňany., 4: 107-113
- Stejskal V., Kouřil J., 2006. Potravní adaptace plůdku okouna na podmínky intenzivního chovu. Bulletin VÚRH Vodňany 42 (1): 18-24
- Stejskal V., Polícar T., Musil J., Kouřil J., 2007. Adaptace různých velikostí plůdku okouna říčního na umělé krmivo. Bulletin VÚRH Vodňany, 43(1): 41-46
- Stejskal V., Vejsada P., Vácha F., Kouřil J., Hamáčková J., Cepák M., 2008. Porovnání výtěžnosti a sensorických vlastností masa okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) chovaného v intenzivním a extenzivním systému. Bulletin VÚRH Vodňany, 44(2): 37-43
- Polícar T., Stejskal V., Bláha M., Alavi S.M.H., Kouřil J., 2009a. Technologie intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) Edice Metodik (Technologická řada), VÚRH JU Vodňany, č. 89, 51s.
- Stejskal V., Kouril J., Polícar T., Hamackova J., Musil J., 2009b. The growth pattern of all-female perch (*Perca fluviatilis* L.) juveniles – is monosex perch stock beneficial? Journal of Applied Ichthyology 25, 432-437
- Stejskal V., Svobodová Z., Kouřil J., Kolářová J., Tichý F., 2009c. Fatty alterations in spleen of intensively cultured Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). In: EAFP (eds.): EAFP International Conference on Diseases of Fish and Shellfish, Prague (Czech Republic), September 14 – 19, 2009, s. 433.
- Stejskal V., Polícar T., Bláha M., Křišťan J., 2010a. Produkce tržního okouna říčního (*Perca fluviatilis*) kombinací rybníčního a intenzivního chovu. Edice Metodik, FROV JU, Ověřená technologie, č. 105, 27 s.
- Stejskal V., Polícar T., Křišťan J., Kouřil J., Hamáčková J., 2010b. Kondice ploutví u intenzivně chovaného okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). In: Vykusová, B., Dvořáková, Z., (eds.): Sborník referátů z XII. České ichtyologické konference, Vodňany, p. 57
- Stejskal V., Blaha M., Kouřil J., Křišťan J., Polícar T., 2011a. Effect of stocking density on fin condition in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). Diversification in Inland Finfish Aquaculture, Písek, 16th-18th May 2011, p. 37
- Stejskal V., Polícar T., Křišťan J., Kouril J., Hamackova J., 2011b. Fin condition in intensively cultured Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). Folia Zoologica 60, 122-128.
- Stejskal V., Vejsada P., Cepák M., Špička M., Vácha F., Kouřil J., Polícar T., 2011c. Sensory and textural attributes and fatty acid profiles of fillets of extensively and intensively farmed Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). Food Chemistry 129, 1054-1059.

6

Model výživy rybníční biocenózy s ohledem na celkový fosfor

Pavel Hartman

*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: phartman@frov.jcu.cz*

Úvod

Rybníční akvakultura v zemích koruny české je proces relativně velmi stabilizovaný, s vysokým stupněm konzervatismu, vyplývající především z přírodních podmínek a tradice této činnosti. Z retrospektivy minulého půlstoletí vyplynulo mnoho změn. Objem produkce, se zvýšil z padesátých let minulého století do současnosti cca sedminásobně. Tento vývoj byl podmíněn především

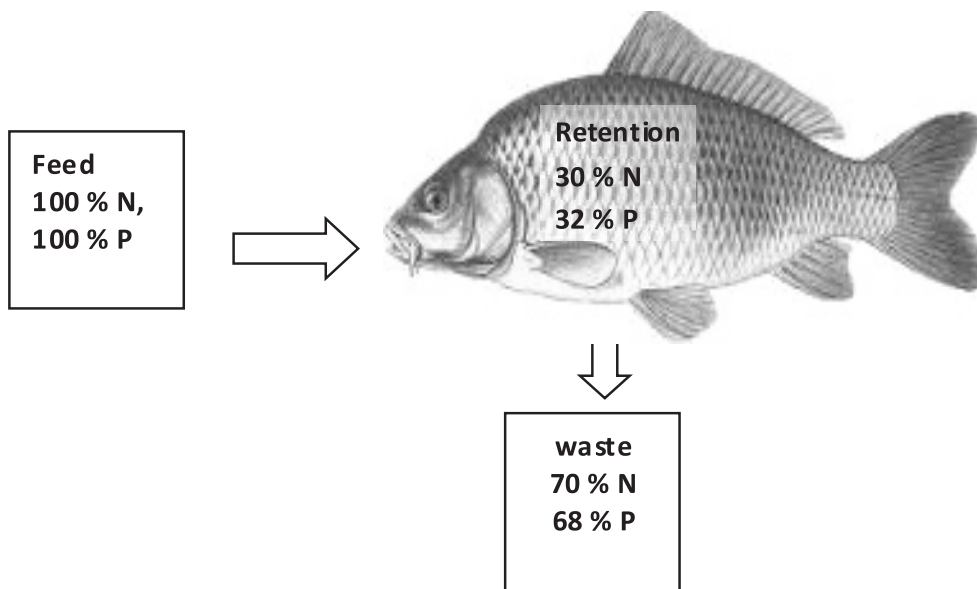
- uplatněním výsledků bádání v řadě oblastí rybníční akvakultury např. – v biotechnologii indukované reprodukce, výživy a účinné prevence při odchovu ryb jak v rybnících, tak i ve zvláštních zařízeních, dále
- uplatněním technického vybavení procesu rybníční akvakultury po stránce investic do rybníků, strojů a zařízení, včetně dopravních prostředků a investic do zpracování za účelem přidané hodnoty u výrobků z ryb.

Nelze opomenout změnu vlastnických vztahů k rybníkům v 90. letech min. století, která se odrazila především na struktuře, rozmanitosti a intenzitě rybníční produkce.

Z hlediska komplexu znalostí chovu ryb v rybnících se jeví jako nedostatečně probádaná oblast výživy rybníční akvakultury. Termínem „Výživa rybníční akvakultury“ tak jako výživa rostlin v zemědělské výrobě, se má na mysli kvalitativně nový způsob hnojení rybníků, který vedle aplikace živin sleduje také jejich konverzi do biomasy ryb a vazbu na povodí rybníků z pohledu ochrany povrchových vod. Tento záměr je vyvolán nezadržitelně sílícím tlakem na řešení kvality povrchových vod, který vyústí do připravované právní normy na úrovni vyhlášky k §39 zákona o vodách. Vyhláška má řešit použití závadných látek – krmiv pro chov ryb a hnojiv pro výživu rybníční biocenózy. Pojmem „závadné látky“ pro krmiva a hnojiva k chovu ryb byl zaveden již v roce 1973 zákonem č. 138/73 Sb. o vodách. V Jihočeském regionu je tento tlak akcentován především v souvislosti s údolní nádrží Orlík, která je sběračem povodí představující 20 955 ha rybníků členů Rybářského sdružení ČR a vzhledem k řadě jiných subjektů s chovem ryb je výměra rybníčních vod ještě vyšší a představuje 22575 ha. Podle „Studie proveditelnosti“ EIAServis s.r.o. prezentované na konferenci v Písku, dne 4. 10. 2011, z podkladů Akademie věd ČR, v.v.i., Hydrobiologického ústavu České Budějovice, 2010, („Bilance zdrojů fosforu a dusíku v povodí nádrže Orlík“) vyplývá roční přísun 49-53 t č.ž. cP jenom z rybníků. Roční výlov z této plochy (20 955 ha) představoval v roce 2010 celkem 9895 t ryb, při průměrném celkovém přírůstku ryb 472 kg.ha⁻¹ (údaje za RS ČR). Součástí povodí jsou také statisíce hektarů zemědělské půdy.

Literatura

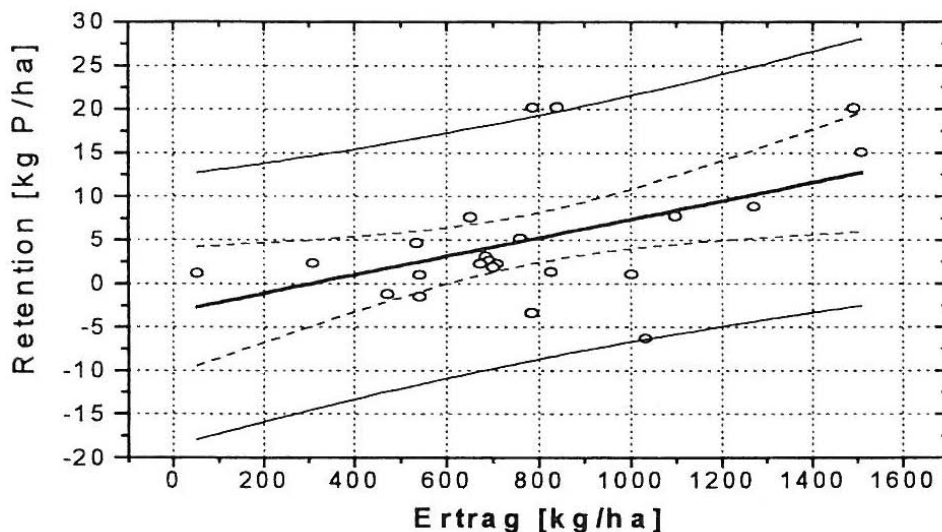
Vodohospodář a ochránci přírody zabývající se vlivem fosforu na povodí, obviňují mimo jiné také rybáře z ovlivňování rozvoje vodních květů – sinic. Z tohoto hlediska je negativně hodnoceno především přikrmování obsádek obilovinami, vzhledem ke skutečnosti, že fosfor (dále jen P, nebo cP celkový fosfor) vázaný v bílkovinách obilovin je kaprem jen velmi málo stravitelný a to na 25-28 % (na rozdíl od P v přirozené potravě) a je proto recipročně ze 72-75 % vylučován do prostředí (Steffens, W., 1985). Podle tabulek NRC (US Nacional Research Conncil pro výživu ryb -1993) představuje retence cP z obilovin kaprem pouhých 25 %. Poněkud vyšší retenci fosforu z obilovin uvádí Jirásek et. al. 2005



Obrázek 1: Schéma konverze dusíku a fosforu kaprem (podle Jiráska et al., 2005, upravil Hlaváč D., 2012)

a to ve výši až 32%. Stravitelnost cP rostlinného původu je podle Steffense, W., 1985 ovlivňována řadou faktorů od teploty a nasycení vody kyslíkem počínaje, podílem přirozené potravy, obsahem tuků a fází růstu kapra konče.

Využití živin a také cP z uhlíkatých hnojiv je při přiměřených dávkách do rybníční biocenózy a posléze do přírůstku ryb významně příznivější (Hartman, P., 2010). Vodohospodáři proto navrhují útlum produkce ryb v rybnících a jeho vyrovnání náhradami – dotacemi, bez hlubších analýz dopadů na tento obor v rezortu zemědělství. Na druhé straně si musí profesní rybáři uvědomovat, že voda je přírodním bohatstvím, pitná voda je hodnocena jako „vzácný statek“ s nejvyšším stupněm ochrany.



Obrázek 2: Pozitivní korelace mezi ($r=0,49$; $p=0,009$) mezi retencí fosforu a hmotností výlovů 23 rybníků

Tak jako u nás v současné době, v Německu docházelo podle prof. Knösche, R. a kol. 1998, již v závěru 90. let ke kontroverzním diskuzím o negativním působení rybníkářského hospodaření na povodí pod rybníky. Cílem jejich práce bylo zjistit do jaké míry rybníky zatěžují povodí především nadbytečným fosforem. Bylo založeno sledování na 23 rybnících ve 3 státech Německa (Saska, Braniborska a Bavorska). Byl porovnáván cP v přítoku a odtoku rybníků a bylo zjištěno, že 1 ha rybníční plochy ročně zadržuje o 680 g cP více než je jeho příjem. Při výlovu ryb do roční produkce 1,5 t.ha⁻¹ je celková roční retence cP 5,1 kg P na 1 ha rybníční plochy. Obdobně tomu je o řád výše i u minerálního dusíku (mN).

Fosfor zůstává v nově vytvořené vrstvě bahna cca 1 mm za 1 rok a tento čerstvý sediment obnáší 500 mg cP.l⁻¹, v samotném spodním bahně je podle Knösche R. a kol., 1998 (zdroj Schäperclaus a Barthelmes) obsah od 100 do 1000 mg cP . l⁻¹. Jeden ha rybníčního sedimentu na jílovitém podloží pak zadržuje řádově 100 až 2000 kg cP.

Zbytková voda při výlovu technologicky podmíněně nese vysokou koncentraci vzplývavých látek (bahenní zákal), což negativně působí na níže ležící povodí jak uvádí autoři. Z 1 ha rybníka odteče výlovem zákal v množství 2,78 ± 1,65 kg sušiny veškerých látek (TS – Total Substanz). Přísun zeminy srážkami z 50 ha zemědělské půdy z povodí příslušného na 1 ha rybníka (zvlněná oblast Saska) činí 1,1 t ročně. Odtok veškerých látek není tedy ani 1% jeho přísunu. Autoři konstatovali, že odtok veškerých látek a s tím i živin cP je minimální a představuje pouze 0,16±0,21 % retence cP. Závislost mezi výší odneseného cP při výlovu byla zjištěna až nad 1 - 1,5 t přírůstu ryb na 1 ha.

a/

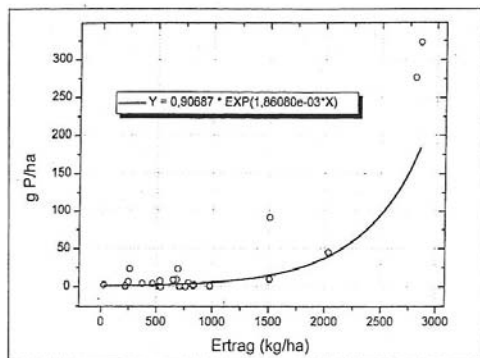


Abbildung 8: Abhängigkeit der Phosphorfrachten während der Abfischung vom Ertragsniveau der Teiche (R² = 0,39)

b/

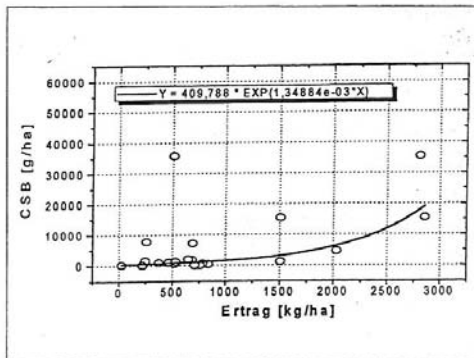


Abbildung 9: Abhängigkeit der CSB-Frachten während der Abfischung vom Ertragsniveau der Teiche

Obrazek 3: Závislost zátěže fosforem - (a/) a obsahu organických látek (CHSK_c), (b/) během výlovů rybníků na odtoku v závislosti na zvyšující se hmotnosti výlovu ryb

Práce výše citovaných autorů však neodpovídá na otázku, jak dlouho (v řádu let či desetiletí) jsou rybníky schopny takovou retencí cP zabezpečit. Předložený problém cP v recipientech významně ovlivňuje mimo jiné především výživa rostlin v povodí rybníků (enormní spotřeba minerálních hnojiv do r. 1990, v roce 1985 činila spotřeba č.ž. v minerálních hnojivech 267,7 kg.ha⁻¹ z toho 84,3 kg P₂O₅ na 1 ha). V současné době je aplikováno 36 kg P₂O₅ na 1 ha, přičemž odběr plodinami činí 34 kg P₂O₅ a na hlavní produkt pouhých 29 kg P₂O₅ (Klír, J. a kol.-2008). To vše se odehrává na výměře > 4 mil. ha zemědělské půdy tedy o 2 řády vyšší než je výměra rybníků. Nelze opomenout a omlouvat ani komunální znečištění zejména u menších venkovských sídel (do 500 EO) s neexistujícími ČOV. Pokud existují ČOV u těchto i větších sídel jsou tato zařízení účinná často jen do 90% (Akademie věd ČR HBÚ v.v.i., Č. Budějovice, 2010).

Pro hodnocení účinnosti organických hnojiv jsem použil vlastní práce především ze 70. let a roku 1989-92 (OTR SR o.p.) oborového technického rozvoje Státního rybářství o.p. realizované v Třeboni Jindřichově Hradci a na Pokusnictví SRTŠ ve Vodňanech.

Postup práce a výsledky sledování

Podstatou práce bylo terénní sledování různých dávek organických hnojiv a to jak pevných (chlévská mrva byla sledována ve Vodňanech) tak i tekutých – kejď v Třeboni na sádkách Šaloun a v rybnících. V pokusných objektech nebyly obsádky přikrmovány a na rybnících byl přírůstek přikrmováním odečten [spotřeba krmiv: AKK (absolutní krmný koeficient =4)].

Předložená zpráva čerpá také z přílohy vyhlášky č. 432/2005 Sb. (o náhradě ztrát), ze které vyplývá produkce rybníků podle teplotních oblastí. Pro práci byly použity dostupné výkazy Státního rybářství o.p., posléze Rybářského sdružení ČR a podklady zpracované pro připravovanou vyhlášku k § 39 vodního zákona.

Tabulka 1

Přirozená produkce rybníků podle nadmořské výšky
(Příkryl I. a kol., 2008, doplnil Hartman P., 2011)

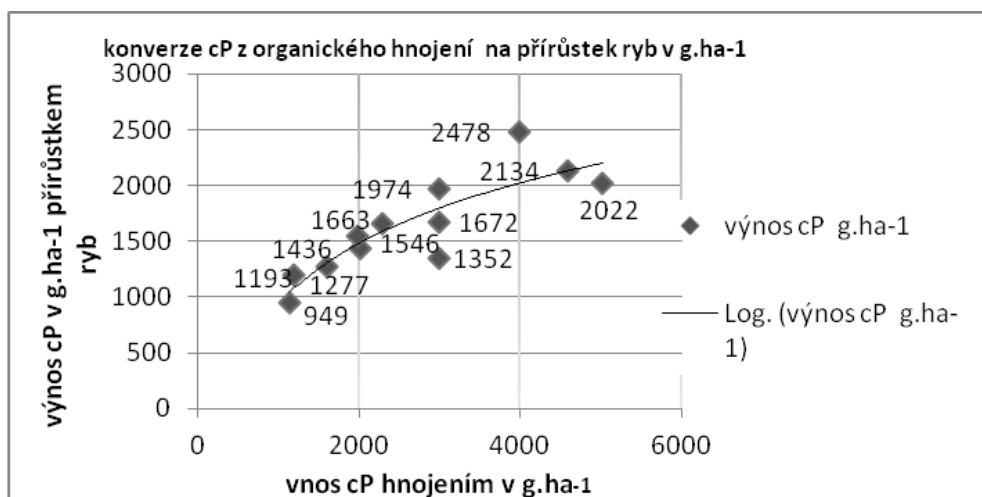
Výška hladiny rybníka v m nad mořem (Balt)	Koeficient poklesu produkce	Odpovídající Pp ⁺ kg na ha vodní plochy a rok
do 200	1,44	> 370
200,1 - 300	1,20	310 - 370
300,1 - 400	1,00	260 - 310
400,1 - 500	0,83	210 - 260
nad 500	0,69	175 - 210

Pp⁺ - přirozená produkce

Tabulka 2

Vliv organického hnojení na zvýšení přirozeného přírůstku a konverzi cP
do biomasy ryb a výnos cP výlovem ryb.

Rybník sádka	Vnos cP g.ha ⁻¹	Přírůst. ryb bez přikrm. kg.ha ⁻¹	Přír. hnojením kg.ha ⁻¹	Výnos cP v g.ha ⁻¹	% konverze cP
Konračský	2010	381	171	1436	72
Vosecký	3983	505	295	2478	62
Stojčín	4586	514	254	2134	47
Krčín	1603	397	152	1277	80
Stojčín (72)	1188	402	142	1193	100
Sádka č. 4, 5	5024	393	241	2022	40
Sádka č. 3 V/89	3000	545	235	1974	66
Sádka č. 6 V/89,90	3000	509	199	1672	56
Prostřední V/89	3000	471	161	1352	45
Kačírek V/89	1140	423	113	949	83
Kačírek /90	2290	508	198	1633	73
Loviště /90	1980	494	184	1546	78

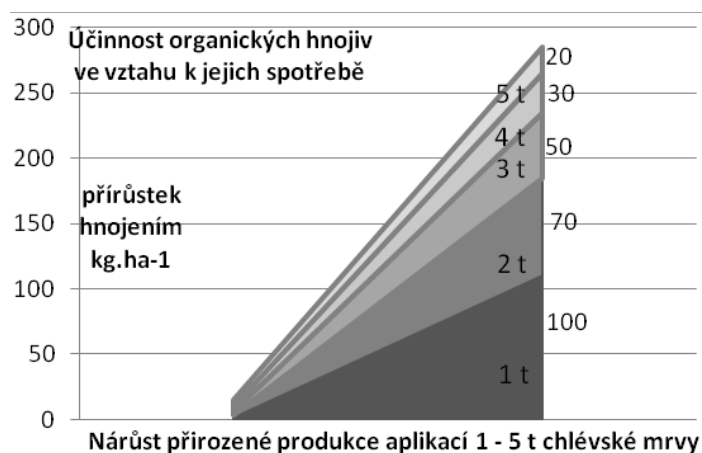


Obrázek 4: Graf vyjadřující účinnost organických hnojiv v pokusných objektech (Hartman P., 1992).

Tabulka 3

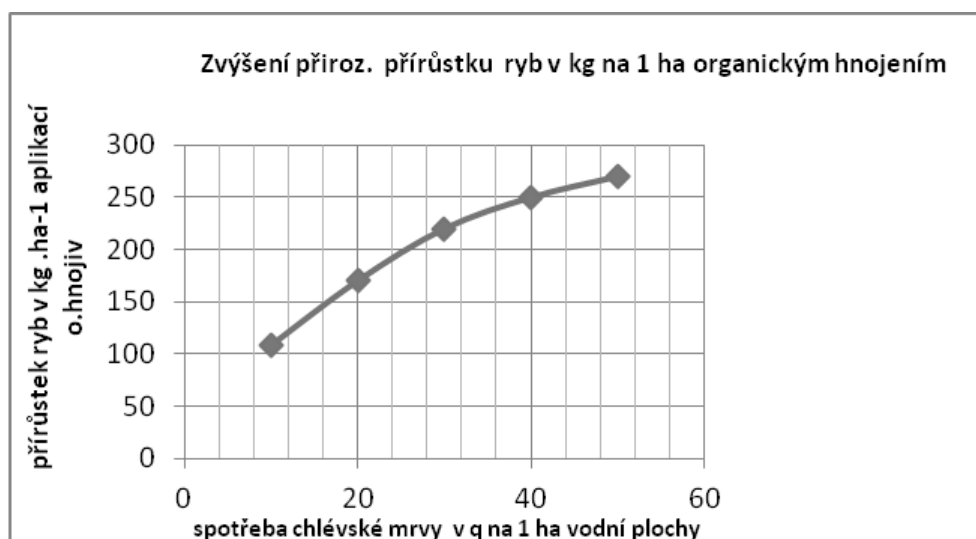
Účinnost chlévské mrvy aplikované na 1 ha vodní plochy rybníka o hloubce 1m.

Spotřeba chlév. mrvy v t na 1 ha	Zvýšení příroz. přír. ryb v kg na 1 ha, (Ph)-přír. hnojením	Přírůstek rozdíl v kg . ha ⁻¹ při spotř. chl. m. v t	Výnos v g cP.ha ⁻¹ kumul. navýšením přír. ryb na 1 ha	Koef. účinnosti apl. chlév. mrvy kumulativně	Koef. účinnosti Individuálně za každou 1 t spotřeby
do 1 t	95 - 110	100	840	0,840	0,840
do 2 t	170	70	1430	0,714	0,590
do 3 t	220	50	1850	0,616	0,420
do 4 t	250	30	2100	0,525	0,250
do 5 t	270	20	2270	0,454	0,170

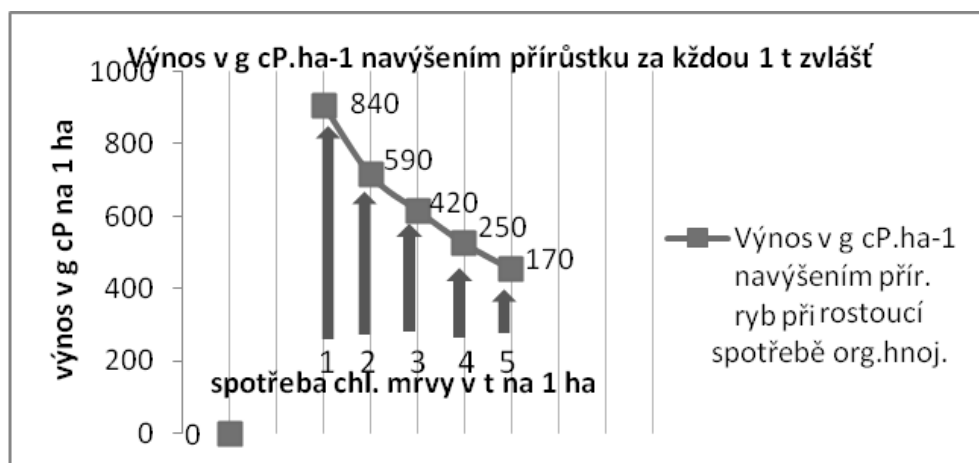


Obrázek 5: Účinnost organických hnojiv při jejich rostoucí spotřebě

Se zvyšující se aplikační dávkou organických hnojiv se zvyšuje přírůstek ryb včetně výnosu cP až do úrovně aplikačních dávek 4 až (5) t .ha⁻¹ , při aplikaci nad 5 t a výše začíná přírůstek stagnovat. Autoři Schäperclaus, W. a Mathias von Lukowicz, 1998, považují 5 t chlévské mrvy za nejvýše přípustný (u kejdy podle sušiny je aplikační dávka 2 – 3x vyšší). Vztah mezi spotřebou organických hnojiv a přírůstkem je evidentní a mezi spotřebou organických hnojiv a současnou aplikací vápníku je závislost kauzální (korelace $r=0,665$; Hartman, P. 1992). Vztah vyjadřuje následující graf charakteristický logaritmickou funkcí.



