

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

Vliv sádkování kapra na obsah a složení tuku

Autor: Filip Trybulovský

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Jan Mráz, Ph.D.

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

České Budějovice 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Vliv sádkování kapra na obsah a složení tuku jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU (viz. opatření rektora R 83). Zveřejnění je elektronickou formou v databázi STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této bakalářské práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

.....
Filip Trybulovský

V Českých Budějovicích dne

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Pavlu Kozákovi, Ph.D. za jeho metodické vedení, velmi cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce a vůbec šanci tuto bakalářskou práci dokončit. Dále bych chtěl poděkovat konzultantovi bakalářské práce Ing. Janu Mrázovi, Ph.D. za pomoc při zpracování této práce a také bych chtěl poděkovat Ing. Tomáši Zajícovi, Ph.D. za jeho veškerou pomoc.

Taktéž bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za trpělivost a podporu.

Tato práce vznikla za finanční podpory projektu CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024 a grantu MZe QF92307.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip TRYBULOVSKÝ**
Osobní číslo: **V09B088P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv sádkování kapra na obsah a složení tuku**
Zadávací katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem diplomové práce bude vypracovat literární rešerši zaměřenou na problematiku obsahu omega 3 mastných kyselin v rybím mase a následně ověřit vliv sádkování kapra na obsah a složení tuku.

V rámci vypracování BP bude v první řadě zpracována literární rešerše zaměřená na problematiku složení MK v mase ryb. Hlavní náplní práce bude praktické ověření vlivu sádkování kapra na obsah a složení tuku. Hlavním cílem BP je v provozních podmínkách ověřit hypotézu, že se obsah polynenasycených mastných kyselin během sádkování (hladovění) zvyšuje, a to i v případě předchozího krmění směsí se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin.

Zjištěná data budou porovnána s dostupnou literaturou. Práce bude probíhat v laboratořích, v rybochovném objektu VÚRH JU a převážně na rybnících rybářství Blatenská ryba s.r.o.

Práce bude podporována výzkumným záměrem VÚRH JU MSM6007665809 a grantem MZe QF92307.

Rozsah grafických prací: podle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

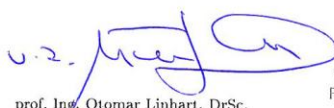
Seznam odborné literatury:

- Einen, O., Waagan, B., Thomassen, M.S., 1998. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*), I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. *Aquaculture*, 166: 85-104.
- Luo, Z., Tan, X.-Y., Wang, W.-M., Fan, Q.-X., 2009. Effects of long term starvation on body weight and body composition of juvenile channel catfish, *Ictalurus punctatus*, with special emphasis on amino acid and fatty acid changes. *J. Appl. Ichtyol.*, 25: 184-189.
- Kiessling, A., Johansson, L., Storebakken, T., 1989. Effects of reduced feed ratio levels on fat content and fatty acid composition in white and red muscle from rainbow trout. *Aquaculture*, 79: 169-175.
- Kmínková, M., Winterová, R., Kučera, J., 2001. Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Czech J. Food Sci.*, 19: 177-181.
- Pickova J, Morkore T (2007) Alternate oils in fish feeds. *Eur J Lipid Technol*, 109:256-263.
- 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.
- Vácha, F., Vejsada, P., Hůda, J., Hartvich, P., 2007. Influence of supplemental cereal feeding on the content and structure of fatty acids during long-lasting storage of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquacult Int*, 15: 321-329.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jan Mráz**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2010**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2012**


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.

děkan

JILTOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FANULIA RYBÁŘSKÝ A UCHŮBŔVÝ VOJ
Zetel 728/II
389 25 Vodňany (2)


doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. ledna 2011

Obsah

1.	<u>ÚVOD</u>	8
2.	<u>LITERÁRNÍ PŘEHLED</u>	10
2.1	Lipidy	10
2.2	Mastné kyseliny	12
2.3	Vliv složení tuku na lidské zdraví	14
2.4	Složení tuku ryb	16
2.4.1	Faktory ovlivňující složení mastných kyselin.....	16
2.4.1.1	Vnitřní faktory	16
2.4.1.2	Vnější faktory	17
2.4.2	Metabolismus lipidů a mastných kyselin.....	17
2.5	Sádkování kapra	18
2.5.1	Správné sádkování ryb	18
2.5.2	Kusové ztráty při sádkování	19
2.5.3	Hmotnostní úbytek.....	20
2.5.4	Změny v kompozici mastných kyselin	20
3.	<u>MATERIÁL A METODIKA</u>	22
3.1	Odchov ryb	22
3.2	Sádkování	23
3.3	Vzorkování	23
3.4	Analýza tuků	24
3.5	Analýza mastných kyselin	24
3.6	Statistická analýza	25
4.	<u>VÝSLEDKY</u>	26