Obrázek 6: Vztah mezi aplikací organických hnojiv (v q) a přírůstkem ryb z jednotky plochy (1 ha)



Obrázek 7: Výnos cP přírůstkem ryb, s rostoucí aplikační dávkou organických hnojiv (má opačný průběh)

Dalším podkladem byly laboratorně a literárně zajištěné údaje o složení vstupních medií (krmiv a hnojiv) a výstupních hodnot obsahu cP v rybách.

Tabulka 4

Koncentrace fosforu v rybách, které se chovají v rybnících
(je navržena průměrná hodnota)

Druh	Kapr, býložravé ryby a dravé druhy ryb	Koncentrace P ve vlhké biomase, g kg ⁻¹
<i>Průměr sladkovodních ryb s 90% podílem kapra</i>		8,4

Tabulka 5

Složení krmiv používaných v rybníční akvakultuře

Krmivo	Obsah vody (%)	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)
<i>Pšenice ozimá, triticale, žito ozimé</i>	10	23	3,30

Tabulka 6

Obsah živin v jednotlivých druzích dostupných organických hnojiv

Hnojivo nebo kompost	Obsah sušiny (%)	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)
Hnůj skotu	23	5	obsah cP max. 1 g.kg⁻¹ surové hmoty (Čermák B. a kol. 2008)
Kejda skotu	7,8	3,2	0,7
Kompost v rybníkářství	50	2	0,9 (- 1,0)
<i>Organická hnojiva v rybářství</i>			1000 g cP v 1t surové hmoty

$$\text{Vnos cP} = \frac{[\text{Npp} * 50 (100; 150; 200)] * 4 * 3,3}{100} + \text{Sh} * 1000$$

Npp – normativní přirozená produkce (nejvyšší) pro danou teplotní oblast v kg.ha⁻¹, (např. 210, 260, 310, ...kg.ha⁻¹), viz tabulka č. 1; její navýšení v % o 50%; 100%; 150%; 200% vůči normativní přirozené produkce (např.: 260.150/100 = 390 kg.ha⁻¹),

3,3 – obsah 3,3 g cP v 1 kg obilovin,

Sh – spotřeba pevných organických hnojiv v t za rok, 1000 g cP v 1 tuně organických hnojiv,

Výnos cP = Cp * 8,4

Cp celková produkce – přírůstek ryb v kg . ha⁻¹,

skládá se z produkce (přirozené + hnojením + příkrmováním),

8,4 je průměrný obsah celkového P v g na 1 kg lovených ryb.

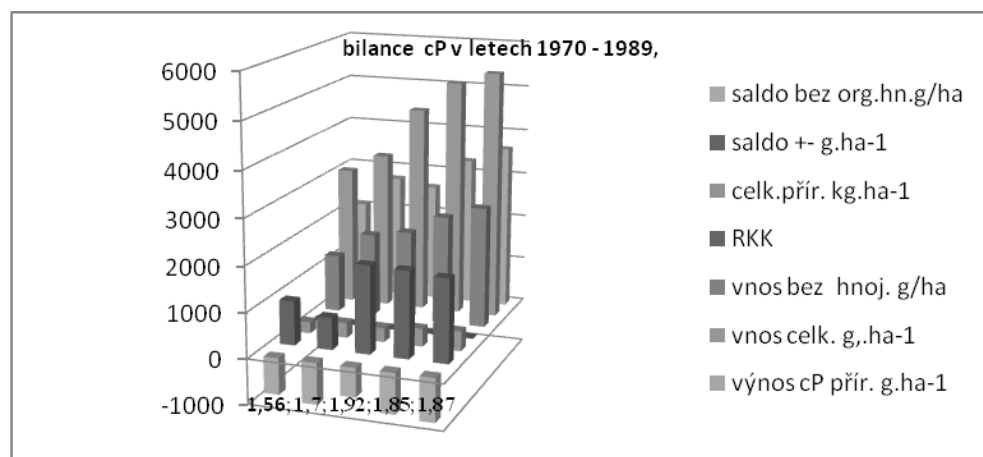
Dalšími dostupnými údaji byly rozborry hospodaření Státního rybářství o.p. a subjektů Rybářského sdružení ČR.

Analýza přírůstků, spotřeb krmiv a hnojiv ve vztahu k bilanci cP

Tabulka 7

Údaje o hospodaření a bilanci cP v letech 1970 - 1989

rok	celk. přír.	přír. přír.	RKK	vnos cP	vnos cP org.	výnos cP	saldo bez	saldo vč. org.
	kg.ha ⁻¹	vč. hnoj.		krm. g.ha ⁻¹	hn. g.ha ⁻¹	g.ha ⁻¹	org. hn. g.ha ⁻¹	hnoj. g.ha ⁻¹
1970	248	151	1,56	1277	1783	2083	-806	+977
1975	328	189	1,70	1840	1621	2755	-915	+706
1980	312	162	1,92	1977	2580	2621	-644	+1936
1985	393	217	1,85	2399	2810	3301	-902	+1908
1989	433	231	1,87	2672	2800	3637	-965	+1835



Obrázek 8: Diagram vyjadřující výsledky hospodaření a bilanci cP v letech 1970-1989 bez zatížení organickými látkami z chovu jatečných kachen, je patrný převis vnosu cP nad výnosem.

Do roku 1989 ve sledovaných letech byla spotřeba krmiv omezena krmeným fondem tehdejší MZVŽ ČSR na 1,75 RKK pro kapra lína a marénu. Možnost jeho překročení byla dána koupí obilovin (obilních odpadů) z tzv. místních výskytů (obilí nevhodné pro dlouhodobé skladování, viz vlhký rok 1980 a RKK 1,92). Z grafu a tabulky vyplývá velmi nízká celková a tím i přirozená produkce navýšená o organické hnojení. **Obsádky dostatečně nepřeměňují cP na biomasu ryb.** V těchto letech **byly aplikovány poměrně vysoké dávky organických hnojiv.** Hnojiva nejsou rozlišena na pevná a kapalná, není také započten chov vodní drůbeže. V případě snížení organických hnojiv přepočtem kapalných na pevná je pravděpodobné docílení téměř vyrovnaného salda cP.

Chov vodní drůbeže (pokud by veškeré exkrementy během výkrmu odcházely do vody) podle dostupných údajů (výroba jat. kachen-rozборы) zatěžoval rybníky ročně cca 1500 g cP na 1 ha a v tomto případě by rybníky přestaly zadržovat cP. Zatížení z chovu kachen lze považovat spíše za bodové než celoplošné. Chov kachen byl v důsledku „Instrukce č.j.2491/78-412 tehdejšího MZVŽ ČSR omezen do vodních výběhů se zabezpečením proporce suchých výběhů včetně jejich ošetření a investic ke snížení zatížení vodního prostředí. **Účinnost rybářského hospodaření (1970-1989) v důsledku nízké přirozené produkce nebyla na dostatečné úrovni.**

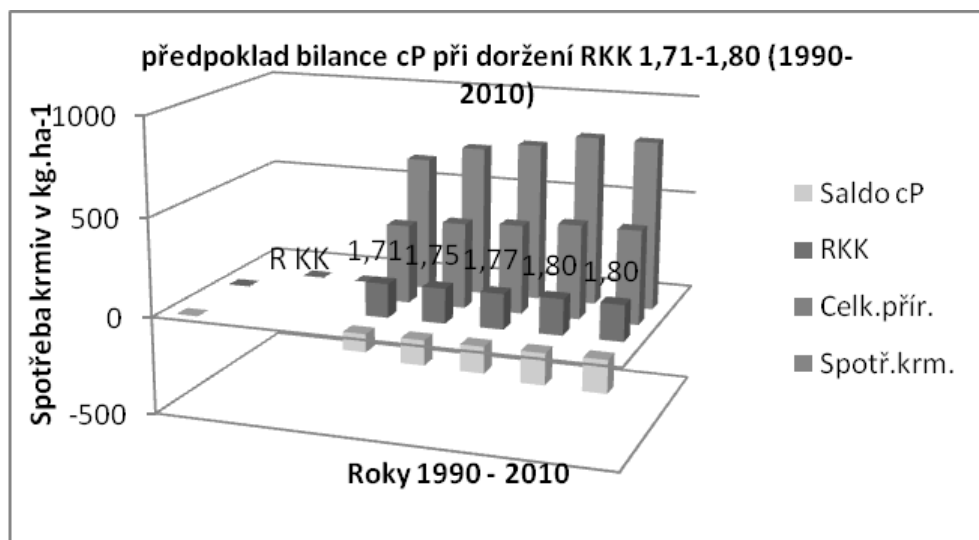
V letech 1990 – 2010 nejsou k dispozici údaje o spotřebě krmiv a hnojiv a proto bylo přikroče-
no k modelování situace při obvyklé spotřebě 1 t organických hnojiv (to byla spotřeba přelomu 90. let).

Tabulka 8

Teoretický model výsledků hospodaření v letech 1990 – 2010, při spotřebě cca 1 t .ha⁻¹ organických hnojiv = přírůstku 95 kg.t⁻¹ a podílu přírůstku příkrmováním (při AKK=4,5) rovnající se přirozenému přírůstku. Při teoreticky docílených RKK (1,71-1,80) je bilance cP vyrovnaná, resp. rybníky zadržují cP.

Rok	Celk. přír. kg.ha ⁻¹	Přír. přír. + krmný kg.ha ⁻¹	Přír. krmný kg.ha ⁻¹	Spotřeba krm. kg.ha ⁻¹ AKK=4.5	Vnos cP krm. + hnoj. g.ha ⁻¹	Výnos cP g.ha ⁻¹	Saldo cP g.ha ⁻¹	RKK
1990	395	300	150	675	3228	3318	-90	1,71
1995	429	334	167	751	3480	3604	-124	1,75
2000	444	349	175	788	3599	3730	-131	1,77
2005	470	375	188	846	3792	3948	-156	1,80
2010	469	374	187	842	3777	3940	-163	1,80

Celkový přírůstek v kg.ha⁻¹ vyjádřený výnosem cP byl snížen o přírůstek hnojením (v daném případě o 95 kg, spodní hranice účinnosti 1 t org. pevných hnojiv) a zbývající přírůstek (Pp+Pk) byl rozdělen na poloviny = přírůstek přirozený (Pp) a přírůstek příkrmováním (Pk). Spotřeba krmiv byla vypočítána jako násobek Pk . 4,5 (AKK – zvýšený absolutní krmný koeficient) tím byla zajištěna spotřeba krmiv a následně vnos cP násobením 3,3 (obsah cP v g v 1 kg obilovin). Podílem spotřeby krmiv a celkového přírůstku byly zajištěny teoreticky docílitelné RKK, které by se měly v letech 1990-2010 pohybovat v rozmezí cca 1,71-1,80.



Obrázek 9: Diagram předpokládané vyrovnané bilance cP v letech 1990 - 2010, při vyznačených hodnotách RKK

Výsledkem tohoto způsobu hospodaření představuje využití produkčního potenciálu rybníků a podáváných krmiv. Podmínkou je zabezpečení odpovídající přirozené produkce rozšířená o průměrnou výživu rybníční biocenózy - hnojením. Za dané situace rybníky zadržují a konvertují živiny a nezatěžují níže ležící

povodí. Tento model hospodaření je uplatnitelný především na „koncových“ rybnících soustav a na rybnících průtočných, kde doba zdržení je kratší než 60 dní. Nelze opomenout optimální hustotu obsádek.

Vzhledem k rozdílným přírodním podmínkám hospodaření na rybnících v ČR, co do přirozené úživnosti rybníků dané především nadmořskou výškou (teplotní oblasti) a také hydrologickými poměry byl vypracován **model „přiměřeného hospodaření“**. Ten respektuje nejvyšší přirozenou produkci pro příslušnou teplotní oblast (Pp), výživu rybníční biocenózy (s hnojením 1 - 2 t .ha⁻¹) a zachováním nulového salda na odtoku cP z rybníků.

Tabulka 9

Model bilance cP při stoupající spotřebě krmiv (RKK) a přirozené produkci 210 kg.ha⁻¹ (chladná oblast) a 1 t spotřeby organických hnojiv.

Přír. Pp+Pk kg.ha ⁻¹	Celk. přír. kg.ha ⁻¹	vnos cP g.ha ⁻¹	výnos cP g.ha ⁻¹	RKK	Saldo + - g.ha ⁻¹
210	320	1000	2688	0	-1688
315	425	2386	3570	1	-1184
420	530	3772	4452	1,58	-680
525	635	5158	5334	1,98	-176
630	740	6544	6216	2,27	+328
705	815	7766	6846	2,5	+920

Tabulka 10

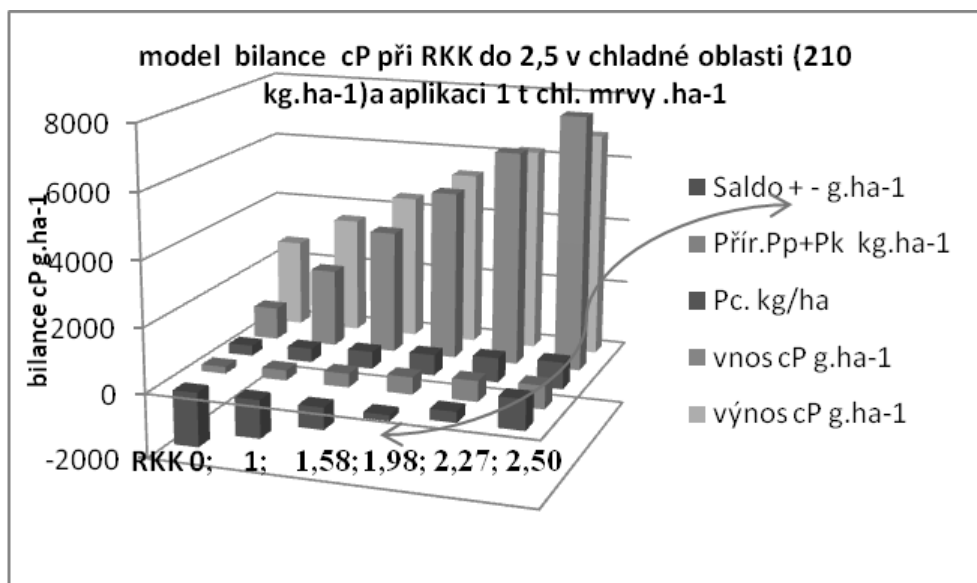
Příklad přírůstku a spotřeby krmiv v chladné oblasti (přirozená produkce 210 kg.ha⁻¹) při aplikační dávce 2t chlévské mrvy na 1 ha, vyrovnaná bilance cP je do 1,42 – 1,81 RKK

přír. Pp+Pk kg.ha ⁻¹	přír. org. hn. kg.ha ⁻¹	Celk. př. kg.ha ⁻¹	vnos cP g.ha ⁻¹	výnos cP g.ha ⁻¹	RKK	saldo + - g.ha ⁻¹
210	170	380	2000	3192	0	-1192
315	170	485	3386	4074	0,86	-688
420	170	590	4772	4956	1,42	-184
525	170	695	6158	5838	1,81	+320
630	170	800	7544	6720	2,1	+824
782	170	952	9550	7997	2,5	+1553

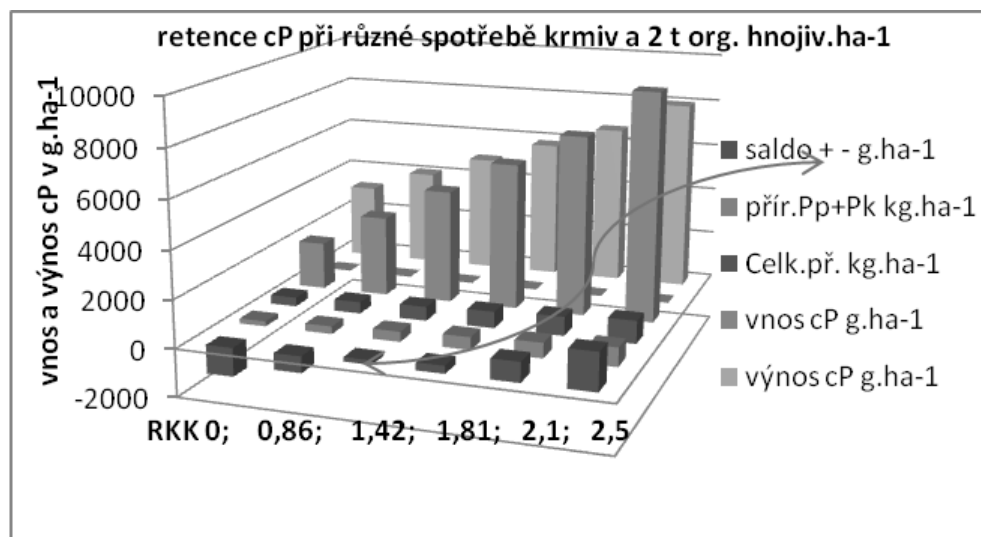
Tabulka 11

Bilance cP při stoupající spotřebě krmiv (RKK) a přirozené produkci 370 kg.ha⁻¹ (teplá oblast) a 1 t spotřeby organických hnojiv, docílitelná produkce 1035 kg.ha⁻¹ při RKK 2,14

Přír. Pp+Pk kg.ha ⁻¹	Celk.přír. kg . ha ⁻¹	vnos cP g.ha ⁻¹	výnos cP g.ha ⁻¹	RKK	saldo +- g . ha ⁻¹
370	480	1000	4032	0	-3032
555	665	3442	5586	1,33	-2144
740	850	5884	7140	1,74	-1256
925	1035	8326	8694	2,14	-368
1110	1220	10768	10248	2,43	+520
1170	1280	11560	10750	2,50	+808

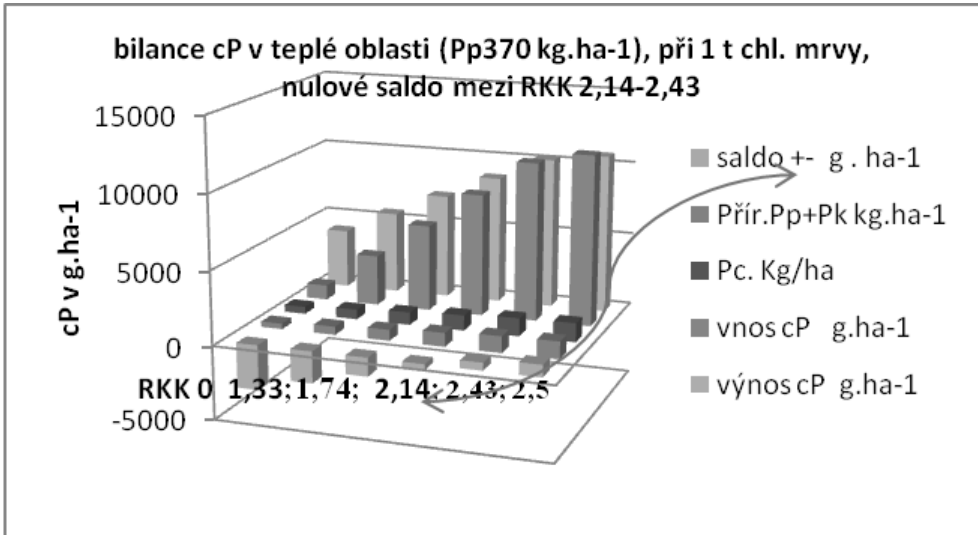


Obrázek 10: Bilance cP (do vyrovnaného salda cP) zabezpečená do úrovně RKK 1,98 – 2,27 při docílitelném celkovém přírůstku 635 kg.ha⁻¹ a spotřebě krmiv 12,6 q.ha⁻¹ v chladné oblasti.

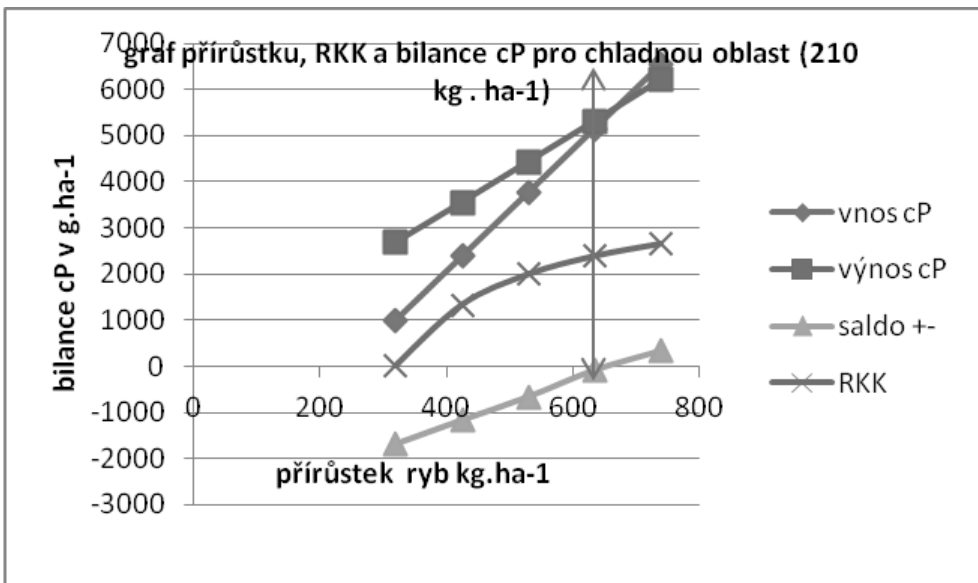


Obrázek 11: Vyrovnaná bilance cP v chlané oblasti při spotřebě krmiv do RKK 1,42 (až 1,81) a aplikační dávce 2t chlévské mrvy na 1 ha, docílitelný přírůstek cca 600kg . ha⁻¹. a 840kg krmiv na 1 ha.

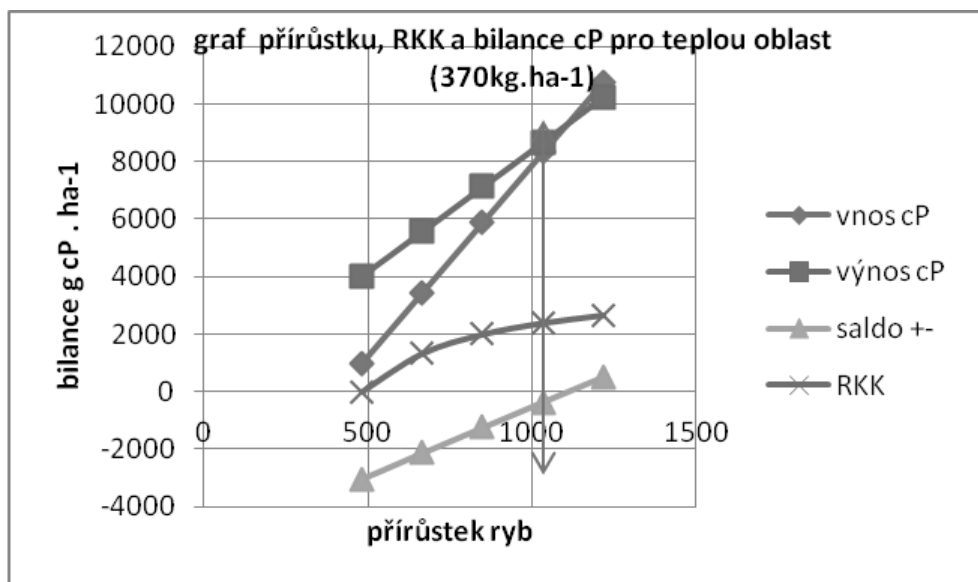
Spotřebou krmiv lze zvyšovat celkový přírůstek na 2 až maximálně 2,5 násobek přirozeného přírůstku, aniž bychom překročili vyrovnanou bilanci cP.



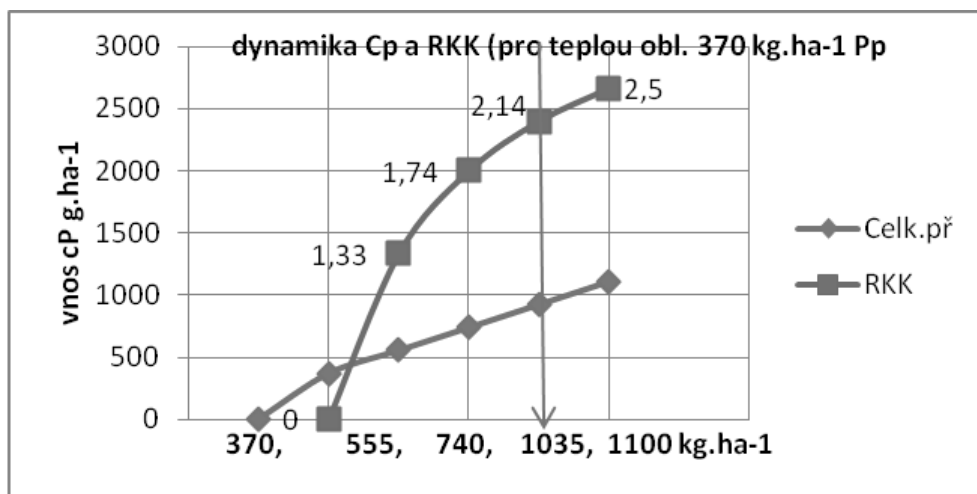
Obrázek 7: Vyrovnaná bilance cP zabezpečená v úrovni RKK 2,14-2,43 při docílitelném celkovém přírůstku 1035 kg.ha⁻¹, při spotřebě krmiv 22 q.ha⁻¹ (teplá oblast 370 kg.ha⁻¹).



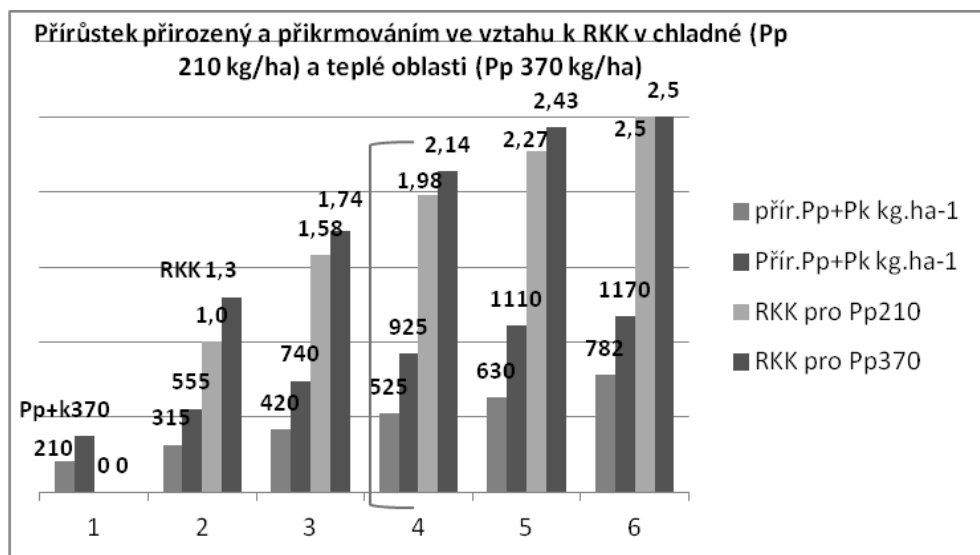
Obrázek 8: Spojnicový graf modelu bilance cP při přirozené produkci 210 kg.ha⁻¹ chladná oblast, (vyrovnaná bilance cP do celkového přírůstku cca do 635 kg.ha⁻¹).



Obrázek 9: Spojnicový graf modelu balance cP při přirozené produkci 370 kg.ha⁻¹ (vyrovnaná balance cP při celkovém přírůstku cca 1035 kg.ha⁻¹).



Obrázek 10: Spojnicový graf rozdílného růstu spotřeby krmiv (RKK) a růstu celkového přírůstku. Spotřeba krmiv vyjádřená průběhem RKK (hyperbolou) poměrně strmě vzrůstá na rozdíl od celkového přírůstku. S průběhem RKK souvisí konverze krmiv na biomasu ryb. Účinná konverze krmiv je pro udržení vyrovnané balance cP rozhodující.



Obrázek 11: Vztah přírůstku přirozeného a příkrmování ke spotřebě krmiv vyjádřené RKK (světlá pro chladnou oblast 210 kg př. přírůstku .ha⁻¹, tmavá pro teplou oblast 370 kg př. přírůstku ryb .ha⁻¹)

Závěr

Rybníky jsou součástí zemědělsky obhospodařované a osídlené krajiny a jsou proto zásobeny živinami. Na chovatele ryb je kladen požadavek zabezpečit vyrovnanou bilanci mezi vstupem živin a jejich výnosem prostřednictvím biomasy vylovených ryb zejména s ohledem na cP. Nadbytek cP způsobuje rozvoj sinic v povodí. Dodržení vyrovnané bilance živin (cP) v rybnících je myšleno zajištěním tzv. „nulového salda cP“ (vstup = výstup cP). Hnojiva a krmiva aplikovaná chovatelem ryb slouží ke koordinované výživě rybníční biocenózy, která je konvertována do přírůstku ryb. Rybníční akvakultura nemůže nést břemeno zátěže živinami z povodí, přesto by měla alespoň část živin využít. Současnou situaci lze chápat také jako možnost podílet se prostřednictvím chovu ryb na ozdravení povrchových vod.

Z dostupných podkladů o evidenci ryb za uplynulých 40 let (1970-2010) a z účinnosti konverze krmiv a organických hnojiv vyplynuly následující závěry:

- **v období 1970-1989** (Státní rybářství o.p.) **byly vstupy cP vyšší než výstupy**, (přítom není zahrnuto do bilance zatížení rybníků chovem vodní drůbeže). Hlavním důvodem byla nízká přirozená produkce, relativně vysoké aplikační dávky organických hnojiv (ta však nebyla rozlišena na pevná a kapalná) i při nízké spotřebě krmiv, omezené na RKK 1,75 (příděl z KF /krmného fondu/ na přírůstek kapra, lína a marénu). Rybníky pravděpodobně nezajišťovaly retenci, v krajním případě mohly docílovat nulové saldo fosforu (za předpokladu rozlišení organických hnojiv) a dalších zdrojů z vnějšího prostředí. Do poloviny 80. let trpělo rybářství nedostatkem plůdku a násad kapra.
- **v období let 1990-2010** kdy nejsou údaje o spotřebě krmiv a hnojiv, předpokládáme, že **vnos cP je vyrovnaný s výstupem do biomasy ryb** a saldo cP je nulové. K výpočtu úrovně RKK bylo přistoupeno z celkové produkce, při spotřebě 1 t organických hnojiv na 1 ha (obvyklá spotřeba v 90. letech) a předpokladu vyrovnaného přírůstku přirozeného a přírůstku příkrmováním. Přítom by RKK nemělo překračovat hodnotu 1,80.
- **je reálné docílovat vyrovnanou bilanci cP (vnos x výnos) do 2 násobku v krajním případě do 2,5 násobku přirozené produkce** zajištěné příkrmováním a dávkou 1 – 2t chlévské mrvy na 1 ha vodní plochy pro danou klimatickou oblast a to odpovídá podle klimatických oblastí 1,9 – 2,15 RKK.

- čím více se celková produkce přibližuje svojí úrovní přirozené produkci, čili klesá, tím vyšší je sice retence cP, ale jeho celková výtěžnost (cP) ze zásob rybníka a z vnějších zdrojů je velmi nízká, jinými slovy, **extenzivní hospodaření a nízké obsádky nezaručují optimální využití cP do produkce ryb**, spíše živiny konzervují v rybničním biotopu.
- účinnost spotřeby krmiv resp. úroveň RKK je závislá na výši přirozené potravy, jejíž rozvoj souvisí s řadou přírodních podmínek, mimo jiné s teplotními oblastmi – úrodností rybníků. **rybníky v chladné oblastí překračují vyrovnanou bilanci cP při nižších celkových přírůstcích na plochu (600 kg.ha⁻¹) na rozdíl od oblastí teplých (cca 1000 kg.ha⁻¹),**
- pro navýšení a podpoření přirozené produkce, která je základem optimálního využití krmiv, je efektivní **využití zeleného hnojení či aplikace (1 – 3t) chlévské mrvy, jako zdroje uhlíku a zdroje mikroflóry pro výživu potravních organizmů ryb (především zooplanktonu)** (Schäperclaus, W., Lukowicz, M.-1998), se zárukou účinné asimilace živin do fotosyntézy a sekundární produkce,
- pro dobrou funkci rybniční biocenózy je nezbytné **optimalizovat hustotu a iniciální hmotnost obsádek** zejména u vyšších věkových kategorií kapra (K_{2+,3+}), příkrmování koordinovat tak, **aby byla zabezpečena funkce potravní pyramidy** po celé vegetační období.
- s ohledem na nelineární a **nerovnoběžný růst RKK vůči celkovému přírůstku, zajistit kontrolu kvality a kvantity zooplanktonu**, jako hlavní složky přirozené potravy v průběhu vegetace pro flexibilní regulaci efektivity spotřeby krmiv.

Poděkování

Tato práce byla vypracována v rámci projektů CENAKVA reg. č. CZ.1.05/2.1.00/01.0024 a GAJU 047/2010/Z.

Literatura

- FÜLLNER G., LANGNER N., PFEIFER M.:** Ordnungsgemäße Teichbewirtschaftung im Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Fischerei – Königswarta, Oktober 2000, str. 66.
- HARTMAN P.:** Stanovení potřeby vápnění rybníků ve vztahu k podmínkám prostředí, disertační práce VŠZ AF Brno, 1992, str. 74
- HARTMAN P., LAVICKÝ K., POKORNÝ J.:** Organické hnojení rybníků, VÚRH Vodňany, č.4.dice Metodik, 1983,
- HARTMAN P.:** Optimalizace obsahu živin v rybniční vodě - udílení výjimek z § 39, odst.1 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách k použití závadných látek pro chov ryb. Sborník referátů z konference k 90.výr. založení Rybářské školy ve Vodňanech, květen 2010, s. 71-76,
- JANEČEK V., SVOBODOVÁ Z., PŘÍKRYL I., VYKUSOVÁ B., FILIPOVÁ O.:** Vyhodnocení vlivu intenzifikace na kvalitu vod v rybnících. VÚRH Vodňany, Zpráva o řešení druhé časové etapy státního úkolu C11-329-111-02-02, 1985. 38 s.
- JIRÁSEK J., MAREŠ J., ZEMAN L.,** 2005: Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby, MZLU v Brně, 2005, 68s.
- KLÍR J., KUNZOVÁ E., ČERMÁK P.,** 2008: Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení, Metodika pro praxi (2. aktualizované vydání), Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i.2008, 48 pp.
- PŘÍKRYL I., ADÁMEK Z., FAINA R., HARTMAN P., KOZÁK P., LINHART O., MÁCHOVÁ J.,** 2008: Metodika OP Rybářství 2.2.: Hospodaření na rybnících s režimem zlepšujícím kvalitu vodního prostředí. Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích VÚRH Vodňany, leden 2008, 36 s., 10 s. příloh.
- SCHÄPERCLAUS W., LUKOWICZ M.,** 1998: Lehrbuch der Teichwirtschaft, 4., nebearbeitete Auflage, Parey Buchverlag Berlin 1998, 590 s.
- STEFFENS W.,** 1985: Grundlage der Fischernahrung, VEB Gustav Fischer Verlag Jena 1985, 1. Auflage, 226 s.

EIAServis s.r.o. (kontakt vyhnalek@eiaservis.cz), Návrh opatření vedoucích ke snížení dotací fosforu do Orlické nádrže“ konference Písek, 4.10.2011, 6 s. Podklady od Akademie věd ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav České Budějovice, 2010, Bilance zdrojů fosforu a dusíku v povodí nádrže Orlick“.

NRC.1993: US National Research Council. Nutrients requirements of fish. National Academy Press, 114 p.

Zprávy OTR 1971, 1972, 1973, Státního rybářství o.p. organické hnojení rybníků se zaměřením na kejdy prasat a drůbeže. – u autora.

7

Látkové bilance rybníků a k čemu jsou dobré?

Jan Potužák¹, Jindřich Duras²

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

Rybníky jsou umělé, člověkem vybudované vodní ekosystémy, které tvoří důležitý a díky staletému procesu integrace i neoddelitelný prvek naší krajiny. Jsou významnou součástí hydrologického systému povrchových vod České republiky, kde přirozeně integrují veškeré dopady hospodářské činnosti v povodí. České rybníky byly budovány v místech s příznivou konfigurací terénu, často v oblastech bývalých mokřadů. I když se díky staletému procesu integrace rybníky staly organickou (trvalou) součástí naší krajiny musíme mít na paměti, že se nacházejí v místech, kde by přirozeně nebyly. Z této prosté úvahy vyplývá zásadní fakt - rybníky potřebují správnou péči, protože jsou to velmi nestabilní krátkověké (efemérní) ekosystémy, které se – ponechány samy sobě – rychle vrací do fáze mokřadu, jenž se může dále vyvíjet např. směrem ke smíšenému lesu. Uvedená nestabilita byla umocněna dramatickými změnami ve využívání krajiny i rybníků samotných ve druhé polovině 20. století, kdy se jednak výrazným způsobem zvýšila eroze půdy na zcelených zemědělských pozemcích a současně se zvýšil přísun živin a organických látek z povodí i z mnohonásobně intenzivnějšího rybářského hospodaření. Je tedy vidět že způsob (rybářského) hospodaření na rybnících bude mít pro jejich chování a další vývoj velký význam.

Již od středověku byly rybníky budovány jako víceúčelové vodní stavby. Jejich hydrologické funkce a retenční využití pro mlýny a hamry bylo stejně důležité jako chov ryb.

Zájem o rybníky z pohledu akumulace vody vzrostl zvláště v posledním desetiletí, kdy Česká republika zažila několik významných povodní. Nejničivější byla povodeň v roce 2002, která byla později klasifikovaná v řadě povodí jako tisíciletá. Během této povodně se ukázala významná funkce rybníků v územní protipovodňové ochraně. Charakter rybníků, jejich množství a rozloha umožnily zachytit obrovské množství vody, transformovat povodňové průtoky a zabránit tak možným škodám na majetku či ztrátám na životech.

Další neméně významnou funkcí rybníků je jejich schopnost transformovat (měnit) kvalitu vody, která rybníkem protéká. Jedná se zvláště o schopnost retence živin, zejména pak fosforu. V současné době je retenční schopnost u řady rybníků kvůli jejich vysoce eutrofnímu (hypertrofnímu) stavu značně snížena. Znamená to, že rybník není schopen fosfor zadržovat, ale naopak ho, zejména v letních měsících, uvolňuje. Tím vzrůstá riziko eutrofizace celého navazujícího povodí. Toto riziko je největší u rybníků průtočných, které nemají vybudované obvodové stoky.

Aktuálně nejožehavější otázkou zůstává posouzení vlivu produkce ryb, resp. komplexu opatření, které jsou s ním spojeny (velikost rybí obsádky, krmení, hnojení, manipulace s vodou aj.), na kvalitu zadržované a vypouštěné vody.

Při řešení otázek spojených s kvalitou vody se kromě nedostatku dat potýkáme také s problémem, proč jsou rybníky ve své většině eutrofní až hypertrofní. Potenciálními viníky jsou produkční rybáři, kteří ale poukazují na zemědělce (eroze, splachy hnojiv) a obce, které si v tichosti pomáhají od svých odpadních vod vypouštěním do rybníků a jejich přítoků. Kromě zvláště markantních

případů ale není jednoduché spor rozhodnout, protože nejsou k dispozici prakticky žádné údaje o látkových bilancích rybníků – jestli vodu čistí nebo znečišťují a odkud jaké znečištění pochází. To je důležité hlavně v povodích, která jsou bohatá na rybníky a jejich soustavy. Jelikož reálných dat o fungování rybníků je kritický nedostatek a názorů na danou problematiku hodně, koncipovali jsme provozní monitoring útvarů stojatých vod od roku 2010 tak, aby bylo možné provést alespoň základní hodnocení látkových bilancí vybraných rybníků.

V průběhu hodnocení dat získaných náročným monitoringem vyvstala řada problémů, jak k hodnocení dat přistupovat. Základním přístupem je provést součet všech látkových vstupů, včetně rybářského hospodaření, a porovnat je s výstupy, včetně vylovené biomasy ryb. Tento přístup obvykle ukáže, že rybníky, i ty intenzivně obhospodařované alespoň malou část fosforu v celoroční bilanci zadržují (Knösche et al. 2000; Hejzlar et al. 2007), což může vzbudit neoprávněný optimismus se závěrem, že rybníky jsou článkem, který vždy kvalitu vody zlepšuje (Knösche et al. 2000). Rybník ale nemůže mít systematicky negativní bilanci fosforu (aby trvale P uvolňoval). Výjimkou může být velmi málo průtočný rybník se „starou ekologickou zátěží“ v podobě vysoké vrstvy fosforem a organickými látkami bohatého bahna, odkud se může P uvolňovat řadu let.

Dalším přístupem může být odhad, jakou retenci P by rybník měl, kdyby rybářské obhospodařování mělo nulové saldo (P v krmivu + hnojení + násadě ryb = P ve vylovených rybách), což by znamenalo, že veškerý P dodaný do rybníka v souvislosti s chovem ryb by se s biomasou ryb zase z vody odebral. Tím by do rybníka nebyl dodán žádný P „navíc“, který by zvyšoval koncentraci P ve vodě a působil výhradně eutrofizačně (Hejzlar et al. 2007). Tento postup může být jakýmsi rámcovým návodem pro udržitelné hospodaření, ovšem jeho praktickou využitelnost bude třeba ještě prověřit.

Nejpřísnějším přístupem je porovnání zjištěného exportu P z rybníka s množstvím P , které by z rybníka odtékalo, kdyby do rybníka vstupoval pouze P z přítoků (z rybářského hospodaření žádný) a kdyby rybník vykazoval retenci jako většina jiných nádrží. Tuto retenci lze vypočítat z rovnice upravené pro naše podmínky (Hejzlar et al. 2006). Poslední přístup v zásadě ukazuje maximální potenciál retence P , kterou by mohl rybník v povodí uplatnit.

Tento příspěvek představuje první výsledky komplexního bilančního monitoringu dvou významných jihočeských rybníků Rožmberk a Dehtář realizovaného v průběhu roku 2010 a 2011. Cílem je popsat jejich aktuální stav z pohledu úrovně trofie, složení fytoplanktonu a zooplanktonu a ukázat odlišnosti v chování těchto rybníků. Dále jsme se pokusili posoudit míru vlivu rybářského obhospodařování na celkové fungování těchto rybníků, zvláště pak ve vztahu k živinovým bilancím, resp. bilanci fosforu.

Materiál a metody

Schéma a postup bilančního monitoringu probíhal na sledovaných lokalitách ve stejném režimu. Principiálně se jednalo o vzorkování všech hlavních přítoků a odtoků doplněné o stanovení aktuálního průtoku (využití limnigrafů, případně měření pomocí průtokoměru). Dále vzorkování vlastního rybníka v režimu hladinový, směsný (0 – 2m) případně zónační odběr a v neposlední řadě také odběr sedimentů (provedeného pracovníky BC AVČR, hydrobiologický ústav). V rámci odběru hydrochemických vzorků byl současně odebírána a analyzována zooplankton a fytoplankton podle standardních metod (Wetzel, Likens 2000). Získaná data byla doplněna informacemi týkajícími se rybářského hospodaření. Základní údaje o vzorkovaných lokalitách, časový harmonogram a počet sledovaných profilů jsou uvedeny v tabulce 1. Podrobné informace o umístění odběrových profilů a postupu bilančního monitoringu lze nalézt v publikacích: Duras, Potužák 2010; Potužák et al. 2010a; Potužák et al. 2010b.

Tabulka 1

Základní informace o odebíraných lokalitách a systému monitoringu

Parametr	Rožmberk	Dehtář
Plocha [ha]	449	246
Objem [m ³]	5 860 000	6 518 000
Hloubka prům./max [m]	1,2/4,1	2,6/4,0
HRT [den] ¹	16	160
Vzorkovací období	leden – prosinec 2010	duben 2010 – březen 2011
Počet odběrových profilů R/P/O ²	3/10/2	1/8/2
Frekvence odběrů	14 dní, v průběhu výlovu denní + 24 hodinové směsné vzorky	

¹HRT (hydraulic retention time) – teoretická doba zdržení

²R/P/O – rybník/přítok/odtok

Výsledky

Rybník Rožmberk

Rybník Rožmberk je největším rybníkem v povodí řeky Lužnice a současně i největším rybníkem České republiky. Díky velké ploše povodí (bezmála 1200 km²) se rybník Rožmberk stává významným „hráčem“ z pohledu akumulace vody v povodí. Neoddiskutovatelný je také jeho vliv na transformaci živin a jeho následný dopad na střední a dolní část řeky Lužnice. Rožmberkem protéká řeka Lužnice (tzv. Stará řeka) a relativně vodná Prostřední stoka. Proto je rybník silně průtočný s průměrnou teoretickou dobou zdržení (HRT) 16 dní (v podmínkách roku 2010). V průběhu povodní se jeho HRT může zkrátit až na ~4 dny (srpnová povodeň 2010).

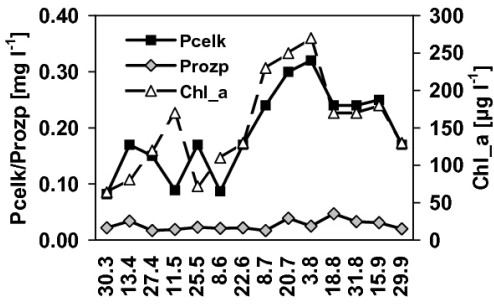
Trofický stav

Z pohledu trofie lze rybník Rožmberk klasifikovat jako hypertrofní. Průměrná koncentrace celkového fosforu byla v průběhu vegetační sezóny 0,23 mg l⁻¹. Koncentrace celkového fosforu rostla systematicky od počátku léta a svého maxima (0,32 mg l⁻¹) dosáhla počátkem měsíce srpna. Naopak koncentrace rozpuštěného fosforu byly v průběhu sledování nízké. Průměrná koncentrace během vegetační sezóny byla 0,026 mg l⁻¹, s maximem v polovině měsíce srpna (0,045 mg l⁻¹) (obr. 1). Vysoké koncentrace fosforu napomáhají bohatému rozvoji fytoplanktonu, zvláště v letním období. Průměrná koncentrace chlorofylu_a (parametr charakterizující biomasu) dosahoval během vegetační sezóny 222 µg l⁻¹ s maximem počátkem měsíce srpna (310 µg l⁻¹) (obr. 1).

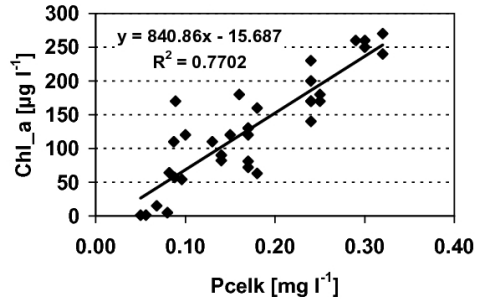
V průběhu hodnoceného období byla koncentrace rozpuštěného fosforu v porovnání s koncentrací celkového fosforu trvale relativně nízká. To vypovídá o účinném zabudovávání rozpuštěných sloučenin fosforu do buněk fytoplanktonu (a bakterioplanktonu) a také o značné sorpční kapacitě abiotických částic ve vodním sloupci. To potvrzuje i těsný vztah mezi koncentrací celkového fosforu a chlorofylu_a (R² = 0,770) a koncentrací nerozpuštěných látek (NL105) a celkového fosforu (R² = 0,707) (obr. 2, 3). Odsun P z Rožmberka je tedy z velké části svázán s bilancí nerozpuštěných látek.

Fytoplankton a zooplankton

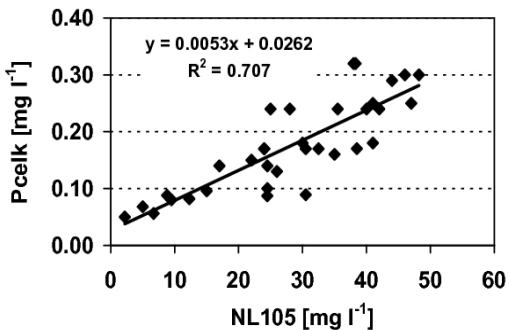
Jak již bylo uvedeno, rybník Rožmberk je díky vysoké koncentraci živin (zvláště fosforu) charakteristický bohatým rozvojem fytoplanktonu. Průměrná objemová biomasa fytoplanktonu byla během vegetační sezóny 2010 (duben – září) 46,3 mg l⁻¹. V průběhu vývoje biomasy lze zaznamenat dva vrcholy.



Obr. 1: Průběh koncentrace celkového (Pcelk) a rozpuštěného (Prozp) fosforu a chlorofylu_a (Chl_a) ve směsných vzorcích (0 – 2m) odebraných v průběhu roku 2010 u hráze rybníku Rožmberk.

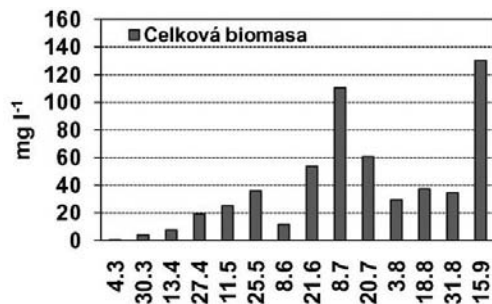


Obr. 2: Vztah mezi koncentracemi celkového fosforu (Pcelk) a chlorofylu_a (Chl_a), rybník Rožmberk 2010.

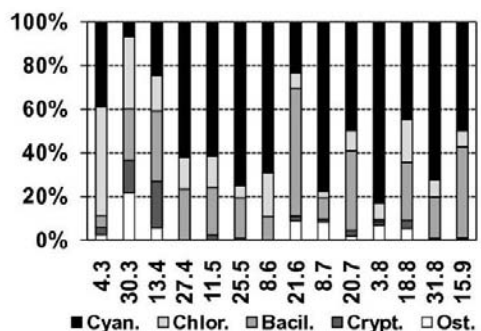


Obr. 3: Vztah mezi koncentracemi nerozpuštěných látek (NL105) a celkového fosforu (Pcelk), rybník Rožmberk 2010.

První počátkem července a druhý v polovině září. V obou případech biomasa převyšovala 100mg l⁻¹ (obr. 4). Z pohledu druhového složení byla sezóna 2010 charakteristická dominancí vláknitých forem sinic (nejčastěji rody *Anabaena*, *Limnothrix*, *Pseudanabaena* a *Planktothrix*), které v průměru tvořily bezmála 58% celkové biomasy fytoplanktonu (obr. 5). Relativně hojně byly i rozsivky (*Bacillariophyceae*), které v průměru tvořily 25% biomasy (nejčastěji druh *Aulacoseira granulata*). Zelené řasy (*Chlorophyceae*) tvořily v průměru 11% biomasy. Z druhového složení je patrné, že převážnou část fytoplanktonu tvořily druhy, které zooplankton nedokáže efektivně využívat jako potravu (jejich velikost, nutriční hodnota, toxicita atd.).



Obr. 4: Vývoj objemové biomasy fytoplanktonu na rybníku Rožmberk v průběhu vegetační sezóny 2010.

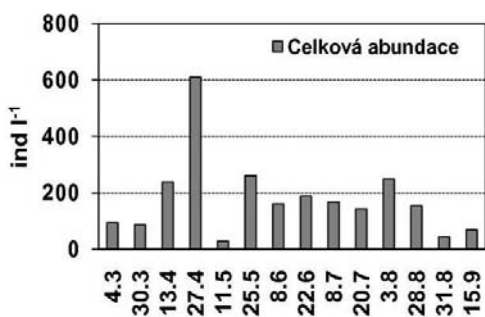


Obr. 5: Procentické zastoupení hlavních taxonomických skupin na rybníku Rožmberk v průběhu vegetační sezóny 2010.