4.1	Fultonův koeficient a hmotnost ryb	26
4.2	Výtěžnost filet a obsah tuku.....	27
4.3	Složení mastných kyselin	28
5.	<u>DISKUZE</u>	31
5.1	Teplota vody	31
5.2	Fultonův koeficient (F_K) a hmotnost ryb.....	31
5.3	Výtěžnost filet	32
5.4	Obsah tuku	33
5.5	Obsah a složení mastných kyselin	33
6.	<u>ZÁVĚR</u>	35
7.	<u>POUŽITÁ LITERATURA</u>	37
8.	<u>ABSTRAKT</u>	43
9.	<u>ABSTRACT</u>	44

1. ÚVOD

Poslední dobou začíná Česká republika bohužel zaujímat ty nejpřednější příčky v souvislosti s úmrtností na kardiovaskulární choroby. Abychom těmto onemocněním předcházeli, musíme, kromě jiného, zlepšit svoji životosprávu. Kvalitní rybí maso a jeho zvýšená spotřeba k tomu může významně dopomoci. Maso ryb obsahuje velké množství omega 3 polynenasycených mastných kyselin, které mají pozitivní vliv na lidské zdraví. Příjem těchto omega 3 mastných kyselin například zlepšuje hodnoty celkového cholesterolu (TC), nízkodenzitního cholesterolu (LDL-C), vysokodenzitního cholesterolu (HDL-C) a triglyceridů (TG). To bylo potvrzeno ve studii Adámkové a kol. (2011a) na pacientech po operaci srdce, kteří měli ve svém jídelníčku zahrnuto maso kapra obecného se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin (2× týdně 200 g po dobu 4 týdnů). Fakulta rybářství a ochrany vod již takzvaného “omega 3 kapra“ produkuje. Tento kapr je odkrmován speciální krmnou směsí a jeho zdravotní účinky jsou ověřeny Institutem klinické a experimentální medicíny (IKEM) v Praze. Spotřeba ryb je však v České republice na nízké úrovni a dosahuje jen 4,9 kg na osobu za rok a z toho pouze 1,5 kg zaujímají sladkovodní ryby (MZe, 2012), a proto bychom se měli snažit propagovat konzumaci kapra co nejvíce.

V České republice je kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) nejvíce chovanou a tím pádem i nejvíce spotřebovanou a konzumovanou sladkovodní rybou. Produkce tržního kapra obecného bývá každoročně kolem 18000 tun. K jeho největší spotřebě dochází v období Vánoc a to především jako tradiční štedrovečerní pochoutka. Než se nám však kapr před Vánoci dostane na talíř, musí projít dlouhým, většinou 3 – 4 letým chovným cyklem. V posledním produkčním roce nastává nejdříve výlov ryb a po něm bývá cyklus ukončen sádkováním. Sádkování je krátkodobý proces v řádu týdnů, kdy se ryba bez přístupu k potravě a působením čisté proudící vody zbavuje bahnitě chuti (zápachu) a vyprazdňuje se jí zažívací trakt. Tím, že ryby nepřijímají potravu a vyprazdňuje se jim zažívací trakt, dochází k snižování hmotnosti ryb a spotřebě některých tukových zásob během metabolismu těla. Při odbourávání tělního tuku se

nejprve spotřebovává tuk obsahující mastné kyseliny s kratším řetězcem (nasyčené mastné kyseliny – SFA a mononenasyčené mastné kyseliny – MUFA) a tím se zvyšuje relativní podíl polynenasycených kyselin (PUFA) v lipidech (Tocher a kol., 1989).

Cílem tohoto experimentu je dokázat, že má sádkování pozitivní vliv na kvalitu masa kapra. Dalším cílem je dokázat, že průběh a výsledek sádkování lze ovlivnit vstupní kvalitou ryb – množství a složení mastných kyselin v rybách je ovlivněno především přijímanou potravou. Posledním cílem je zjistit optimální dobu pro sádkování kapra s ohledem na obsah a složení mastných kyselin.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Lipidy

Lipidy (z řeckého lipos tj. tučný) tvoří skupinu organických látek nerozpustných ve vodě a rozšířenou ve všech organizmech (Kožešník, 1981). Rozpustné jsou v nepolárních organických rozpouštědlech (Mráz a kol., 2012). Lipidy jsou velmi širokou skupinou chemicky různých sloučenin a tuky (triacylglyceroly) v nich tvoří nejhojněji zastoupenou část (Voet a Voetová, 1995).