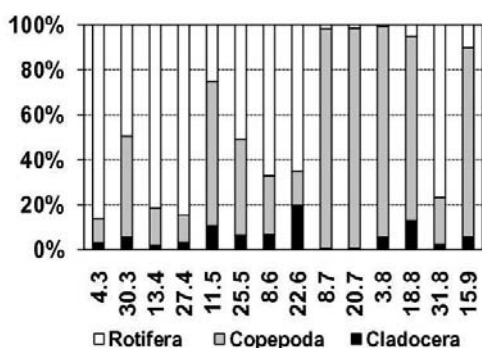
Klíčovou skupinou zooplanktonu z pohledu efektivního přenosu látek a energie od fytoplanktonu k rybám jsou velké perloočky rodu *Daphnia* (*Daphnia magna*, *D. pulicaria* případně velcí jedinci *D. galeata*). Jednak jsou efektivními filtrátory fytoplanktonu a současně plní roli významného potravního zdroje pro ryby. Různé studie ukázaly, že pokud je průměrná velikost perlooček rodu *Daphnia* > 1,0 mm a jejich procentické zastoupení v zooplanktonu vyšší než 20 - 30% jsou dafnie schopné efektivně regulovat „žratelný“ fytoplankton (Gliwicz 1969; Kořínek 1987; Pechar et al. 2002). Hlavní příčinou jejich absence v zooplanktonu je nejčastěji intenzivní vyžírací tlak ze strany rybí obsádky. Velké perloočky jsou následně vystřídány menšími druhy, které již nemají takovou filtrační schopnost jako velké dafnie a současně nepředstavují pro ryby tak významnou složku přirozené potravy. Tato změna v druhovém složení zooplanktonu je dosti často spojená (v podmínkách s dostatečným množstvím živin) s nárůstem biomasy fytoplanktonu.

V průběhu vegetační sezóny 2010 byla průměrná celková abundance zooplanktonu na rybníku Rožmberk 192 ind l⁻¹. Maximální celková abundance byla zaznamenána v druhé polovině měsíce dubna (610 ind l⁻¹). Ve společenstvu zooplanktonu je patrná výrazná dominance klanonožců (Copepoda), respektive jejich vývojových stádií (kopepoditová a naupliová stádia). Ta v průměru tvořila 54% celkové abundance zooplanktonu. Vřítníci, jakožto druhá nejhojnější skupina, tvořili v průměru bezmála 40% celkové abundance. Perloočky (Cladocera) zaujímaly v průměru pouze 6% zooplanktonu. Z tabulky 2 je dále patrné, že v zooplanktonu se prakticky nevyškytovaly perloočky rodu *Daphnia*. Jejich průměrné procentické zastoupení v zooplanktonu bylo < 1%. Pokud se dafnie vyskytly, jejich průměrná velikost nikterak významně nepřesahovala 1,0 mm.

Ze zjištěných výsledků je tedy patrné, že aktuální struktura zooplanktonu (absence velkých dafnií, převaha drobných druhů) není schopná efektivně omezovat rozvoj fytoplanktonu. Současně jeho druhové složení a relativně malá kvantita nezabezpečuje dostatečný zdroj přirozené potravy pro chované ryby. Důvodů pro takto významnou absenci velkého filtrujícího zooplanktonu (velké druhy dafnií), je několik. Za nejvýznamnější lze pravděpodobně považovat vyžírací tlak rybí obsádky (zřejmě včetně plevných ryb z Lužnice) a krátkou teoretickou dobu zdržení (HRT) vody v Rožmberku (16 dní v průběhu roku 2010, během vysokých průtoků pouze ~4 dny), která neumožňuje dostatečný rozvoj dafního zooplanktonu a nahrává tak spíše dominanci buchaneček. Pro příznivý vývoj dafního zooplanktonu je třeba stabilně HRT alespoň 20 dní (během 20 dnů v letním období dospějí 2-3 generace dafnií).



Obr. 6: Průběh celkové abundance zooplanktonu během vegetační sezóny 2010 na rybníce Rožmberk.



Obr. 7: Procentické zastoupení hlavních taxonomických skupin zooplanktonu v průběhu vegetační sezóny na rybníce Rožmberk.

Tabulka 3

Abundance dafnií, perlooček (Cladocera) a celková abundance zooplanktonu. Procentické zastoupení perlooček a dafnií v zooplanktonu a průměrná velikost dafnií (AVGd) v průběhu vegetační sezóny (Rožmberk 2010).

Parametr	4.3	30.3	13.4	27.4	11.5	25.5	8.6	22.6	8.7	20.7	3.8	18.8	31.8	15.9
<i>Daphnia</i> [ind l ⁻¹]	0	1	1	1	1	7	2	1	0	0	2	4	0	2
Cladocera [ind l ⁻¹]	3	5	5	20	3	17	11	37	1	1	14	20	1	4
Celkem [ind l ⁻¹]	94	87	238	610	28	260	161	188	167	143	248	154	43	69
Cladocera [%]	0	20,0	20,0	5,0	33,3	41,2	18,2	2,7	0	0	14,3	20,0	0	50,0
<i>Daphnia</i> [%]	0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1	< 1	0	< 1
AVGd ¹ velikost	0	0,84	0,77	0,60	0,60	1,07	1,00	0,91	0	0	1,06	0,96	0	0,55

¹AVGd velikost – průměrná velikost perlooček rodu *Daphnia*.

Sedimenty

Nezbytnou součástí bilančního monitoringu byla analýza sedimentů z pohledu obsahu fosforu a jeho potenciálu fosfor uvolňovat. Obecně lze říci, že sediment rybník Rožmberk je bohatý na fosfor. Množství fosforu se v povrchové 2 cm silné vrstvě sedimentu (vztaženo na gram sušiny sedimentu) pohybovalo v rozmezí 2,4 – 4,6 mg fosforu (sezóna 2010). Nejvyšší množství fosforu v sedimentu bylo zaznamenáno v zátoce, do které ústí Prostřední stoka a odpadní vody RABu a ČOV Třeboň. Důležité je zjištění, že fosfor je z velké části vázán labilně (závislost na oxido-redukčních podmínkách) a je schopen přecházet do vodního sloupce při nedostatku kyslíku u dna.

Tento fosfor je více či méně dostupný produkčním procesům v rybníce, ale může představovat eutrofizační riziko i pro povrchové vody níže v povodí. V tomto ohledu je klíčovým okamžikem vypouštění a výlov rybníka, kdy může docházet k masivnímu transportu bahna a na něj vázaného fosforu po proudu.

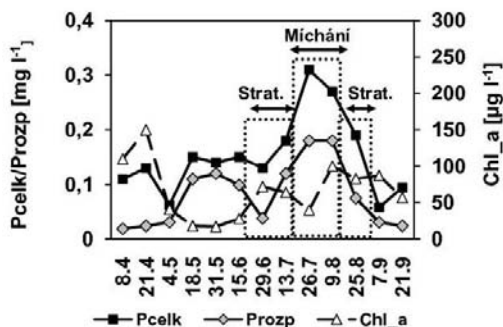
Na druhé straně se zdá, že k masivnímu uvolňování fosforu z bahna nemusí docházet, pokud se podaří udržet dobrý kyslíkový režim v celém vodním sloupci. Zonační měření koncentrace a nasycení rozpuštěného kyslíku prováděná v průběhu roku 2010, ani v jednom případě nepotvrdila významnější stratifikaci. Kyslíkové poměry byly i u dna poměrně příznivé. Rožmberk je rybník relativně mělký s průměrnou hloubkou přibližně 1,2 m. Díky jeho velké exponovanosti pro vítr dochází k pravidelnému míchání vodního sloupce, což zabezpečí relativně dobré kyslíkové poměry u dna a tím i snížení rizika uvolňování fosforu ze sedimentu. Zároveň pohyby vody pomáhají udržovat ve vznosu hodně nerozpuštěných látek, s nimiž se P dostává v průběhu roku do odtoku.

Dehtář

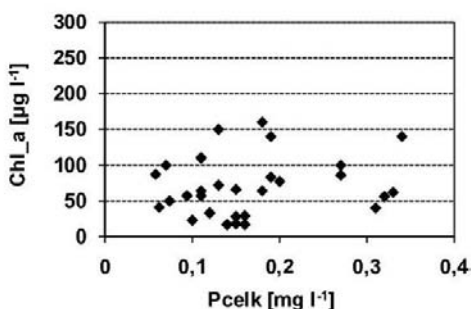
Rybník Dehtář leží na Dehtářském potoce, cca 12 km západně od Českých Budějovic. Dehtář je z pohledu hydrologie výrazně odlišný od rybníka Rožmberk. Má významně menší plochu povodí. Současně je málo průtočný, s pomalou obměnou vody. Teoretická doba zdržení byla během hodnocené sezóny 160 dní. Rybník je poměrně hluboký s výskytem teplotní stratifikace.

Trofický stav

Trofický stav Dehtáře lze na základě zjištěných dat o celkovém fosforu a chlorofylu_a klasifikovat jako hypertrofni. Průměrná koncentrace celkového fosforu v průběhu vegetační sezóny byla o něco nižší než na rybníce Rožmberk $0,16 \text{ mg l}^{-1}$. Maximální koncentrace však byla podobná $0,31 \text{ mg l}^{-1}$ (přelom července a srpna). Koncentrace rozpuštěného fosforu však byly ve srovnání s Rožmberkem výrazně vyšší, kdy v průběhu července a srpna dosahovaly hodnot až $0,18 \text{ mg l}^{-1}$ (obr. 8). Rozpuštěný fosfor tvořil během vegetační sezóny v průměru 42 % celkového fosforu a například v první polovině měsíce července tvořil více jak 70% celkového fosforu. Pro srovnání, rybník Rožmberk měl v průběhu vegetační sezóny v průměru pouze 14% celkového fosforu ve formě rozpuštěného fosforu s maximem 20% na počátku června. Nutné je uvést, že rozpuštěná forma fosforu je přímo využitelná fytoplanktonem a z pohledu eutrofizace se tedy jedná o nejrizikovější formu.



Obr. 8: Sezónní průběh koncentrace celkového (Pcelk) a rozpuštěného fosforu (Prozp) a chlorofylu_a (Chl_a) (směsné vzorky 0 – 2m) během vegetační sezóny 2010 na rybníce Dehtář. V grafu jsou znázorněna období stratifikace (Strat.) a míchání.



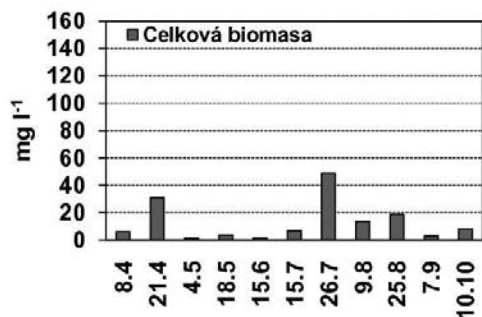
Obr. 9: Vztah mezi koncentrací celkového fosforu (Pcelk) a chlorofylu_a (Chl_a) v průběhu vegetační sezóny 2010 na rybníce Dehtář.

Průměrná biomasa fytoplanktonu charakterizovaná koncentrací chlorofylu_a byla v průběhu vegetační sezóny 2010 relativně nízká 78 µg l^{-1} s maximem na konci dubna 150 µg l^{-1} . V případě rybníka Dehtář jsme nezaznamenali prakticky žádný vztah mezi koncentrací celkového fosforu a koncentrací chlorofylu_a (obr. 9). Na základě tohoto zjištění, lze konstatovat, že fytoplankton v rybníce Dehtář nedokáže během vegetační sezóny (zvláště v létě) plně využívat fosfor, což potvrzují i vysoké koncentrace rozpuštěného fosforu během letního období (obr. 8).

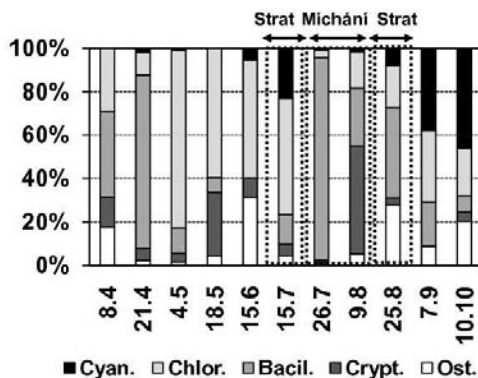
Na tomto místě je důležité položit si otázky, (i) kde se berou tak vysoké koncentrace rozpuštěného fosforu v letním období (ii) a proč nedokáže fytoplankton tento fosfor využívat? Jak již bylo uvedeno výše, Dehtář je poměrně hluboký rybník s výskytem teplotní a kyslíkové stratifikace. Po ustálení stratifikace dojde k poklesu koncentrace kyslíku u dna až na nulové koncentrace. Díky absenci dusičnanů, které byly odstraněny účinnou denitrifikací, dochází k prohloubení redukčních podmínek na rozhraní voda/sediment, což má za následek uvolňování Fe a P ze sedimentů. Teplotní zvrstvení vody v Dehtáři není, ale příliš stálé neboť hladina Dehtáře je významně exponována západním větrům, a tak dochází k častému míchání vody. Tím dochází k obohacení vodního sloupce o rozpuštěné sloučeniny fosforu uvolněné ze sedimentu. Ve srovnání s relativně velkou průměrnou hloubkou (až 2,6m) je vrstva, ve které probíhá fotosyntéza tzv. eufotická vrstva poměrně tenká. Jedná se přibližně o třetinu až polovinu vodního sloupce (odhadnuté na základě průhlednosti vody). Hlouběji 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 omezen špatnou dostupností světla.

Fytoplankton a zooplankton

Ve srovnání s rybníkem Rožmberk vykazoval Dehtář několikanásobně nižší objemové biomasy fytoplanktonu. Průměrná biomasa během vegetační sezóny byla 13,4 mg l⁻¹ s maximem na konci července (49 mg l⁻¹) (obr. 10). Druhové složení bylo také odlišné.

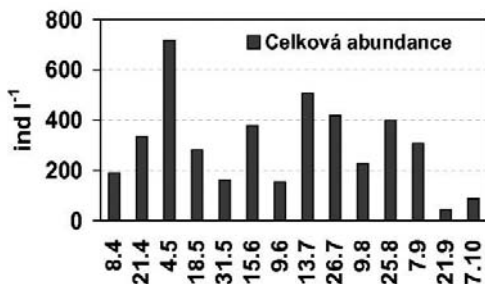


Obr. 10: Průběh celkové objemové biomasy fytoplanktonu během vegetační sezóny 2010 na rybníce Dehtář. V obrázku je znázorněno období stratifikace a míchání.

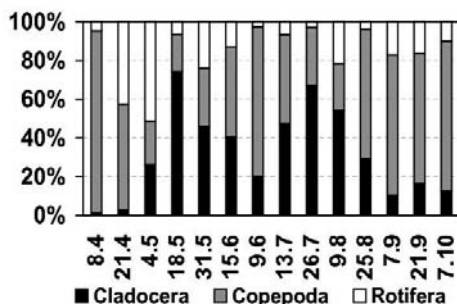


Obr. 11: Procentické zastoupení hlavních taxonomických skupin fytoplanktonu v průběhu vegetační sezóny 2010 na rybníce Dehtář.

V průběhu vegetační sezóny jsme prakticky nezaznamenali významnější dominanci sinic (*Cyanophyceae*), ty se začaly ve fytoplanktonu prosazovat až na konci vegetačního období (obr. 11). Dominantní složkou fytoplanktonu rybníku Dehtář v průběhu vegetační sezón 2010 byly zelené řasy (*Chlorophyceae*, nejčastěji rody *Oocytis*, *Pediastrum*) a rozsivky (*Bacillariophyceae* dominantní rod *Aulacoseira*), které v průměru zaujímaly 35% resp. 31% biomasy. V průměru 12% biomasy fytoplanktonu tvořily kryptomonády (*Cryptophyceae*). Sinice zaujímaly pouze 11% biomasy fytoplanktonu během vegetační sezóny. Malé zastoupení vláknitých a koloniálních forem sinic bylo pravděpodobně důsledkem míchání poměrně hlubokého vodního sloupce větrem, které favorizuje ostatní skupiny fytoplanktonu (hlavně kryptomonády a rozsivky). To je dobře vidět na grafu na obr. 11. Od poloviny června do poloviny července trvalo období poměrně stálé teplotní stratifikace a sinice začaly tvořit zvětšující se podíl fytoplanktonu. Po promíchání vodního sloupce pak byl hned zjištěn zvýšený podíl rozsivek, kterým míchání vyhovuje. Důležité z pohledu využití fytoplanktonu v dalších člancích potravního řetězce (hlavně filtrujícím zooplanktonem) je fakt, že velká část biomasy fytoplanktonu byla trvale tvořena dobře „žratelnými“ druhy.

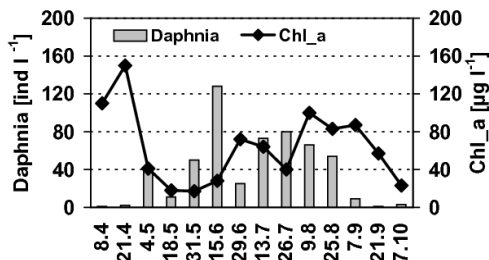


Obr. 12: Průběh celkové abundance zooplanktonu během vegetační sezóny 2010 na rybníce Dehtář.

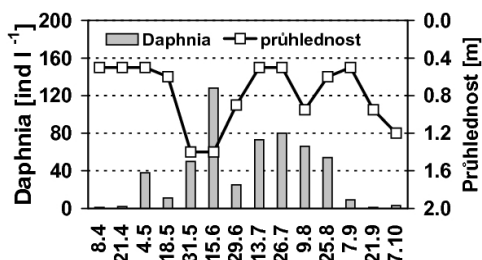


Obr. 13: Procentické zastoupení hlavních taxonomických skupin zooplanktonu v průběhu vegetační sezóny 2010 na rybníce Dehtář.

Průměrná početnost (abundance) zooplanktonu byla ve srovnání s Rožmberkem výrazně vyšší: 300 ind l⁻¹ (maximum 717 ind l⁻¹) (obr. 12). Ještě významnější rozdíl lze najít v druhovém složení. Na rybníku Dehtář se v zooplanktonu výrazněji uplatňovaly perloočky (*Cladocera*). V průměru nejvyšší procentické zastoupení 52% měly během vegetační sezóny klanonožci, respektive jejich vývojová stádia (naupliová a kopepoditová stádia). Perloočky tvořily v průměru 32% a vířníci 16% (obr. 13).



Obr. 14: Vývoj abundance perlooček rodu *Daphnia* a koncentrace chlorofylu a v průběhu vegetační sezóny 2010 v rybníce Dehtář.



Obr. 15: Vývoj abundance perlooček rodu *Daphnia* a průhlednosti vody v průběhu vegetační sezóny 2010 v rybníce Dehtář.

Jak jsme uvedli dříve, nejdůležitější složkou zooplanktonu z pohledu přenosu energie a látek v potravním řetězci k rybám, jsou perloočky rodu *Daphnia*, respektive dafnie > 1,0 mm. Ty již dokáží, efektivně filtrovat fytoplankton. To má za následek zvýšení průhlednosti vody. Z obrázků 14 a 15 je patrné, že maximální kvantitativní dosahovaly dafnie v první polovině měsíce června 128 ind l⁻¹ (tvořily 34% zooplanktonu) při průměrné velikosti ~1,0 mm (tab. 4). Toto období bylo současně charakterizováno relativně nízkými koncentracemi chlorofylu a a nejvyšší průhledností vody v průběhu vegetační sezóny - dafnie svou filtrační schopností dokázaly regulovat rozvoj fytoplanktonu, což se projevilo například zvýšenými koncentracemi rozpuštěného fosforu ve vodním sloupci (obr. 8).

Celkově však abundance perlooček rodu *Daphnia* (průměrná velikost 1,0 mm) během vegetační sezóny nebyla příliš velká, v průměru 39 ind l⁻¹ (tvořily 13% zooplanktonu). To nasvědčuje intenzivnímu vyžíracímu tlaku ze strany rybí obsádky (rybník na druhém horku).

Tabulka 4

Abundance dafnií, perlooček (*Cladocera*) a celková abundance zooplanktonu. Procentické zastoupení perlooček a dafnií v zooplanktonu a průměrná velikost dafnií (AVGd) v průběhu vegetační sezóny (Dehtář 2010)

Parametr	8.4	21.4	4.5	18.5	31.5	15.6	29.6	13.7	26.7	9.8	25.8	7.9	21.9	7.10
Daphnia [ind l ⁻¹]	1	2	38	11	50	128	25	73	80	66	54	9	1	3
Cladocera [ind l ⁻¹]	2	9	187	208	74	153	31	240	281	123	116	32	7	11
Celkem [ind l ⁻¹]	189	335	717	281	161	377	153	507	419	227	398	308	43	88
Cladocera [%]	50,0	22,2	20,3	5,3	67,6	83,7	80,6	30,4	28,5	53,7	46,6	28,1	14,3	27,3
Celkem [%]	0,5	0,6	5,3	3,9	31,1	34,0	16,3	14,4	19,1	29,1	13,6	2,9	2,3	3,4
AVGd ¹ velikost	1,75	0,68	1,17	1,06	0,94	0,99	0,97	0,88	1,29	0,86	1,05	0,94	0,84	0,98

¹AVGd velikost – průměrná velikost perlooček rodu *Daphnia*.

Sedimenty

Sediment rybníka Dehtář měl poměrně nízkou ztrátu žháním (< 20%), tedy i poměrně nízký podíl organických látek. Organický materiál (a fosfor na něj vázaný) není v bahně akumulován. Je to proto, že převažují lehce rozložitelné organické látky schopné poměrně rychlé mineralizace (fosfor se tak vrací zpět do vodního sloupce).

Celkový obsah fosforu není vzhledem k hypertrofnímu stavu rybníka vysoký (2 - 3 mg g⁻¹), přičemž velký podíl reaktivního rozpuštěného fosforu se nachází ve frakci redox-labilní. To je jasná indikace, že při vyčerpání kyslíku a N-NO₃⁻ na rozhraní sediment/voda dojde k uvolňování rozpuštěného fosforu ze sedimentu spolu s Fe. Tato situace byla prokázána během dvou zachycených období teplotní stratifikace (i) VI.- pol. VII., (ii) VIII.: Na odtoku byl patrný několikanásobný nárůst koncentrace P celkového i P rozpuštěného. Maximální koncentrace byla zaznamenána 13.7. (Pcelk 1,2 mg l⁻¹, Prozp 1,1 mg l⁻¹), zároveň s minimem obsahu O₂ a N-NO₃⁻ a s maximem Fe. Redukční pochody během období teplotní stratifikace byly u dna rybníka indikovány i velmi vysokými koncentracemi amoniakálního dusíku (až 1,9 mg l⁻¹) na odtoku.

Sediment Dehtáře tedy za stávajících podmínek nemá schopnost vysoké retence P, čemuž odpovídají i nevysoké koncentrace P v bahně. Zvýšení schopnosti zadržovat P lze dosáhnout zlepšením kyslíkového režimu v rybníce zvláště u dna čímž by se redox-labilní frakce (P~Fe) měla stát stabilnější.

Roční bilance fosforu rybníků Rožmberk a Dehtář a jejich vzájemné porovnání

Rožmberk

Celková roční bilance fosforu zjištěná v roce 2010 byla negativní, rybník tedy fosfor uvolňoval. Celkově rybník uvolnil 4 546 kg P rok⁻¹. Z hlavních přítoků měla největší podíl na vnosu fosforu velkovýkrma prasat RAB a ČOV Třeboň umístěná v jeho areálu. Přísun z tohoto zdroje tvořil 37% z celkového množství vneseného fosforu. V rámci monitoringu bylo zjištěno, že probíhalo pravidelné vypouštění odpadních vod v rozporu s vodohospodářským povolením, což bylo hlavní příčinou dříve zjišťované silně negativní látkové bilance fosforu (oproti deklarovaným cca 3 t P odcházelo reálně zhruba 8,7 t P!). V současnosti je nová ČOV ve zkušebním provozu. Důležité si je také uvědomit, že z hydrologického pohledu tvoří objem vody vstupující z oblasti ČOV a RAB méně než 2% celkového objemu vody, který přiteká do rybníku Rožmberk v roce 2010. Přísun fosforu hlavním přítokem – Lužnicí tvořil 28% a 6 534 kg z celkového ročního vstupu. Z hydrologického pohledu se objem vody z Lužnice podílel přibližně na 74% celkového objemu vody přítoků. Významný podíl na celkové bilanci fosforu měla také Prostřední stoka. Na Prostřední stoku je napojena řada velkých rybníků (např. Svět, Spolský) a současně je do ní přepouštěna (např. v průběhu zvýšených srážkových úhrnů) část nečištěných odpadních vod města Třeboň prostřednictvím Spolského potoka. Přísun fosforu Prostřední stokou tvořil 27% (6 243 kg P rok⁻¹) z celkového vstupu. Kromě neoddiskovatelného vlivu vypouštěných nepřechištěných odpadních vod z části aglomerace města Třeboň a pravděpodobně i výše v povodí položených rybníků, bude mít jistý podíl i obohacování fosforem z obhospodařovaných tzv. „Mokřých luk“, které jsou částečně hnojeny digestátem a s Prostřední stokou jsou přímo spojeny pomocí odvodňovacích per.

Rožmberk není pro svou velkou průtočnost, která nedovoluje dostatečný rozvoj většího zooplanktonu, příliš vhodný k chovu kapra. Hnojení rybníka se zde neprovádí, protože vnější vstupy živin jsou velmi vysoké. Krmení zde v roce 2010 nebylo příliš intenzivní, relativní krmný koeficient (RKK) dosahoval cca 1,7 (na 1 kg přírůstek kapra bylo spotřebováno 1,7 kg krmiva), takže bilance rybařského hospodaření byla vyrovnaná (nulové saldo). Fosfor dodaný do vody s krměním byl vyloven s biomasou ryb. Pravděpodobné zvýšení efektivity celkové produkce by bylo možné dosáhnout snížením podílu kapra mezi chovanými rybami a zvýšit podíl dravých ryb, jako je například sumec a bolen. Určitou možností eliminace velkého množství fosforu vázaného na nerozpuštěné látky, včetně biomasy

fytoplanktonu, by mohlo být vysazení větší biomasy tolstolobika bílého (na úkor kapra). V tomto případě bývá sice zmiňováno riziko tzv. ichtyoeutrofizace, avšak v podmínkách rybníka Rožmberk (hypertrofie při nízké koncentraci rozpuštěného fosforu) je významnější možnost zabudování zvýšeného podílu P do biomasy ryb.