Tuk je zdrojem energie a nositelem vitaminů, které jsou rozpustné v tucích (A, D, E, K). Tuky slouží organismu také v procesu vstřebávání a trávení, jako přepravní prostředek řady nejrůznějších látek, které se v nich snadno rozpouštějí, významně se uplatňují v procesu růstu, jsou teplotním izolátorem těla (Šípál a kol. 1992). Tuky jsou uloženy jako tuk zásobní a protoplazmatický, obsažený v orgánech a tkáních v určitém konstantním množství (Murray a kol., 2002). Mají také ochrannou funkci, slouží jako tepelná izolace živočichů (tuková podkožní tkáň) a ochraňují neurony myelinovými pochvami (Odstrčil, 2005).

V některých případech mohou tuky obsahovat také látky nežádoucí. Některé toxické látky mají schopnost kumulace v tukových tkáních (DDT, PCB atd.). Koncentrace těchto látek ve svalovině kaprů chovaných v podmínkách našich rybníků však zdaleka nedosahují toxických limitů (Piačková a kol., 2003).

Existuje mnoho způsobů rozdělení lipidů.

Mráz a kol. (2012) je rozděluje podle chemického složení:

- Jednoduché – tuky a oleje, vosky
- Složené – fosfolipidy, glykolipidy, lipoproteiny
- Prekurzory, deriváty a látky podobných vlastností (mastné kyseliny, glycerol, steroly a jiné)

Kalač a Špička (2006) dále rozdělují lipidy do dvou skupin:

- Neutrální – jsou tvořeny jednoduchými lipidy, především triacylglyceroly (tuky nebo oleji) a vosky. Slouží hlavně jako zdroj a zásoba energie.
- Polární – jsou tvořeny složenými lipidy, především fosfolipidy (glycerolfosfatidy). Fungují jako stavební složky podílející se na vlastnostech plasmatických membrán.

Samostatnou velkou skupinu lipidů tvoří steroidy a steroly. Mezi steroly patří cholesterol a mnoho fyziologicky účinných látek, jako některé hormony pohlavní, hormony kůry nadledvinek, vitamín D a jiné (McMurry, 2007).

Kombinací lipidů a proteinů vznikají lipoproteiny, které jsou důležitou součástí buněčných a mitochondriálních membrán, a také umožňují transport lipidů v krvi (Murray a kol., 2002).

Pávek a kol. (1964) tuky dále dělí na živočišné a rostlinné. Tuky živočišného původu by správně měly tvořit 1/3 všech přijatých tuků v těle. Jako živočišné označujeme tuky z teplokrevných živočichů a ryb. Živočišné tuky jsou zdrojem cholesterolu a obsahují pro naše zdraví nepříznivé nasycené mastné kyseliny, které zvyšování cholesterolu dále podporují. Výjimkou je rybí tuk, který se svým složením podobá spíše tukům rostlinným, protože obsahuje větší procento prospěšných polynenasycených mastných kyselin (PUFA) snižujících hladinu cholesterolu.

Rostlinné tuky neboli oleje jsou obsaženy především v semenech různých plodin (řepka, len, slunečnice). Rostlinné tuky by měly tvořit v jídelníčku člověka 2/3 všech přijatých tuků (Pávek a kol., 1964).

Podstatnou část lipidů tvoří triacylglyceroly (též triglyceridy) – estery alkoholu glycerolu a mastných kyselin – jsou kaloricky nejvydatnější ze všech živin a jsou hlavní zásobní formou mastných kyselin (Murray a kol., 2002).

U člověka začíná trávení lipidů v žaludku částečným emulgováním a hydrolýzou tuků enzymem lipázou na glycerol a mastné kyseliny. Hlavní emulgování však probíhá za přispění žlučových kyselin. Přeměna lipidů se děje hlavně v játrech, ale bylo zjištěno, že všechny buňky mají schopnost přeměňovat tuky (Pávek a kol, 1964).

2.2 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou skupinou monokarboxylových alifatických kyselin obecného vzorce R-COOH, kde R. značí vodík, metylovou skupinu nebo uhlíkatý řetězec, obvykle nerozvětvený, 12-22 členný. Zápis mastné kyseliny je uveden v Obr. 1. Typické mastné kyseliny jsou např. kyselina olejová, máselná, kapronová, palmitová, stearová, linolová. Mastné kyseliny byly nazvány podle výskytu v tucích ve formě svých triglyceridů. Mastné kyseliny jsou buď nasycené, nebo nenasycené. Nasycené mastné kyseliny převládají v živočišných tucích (Kožešník, 1981).



Obr. 1: Zápis mastné kyseliny (převzato Zajíc a kol. 2011)

Rozdělení mastných kyselin podle nasycení (dle Akoh a Min, 2002; Chow, 2007; Murray a kol., 2002):

a) Nasycené mastné kyseliny - SFA (saturated fatty acids)

Neobsahují žádnou dvojnou vazbu. Převažují v tucích živočišného původu. Tento typ zvyšuje hladinu cholesterolu v krvi a tím i riziko vzniku srdečně-cévních onemocnění. Konzumaci nasycených mastných kyselin bychom měli omezovat.

b) Mononenasycené mastné kyseliny - MUFA (monounsaturated fatty acids)

Obsahují jednu dvojnou vazbu. Jsou obsaženy hlavně v rostlinných olejích.

c) Polynenasycené mastné kyseliny - PUFA (polyunsaturated fatty acids)

Obsahují dvě a více dvojných vazeb. Nejvíce jsou obsaženy v tucích rostlinného původu a v rybím tuku. Pomáhají snižovat hladinu cholesterolu v krvi efektivněji než MUFA, a tím snižovat riziko vzniku krevních sraženin. Do této skupiny patří omega-6 a omega-3 kyseliny, které jsou velmi důležité pro naše zdraví. Omega-3 a omega-6 mastné kyseliny najdeme zejména v rybím tuku (má jiné složení než ostatní živočišné tuky a převažují v něm prospěšné

nenasyčené mastné kyseliny), v rostlinných olejích, ořechách, v listové zelenině a rostlinných tucích.

d) Vysoce nenasyčené mastné kyseliny - HUFA (highlyunsaturated fatty acids)

Obsahují 20 a více atomů uhlíku a tři a více dvojných vazeb.

Rozdělení mastných kyselin podle stereoizometrie (Chow, 2007):

a) Cis - mastné kyseliny (cis fatty acids)

Jsou to často přirozeně se vyskytující nenasyčené mastné kyseliny. Většina mastných kyselin má stereoizometrii cis-. Mají rovný řetězec.

b) Trans - mastné kyseliny - TFA(trans fatty acids)

Jsou přírodní, ale také průmyslově vyráběny hydrogenací (ztužováním tuků). Podílejí se na zvýšení hladiny cholesterolu v krvi (LDL cholesterol) a mají negativní vliv na srdečně-cévní systém (hrozba aterosklerózy). Největším zdrojem těchto kyselin jsou některé druhy sladkého pečiva a zákusků, některé pokrmy rychlého občerstvení a živočišné tuky. Mají zahnutý řetězec.

Dále se dělí podle polohy první dvojně vazby od methylového uhlíku (Chow, 2007):

a) **n - 3** - první dvojná vazba na třetím uhlíku

b) **n - 6** - první dvojná vazba na šestém uhlíku

c) **n - 7** - první dvojná vazba na sedmém uhlíku

d) **n - 9** - první dvojná vazba na devátém uhlíku

Nenasycené vyšší mastné kyseliny (VMK) se podle výživového hlediska člení do dvou řad, označovaných jako n-3 a n-6 nebo ω -3 a ω -6 (omega 3 a omega 6). Toto označení ukazuje polohu dvojně vazby nejbližší methylovému (CH_3 -) konci molekuly (Kalač a Špička, 2006).

2.3 Vliv složení tuku na lidské zdraví

Jednou z hlavních příčin vzniku kardiovaskulárních onemocnění je v České republice špatný poměr v příjmu omega-3 a omega-6 mastných kyselin. Správný poměr omega-3 a omega-6 mastných kyselin by měl být kolem 1:1 – 1:4. V současné době však tento poměr bývá až 1:40 (omega-3 : omega-6). Maso ryb, které obsahuje velké množství omega-3 kyselin proto působí jako prevence proti vzniku těchto kardiovaskulárních onemocnění (Zajíc a kol., 2011). Adámková a kol. (2011b) dodává, že omega-3 mastné kyseliny jsou důležité jako nefarmakologická prevence a působí pozitivně při léčbě kardiovaskulárních chorob.