Přestože Rožmberk vykazoval tzv. nulové saldo P bilance v rybářství, což by měl být předpoklad ještě dobré retenční schopnosti rybníka, byla zde látková bilance P výrazně negativní - uvolnil ~ 4,5 t P víc. Těchto 4,5 t P představuje právě to množství P, které oteklo při výlovu rybníka. Tuto část látkového toku P považujeme ale za správné do celkové látkové bilance Rožmberka zahrnout, protože se jedná o P, který se ze stávajících vstupů musel v rybníce v období mezi výlovy nahromadit. Bylo by také možné započítat do roku 2010 pouze polovinu exportu P s bahnem při výlovu. Pořád by ale látková bilance Rožmberka vycházela o více než 2 t negativní, zatímco by rybník měl podle doby zdržení (retence 31%) cca 7,2 t P zadržet, což znamená rozdíl oproti současnosti zhruba 10 - 12 t P.

Hlavním důvodem negativní látkové bilance Rožmberka bude zřejmě stále ještě podceněný vstup P s odpadními vodami z Třeboně, a to zejména s nečištěnými odpadními vodami z odlehčení kanalizačního řadu za srážkoodtokových událostí. Nově budovaná ČOV bude vybavena technologií pro srážení fosforu, kdy by se výstupní koncentrace reálně mohly pohybovat mezi 1,0 – 1,5 mg l⁻¹. To by v kombinaci se zastavením tzv. „černého vypouštění“ znamenalo významné snížení oproti současnému stavu v řádu několika tun.

Zcela vyloučit nelze ani vliv aktivity rybí obsádky na snížení retence P, protože rybí obsádka zrychluje koloběh tohoto prvku. Podíl látkových toků vázaných rybářským hospodařením byl jinak vůči obrovským vstupům P přítoky a z ČOV minimální (tab. 5).

Tabulka 5

Látkové bilance sledovaných rybníků v průběhu roku 2010 (Rožmberk) a 2010 – 2011 (duben – březen Dehtář). V tabulce je uveden vstup i výstup P přítoky/odtoky a z rybářského hospodaření (ryby). Zjištěné hodnoty jsou porovnány se situací, kdy by k žádnému vstupu P z rybářství nedošlo a rybník by zadržoval tolik P, kolik lze vypočítat z jeho doby zdržení vody. V posledním řádku tabulky je uveden rozdíl mezi současným stavem a hypotetickou situací, kdy by rybník uplatnil maximální retenci (kladná čísla – rybník zadržuje méně než by mohl).

Charakteristiky bilance			Rožmberk	Dehtář
Hodnoty zjištěné	Vstup přítok/ryby	[kg]	23353/654	2116/2069
		[g m ⁻²]	5,2/0,15	0,86/0,84
	Výstup odtok/ryby	[kg]	27899/654	3780/960
		[g m ⁻²]	6,2/0,15	1,54/0,39
Hodnoty maximální potenciální retence	Retence	[%]	31	55
		[kg]	7240	1164
		[g m ⁻²]	1,6	0,5
	Odtok	[kg]	16113	952
Rozdíl	Odtok	[kg]	11785	2828

Dehtář

Z údajů v tab. 5 je zřejmé, že ve srovnání s rybníkem Rožmberk je celkový přísun P do rybníka výrazně nižší. Bezmála polovinu ale tvořily vstupy s krmením a hnojením. Rybník vykazoval negativní bilanci P – oteklo zhruba o 555 kg P víc, než přiteklo, přičemž více jak 3/4 (430 kg P) tvořil P, který opustil rybník během podzimního výlovu. Porovnáme-li aktuální stav s tím, kolik by měl rybník teoreticky zadržovat, vychází rozdíl zhruba 2,8 t P, což je oproti zdánlivě téměř vyrovnané bilanci vysoká hodnota. Z přítoků se na vstupu fosforu nejvíce podílel Kamenný potok (917 kg P rok⁻¹, 29%), který protéká výše ležícím rybníkem Posměch. Ten lze charakterizovat jako hypertrofní rybník s polointenzivním chovem kachen. Nezanedbatelný byl také přísun Babickým potokem (21%, 669 kg P rok⁻¹). Tento přítok odvodňuje území severozápadně od rybníku Dehtář, které je bohaté na drobné obce bez ČOV.

Dehtář není vzdor poměrně vysokému obsahu P příliš úživný rybník, protože fosfor není efektivně přenašén do vyšších trofických úrovní (k rybám). Produkce ryb proto byla podporována poměrně intenzivním krmením (RKK = 2,4). Nadbytek fosforu vnášeného s krmením ovšem nebyl efektivně využíván trofickými řetězci a přecházel do odtoku. Navíc podmínky na rozhraní sediment/voda nebyly příznivé pro zachycování P, protože za trvalé absence dusičnanových iontů se ze dna P vázaný s Fe rychle a masivně uvolňoval už při krátkodobých anoxiích. Rozvoj těchto anoxií může být podporován právě intenzivnějším krmením ryb, kterým jsou do vody vnášeny organické látky, jež snadno podléhají rozkladu.

Příčinou negativní látkové bilance P se zdá být příliš intenzivní rybářské hospodaření vzhledem k tomu, že rybník je přirozeně spíše málo úživný a v eutrofních až hypertrofních poměrech v něm P zadržován není.

V současné době je živě diskutována otázka, jaký je podíl vstupů z rybářského hospodaření na celkové bilanci fosforu. Klíčová je zvláště diskuse nad obsahem fosforu v aplikovaném krmivu, hnojení a v nasazených a vylovených rybách. Dat, týkajících se této problematiky není mnoho. Reálná data jsou však nezbytná pro správné posuzování živinových bilanci, resp. podílu rybářského hospodaření v bilanci vstupů a výstupů.

Tabulka 6

Bilance P rybářského hospodaření na rybníku Dehtář vypočítaná na základě hodnot pro koncentraci P v rybách, krmení, hnojení uváděnou různými autory.

Varianta 1. – Rotschein 1983, Čermák 2008;

Varianta 2. – hodnoty používané rybáři: kapr - 8,4 g kg⁻¹, obilí 3,3 g kg⁻¹;

Varianta 3. - Knösche et al. 2000.

Bilance je vypočítána dohromady pro rok 2009 – 2010 (dvouhorkový systém).

Rok 2009 - 2010	Vstupy/výstupy		Varianta 1.	Varianta 2.	Varianta 3.
	[kg ha ⁻¹]				
Vstupy	Ryby	84	0,66	0,71	0,04
	Krmení	2394	8,64	7,82	8,62
	Hnojení	3228	4,20	4,20	4,20
	Celkem	5706	13,50	12,73	12,86
Výstup	Ryby	1085	8,46	9,11	0,54
Bilance celkem	[kg ha ⁻¹]		5,04	3,62	12,32
	[g m ⁻²]		0,50	0,36	1,23

Tabulka 7

Celková roční bilance fosforu rybníku Dehtář vypočítaná s využitím jednotlivých variant.

Varianta 1. – Rotschein 1983, Čermák 2008;

Varianta 2. – hodnoty používané rybáři Kapr - 8,4 g kg⁻¹, obilí 3,3 g kg⁻¹;

Varianta 3. - Knösche 2000. Bilance je přepočítána pouze pro rok 2010.

Kladná hodnota celkové bilance – rybník fosfor uvolňuje, záporné hodnoty – rybník fosfor zadržuje.

Charakteristiky bilance		Varianta 1.	Varianta 2.	Varianta 3.
Vstup přítok/rybáři	[kg]	2116/2069	2116/1942	2116/1910
	[g m ⁻²]	0,86/0,84	0,86/0,79	0,86/0,78
Vstup celkem	[kg]	4185	4058	4026
	[g m ⁻²]	1,70	1,65	1,64
Výstup odtok/rybáři	[kg]	3780/960	3780/1033	3780/62
	[g m ⁻²]	1,54/0,39	1,54/0,42	1,54/0,03
Výstup celkem	[kg]	4740	4813	3842
	[g m ⁻²]	1,93	1,96	1,57
Bilance povodí/rybáři	[kg]	1664/1109	1664/909	1644/1848
Bilance celkem	[kg]	555	755	- 184

Na příkladu rybníka Dehtář si můžeme ukázat několik variant zjištění bilance fosforu rybářského hospodaření. Pro výpočet těchto variant byly použity koncentrace fosforu v krmení, hnojení a v rybách, které jsou pro stanovení bilance fosforu nejčastěji využívány tedy Rothschein 1983, Čermák 2008, Knösche 2000 a data, která jsou nově navrhována rybáři (tab. 6). Na základě zjištěných hodnot jsme provedli výpočet jednotlivých variant celoroční bilance fosforu. Jak je patrné z tab. 7, pak při propočtu bilance způsobem VSTUP (přítoky + násada + krmení + hnojení) x VÝSTUP (odtok + výlov ryb) s využitím obsahu fosforu, které publikuje Rothschein 1983 (ryby) a Čermák 2008 (krmení, hnojení) byla celková roční bilance fosforu rybníka Dehtář negativní - výstup je o 555 kg P rok⁻¹ vyšší. S hodnotami, které navrhují pro bilanční výpočty rybáři, je celoroční bilance fosforu taktéž záporná – výstup je vyšší o 755 kg P rok⁻¹. S využitím hodnot, které uvádí Knösche et al. 2000 je bilance fosforu kladná - rybník zadržel 184 kg P rok⁻¹. Z výsledků je patrné, že je nezbytné nutně získat relevantní - aktuální data o obsahu fosforu v hlavních druzích a věkových kategoriích chovaných ryb, které budou pro výpočet bilancí obecně platné. Různě použité obsahy fosforu v rybách při výpočtu mohou změnit pohled na celkovou bilanci hodnoceného rybníka.

Z výsledků kalkulace v tab. 7 je dále patrné, že způsob výpočtu bilance P způsobem „VSTUP x VÝSTUP“ neposkytuje příliš využitelné informace pro hodnocení celkové látkové bilance rybníka, naopak může být až zavádějící. Naopak bilance zaměřená pouze na rybářské hospodaření nebo pouze na přítok a odtok umožňuje hlubší vhled do chování rybníka.

Závěry

Jak ukázal první rok bilančního monitoringu několika vybraných „velkých“ rybníků, není pochopení fungování rybníků snadná záležitost. Nestačí proto jen zabývat se rybníkem jako takovým, ale je třeba brát rybník jako součást povodí. Podrobné látkové bilance jsou nevyhnutelným podkladem pro racionální diskuse na téma způsobu obhospodařování rybníků.

Obecně odvozený potenciál retence fosforu v rybnících je třeba porovnávat s reálnými možnostmi rybníků, které kromě způsobu hospodaření a vstupu fosforu z povodí záleží také na jejich hydromorfologii, charakteru usazenin a dalších. Charakteristiky rybníka je ovšem třeba citlivě zvažovat i při volbě

způsobu hospodaření, protože pokud je tlak na produkci nepřiměřený charakteru rybníka, dochází nejen k nadbytečnému vnosu živin, ale také k potlačení jeho přirozené retenční kapacity, což v důsledku znamená markantní rozdíl mezi tím, co rybník „dělá“ a tím, co by mohl. To lze dobře ilustrovat na příkladu rybníka Dehtář, který má obrovský retenční potenciál, ale v současném systému hospodaření je jeho role z pohledu retence fosforu spíše negativní. Racionální změnou v hospodaření vedoucí ke snížení emisí P z rybářského hospodaření, by mohla být v případě Dehtáře například eliminace organického hnojení, neboť jak ukazují výsledky ze zimního a předjarního období 2011, rybník má i v tomto období dostatečný obsah organických látek a živin a jeho následné umělé zvyšování aplikací organických hnojiv jen zvyšuje zatížení rybníka s diskutabilním efektem na rozvoj planktonu. V tomto období (leden – březen) byly průměrné hodnoty BSK₅ - 4,2 mg l⁻¹ (max. – 6,0 mg l⁻¹), CHSK_{Cr} - 29 mg l⁻¹ (max. – 39 mg l⁻¹) a TOC (celkový organický uhlík) – 10,2 mg l⁻¹ (max. – 12 mg l⁻¹). Snížení biomasy rybí obsádky (například formou odlovů během vegetační sezóny), spojené se snížením krmných dávek a jejich racionální aplikace (aplikace ve správné době) by mohly napomoci zefektivnit fungování potravního řetězce (podpora udržení hrubého a středního zooplanktonu, zvláště perlooček rodu *Daphnia*) což by mělo pozitivní dopad na celkovou rybí produkci (větší podíl přirozené produkce -> nižší náklady na chov ryb) a tím i na živinovou bilanci jako celek.

Podle našeho názoru je ve velké části rybníků skryta schopnost účinně zadržovat živiny, která může být v řadě případů významnější, než schopnost rybníků poskytovat výhradně prostředí pro produkci ryb. Abychom dokázali jednotlivé případy správně zhodnotit, musíme se naučit vidět a ohodnotit služby, které nám ekosystém rybníka v dané lokalitě poskytuje nebo by poskytovat mohl. Podle našeho názoru je naprosto nedoceněna zejména schopnost rybníků zadržovat živiny. To se týká v první řadě dusíku, který je v rybnících důsledně eliminován, takže náklady na odstraňování dusíku na ČOV v povodí takového rybníka lze oprávněně vidět jako plýtvání finančními prostředky. Máme za to, že v mnoha lokalitách by rybníky mohly být součástí strategie zachycování P (později snad i recyklace P), primárně ochranou níže ležících částí povodí před eutrofizací. Náklady na změny způsobu hospodaření v rybnících (případná újma na produkci ryb při snaze maximalizovat retenci P) by byly s vysokou pravděpodobností nízké v porovnání s nasazením moderních technologií zejména v menších sídlech, kde je takový postup finančně i výsledným efektem neadekvátní. Už teď se v projektech zlepšení jakosti vody v některých nádržích (Orlík, Švihov) potýkáme s otázkou, jak úspěšně vyřešit emise fosforu z drobných sídel – a tzv. difuzních zdrojů obecně, které v řadě subpovodí mohou být velmi významné. Přitom ale čistě technické řešení, tedy jednotná stoková síť zakončená ČOV, na níž se – dle aktuálně platné legislativy - nebudou vztahovat žádné obecné limity pro odtok fosforu, by bylo velmi nákladné a navíc potřebný efekt by zdaleka nebyl zaručen.

Poděkování

Ing. J. Hůdovi, Ph.D. a Ing. J. Chmelovi za poskytnutí údajů o rybářském hospodaření na rybnících Rožmberk a Dehtář. Velký dík patří RNDr. Jakubu Borovcovi, Ph.D. a jeho kolegům za analýzu dnových sedimentů hodnocených rybníků.

Použitá literatura

- Čermák et al. (2008): Krmiva konvenční a ekologická. Vědecká monografie, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta v Českých Budějovicích, ISBN 978-80-7394-141-3, pp 180.
- 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: pp. 93-97.
- Gliwicz Z. M. (1969): Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy. Ekol. Pol. 17: 663-708.

- Hejzlar J., Duras J., Komárková J., Turek J., Žaloudík J.,** (2007): Vodárenská nádrž Mostišť: Vyhodnocení monitoringu nádrže a povodí 2006. Biologické centrum AVČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav. České Budějovice.
- 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.
- Knösche R., Scheckenbach K., Pfeifer M., Weissenbach H.** (2000): Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fischeries Management and Ecology*, 7: 15-22.
- 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.
- Pechar L., Příkryl I., Faina R.,** (2002): Hydrobiological evaluation of Třeboň fishponds the end of the nineteenth century In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L.: *Freshwater wetlands and their sustainable future*. Paris, 31-61.
- Potužák J., Duras J., Borovec J., Rohlík V., Langhansová M., Kubelka A.,** (2010a): První výsledky živinové bilance rybníku Rožmberk s posouzením vlivu na řeku Lužnici. 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: pp. 99-118.
- Potužák J., Duras J., Borovec J., Rucki J.,** (2010b): Rybníky Dehtář a Hejtman – 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: pp. 119-136.
- Rothschein J.,** (1983): Kolobeh fosforu a ryby vo vodárenských nádržiach. *Vodní hosp.* B33, 9-13.



8

Diurnální změny hodnot rozpuštěného kyslíku a pH v intenzivně obhospodařovaných rybnících.

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

Mendelova univerzita v Brně

Oddělení rybářství a hydrobiologie

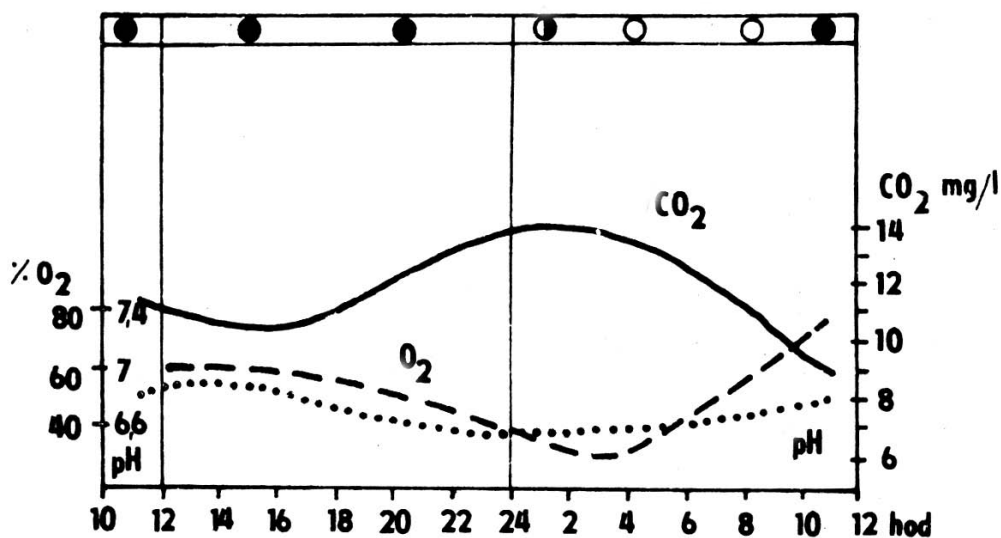
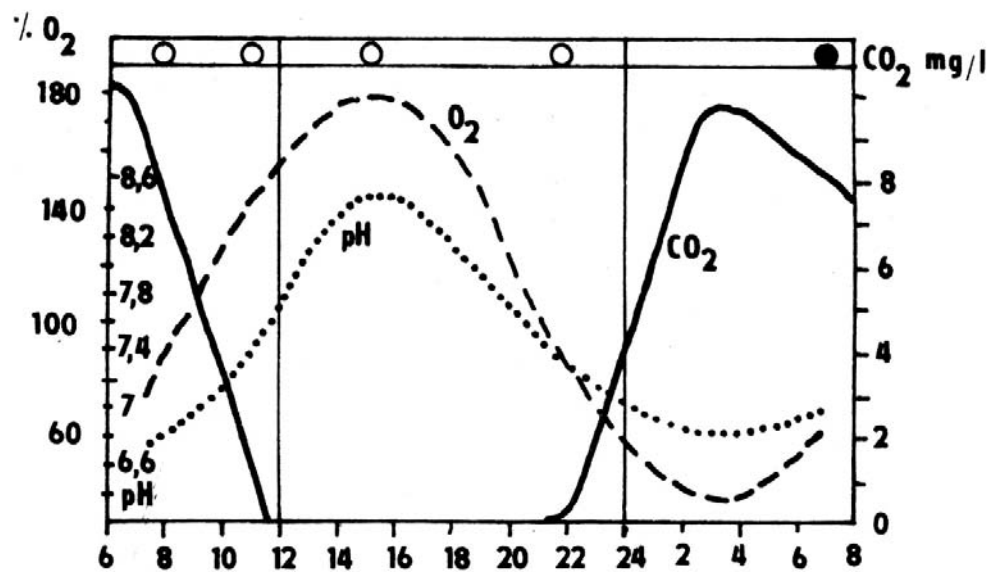
Zemědělská 1, 613 00, Brno

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 (přikrmování, 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). 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 dnů 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).

Tak jak je produkce kyslíku při fotosyntéze vodních rostlin jednou stránkou tohoto procesu, je jeho druhou stránkou spotřeba oxidu uhličitého, rozpuštěného ve vodě. Potřebné množství uhlíku nemůže být zdaleka pokryto množstvím volného oxidu uhličitého a tak při intenzivní fotosyntéze dochází k odbourávání hydrogenuhličitanů a po jejich vyčerpání i normálních uhličitanů. Tímto způsobem dochází nejen k rozbourání ústojného systému rybníka, ale i k silné alkalizaci vody, kdy pH vody dosahuje hodnot nad 10. Takto vysoké hodnoty pH mohou při dlouhodobém působení vyvolat poleptání žaber a v závislosti na obsahu amonných solí intoxikaci nebo autointoxikaci ryb (Heteša a Sukop, 1985).



Graf č. 1: Změny v obsahu rozpuštěného kyslíku, oxidu uhličitého a pH vody rybníka během 24 hodin v závislosti na světelných podmínkách (Heteša a Sukop, 1985)

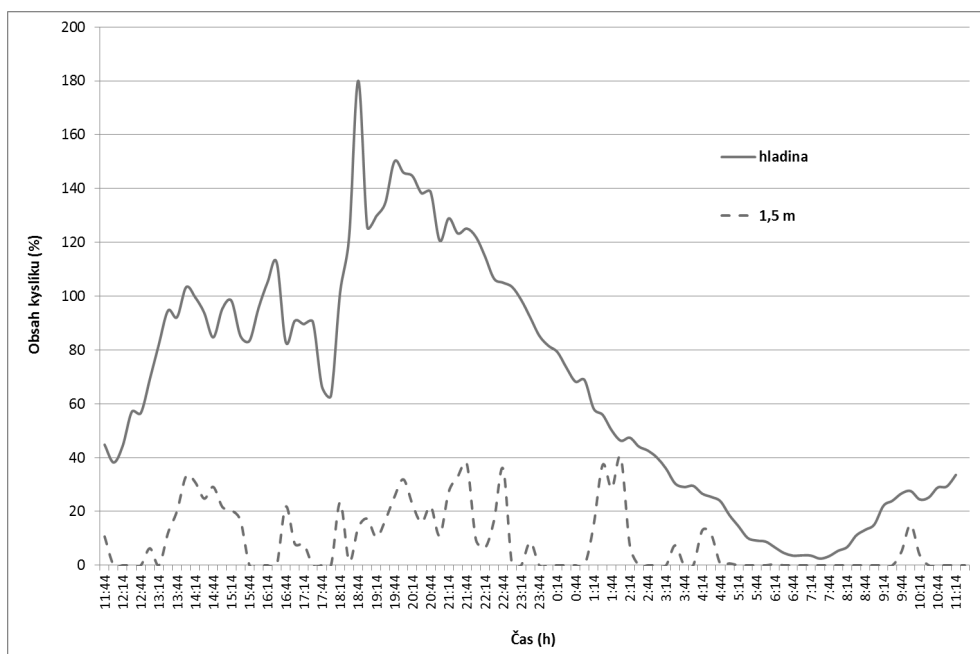
V rámci řešení výzkumného záměru a diplomových prací jsme v průběhu roku 2011 monitorovali diurnální změny rozpuštěného kyslíku, pH vody a její teplotu v intenzivně obhospodařovaných rybnících Rybářství Hodonín s.r.o. K sledování jsme využili dva přístroje HACH Hq 40d (Hach-Lange, Colorado, USA), které automaticky po 24 hodin v 15 minutových intervalech zaznamenávaly obsah rozpuštěného kyslíku, pH vody a její teplotu. Měřicí sondy jednoho přístroje byly umístěny těsně pod hladinu (hloubka cca 20 cm), sondy druhého přístroje byly v hloubce přibližně 150 cm. 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. Sledování probíhalo v termínu 23-26.8. 2011, kdy celou dobu sledování bylo slunečno, bez srážek, s teplotami dosahujícími až 35 °C ve stínu. Druhý termín sledování byl od 6. do 10.10. 2011, kdy maximální denní teploty nepřesahovaly 15 °C ve stínu, po většinu sledovaného období bylo zataženo s dešťovými přeháňkami.

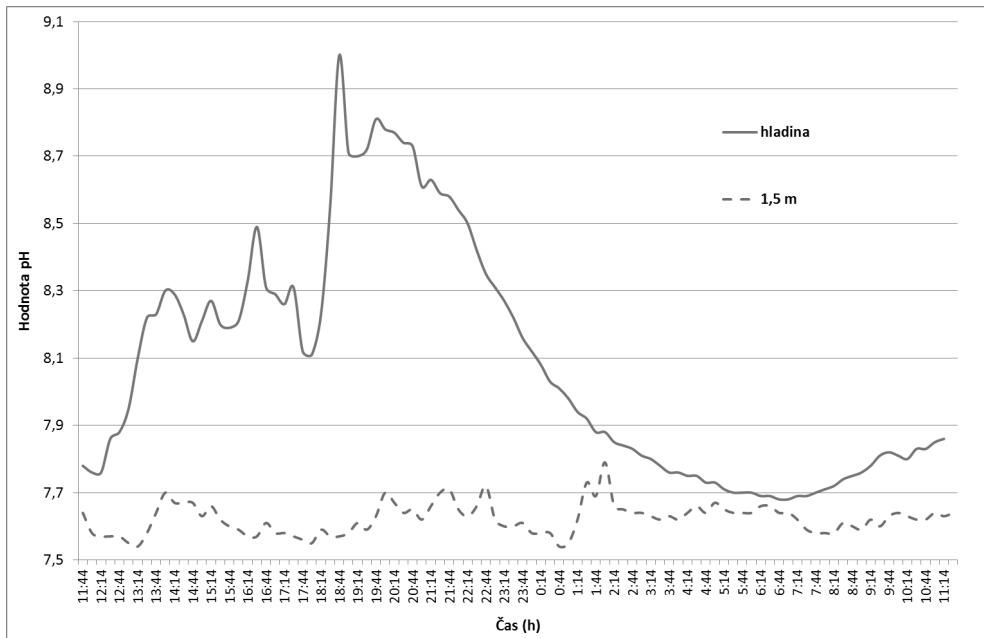
Standardní křivka kyslíku a pH v průběhu 24 hodin na rybnících, která je prezentována v hydrobiologické literatuře (Graf č.1), je znázorněna jako plynulá sinusoida s výraznými rozdíly v závislosti na světelných podmínkách. V době realizace těchto výzkumů nebyly k dispozici moderní přístroje ke stanovení rozpuštěného kyslíku pomocí membránové nebo optické sondy a obsah kyslíku byl stanovován pomocí Winklerovy metody v časových intervalech 1-2 hodiny, což neumožňovalo zaznamenat krátkodobé výkyvy sledovaných hodnot. Rovněž intenzita rybářské produkce byla na nižší úrovni než v současnosti.