Je prokázáno, že strava bohatá na nasycené živočišné tuky vede k vysoké hladině cholesterolu v krvi. Cholesterol je významná organická látka ze skupiny steroidů. Je to nerozpustná látka ve vodě a při jeho nadbytku je vylučován jako žlučové kyseliny, čímž se tělo chrání před nadměrnou akumulací. I když jeho nadbytek způsobuje řadu onemocnění, je v těle člověka zcela nepostradatelný a je důležitou složkou buněčných membrán, prekurzorem steroidních hormonů a žlučových kyselin (Voet a Voetová, 1995). V současné době se mnoho studií věnuje vztahu cholesterolu v krvi k vlastnímu lidskému zdraví, zvláště ke zdravému srdci. Mnoho lidí má vysoký krevní tlak a často prodělává ischemickou chorobu srdeční nebo dokonce cévní mozkovou příhodu. Vysoká hladina cholesterolu v krvi je zjišťována především u lidí, kteří trpí obezitou a mají nedostatečný pohyb. Krevní tlak snižuje naopak strava bohatá na polynenasycené mastné kyseliny. Normální hodnota hladiny cholesterolu je 120 - 200 mg ve 100 ml krevního séra. Je-li hladina vyšší než 240 mg v 100 ml séra, jedná se často o aterosklerózu - onemocnění srdce, kdy se cholesterol ukládá na vnitřní stěně srdečních tepen a snižuje, či dokonce zabraňuje přívodu krve k srdečnímu svalu a dochází k infarktu (McMurry, 2007).

Jistější metodou pro odhalení rizika srdeční choroby je měření hladiny krevních lipoproteinů. Lipoproteiny jsou složité molekuly, které kromě lipidní složky obsahují i proteinovou složku, jež zajišťuje průchod lipidů v těle (McMurry, 2007). Rozdělení lipoproteinů v Tab. 1.

Tab. 1: Rozdělení lipoproteinů podle hustoty (McMurry, 2007)

Název	Hustota ($\text{g}\times\text{ml}^{-1}$)
Chylomikrony	do 0,94
Lipoproteiny o velmi nízké hustotě (VLDL, very low-densitylipoproteins)	0,940-1,006
Lipoproteiny o nízké hustotě (LDL, low-densitylipoproteins)	1,006-1,063
Lipoproteiny o vysoké hustotě (HDL, high-densitylipoproteins)	1,063-1,210

Přenašeči cholesterolu do jater a z jater jsou LDL a HDL. LDL přenášejí cholesterol ve formě esterů s mastnými kyselinami do periferních tkání a HDL odstraňují cholesterol jako steatit z umírajících buněk a přenášejí ho zpět do jater. Jestliže LDL dodávají více cholesterolu a HDL ho nestačí odstraňovat, ten se pak ukládá v artériích, cévách, vedoucích krev směrem od srdce, tedy tepnách. Čím je vyšší hladina HDL, tím je nižší pravděpodobnost ukládání cholesterolu a tím je i nižší riziko srdečních chorob. HDL ještě obsahuje další ochranný faktor a tím jsou enzymy s antioxidačními účinky (paraoxonáza a acetylhydroláza faktoru aktivujícího destičky) (McMurry, 2007). Adámková a kol. (2011a) ve své studii zjistili, že pacientům po operaci srdce, kterým byl podáván kapr se zvýšeným obsahem n-3 PUFA, se snížil LDL cholesterol o 26 % a HDL cholesterol se zvýšil o 30 %.

Proto je pro získání vysoké hladiny HDL nejdůležitější zdravý životní styl. Nutno se vyvarovat obezity, kouření a provozovat pravidelný pohyb a k tomu dále přispívá vyvážená a pestrá strava s vyšším obsahem polynenasycených mastných kyselin (McMurry, 2007).

Zajíc a kol. (2011) ve své publikaci uvádí, že dostatečný příjem omega-3 mastných kyselin má v lidském těle vliv zejména na tyto ukazatele:

- a) Zvýšení podílu „dobrého“ HDL cholesterolu na úkor „špatného“ LDL cholesterolu
- b) Snížení triacylglycerolové (tukové) frakce v krevní plazmě
- c) Snížení krevního tlaku
- d) Omezení zánětlivých onemocnění

- e) Omezení rizika vzniku infarktu myokardu, aterosklerózy, roztroušené sklerózy, některých typů rakoviny, mozkové mrtvice a jiné
- f) Posílení funkce mozku a nervové soustavy, především v prenatálním vývoji

2.4 Složení tuku ryb

Složení tuku ryb se od složení tuku savců podstatně liší. Rybí tuk obsahuje až 40 % mastných kyselin s dlouhým řetězcem se 14 – 22 atomy uhlíku, které jsou vysoce nenasycené. Dále rybí tuk obsahuje několik mastných kyselin s pěti nebo šesti dvojnými vazbami, zatímco tuk savců málokdy obsahuje mastné kyseliny s více než dvěma dvojnými vazbami v jedné molekule (Vácha, 2000).

Steffens a Wirth (2005) uvedli, že se složení PUFA u ryb mění v závislosti na složení tuku v předkládaném krmivu. Byly sledovány i změny ve složení PUFA ve stejných tkáních v průběhu roku, které byly závislé na druhu přijímaného krmiva. Urbánek (2013) taktéž ve své práci tvrdí, že výběr krmiva, množství a technika přikrmování zásadním způsobem ovlivňuje finální kvalitu tržních kaprů.

V rybím tuku najdeme také mastné kyseliny řady omega-3 a omega-6, kam patří mimo jiné kyseliny linolová (LA, 18:2 n-6) a α -linolenová (ALA, 18:3 n-3), které jsou pro ryby esenciální a přijímají je z přirozené potravy. Další dvojicí kyselin, které obsahuje rybí tuk je kyselina eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA), které ryby vytváří z kyseliny α -linolenové a linolové (Mareš, 2012). Tyto dvě kyseliny (EPA a DHA) uvádí Zajíc a kol. (2012) jako nejdůležitější z hlediska pozitivního vlivu na lidské zdraví.

2.4.1 Faktory ovlivňující složení mastných kyselin

Faktory působící na složení mastných kyselin v tuku ryb shrnuli Kalač a Špička (2006). Podle Zajíce a kol. (2011) lze faktory rozdělit na vnitřní a vnější. Tyto faktory jsou většinou mezi sebou úzce propojeny a často bývá jeden podmíněn druhým.

2.4.1.1 Vnitřní faktory

Do vnitřních faktorů, lze zařadit druh ryby, každý druh ryby má jinou kompozici mastných kyselin v tuku. Podle obsahu tuku jsou druhy ryb rozděleny na velmi tučné - nad 10 % tuku (úhoř říční, tolstolobik bílý,...), středně tučné – 2-10 % tuku (kapr obecný, pstruh duhový,...) a málo tučné – do 2 % tuku (candát obecný, okoun říční,...).

Dalšími vnitřními faktory jsou genetický původ ryb, typ tkáně (bílá a červená svalovina, tuková tkán), věk ryby (starší jedinci mají více tuku než mladší) a zdravotní stav (Zajíc a kol., 2011).

2.4.1.2 Vnější faktory

Z vnějších faktorů ovlivňujících kompozici mastných kyselin můžeme uvést výživu ryby, sádkování (hladovění), roční období (teplota prostředí), bioaktivní látky, salinitu prostředí (mořské druhy mají více omega-3 mastných kyselin, sladkovodní více omega-6 mastných kyselin) a kuchyňskou úpravu a zpracování ryby (Zajíc a kol., 2011).

Taktéž Vácha (2000) uvádí, že důležitým faktorem ve složení lipidů je kvalita potravy, společně s ročním obdobím a v závislosti na těchto faktorech se složení tuku mění. Dále uvádí, že se liší i obsah tuku sladkovodních a mořských ryb. Sladkovodní ryby mají průměrně až 70% podíl polynenasycených mastných kyselin z celkového počtu lipidů, se čtyřmi, pěti nebo šesti dvojnými vazbami. U ryb mořských je to až 88% podíl polynenasycených mastných kyselin z celkového počtu lipidů.

2.4.2 Metabolismus lipidů a mastných kyselin

Lipidy a mastné kyseliny mají spolu se sacharidy úlohu jako zdroj energie pro růst, reprodukci a pohyb ryb. Ryby mají podobný způsob trávení, vstřebávání a transport lipidů jako teplokrevní živočichové. Mezi jednotlivými druhy ryb existují významné anatomické rozdíly v trávicí soustavě. V případě kapra obecného probíhá štěpení lipidů (lipolýza) převážně v počáteční části střevního traktu. Štěpení lipidů je zajišťováno především trávicími enzymy – lipasami. Ty jsou vytvářeny hlavně slinivkou břišní nebo hepatopankreatem. U amura bílého mohou být lipasy také vylučovány sliznicí střeva. Lipasy bývají většinou aktivovány žlučovými kyselinami, zatímco systém slinivkové lipasy-kolipasy je vzácný (Kalač a Špička, 2006).