Naše sledování (Grafy č. 2-9) ukázalo výrazné rozdíly v hodnotách kyslíku a pH u hladiny ve srovnání s hodnotami naměřenými v hloubce 1,5 m, především u sledování prováděném v srpnu. Křivka obsahu rozpuštěného kyslíku a hodnoty pH v jednotlivých rybnících je téměř totožná, je zřejmé, že jednoznačně základním faktorem ovlivňující uvedené parametry je fotosyntéza fytoplanktonu. Z grafů 2 a 3 je patrné, že změny v hodnotách obsahu kyslíku a pH mohou výrazně kolísat i v rámci krátkého časového intervalu. Hodnoty rozpuštěného kyslíku v ranních hodinách jsou extrémně nízké kolem 10%, v hloubce 1,5 m pod hranicí měřitelnosti.

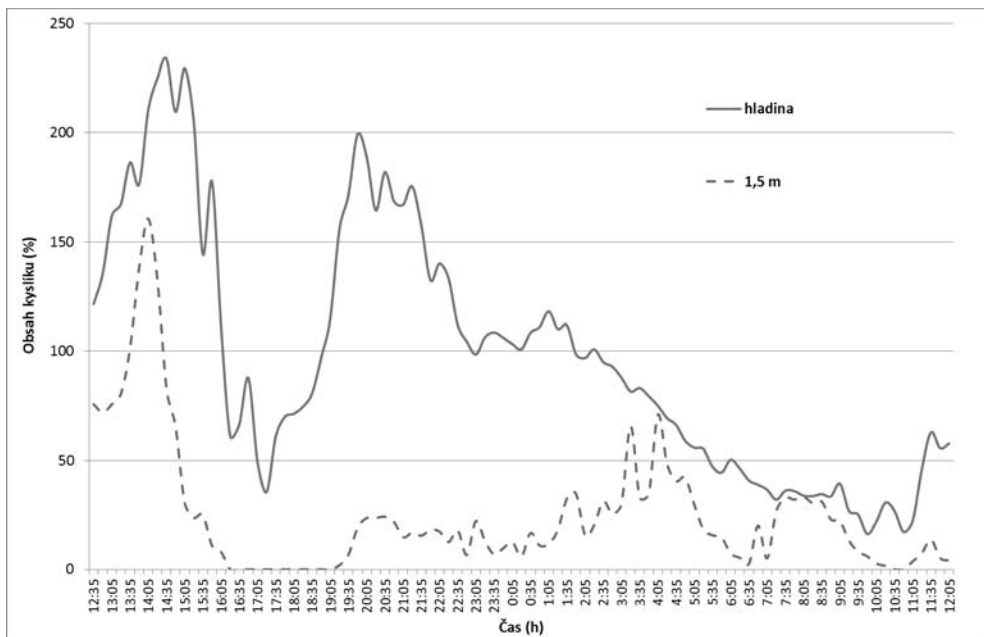
Druhý sledovaný rybník (Grafy č. 4 a 5) měl sledované hodnoty rovněž značně rozkolísané, výrazné rozdíly byly dány promícháním vody rybníka. Teplejší voda s vysokým obsahem kyslíku a vysokou hodnotou pH se dostala do spodních vrstev, kde způsobila krátkodobé skokové zvýšení hodnot a pak díky nižší teplotě a hlavně výrazně nižší intenzitě světla došlo k depresi fotosyntézy a poklesu hodnot. Naopak studenější a na kyslík chudá voda se dostala do povrchové vrstvy, kde byla rovněž mnohem vyšší intenzita světelného záření. Hodnoty kyslíku a pH tak prudce klesly a začaly stoupat až po adaptaci primárních producentů na změnu podmínek. Nasycení vody kyslíkem se tak v rybníce u hladiny během dvou hodin snížilo z hodnot nad 200% pod 50% nasycení. Hodnota pH se za stejný čas snížila o jednotku.



Graf č. 2: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 1 v období 24-25. 8. 2011



Graf č. 3: Hodnota pH na rybníce č. 1 v období 24-25. 8. 2011



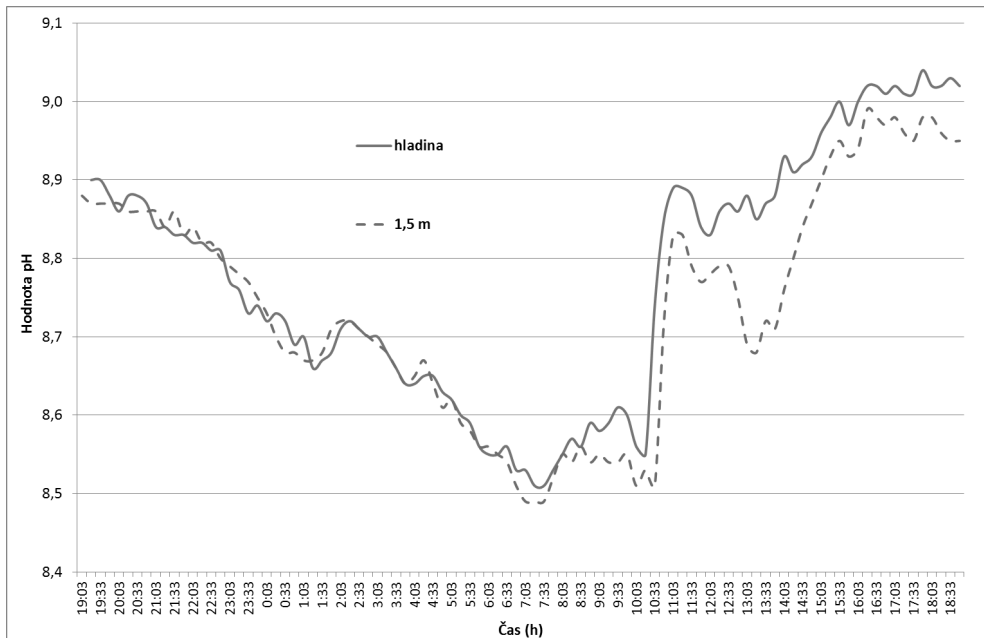
Graf č. 4: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 2 v období 25-26. 8. 2011



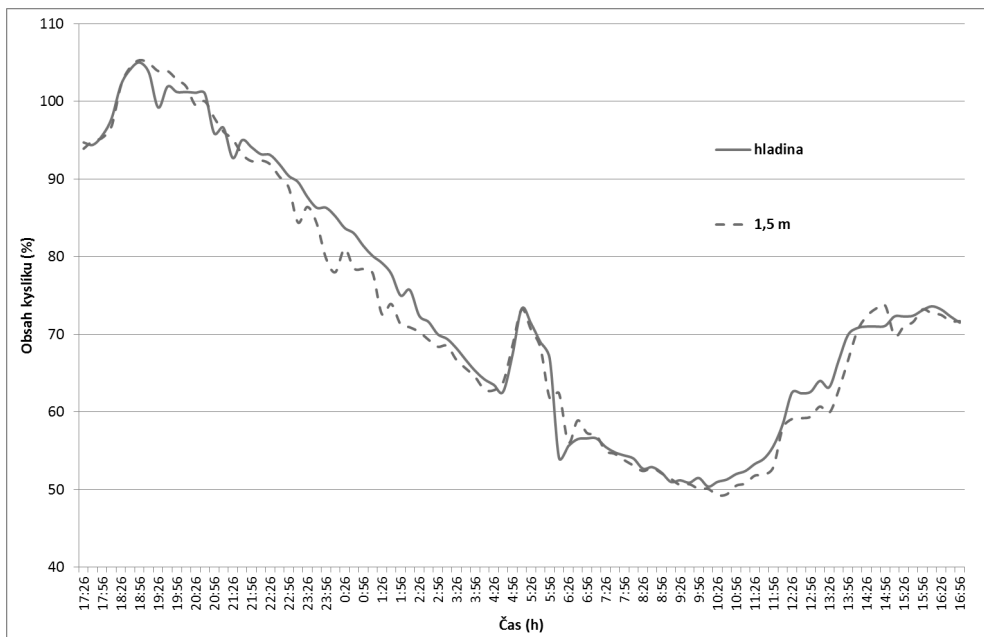
Graf č. 5: Hodnota pH na rybníce č. 2 v období 25-26. 8. 2011



Graf č. 6: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 1 v období 8-9. 10. 2011



Graf č. 7: Hodnota pH na rybníce č. 1 v období 8-9. 10. 2011



Graf č. 8: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 2 v období 6-7. 10. 2011



Graf č. 9: Hodnota pH na rybníce č. 2 v období 6-7. 10. 2011

Z podzimního sledování prvního rybníka (Grafy č. 6 a7) je zjevné, že se stírají rozdíly mezi hodnotami hladinovými a v hloubce 1,5 m. Křivka obou parametrů kolísá až na výrazný nárůst hodnot v odpoledních hodinách dle předpokladů. Přestože již v říjnu byly mnohem horší světelné podmínky pro fotosyntézu a teplota vody kolísala mezi 10-15 $^{\circ}\text{C}$, bylo nasycení vody kyslíkem v odpoledních hodinách stále vysoké a dosahovalo hodnot přes 120 %.

Druhý sledovaný rybník nedosahoval na podzim tak vysokých hodnot nasycení, což bylo způsobeno nepříznivým počasím s vydatnými srážkami v průběhu druhého dne sledování. Obsah kyslíku se tak zvyšoval velmi pozvolně a v odpoledních hodinách dosahoval hodnot jen mírně nad 70% nasycení. Podobně se pohybovala i křivka pH.

Závěr

Z prezentovaných křivek kolísání obsahu rozpuštěného kyslíku a pH v průběhu dne a noci, je patrné výrazné kolísání parametrů i v relativně krátkém časovém intervalu. V letním období jsou rovněž výrazné rozdíly sledovaných hodnot ve vertikálním profilu. Tyto skutečnosti je nutno brát v potaz při kontrole těchto parametrů v rybářském provozu, kdy vlastní měření je realizováno v nepravidelných intervalech a v naprosté většině případů pouze v povrchové vrstvě vody. Díky možným výrazným rozdílům především rozpuštěného kyslíku v průběhu dne, je nutné naměřené hodnoty správně vyhodnotit a minimalizovat tak možné úhyny ryb z důsledku kyslíkových deficitů. V intenzivně obhospodařovaných rybnících s pravidelným příkrmováním ryb má své opodstatnění i monitoring rozpuštěného kyslíku ve větších hloubkách u dna, kde jak je patrné, jsou časté i nulové koncentrace. Při nízkých hodnotách kyslíku u dna lze pak vhodně zvolenou krmnou strategií maximalizovat využití předkládaných krmiv a omezit potenciaální ohrožení rybí obsádky kyslíkovými deficity.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Seznam použité literatury

- ADÁMEK Z., HELEŠIC J., MARŠÁLEK B., RULÍK M.** (2010): Aplikovaná hydrobiologie. JU v Českých Budějovicích, FROV, 350 s.
- HETEŠA J., SUKOP I.** (1985): Aplikovaná hydrobiologie II. Skriptum VŠZ Brno, SPN Praha, 83 s.
- PECHAR L., PŘIKRYL 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

9 Kvalita masa kapra obecného - nutriční a senzorické parametry

Mareš J., Kopp R., Brabec T.

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

Produkce kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) v našich podmínkách se již řadu let drží na přibližně stejné úrovni, včetně podílu jeho exportu a množství zpracovaných ryb. Na trhu dominuje sezónní prodej v živém stavu a jen pozvolna se dostává do podvědomí zákazníků jako celoročně nabízená na různém stupni opracovaná ryba. Jeho kvalita vychází z podmínek chovu a zvolené krmné strategie. Použité krmivo, intenzita příkrmování i podmínky prostředí ovlivňují nutriční hodnotu a senzorické vlastnosti produkované potraviny.

Cílem příspěvku je prezentovat některé poznatky týkající se ovlivnění kvality svaloviny kapra produkovaného v rybníčních podmínkách České republiky.

Základní nutriční parametry rybiho masa vycházejí z chemických analýz a odpovídají zejména úrovni výživy chovaných ryb, tedy intenzitě a kvalitě přijímané potravy. Základem produkce kapra v podmínkách ČR je přirozená potrava nabízená v rybníčních ekosystémech a doplněná příkrmováním, zpravidla s použitím obilovin, směsí na bázi obilovin, v posledních letech i s využitím řepky (*Brassica napus*), sóji (*Glycine max*), případně dalších komponentů rostlinného původu. Tyto komponenty přímo ovlivňují kvalitu produkovaného kapra, jedná se zejména o množství a složení tuku v těle chovaných ryb. Mezi základní nutriční parametry, charakterizující nabízenou potravinu patří obsah sušiny, případně přepočtený na obsah vody, obsah bílkovin a množství tuku. Vedle výživy jsou uvedené parametry ovlivněny např. věkem ryby, obdobím roku, zdravotním a kondičním stavem ryb, působením stresu, sádkováním apod.

Hodnoty uvedených parametrů, zejména obsah sušina tuku se běžně u tržního kapra pohybují v poměrně širokém rozpětí. V případě obsahu sušiny je ve většině odborných příspěvků uváděno rozpětí 21 – 26 %, což odpovídá obsahu 74 – 79 % vody ve svalovině kapra. V provozních podmínkách českého rybářství jsme zjistili širší rozpětí této hodnoty, a to 19 – 37 % sušiny v analyzované svalovině. Obsah sušiny je významně ovlivněn obsahem tuku ve svalovině ryb a s nárůstem jeho obsahu klesá podíl vody ve svalovině. Hodnoty v obsahu sušiny pod úroveň 21 % jsme zachytili ve vegetačním období v podmínkách s omezenou dostupností přirozené potravy a bez příkrmování. Při analýzách ryb z různých oblastí ČR jsme při běžné intenzitě chovu nezjistili významné rozdíly. V oblasti jižní Moravy jsme při podzimních výloveh zjistili hodnoty v rozpětí 27 – 35 %, na Třeboňsku v roce 2011 pak 21 – 35 %. Individuální hodnota vždy korespondovala s obsahem tuku ve svalovině konkrétní ryby. Jeho obsah se pohyboval u kapra z různých podmínek na úrovni od 3 do 23 %. Nižší hodnoty nebyly zjištěny pouze v případech omezené potravní nabídky, ale i v rybnících s celosezónní nabídkou přirozené potravy a příkrmováním sacharidovými krmivy. Při porovnání získaných údajů z uvedených oblastí je k dispozici rozpětí 10 – 19 % u moravských rybníků a 3 – 16 % u třeboňské oblasti. Zvýšený obsah tuku může být způsoben i bohatou potravní nabídkou včetně příkrmování na konci vegetačního období při teplotách vody klesajících k hodnotě kolem 15°C. Při této teplotě ve spojení se zkracující se světelnou částí dne, dochází ke zvýšenému ukládání rezervních látek pro překonání blížící se zimního období.

Poměrně stabilní je obsah bílkovin v masě tržního kapra. Zpravidla se jedná o rozmezí 15 – 19 %, a jen výjimečně přesahují hodnotu 20%. Obsah bílkovin je s rostoucím obsahem tuku ve svalovině mírně snižován. Pokud dojde k poklesu úrovně bílkovin pod uvedenou hranici, zpravidla signalizuje vyčerpání organismu a využití bílkovin vlastního těla na zajištění energie pro udržení životních funkcí. To je spojeno s dramatickým snížením obsahu tuku v organismu a se zvýšením podílu vody.

Obecně platí, že svalovina skupiny rychleji rostoucích ryb chovaných v běžných rybníčních podmínkách obsahuje více sušiny a více tuku, a v sušině svalu méně bílkovin.

Složení svaloviny kapra v závislosti na jejich hmotnosti, rybníce a následném sádkování (hodnoty v % sušiny svaloviny a ve svalovině).

Lokalita	varianta	Kusová hmotnost (g)	Obsah sušiny (%)	Obsah tuku (%)		Obsah bílkovin (%)	
				sušina sval	sval	Sušina sval	sval
Třeboňsko	Výlov tř. A	2636±125	31,3±5,0	37,1± 3,16	11,8±2,9	57,7±4,2	17,9±2,4
	Výlov tř. B	2262± 78	33,3±3,3	33,7± 5,20	11,1±1,2	59,9±8,7	20,1±4,2
	Výlov tř. C	1816± 31	21,4±0,3	16,5±11,8	3,5±0,4	77,7±1,5	16,6±0,1
Morava	Výlov r. 1	2980±211	30,2±3,8	43,0± 6,2	13,0±2,8	54,1±1,8	16,2±2,2
	Výlov r. 2	3069±390	35,6±4,0	50,8± 5,9	17,5±2,2	49,6±5,6	17,2±2,5
	Výlov r. 3	3238±401	35,2±6,0	54,4± 7,0	19,5±5,6	45,8±9,0	16,0±2,3
	Sádky r. 1*	2528±259	26,8±4,1	38,6±11,0	10,7±4,3	56,2±2,1	14,7±0,7
	Sádky r. 2*	2374±182	28,9±4,2	43,9± 2,9	12,7±2,3	56,2±2,1	14,7±4,1
	Sádky r. 3**	2849±284	35,4±0,8	64,6±15,5	22,8±5,5	49,2±9,9	17,4±4,4

*po 6 týdenním sádkování; **po 4 týdenním sádkování

V současnosti je významná pozornost věnována složení tuku v rybím masě. Často se setkáváme s otázkou, zda je lepší ryba s nižším obsahem tuku nebo naopak ryba tučnější. Odpověď vychází z jeho složení, resp. zastoupení jednotlivých mastných kyselin (FA). Z pohledu požadavků na zdravou výživu se jedná o zlepšení poměru přijímaných mastných kyselin řady n-3 a n-6 (běžně označované rovněž ω-3 a ω-6) a celkový příjem polynenasycených mastných kyselin řady n-3. Jedná se o mastné kyseliny s více dvojnými vazbami, takže jsou označovány jako PUFA (z anglického Polyunsaturated Fatty Acids). Pro ryby je esenciální mastná kyselina řady n-6 kyselina linolová (LA) a mastná kyselina řady n-3 α-linolenová (ALA). Obě tyto mastné kyseliny jsou zastoupeny v přirozené potravě. Rybí organismus je schopen z těchto mastných kyselin vytvořit mastné kyseliny s delším řetězcem a vyšším počtem dvojných vazeb. Z těch nejcennějších je to kyselina eikosapentaenová (EPA) a dokosaheptaenová (DHA), obě skupiny n-3 FA. Spektrum mastných kyselin odpovídá složení potravy, kterou kapr přijímá. V rostlinných komponentech krmných směsí, včetně rostlinných olejů, převládají ve většině případů mastné kyseliny řady n-6. Při běžném způsobu příkrmování v rybnících jsou používány obiloviny, nebo krmné směsi na bázi obilovin. Základním zdrojem energie v těchto krmivech jsou sacharidy, které jsou v organismu ryb transformovány na kyselinu olejovou. Ta se stává dominantní FA v tuku chovaného kapra. Zároveň dochází ke zhoršování vzájemného poměru FA řady n-3 a n-6. Běžně se tento poměr – n-3/n-6 používá k hodnocení kvality tuku. Zatímco v přirozených podmínkách převažují v tuku ryb mastné kyseliny řady n-3 (v poměru 2-4:1), s použitím běžného způsobu příkrmování dochází k převaze skupiny n-6 (1:2-4), tedy k převrácení poměru. Obdobně jako v případě obsahu tuku a sušiny

platí, že u rychleji rostoucích kaprů dochází ke zvyšování podílu kyseliny olejové a v jejich tuku klesá obsah PUFA, rovněž se zhoršuje podíl n-3/n-6.

Pro zlepšení poměru mastných kyselin v tuku chovaného kapra a dosažení vyššího podílu mastných kyselin řady n-3 jsou ověřovány postupy a komponenty krmných směsí, které působí příznivě. Byl testován přírůstek rybního oleje, v posledních letech se jako perspektivní jeví použití lnu nebo lněného oleje. Pouze lněný olej obsahuje převahu mastných kyselin řady n-3 a tak se blíží oleji rybnímu. Důležitou podmínkou je ale volba vhodné odrůdy lnu, a to s vysokým podílem ALA na úrovni vyšším než 30 - 45 % celkových FA. Problémem u těchto olejů je jejich náchylnost ke žluknutí, proto jsou spíše pěstovány tzv. nízkolinolenové odrůdy se zanedbatelným obsahem požadované FA.

Samostatnou kapitolou je aplikace krmných směsí pozitivně ovlivňujících složení tuku chovaného kapra. Na počátku je nutno konstatovat, že se jedná o tzv. „finishing feeding“. Do češtiny přeloženo, optimalizaci složení masa chovaného kapra v závěru jeho chovu. To znamená úpravu složení krmiva tak, aby v okamžiku finalizace tržní ryby měla její svalovina požadované složení. Zastoupení obsahu v našem případě PUFA v krmivu na takové úrovni, aby za dobu aplikace byla dosažena požadovaná hladina PUFA n-3 ve svalovině ryb. Jde tedy o „poměrně jednoduchý“ model úpravy výživy kapra. Takový model se již využívá např. v chovu lososovitých ryb při dosažení požadovaného zbarvení masa, ale i pro úpravu zastoupení mastných kyselin. Provozně nejjednodušším je aplikace krmných směsí s přírůdkem vhodné odrůdy lnu nebo přírůdku lněného oleje v průběhu nebo na konci vegetačního období, ve kterém kapr dosáhne tržní hmotnosti. Jinou možností je použití krmných směsí s podílem rybí moučky nebo přírůdkem rybního tuku. Důležitou podmínkou požadovaného efektu je znalost složení spektra FA aplikované směsi.

K úpravě spektra mastných kyselin ve svalovině ryb je k dispozici již řada údajů a zkušeností. Při testu aplikace přírůdku lněného a rybního oleje (na úrovni 6 %) do krmné směsi pro kapra došlo v průběhu šedesáti dnů ke zvýšení zastoupení EPA n-3 v tuku ryby o více než 40 %, z hodnoty 15,64 % na 22 %. Rozdíl je však v zastoupení jednotlivých FA. Zatímco s přírůdkem lněného oleje došlo ke zvýšení obsahu ALA (z 1,42 na 8,13 %) bez vlivu na obsah EPA a DHA (v sumě přibližně 12 %), přírůdek rybního oleje pozitivně ovlivnil obsah EPA a DHA (celkově 17 %, tedy zvýšení o téměř 50 %), obsah ALA se zvýšil výrazně méně (2,0 %). Zároveň došlo ke zlepšení poměru n-3/n-6 z hodnoty 0,97 na 1,14 (lněný olej) resp. 1,34 (rybní olej). Efekt olejových přírůdků se projevil už po třiceti dnech.

Přírůdek lněného oleje (6 %) do krmiva pro kapra chovaného v sádkách a jeho aplikace po dobu 21 dne na konci vegetačního období přineslo zvýšení PUFA n-3 o 100 % (z 5,2 na 11,2 % celkových FA).

Při použití krmné směsi se zastoupením rybí moučky a rybního oleje se zastoupením 26 % PUFA n-3 a poměrem n-3/n-6 1,65, došlo v průběhu 7 týdnů chovu kapra z rybníčních podmínek ke zvýšení PUFA n-3 z 8,50 % a poměru n-3/n-6 0,38 na hodnotu 21,5 % a 1,34. V dalším období již ke změně sledovaných parametrů nedošlo.

Otázkou zůstává efekt snižování teploty vody na transformaci ALA na EPA a DHA. Obecně platí, že studenomilné druhy ryb mají vyšší nároky na EPA a DHA v krmivu a také vyšší obsah ve svalovině. Zároveň ryby jsou schopny z ALA tyto kyseliny vytvářet. K tomu by je měl stimulovat pokles teploty. V provedených testech s použitím lněného oleje dochází k významnému zvýšení obsahu ALA v tuku ryb až na pětinašobek původní hodnoty. V následném období, kdy došlo k poklesu teploty až na 6 °C nebyly v průběhu 4 týdnů zjištěny změny v zastoupení jednotlivých PUFA n-3.

Nicméně požadovaný obsah mastných kyselin není dán jen jejich procentickým zastoupením v tuku chovaných ryb, ale i celkovým obsahem tuku. Ryby méně tučné, libové s nízkým obsahem tuku ve svalovině i při příznivém zastoupení PUFA n-3 ve svém spektru nemusí nutně konzumentu dodat potřebné množství žádaných mastných kyselin. Pomaleji rostoucí kapr v rybníce bude mít zřejmě příznivější poměr FA, ale s ohledem na nižší „tučnost“ své svaloviny může obsahovat méně požadovaných mastných kyselin.

Při podzimním výlovu rybníky byly analyzovány tři hmotnostní kategorie skupiny ryb, rozdělené podle provozních podmínek. Jednalo se o kategorie 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.

Zastoupení mastných kyselin v závislosti na velikosti ryb a obsahu tuku v jejich svalovině (Třeboňsko, r. Cirkvičný 2011).