Sladkovodní ryby za pomoci enzymů – desaturázy a elongázy – přeměňují mastné kyseliny linolovou a α -linolenovou na kyseliny více nenasycené, s delším řetězcem, včetně kyseliny EPA a DHA. Důležitou složkou buněčných membrán jsou omega-3 a omega-6, které jsou také prekurzory dalších sloučenin v lidském organismu. Z těchto kyselin vznikají i další produkty nazývané eikosanoidy (prostaglandiny, tromboxany, leukotrieny) (Zajíc a kol., 2011). Stejně tak Steffens a Wirth (2005) uvádějí, že

sladkovodní ryby mají schopnost, která jim umožňuje pomocí enzymů desaturáz a elongáz přeměňovat 18 uhlíkaté řetězce mastných kyselin na 20 až 22 uhlíkaté řetězce mastných kyselin.

Hlavními produkty trávení lipidů jsou volné vyšší mastné kyseliny. Ty jsou emulgovány v micelách pomocí žlučových kyselin. Trávicí pochody pokračují difúzí ke střevní sliznici a příjmem kyselin do enterocytů. U ryb probíhá vstřebávání vyšších mastných kyselin podstatně pomaleji než u savců, protože ryby mají nižší tělesnou teplotu (jsou poikilotermní). Vyšší mastné kyseliny se vstřebávají v počáteční části střevního traktu (Kalač a Špička, 2006).

V krevní plazmě jsou vyšší mastné kyseliny vázány ve formě lipoproteinů. Bylo zjištěno u pstruhů, kapra obecného a sumečka skvrnitého (*Ictalurus punctatus*), že nejvíce je HDL, následují LDL a VLDL. Lipoproteiny ryb obsahují více PUFA, hlavně n-3 PUFA, než lipoproteiny savců (Kalač a Špička, 2006).

2.5 Sádkování kapra

Sádkování je přechodné uchování ryb z výlovů až do doby prodeje. Vylovené ryby se sádkují v tzv. sádkách (malé umělé vodní nádrže). Ty jsou nezbytným zařízením každého rybníčního hospodářství. V sádkách se ryby zbavují bahnitě chuti a maso je působením čisté proudící vody hodnotnější a chutnější (Čítek a kol., 1998). Sádkování má také význam z hlediska sledování senzorických vlastností na kvalitu rybiho masa (Šustek a kol., 2009). Díky snadnému napouštění a vypouštění sádek je s rybami snadná manipulace. Při centrálním slosování sádek předcházíme u ryb stresu a snižujeme jejich mechanické poškození (Pokorný, 2009).

Úkolem sádkování je tedy především přechovávání tržních ryb při minimálních kusových ztrátách a ztrátách vylehčením.

2.5.1 Správné sádkování ryb

Před sádkováním, během léta, bývají prováděny opravy sádek a jejich zařízení, podle typu sádek (zemní a betonové). Poněkud složitější je to u sádek zemních, které přes vegetační sezónu zarůstají. Porosty v zemních sádkách musí být včas pokoseny a všechny ze sádek odstraněny. Po vyčištění je provedena desinfekce (např. vápenným

mlékem). Po několika dnech jsou sádky napuštěny a pořádně propláchnuty (Čítek a kol., 1998).

Během sádkování je nutné o ryby řádně pečovat. Jsou prováděny kontroly stavu a chování ryb, odstraňovány uhynulé kusy a také malátné a poraněné kusy, které je možné ještě zhodnotit. Dále jsou prováděny úpravy stříku, aby bylo zabráněno poškození u ryb, které se snaží vyskakovat proti přitékající vodě (Čítek a kol., 1998).

Nejdůležitějším faktorem při sádkování ryb je dostatek kvalitní přítokové vody. Obměna vody v sádce by měla být kolem 4-12 hodin. Voda musí mít optimální parametry – koncentrace rozpuštěného kyslíku (ideální blízké 100 %), teplota (2-16 °C), pH (6,5-8,2), BSK₅ (do 6 mg/l), KNK (více než 0,5 mmol) (Čítek a kol., 1998). Nesmí obsahovat nebezpečné koncentrace toxických sloučenin (amoniak atd.). I malé koncentrace ropných produktů v přítokové vodě sádek mohou mít nežádoucí vliv na organoleptické vlastnosti rybí svaloviny.