Kategorie	Kusová hmotnost (g)	Obsah tuku (%)	PUFA n-3 %	Poměr n-3/n-6	PUFA n-3 g/1000 g
A	2636±125	11,77±2,94	2,54±0,72	0,388±0,100	2,56±0,34
B	2262± 78	11,09±1,17	2,94±0,42	0,423±0,073	2,91±0,42
C	1816± 31	3,53±0,40	5,51±0,67	0,570±0,038	1,56±0,16

Kategorie	A		B		C	
	(%)	g/1000 g	(%)	g/1000 g	(%)	g/1000 g
SFA	26,0±1,6	27,5± 8,5	26,3±0,8	26,6±3,6	27,2±1,6	7,8±0,6
MUFA	64,1±2,1	68,9±25,8	62,7±0,5	63,3±6,0	54,9±0,8	15,7±0,1
PUFA	9,9±1,2	10,3± 2,3	11,0±0,4	11,1±0,9	17,9±0,8	5,1±0,2
n-6	6,5±0,4	6,9± 1,9	7,0±0,4	7,1±0,5	9,6±0,5	2,7±0,1

SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasycené mastné kyseliny,

PUFA – polynenasycené mastné kyseliny

V současnosti je ve formě výzkumu i Pilotních projektů financovaných z OP Rybářství finalizována metodika efektivního ovlivnění spektra mastných kyselin svaloviny kapra z rybníční produkce.

Pro spotřebitele snad nejvýznamnějším hlediskem při výběru a konzumaci rybního masa je jeho senzorická hodnota. Hodnocení senzorických deskriptorů se v současnosti stává standardní součástí krmných testů. Volba použitého krmiva nebo jednotlivých komponentů přímo ovlivňuje složení i konkrétní senzorické parametry. Proto je rozdíl mezi „kvalitou“ kapra produkovaného v Polsku, ČR, Maďarsku nebo Chorvatsku, mezi rybníčním chovem a chovem na oteplené vodě. Vedle použitého krmiva však o kvalitě produkovaného kapra rozhodují i podmínky prostředí. Tradičním problémem je u některých nádrží „bahnitá příchut“ masa kapra způsobenou např. drkalkou rodu *Oscillatoria* nebo sinicemi rodu *Planktothrix*, které produkují metabolity způsobující zemitý, plísňovitý zápach.

Hodnocení jsou prováděna v senzorických laboratořích, splňujících požadavky mezinárodní normy. Hodnocení zpravidla provádí 10 hodnotitelů s odpovídajícím oprávněním. Jednotlivé deskriptory (parametry) jsou obvykle hodnoceny pomocí nestrukturované stupnice (100 mm, 1 mm = 1 bod), do kterých každý hodnotitel zaznamenává dosaženou hodnotu jednotlivých vzorků. Počet vzorků z jednotlivých skupin (variant, lokalit) se zpravidla pohybuje od 2 do 8. Hodnocení je zaměřeno na vůni, chuť (případně pachut) a konzistenci. Na brněnském pracovišti Mendelovy univerzity je posuzována intenzita vůně, její příjemnost, textura v ústech, šťavnatost, intenzita chuti a příjemnost chuti. Použité krmivo nebo komponenty v krmivu nesmí negativně ovlivnit jednotlivé senzorické vlastnosti. Nutno podotknout, že stejně jako v případě složení rybního masa, jsou senzorické analýzy zaměřeny na tržní rybu. Provozní hodnocení senzorické kvality tržních ryb si provádějí pracovníci jednotlivých firem a tak mají přehled rozdílů mezi jednotlivými rybníky.

V podzimním období dochází obvykle k vyrovnání kvality ryb z jednotlivých rybníků v průběhu sádkování. Během několika týdnů dochází ke ztrátě případných nežádoucích pachů a příchutí.

Jako příklad ovlivnění sensorických vlastností kvalitou prostředí a jejich úpravu v průběhu sádkování můžeme uvést tři rybníky z podmínek jižní Moravy, rybníky nasazené násadou stejného původu, s obdobným způsobem a intenzitou hospodaření. Jediným rozdílem bylo složení fytoplanktonu. U prvního z nich nebyly dominantní složkou sinice. U dalších dvou pak dominantní složku tvořily sinice rodu *Planktothrix*. V prvním se počet buněk pohyboval v průběhu roku ve statisících ve druhém v milionech v 1 ml vody. Po výlovu byl nejlépe hodnocen ve všech parametrech rybník první, a to zejména v intenzitě a příjemnosti vůně a příjemnosti chuti. Sádkováním (v délce přibližně sedmi týdnů) byly rozdíly mezi rybníky téměř eliminovány. Pro přehlednost jsou zařazeny grafy charakterizující příjemnost vůně a chuti svaloviny kapra ze sledovaných rybníků po výlovu a následném sádkování.

Logiky navazující oblast na sensorické vlastnosti a jejich ovlivnění přítomností sinic, je vliv sinic na další parametry kvality masa kapra z našich rybníků, a to včetně jeho možné kontaminace toxiny sinic a jejich kumulace ve svalovině.

V průběhu námi provedených sledování a testů a následných analýz nebyly u kapra zjištěny vliv přítomnosti sinic na nutriční hodnotu jeho svaloviny, tedy obsah sušina, tuku a bílkovin. Výjimkou byl v jednom testu vliv na poměr mastných kyselin řad n-3/n-6. U kapra v nádrži se sinicemi došlo k mírnému nárůstu zastoupení mastných kyselin řady n-6 a poklesu zastoupení FA řady n-3. Ve srovnání s kontrolní nádrží tak bylo zjištěno zhoršení poměru FA n-3/n-6. Je tedy zřejmé, že vliv sinic na nutriční hodnotu svaloviny kapra, který sinice netráví je minimální. Jiným faktorem je vliv možného environmentálního stresu způsobenému přítomností sinic, který může ovlivnit fyziologický stav organismu a následně složení svaloviny.

Toxiny sinic (cyanotoxiny) a jejich působení na organismus ryb a možné ovlivnění zdravotního stavu obyvatel je v posledních letech často diskutované téma. Nejvíce studovanou skupinou cytotoxinů jsou microcystiny, a to z důvodu jejich největšího rozšíření. Microcystiny se mohou kumulovat v rybách i dalších vodních organizmech (měkkýši, bezobratlí). Do organismu ryb se dostávají potravní cestou, přes žábry nebo kůži. Na základě toxikologických výzkumů byla Světovou zdravotnickou organizací (WHO) stanovena hodnota maximálního tolerovaného denního příjmu (TDI) toxinu MC-LR. Tato hodnota se pohybuje od úrovně $0,04 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$ (pro celoživotní expozici) až po $2,3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$ pro jednorázovou dávku. Pro dospělou osobu o hmotnosti 75 kg to odpovídá tolerovanému akutnímu příjmu 190 μg , sezónnímu 30 $\mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$ a celoživotnímu 3 $\mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$.

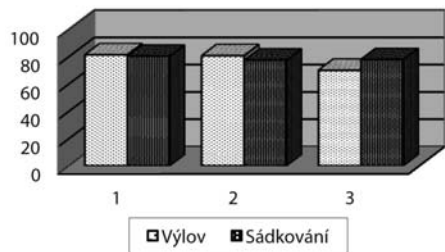
Příznivým zjištěním je beze sporu fakt, že za celou dobu našich sledování jsme nezaznamenali významný obsah microcystinů ve svalovině kapra. Nejvyšší hodnoty byly zachyceny na úrovni 0,019 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ svaloviny. K dosažení jednorázové denní dávky by musel dospělý člověk najednou zkonsumovat přibližně 10 kg svaloviny kapra. Navíc microcystiny se velmi rychle (přibližně do dvou týdnů) po přesazení do čisté vody odbourávají. Sádkováním se tedy kapr zbavuje i případného zatížení z prostředí se sinicemi.

Závěr

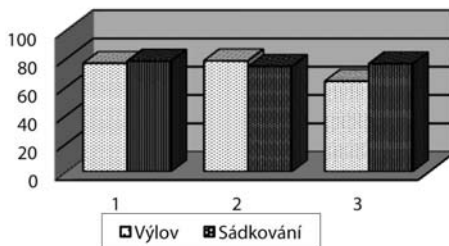
Kvalitu svaloviny kapra obecného produkované z našich rybníčních podmínek ovlivňuje především chovatel. Nejvýznamnějším faktorem je zvolená strategie výživy. V současnosti jsme schopni cíleně ovlivnit spektrum mastných kyselin ve svalovině kapra. Nežádoucí sensorické parametry lze eliminovat sádkováním, včetně působení vodního květu sinic. Sinicový vodní květ v našich podmínkách negativně neovlivňuje nutriční hodnotu masa kapra a nebyly zjištěny významné hodnoty obsahu jejich nejvýznamnějšího toxinu (MC-LR) v jeho svalovině. Jejich případný výskyt je eliminován sádkováním v čisté vodě.

Senzorické parametry svaloviny kapra obecného z rybníků s rozdílným výskytem sinic a efekt následného sádkování (jižní Morava 2007).

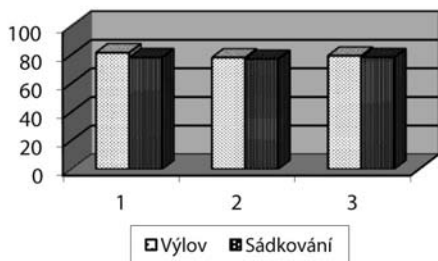
Hodnocení příjemnosti vůně



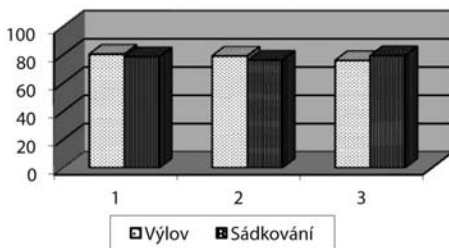
Hodnocení příjemnosti chuti



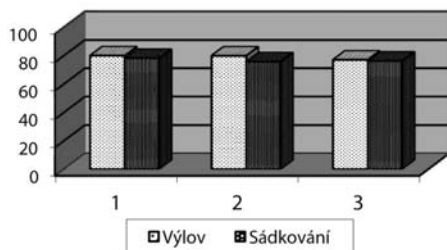
Hodnocení intenzity vůně



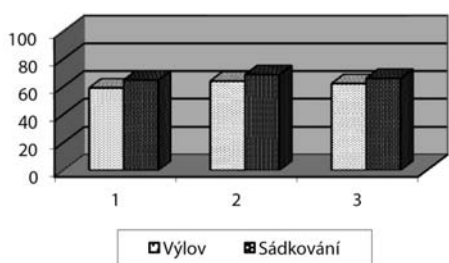
Hodnocení intenzity chuti



Hodnocení textury

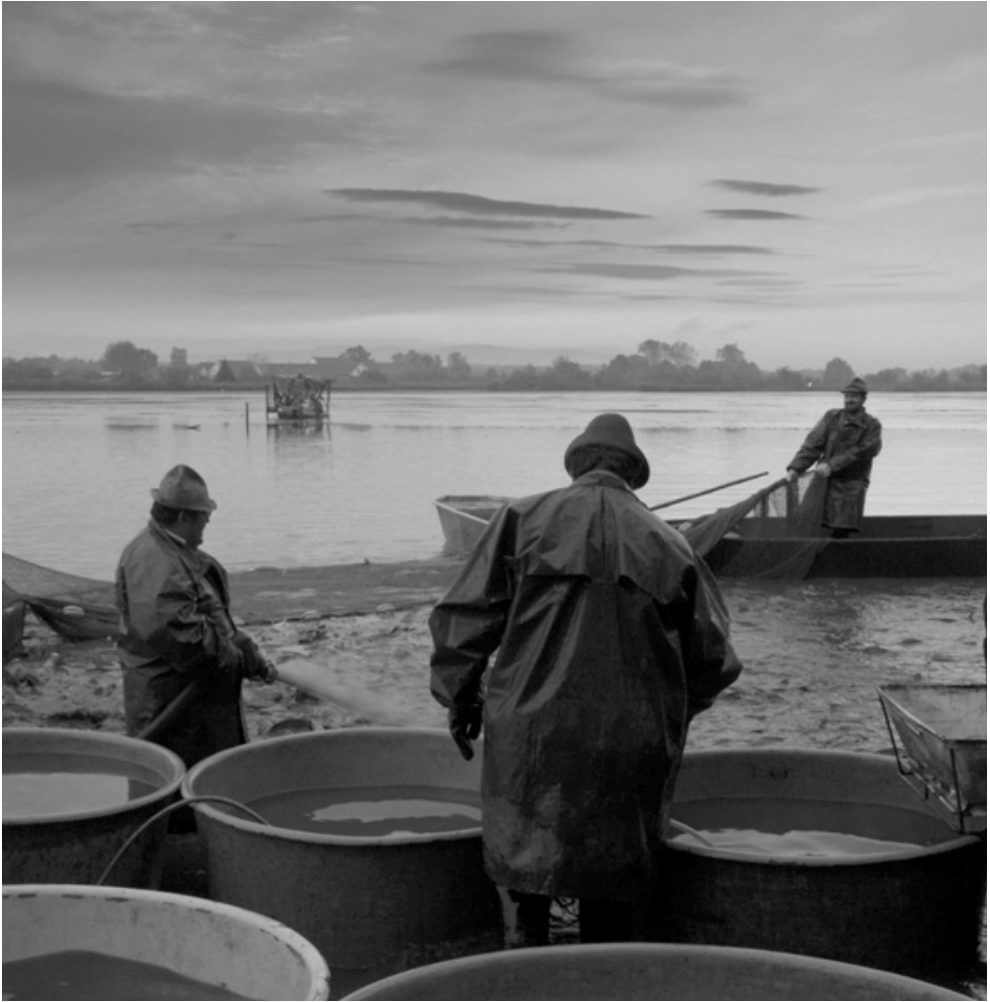


Hodnocení šťavnatosti



Seznam literatury:

- CHALOUPKOVÁ L., JIRÁSEK J., KUKAČKA V., FIALOVÁ M., MAREŠ J.,** (2008) Vliv přídavku olejů do krmiva na spektrum mastných kyselin ve svalovině kapra (*Cyprinus carpio* L.). In KOPP, R. XI. Česká ichtyologická konference. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, s. 90--94. ISBN 978-80-7375-246-0.
- JAROŠOVÁ AL., ŠUSTEK M., MAREŠ J.,** 2009: Senzorické hodnocení svaloviny kapra obecného. *Maso: Odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků a lahůdek.* 2009. sv. 6/2009, č. 1, s. 48--52. ISSN 1210-4086.
- KLADROBA D.,** (2003): Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mase ryb. Doktorská disertační práce, 83 s.
- KOPP R., MAREŠ J., BRABEC T., ZIKOVÁ A.,** 2011: Vliv sinic v rybnících na kvalitu rybího masa. In Intenzivní metody chovu ryb a ochrany kvality vod., 1. vyd. Třeboň: Rybářství Třeboň Hld.a.s., 2011, s. 77--88.
- KUKAČKA V., FIALOVÁ M., MAREŠ J.,** 2007: Dynamic of fatty acid spektrum changes in common carp muscle during intensit rearing. CD-ROM. In.MendelNet 2007 – Proceendigs of International Ph.D. Students conference.
- KUKAČKA V., FIALOVÁ M., MAREŠ J.,** (2008) Vliv přídavku rybího, lněného a řepkového oleje do krmiva na spektrum mastných kyselin ve svalovině kapra obecného během postupného snižování teploty prostředí. In KOPP, R. XI. Česká ichtyologická konference. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, s. 137--143. ISBN 978-80-7375-246-0.
- KUKAČKA V., FIALOVÁ M., KOPR R., HŮDA, J., MAREŠ, J.,** 2009: Dynamika změn spektra mastných kyselin ve svalovině kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) po aplikaci přídavku různých olejů do krmiva - provozní ověření. In KOPP, R. „60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“. 1. vyd. Brno: MZLU Brno, 2009, s. 84--89. ISBN 978-80-7375-358-0.
- KUKAČKA V., CHALOUPKOVÁ L., FIALOVÁ M., KOPR R., MAREŠ J.,** 2009: THE INFLUENCE OF LINSEED OIL AND FISH OIL SUPPLEMENTS TO THE FATTY ACID SPECTRUM OF COMMON CARP (*CYRINUS CARPIO* L.) MUSCLE. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis : Acta of Mendel University of agriculture and forestry Brno .sv.* 2009, č. 5, s. 183--192. ISSN 1211-8516.
- MAREŠ J., PALÍKOVÁ M., KOPR R., NAVRÁTIL S., PIKULA J.,** 2009 Changes in the nutritional parameters of muscles of the common carp (*Cyprinus carpio*) and the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) following environmental exposure to cyanobacterial water bloom. *Aquaculture Research.* 2009. sv. 40, č. 2, s. 148-156, ISSN 1355-557X.
- ŠUSTEK M., MYŠKOVÁ K., JAROŠOVÁ A., MAREŠ J.,** 2009: Vliv podmínek chovu na senzorické vlastnosti svaloviny kapra obecného. In ŽUFAN, P. *Firma a konkurenční prostředí 2009 - 4. část.* Brno: MSD, s. r. o., 2009, s. 336--341. ISBN 978-80-7392-087-6.



10

Biologická hodnota a konkurenceschopnost našich ryb

František Vácha

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

ÚVOD

Kvalita našich ryb je obecně kladně hodnocena. Je ale dobré o ní víc vědět a umět ji ocenit. Naši nejhojnější rybou je kapr a proto další pojednání je více zaměřeno na jeho biologické a technologické hodnocení, v závěru pak je uvedeno srovnání s pangasiem, velmi konkurenčním produktem.

Biologická hodnota ryb je diskutována ze dvou hlavních pohledů. Jsou to v prvé řadě plnohodnotné bílkoviny s velmi příznivou skladbou a zastoupením **aminokyselin**. Je to ale hlavně **kvalita tuku**, který u ryb z běžného chovu obsahuje vyšší podíl mastných kyselin, z nichž velmi ceněné jsou vysoce nenasyčené mastné kyseliny, často uváděné jako polynenasycené – od angl. polyunsaturated fatty acids (PUFA).

Obsah minerálních látek a vitaminů v masě sladkovodních ryb je také důležitý, ale vzhledem k jiným konzumovaným potravinám není nikterak zvláštní nebo mimořádně biochemicky významný. I jiné potraviny obdobného charakteru tyto látky v různé míře obsahují. Sladkovodní ryby se vyznačují nízkým obsahem sodíku a tím i velmi příznivým poměrem mezi K : Na.

Hodnotu rybího masa ale významně doplňují požitky **chuťové**. Jemná vůně a chuť, možnost kombinace s různými ingrediencemi – to jsou už vlastnosti kulinářské, které kapra udržují na vysoké příčce mezi oblíbenými jídly.

Chemické složení rybího těla

Chovatel ryb je do určitého rozsahu schopen ovlivněním podmínek odchovu usměrnit chemické složení ryb, zejména složení jejich tuku. Faktory jako jsou složení krmiva, prostředí, velikost ryby a genetické založení mají na chemické složení a kvalitu odchovávaných ryb podstatný vliv.

Nejpodstatnější vliv na chemické složení těla má složení krmiva. Chovatel ryb má zájem na tom, aby ryba rostla co nejrychleji při minimálních nákladech na krmivo, protože krmivo představuje největší část nákladů při odchovu ryb. Růstový potenciál je nejvyšší, jsou-li ryby odkrmovány dietou s vysokým obsahem proteinů obsahujících dobře balancované zastoupení aminokyselin a vysokým obsahem lipidů ke krytí energetických nároků

Bílkoviny

Bílkoviny (proteiny) ryb se rozdělují do tří skupin:

1. Strukturální proteiny (aktin, myozin, tropomyozin, a aktomyozin), tvoří 70 - 80% celkového obsahu proteinů, jsou rozpustné v neutrálních roztocích solí s vysokou iontovou silou.
2. Sarkoplazmatické proteiny (myoalbumin, globulin a enzymy) jsou rozpustné v neutrálních roztocích solí nízké iontové síly.
3. Proteiny pojivových tkání (kolagen) tvoří přibližně 3% proteinů u kostnatých ryb.

Rybí proteiny obsahují všechny esenciální aminokyseliny a tak jako mléko, vejce a proteiny masa savců mají vysokou biologickou hodnotu.

Během ontogeneze kapra dochází v obsahu bílkovin těla jen k **malým změnám**. Jejich obsah se pohybuje na poměrně vyrovnané hladině (16 – 19 %). K menším změnám, které nebývají statisticky průkazné, dochází během hladovění nebo při zkrmování nevyrovnaných krmiv.

Pouze při podání steroidních hormonů byl pozorován kladný vliv na pohlavní dospělost a obsah bílkovin. (Vácha a kol. 1998).

Obecně platí, že zastoupení aminokyselin v proteinech syntetizovaných v různém věku je velmi podobné. Totéž platí o rybách stejného věku odkrmovaných různými zdroji proteinů. Obsah proteinů i jejich složení jsou věkem velmi stabilní.

Obsah hlavních živin v rybí svalovině (obsah živin uveden v % ve 100 % sušině)

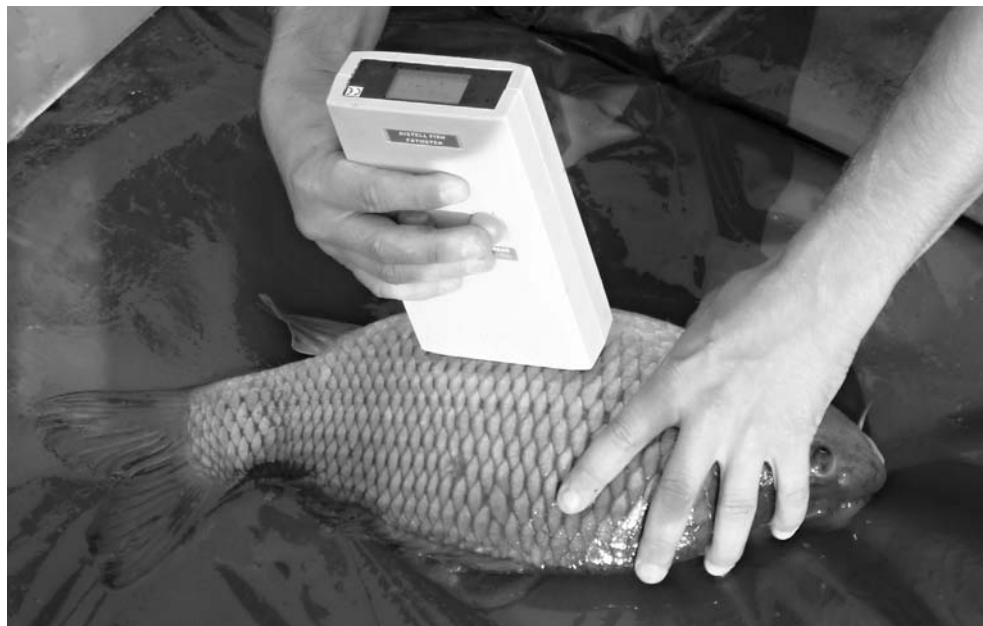
Krmivo	Původní sušina	Dusíkaté látky	Tuk
Kukuřice*	33,43 ± 0,36**	18,20 ± 0,21	13,26 ± 0,42
Pšenice	31,98 ± 0,54	19,02 ± 0,14	11,22 ± 0,36
Triticale	29,13 ± 0,90	17,45 ± 0,54	9,72 ± 0,34
Přirozená potrava	23,62 ± 0,39	18,88 ± 0,35	1,76 ± 0,07

*označení skupiny ryb podle doplňkového krmiva

**průměr ±sm.odch.

Lipidy

Tuky řadíme do skupiny biologicky významných látek, kterou souborně nazýváme lipidy. Vedle tuků mezi lipidy patří fosfolipidy, cerikobrosidy, gangliosidy, steroly a látky jim blízké.



Měření obsahu tuku v těle živé ryby neinvazivní metodou.

Při výčtu dietetických předností rybího masa je třeba zdůraznit složení tuku, obsah a zastoupení mastných kyselin. Obsah tuku ve svalovině kapra není vysoký. To má svoji váhu při argumentaci o **energetické vydatnosti** stravy moderního člověka, u lidí duševně pracujících a s omezeným pohybem, u dětí, rekonvalescentů a nemocných. Platí to o obsahu tuku u ryb obecně, zejména s porovnáním s masem vepřovým a hovězím.

Obsah tuku v těle i ve svalovině se zvětšováním tělesné hmotnosti zvyšuje a je spojen s poklesem **obsahu vody**. To je obecně platným pravidlem u živých organismů a je to přímým důsledkem zvyšujících se možností tvorby tukových depozit stoupajícím věkem. Krmivo je hlavním faktorem ovlivňujícím obsah tuku v těle.

Lipidy u ryb se liší od lipidů savců. Hlavní rozdíl je v tom, že lipidy ryb obsahují až 40 % mastných kyselin s dlouhým řetězcem o 14 až 22 atomech uhlíku, které jsou **vysoce nenasycené**. Tuk savců zřídka obsahuje více než dvě dvojnásobné vazby v jedné molekule tuku, zatímco depotní tuk ryb obsahuje několik mastných kyselin s pěti nebo šesti dvojnásobnými vazbami. (Vácha a Tvrzická 1997).

Skupiny mastných kyselin v tuku svalové tkáně kapra – filetová část

(v % celkových mastných kyselin, průměr, ± SD)

Mastné kyseliny	Kukuřice	Pšenice	Triticale	Přírozená potrava
Σ n-3	7.95 ± 0.98	8.17 ± 0.48	7.96 ± 0.45	18.16 ± 0.78
Σ n-6	10.47 ± 0.78	10.36 ± 0.45	10.14 ± 0.56	5.79 ± 0.79
n-3/ n-6	0.75 ± 0.12	0.78 ± 0.02	0.78 ± 0.12	3.13 ± 0.72
Σ PUFA	18.43 ± 0.53	18.55 ± 0.47	18.11 ± 0.62	23.95 ± 0.95

Specifický vliv složení mastných kyselin na senzorické hodnocení masa není zcela znám, i když jejich složení hraje určitou roli při hodnocení textury díky fluiditě tuku. U kapřího masa nebyla popsána specifická chuť ve vztahu k zastoupení daných mastných kyselin.

Vitamíny a minerální látky

Obecně platí, že rybí maso je dobrým zdrojem vitaminů skupiny B a v případě tučnějších ryb je významný obsah vitaminů A a D. Avšak kapr a některé jiné sladkovodní druhy vykazují vysokou aktivitu thiaminázy a tak obsah thiaminu u těchto druhů je obvykle nízký.

Pro minerální látky platí, že rybí maso je považováno za hodnotný zdroj vápníku a fosforu.

Za zdůraznění stojí, že **obsah sodíku** v rybím masu je relativně nízký, což umožňuje zařazení rybího masa do diet s požadovaným nízkým obsahem sodíku.

Technologická hodnota ryb

Technologická hodnota obecně závisí na dvou ukazatelích: **výtěžnosti** v základním opracování a vhodnosti druhu ryby k **dalšímu zpracování** do výrobků.

Výtěžnost je ovlivněna poměrem mezi konzumovatelnými a nekonzumovatelnými částmi ryby a je rozhodujícím faktorem z pohledu technologické hodnoty ryby. Zmíněný poměr závisí významně na druhu ryby a je zejména příznivý u lososovitých ryb, kde činí kolem 70 % hmotnosti. Pro většinu druhů ryb se tento ukazatel pohybuje od 50 do 60 %. V případě okouna a většiny kaprovitých ryb je výtěžnost kolem 50 %.

Při hodnocení technologické hodnoty ryb by se měly brát v úvahu její různé možnosti využití k finálním výrobkům včetně zvážení senzorických vlastností jako je chuť, struktura svaloviny, vzhled,

velikost či obsah kostí. Tyto parametry jsou rozhodující pro zájem spotřebitele a tedy pro požadavek trhu na výroby.

Ryby s vyšším podílem kostí nejsou z hlediska spotřebitele oblíbené.

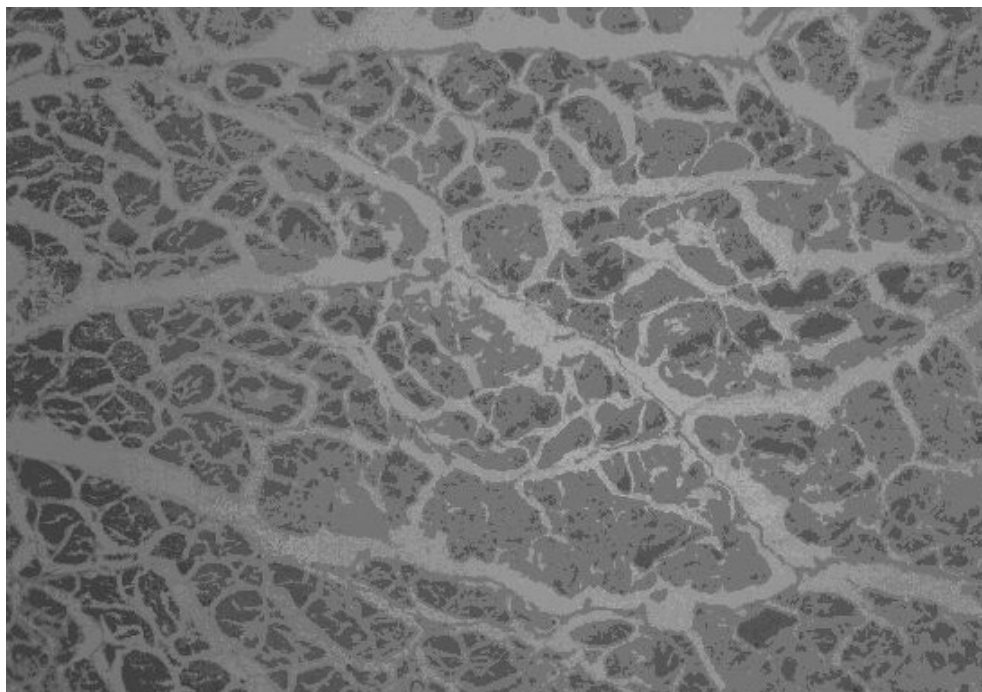
Sladkovodní ryby jsou často klasifikovány podle velikosti, přičemž větší velikosti jsou preferovány. V případě naší nejrozšířenější ryby má nejvyšší tržní hodnotu kapr o hmotnosti 1,5 – 2 kg, jedinci překračující 3 kg jsou již méně žádaní.

Hygienický a zdravotní stav ryb rovněž ovlivňuje jejich technologickou hodnotu. To se především vztahuje na přítomnost parazitů a patogenních mikroorganismů.

Nicméně, důležitou roli v technologickém hodnocení hraje soubor charakteristik, zahrnovaných do pojmu **čerstvost ryby**. Tyto charakteristiky se po usmrcení ryb mění a během skladování intenzita těchto změn rozhoduje o prodejnosti - závisí na druhu ryby, rybolovných a sádkovacích podmínkách na způsobu zpracování a formě distribuce..

Postmortální změny v rybí svalovině

Po zabití ryby jsou všechny struktury a komponenty těla, které tvoří tkáň předmětem fyzikální a chemické degradace - procesy fyzikálních a chemických změn, zapříčiněné mikroorganismy a enzymy.



Příčný řez čerstvou rybí svalovinou.

Postmortální změny probíhající v rybě mají následující fáze:

- vyměšování slizu na povrchu ryby
- posmrtní ztuhnutí (*rigor mortis*)
- autolýza
- mikrobiologické znehodnocení

Trvání každé fáze je různá a jednotlivé fáze se mohou navzájem překrývat. Závisí to na podmínkách skladování ryb. Tyto procesy ovlivňuje zejména teplota.

Vyměšování slizu

Sliz obsahuje značná množství dusíkatých složek, jež jsou dobrým výživným podkladem pro mikroorganismy z prostředí. I proto dochází k rychlému rozkladu slizu, což v první fázi může dodávat rybě nepříjemnou pachů, ve druhé fázi pak otevírá cestu k rozsáhlejšímu a hlubšímu pronikání bakterií do ryby.

O povrchovém slizu ryb se ví, že má ochrannou funkci před pronikáním mikroflóry přes epidermis a kolagenní vrstvy kůže do svalstva. Svalovina za života ryby a bezprostředně po výlovu je zpravidla sterilní. Prostup mikrobů z povrchového slizu do masa se urychluje mechanickým poškozením ryby a pronikání střevní mikroflóry do přilehlých svalových partií je rychlejší u ryb s plnými zažívacími orgány.

Posmrtné ztuhnutí *Rigor mortis*

Velmi důležitý činitel pro začátek nástupu, dobu a intenzitu rigoru mortis je způsob smrti. Je známé, že u ryb, které zahynuly zadušením (v sítích, v sádce), dochází k hromadění kyseliny mléčné ve svalech a tím k urychlení nástupu rigoru mortis.

Průběh rigoru mortis má pro hygienické hodnoty rybího masa význam v tom, že když se *rigor mortis* časově oddálí prodloužením nástupu, dobou trvání anebo oběma uvedenými způsoby, **oddalují** se další biochemické a mikrobiologické procesy v mase.

Autolytické změny

S usmrcením ryby nastupují komplikované biochemické procesy, jež vedou za účasti enzymů k rozkladu základních složek tkání.

Enzymy, které působí v rybách, se odlišují od enzymů u savců snížením tepelného optima pro jejich aktivity. **Tepelné optimum** činnosti enzymů ryb je kolem 20 °C, u savců je optimum činnosti enzymů vyšší. Jatečná zvířata se bezprostředně po smrti skladují při nižších teplotách než je původní vnitřní teplota jejich těla, zatímco ryby bývají po smrti v přibližně stejných tepelných podmínkách, anebo dokonce někdy se nacházejí v teplotách vyšších než je teplota jejich těla. Na rychlost průběhu postmortálních procesů u ryb má také vliv vyšší obsah vody a menší obsah pojivových tkání u ryb než u jatečných zvířat.

Autolýza přechází do další fáze postmortálních procesů (kažení) postupně a velmi nečistě, přičemž destruktivní aktivitu autolytických enzymů postupně přebírají enzymy mikrobiální.

Mikrobiální rozklad

Svalová tkáň živých ryb je obecně **sterilní**, avšak v zažívacím traktu a na kůži se daří bakteriím, jež poté pronikají do svaloviny. Tento proces je dále podporován strukturálními změnami ve tkáni jako výsledku rigoru mortis a autolýzy. Bakterie jsou schopné rozložit bílkoviny, ež rozklad lipidů.

Finálními produkty mikrobiologického znehodnocení ryb, produkujícího nepříjemný a odpudivý pach, jsou složky jako čpavek, sirovodík, merkaptany, indol, skatol aj.

Pangasius

V posledních letech se ve světě rychle rozšiřuje konzumace sladkovodní ryby s označením pangasius. Mareš a kol. (2011) uvádějí, že se jedná sumcovitou rybu *Pangasiodon hypophthalmus* (Suva-vag, 1878) z čeledi *Pangasiidae*. Tento druh je nejvíce chovaný ke komerčním účelům. Jeho významnou produkční oblastí je střední a zejména dolní tok řeky Mekong. V dospělosti ryba dosahuje značných rozměrů (120 cm) při hmotnosti kolem 35 – 40 kg. Nynější většina komerční produkce je o kusové hmotnosti do 1,5 kg, které ryba, podle podmínek odchovu, dosahuje ve věku mezi osmi až deseti měsíci.

Jedná se o všežravý druh. Živí se rybami, bezobratlými i rostlinami, jež tvoří podstatnou část potravy především u větších jedinců. Pohlavně dospívá ve 2. – 3. roce života. V minulosti se plůdek pro využití v akvakultuře odlovoval z volných vod. V dnešní době se jikry a plůdek získávají z hormonálně indukovaných a uměle vytřených ryb. Plůdek se vysazuje do rybníčků s přirozenou potravou, jež tvoří drobný zooplankton. Po rozkrmení se přesazuje do menších rybníčků. Obsádka těchto rybníčků je díky nenáročnosti ryb na obsah kyslíku velmi vysoká. Autoři dále uvádějí, že ryby bývají krmenny tvárouvanou směsí s obsahem 28 % - 32 % bílkovin.. Jejich základem je sója, rýže, pšenice, vitamínový a minerální premix. Krmná dávka tvoří 2,5 % hmotnosti ryb a je pravidelně ve čtrnáctidenních intervalech zpřesňována. Spotřeba krmiva na jednotku přírůstku se pohybuje od 2,8 – 3,0 kg na 1 kg přírůstku ryb. U kvalitnějších extrudovaných krmiv s vyšším podílem rybí moučky se krmný koeficient pohybuje v úrovni 1,5 – 1,8 kg na 1 kg přírůstku. Pangasius je tolerantní vůči nízkým koncentracím rozpuštěného kyslíku. Optimální teplota pro jeho růst je v rozpětí 26 – 30 °C.

Převážně se zpracovává do filet, velmi často do filet bez kůže. Bývá také expedován jako opracovaný trup po odstranění hlavy vnitřností a ploutví. Při filetování je dosahována výtěžnost kolem 33 % z hmotnosti ryb. Zpracování ryb je prováděno ve velmi moderních zařízeních s **vysokým hygienickým standardem a vynikajícím sanitárním zázemím.**

Maso pangasia má volnější uspořádání svalových myomer, jeho textura je měkčí, maso je rozbředlejší. Barva masa je v různých odstínech bílé. Narůžovělá barva je považována za kvalitnější než barva smetanová či nažloutlá. Potravině se žlutou barvou masa by se měl zákazník vyhnout, neboť se jedná o nejméně kvalitní produkt.

Na rozdíl od kapra, svalovina pangasia obsahuje **více vody**. Další voda se do masa dostává při **glazování**. To má mít za účel ochranu proti vysychání při skladování. Je také známo, že pro zvýšení návaznosti vody na svalovinu se někdy používají polyfosfáty. Upravené ryby jsou z certifikovaných zpracoven exportovány do světa.

Dnešní doba ve znamení zdravého stravování zahrnuje poptávku po rybách jako zdroji rybího tuku a esenciálních mastných kyselin. Následující tabulka a pojednání z práce Mareše a kol. (2011) dokládají zastoupení biologicky důležitých látek v mase sledovaných ryb.

Dalším parametrem ke srovnání kvality masa kapra a pangasia je **nutriční hodnota** pohlížená z několika parametrů. Obsah bílkovin v mase kapra je srovnatelný s obsahem bílkovin v mase pangasia. Markantní rozdíly jsou v obsahu a **složení tuku**.

Obecně je obsah tuku v mase pangasia nižší. To má vazbu na to, že do prodeje se dostávají ještě mladí jedinci u kterých není ukončen růst a nevytvářejí se tuková depozita v těle. Pokud se týká energetické hodnoty, byl by nižší obsah tuku určitou komerční výhodou. Druhý, možná důležitější pohled, je na kvalitu tohoto tuku. Zde má kapr nespornou výhodu ve vyšším obsahu esenciálních polynenasycených mastných kyselin. Teoreticky je sice možné i u pangasia chovatelským zásahem, obohacením krmné dávky, zvýšit zastoupení prekurzorů esenciálních mastných kyselin a tím docílit vyšší zastoupení PUFA ve svalovině ryby. V podstatě obdobným postupem, jako je nyní propracováván u kapra. Těto možnosti chovatelé pangasia zatím nevyužívají.

Obsah mastných kyselin ve filetech pangasia

(% z mastných kyselin a mg/100g filetu)

Mastná kyselina	Pangasius průměr %	Průměr mg/100 g	Kapr průměr %	Průměr mg/100 g
C 16:0	26,76	199,85	20-22,5	860-1240
C 18:0	9,07	67,16	5-6	250- 350
C 18:1 n-9	33,55	251,84	35-40	146- 236
C 18:2 n-6	11,93	89,18	8-12	317- 761
C18:3 n-3 ALA	0,54	4,01	1,5-7	50- 270
C 20:5 n-3 EPA	0,49	3,61	1-1,5	40- 120
C 22:6 n-3 DHA	4,14	30,41	1-2	15- 76
PUFA	24,06	178,28	15-26	530-1330
n-6	18,06	134,06	10-17	420-1000
n-3	6,00	44,22	5-11	125- 350
C 20+C 22 n-3	4,63	34,02	1,4-2,8	55- 162
n-3:n-6	1:3,02	1:3,02	1:1,31-2,51	1:1,31-2,51

Autoři k tabulce udávají, že rozpětí hodnot je dáno podmínkami chovu

Z údajů tabulky je zřejmé, že obsah mastných kyselin ve filetech pangasia je oproti kaprovi nižší. Kalač a Špička (2006) uvádějí, že podle odborníků na lidskou výživu je doporučený denní příjem EPA + DHA na úrovni 200-650 mg. a doporučené poměry mastných kyselin jsou např. u kategorie PUFA n-3/n-6 4:1 až 2:1 (WHO) a poměr nasycených mastných kyselin a kyselin s jednou dvojnou vazbou ku poměru kyselin se dvěma či třemi dvojnými vazbami má být 3:5:2.

Obchodní uplatnění

Co říci o rozdílech kvality mezi naším kaprem a konkurenčním produktem, kterým je maso asijských sumců?

Obecně platí, že maso těchto ryb a jeho aminokyselinové složení je u obou druhů na poměrně srovnatelné úrovni. To samo o sobě ale nezakládá argumenty pro jednoznačné upřednostnění jednoho nebo druhého druhu ryb.

Pokud objektivně zhodnotíme kapra a pangasia z technologického hlediska vidíme, že kapr v tomto ohledu není favoritem. Jen si představme bílé maso pangasia - porce téměř bez kostí, porce upravené k širokému použití v rodinných jídelnících a s tím široký sortiment i vhodnost nabízených výrobků pro veřejné stravování spolu se snadností a nekomplikovaností kuchyňské přípravy.

Výrobky z pangasia ale představují produkty z kategorie vyšší přidané hodnoty – *value added products*, tedy výrobky charakterizované vyšším podílem práce vložené do produktu. V této oblasti zpracovatelé kapru velmi dluží.

Chuťově je maso pangasia **neutrální** a více záleží na šikovnosti a zkušenostech kuchaře, jak ho nabídné ke konzumaci. Toto vše musíme brát v úvahu, když hovoříme o obchodní úspěšnosti a konkurenceschopnosti. Jsou to silné argumenty, které platí a rozhodují v obchodní sféře, pro českého zákazníka zvláště. Ten obvykle není favoritem ani znalcem v konzumaci masa ryb. Statistiky uvádějí hodnotu spotřeby masa sladkovodních ryb u nás na obyvatele v úrovni kolem 1,2 až 1,7 kg. Toto číslo ale vychází

z živé hmotnosti ryb. Vztaheno na výtěžnost, tedy na skutečně konzumované maso, to představuje ještě nižší hodnotu.

Platí, že vhodnějším a významnějším kritériem, kterým můžeme oslovit konzumenty, je **kvalita tuku**. Ta už jednoznačně favorizuje kapra. Při hodnocení z pohledu na obsah polynenasycených mastných kyselin ve svalovině kapra platí, že kapr, pokud je odchováván na **přirozené potravě** v podmínkách chovů v České republice, je na tom ze sladkovodních ryb poměrně dobře. Obsah esenciálních polynenasycených mastných kyselin (představovaný kyselinou eikosapentaenovou a dokosahexaenovou) v jedlých partiích kapra sice nedosahuje hodnot stanovených v mořských rybách, ale je přece jen významný.

Musíme vzít v úvahu i skutečnost, že trochu jiná situace je v systémech chovu, kde se ryba přikrmuje krmnými směsmi. To je situace z jiného soudku. Rolí zde v první řadě má otázka finanční. Vychází z cenové úvahy o rozdílu ceny krmné směsi s následnou realizační cenou kapra na trhu.

Dalším pohledem, který vstupuje do diskuse o konkurenceschopnosti je možná role zemí, které mají jiné podmínky k chovu ryb než jsou v České republice. Jsou to země jako Maďarsko, Rumunsko, Srbsko a Slovinsko, kde se uplatňuje jiná technologie chovu daná vazbou na jejich polohu, na jejich přírodní podmínky. Hlavní roli hraje vyšší teplota vody a tím i možnosti pro intenzivnější růst ryb. To chovatelé hojně využívají tím, že přikrmují více obilovin a krmných směsí, často s vysokým podílem kukuřice. Jiná technologie odchovu má ale opět dopad na kvalitu tuku takto odchovávaných ryb. Má dopad i na senzorické vlastnosti masa ryb. Senzorické hodnocení se nejvíce projevuje ve změnách konzistence a chuti masa.

Je tu i další faktor, který je třeba zmínit. Na základě nových poznatků již **umíme ovlivnit** zastoupení některých mastných kyselin tím, že můžeme pro odchov kapra použít krmnou směs obsahující prekurzory omega-3 kyselin a můžeme se přiblížit hodnotám obsahu mastných kyselin dosahovaných u kapra odchovávaného na přirozené potravě. To je pokusně již zkoušená cesta. Při ní ale ještě není zcela zřetelné, jaký je a jak se projeví obsah a zastoupení cis a trans forem žádaných polynenasycených mastných kyselin na zdraví člověka. Zatím se ukazuje, že úpravou krmiva sice dokážeme zvýšit obsah PUFA, ale také, bohužel, zvýšíme zastoupení EPA a DHA ve formě trans, která už není pro člověka vhodná.

Platí to i u našeho kapra v intenzivních chovech, odchovávaného s použitím krmných směsí, které mohou být obohaceny prekurzory PUFA a k jejichž výrobě bylo použito hydrogenace. Tam právě dochází k nárůstu trans forem mastných kyselin.

Úvahy o nepříznivých účincích trans PUFA kyselin na metabolismus lipidů u člověka se objevily při jejich stanovení metodou infračervené spektrometrie. (Schwarz a kol. 1998).

Výzkum mastných kyselin, včetně vícenenasycených omega-3, stále pokračuje a je velmi povzbudivé, že i naše prostředí, naše produkce ryb odchovávaných tradičním způsobem, může pozitivně přispět k řešení problematiky.

ZÁVĚR

Při celkovém pojednání o konkurenceschopnosti ryb je dobré alespoň okrajově zmínit i problematiku potravní bezpečnosti. Ryby sice nejsou, v porovnání s jinými potravinami živočišného původu, významným primárním zdrojem bakteriální infekce, ale mohou se jím stát velmi snadno během zpracování a skladování následkem sekundární kontaminace a tím, že rybí maso je svým chemickým složením velmi vhodným prostředím pro rozvoj mikroorganismů. Je proto nezbytně nutné pečlivě a důsledně dodržovat základní pravidla hygieny. Rybí maso je zvláště zranitelné v porovnání s jinými druhy masa, protože obsahuje daleko více vody. Svalové buňky rybího masa jsou velmi křehké a velmi citlivé při zmrazování, kdy dochází k tvorbě ledových krystalů uvnitř buněk a poškození membrán svalových buněk. Kvalitní jídla se v první řadě dají vytvořit jen z kvalitních surovin. A kvalitními surovinami můžeme bez obav nazvat potraviny správně ošetřené a skladované. U ryb to platí dvojnásobně.

Je tedy na každém, zda-li dá přednost filetům z pangasia o nižší kvalitě a za nižší cenu, nebo kvalitě o poznání vyšší za relativně vyšší cenu. Je třeba potenciální zákazníky o potravinách dobře informovat. Většina lidí bez většího uvažování sáhne po levnějším pangasiovi, aniž by věděla, že mezi pangasiem a kaprem je tak výrazný rozdíl v kvalitě masa a navíc, že při koupi mraženého pangasia kupují také vyšší podíl vody.

Svůj podíl na obchodní úspěšnosti mají přece jen v rukou zpracovatelé ryb. V dnešní době nám chybí výrobky z kapra ve kterých je realizován větší podíl lidské práce k tomu, aby byly nabízeny výrobky vhodné pro rychlé a snadné kuchyňské zpracování s širokým rozpětím úprav, výrobky pro mikrovlnný ohřev, pro dietní a léčebné režimy a třeba i speciální hydrolyzované produkty v tekuté formě pro pacienty s potížemi příjmu klasické stravy..

Kontrolu nad dovozem živočišných produktů do České republiky má Státní veterinární správa ČR (SVS) a dozor nad mraženými produkty v tržní síti má Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI). Tato kontrola dvou subjektů je méně pružná, snad i nelogická, nicméně v ČR je takto praktikovaná. Podle zjištění českých orgánů dochází u exportovaných výrobků z pangasia převážně k chybně uvedeným údajům (obsah polyfosfátů nebo jiných chemických látek používaných ke zvýšení obsahu vody v mase), ne snad k přímému ohrožení konzumenta.

Poděkování

Práce byla podpořena projektem CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024 a GA JU 047/2010/Z.

Literatura

- Dustan J. A., Mori T. A., Barden A.:** 2003. Fish oil supplementation in pregnancy modifies neonatal allergen-specific immune response and clinical outcomes in infants at high risk of atopy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 12:1178-1184
- Mourek J.:** 2007. *Mastné kyseliny omega-3, zdraví a vývoj.* Triton, ISBN 978-80-7254-917-7, 173 s.
- Martin R. E., Wickham J. O., Om A. S.:** 2000. Uptake and incorporation of docosahexaenoic acid (DHA) into neuronal cell body and neurite/nerve growth factor. *Neurochem. Res.*, 25:715-723.
- Crawford M. A., Harbige L. S.:** 1988n-3 fatty acids and the evolution of the brain. *Pro. Clin. Biol. Res.*, 288:335-354
- Schwarz W., Svoboda Z., Pokorný J.:** 1998. Trans kyseliny v naší stravě. *Výž. a Potr.*, 53, 5:103-105
- Mareš J., Grmela J., Brabec T.:** 2011. Paegas nebo pangasius, rybí druh šířící se našimi kuchyněmi. *Zpravodaj*, 3:36-40.
- Kalač P., Špička J.:** 2006. Složení lipidů sladkovodních ryb a jejich význam v lidské výživě. *Jihočeská univerzita*. 57 s.
- Stansby M. E.:** 1962: Proximate composition of fish. In Heen E., Kreuzer R., (ed.) *Fish in nutrition.* Fishing News Books Ltd., London, 55 – 60.
- Love R. M.:** 1970: *The Chemical Biology of Fishes.* New York, Academic Press, 198.
- Murray J., Burt J. R.:** 1969: The composition of fish. *Torry Advis. Note* 38, Torry Research Station, Aberdeen, 38.
- Vácha F., Prošková A., Kučera J.:** 1998: Aminokyselinové složení vybraných druhů sladkovodních ryb. *Sborník Jih. univ., ZF v Českých Budějovicích, zootechnická řada*, ISBN 80-7040-316-0, XV, 2, 79-89.
- Sczerbowski J. A.:** 1995: *Inland fisheries in Poland*, Instytut rybactwa śródladowego Olsztyn, 544.
- Poulter N., Nicolaidis H.:** 1985: Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. *Altiplano fish. J. Food Technol.* 20, 437 – 449.



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 významných 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





rybarstvi.eu

Oddělení představuje v rámci České republiky specializované pracoviště na obory rybářství a hydrobiologie, které od roku 1949 nepřetržitě zajišťuje výchovu vysokoškolsky vzdělaných odborníků pro všechny oblasti sladkovodního rybářství. 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 Rybářství 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 rybářství a hydrobiologie je ve smyslu ustanovení § 22 odstavce 9 zákona č. 99/2004 Sb., o rybářství, pověřeno rozhodnutím Ministerstva zemědělství ČR ze dne 31.5.2004 na neomezenou dobu:

Organizováním odborného školení a zkoušek pro rybářské hospodáře.

Organizováním odborných kurzů a zkoušek rybářské stráže.

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

Vědecko-výzkumná činnost oddělení rybářství a hydrobiologie pokrývá rozhodující okruhy problematiky sladkovodního rybářství (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 rybářského charakteru. Nezastupitelným aspektem při formování výzkumných priorit oddělení je vazba na potřeby rybářské 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.

Poznámky:

Poznámky:

SBORNÍK REFERÁTŮ
Konference
CHOV RYB A KVALITA VODY
konané v Českých Budějovicích 23. února 2012

V roce 2012 vydalo 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



SBORNÍK REFERÁTŮ
CHOV RYB
A KVALITA VODY



RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ ČESKÉ REPUBLIKY