Náležitá pozornost musí být věnována stříku. Po nasazení ryb je zvyšována intenzita stříku, která je pak postupně snižována podle ukládání ryb. Velikost stříku závisí na kvalitě vody, především na obsahu kyslíku a teplotě vody. Podle Čítka a kol. (1998) by měl být střík tak vydatný, aby obsah rozpuštěného kyslíku na odtoku ze sádky neklesal pod 2,5 – 3 mg.l⁻¹. Ingr (2004) uvedl, že by obsah kyslíku pro sádkování kaprů neměl poklesnout pod 3,5mg.l⁻¹. Zvýšení obsahu kyslíku v sádce je možné dosáhnout například vyčištěním přítokové stoky od listí, zřízením přepadů, nebo přidáním válcových okysličovacích zařízení. Při deficitu kyslíku v sádce mohou být nainstalovány tryskové aerátory přímo do sádky.

2.5.2 Kusové ztráty při sádkování

Vznikají uhnutím ryb následkem nedostatku kyslíku, poraněním ryb při výloveh, dopravě a vysazování do sádky s následným zaplísněním nebo onemocněním ryb po oslabení a po přidušení během manipulace při výlovu a dopravě. Tyto ztráty můžeme významně omezit správným a šetrným zacházením s rybami, vhodným opatřením k zabránění poranění ryb při vyskakování proti stříku, zajištěním dobrého kyslíkového režimu během sádkování a pečlivým tříděním ryb při výlovu (Čítek a kol., 1998). Poškozené a poraněné ryby a ty, které nejsou schopny delšího sádkování, je třeba vyřadit. Při kontrolách jsou odlovovány malátné ryby, které jsou v případě náležité kvality okamžitě prodány či zpracovány.

2.5.3 Hmotnostní úbytek

V období sádkování není rybám předkládáno žádné krmivo a ryby nepřijímají ani žádnou přirozenou potravu. Výrazně se tedy omezují metabolické procesy, tím se u ryb vyprázdní zažívací trakt, dochází ke snížení jejich metabolismu, omezení produkce amoniaku a oxidu uhličitého (Vácha a Buchtová, 2005). Energetické potřeby organismu jsou tak pokryty ze zásob (tuky). Z těchto důvodů dochází při sádkování k redukci hmotnosti sádkovaných ryb. Pro posouzení těchto hmotnostních ztrát byly v minulosti vypracovány tzv. normativy ztrát "vylehčením" na sádkách (Tab. 2).

Tab. 2: Normativy ztrát vylehčením v % pro kapra (Technologické ztráty) (Čítek a kol., 1998)

běžné sádkovací provozy, pořadí měsíce sádkování	Úbytek hmotnosti sádkovaného K_v v %
za 1. měsíc (říjen)	2,50
za 2. měsíc (listopad)	1,00
za 3. měsíc (prosinec)	1,00
za 4. měsíc (leden)	1,25
za 5. měsíc (únor)	1,50
za 6. měsíc (březen)	1,75

2.5.4 Změny v kompozici mastných kyselin

Sádkování nemá vliv pouze na konečnou hmotnost ryb, ale také na kompozici mastných kyselin. Vácha a kol. (2007) pozorovali změny ve složení mastných kyselin v průběhu dlouhodobého sádkování kapra. Prokázali mírné procentické navýšení obsahu n-3 PUFA u skupiny ryb, která byla před umístěním do sádky přikrmována obilím. U kontrolní skupiny, která byla ponechána pouze na přirozené potravě, byl pozorován naopak úbytek n-3 PUFA v průběhu sádkování.

Palmeri a kol., 2008a se ve své práci zabývali účinky hladovění a kvality vody během sádkování na biometrické parametry a obsah mastných kyselin u paokouna mramorovaného (*Maccullochella peelii peelii*) chovaných v recirkulačním systému. Vzorky svaloviny byly odebírány na začátku, dále po 2 a po 4 týdnech sádkování. Při

sádkování se výrazně snížila hmotnost a kondiční faktor u ryb, které byly vystaveny procesu hladovění. Dále zjistili, že se při metabolismu nejdříve spotřebovávají MUFA na energii, zatímco se relativní podíl PUFA zvyšuje (nejsou primárně spotřebovávány na energii).

V jiné studii Einen a kol. (1998) zjišťovali u lososa obecného (*Salmo salar*) vliv hladovění před zpracováním. Zjišťovali účinky na ztrátu váhy, tvar těla, výtěžnost filetu a složení mastných kyselin. Ryby byly krmeny vysoce energetickou stravou a po vylovení byly ponechány vlivům hladovění po dobu 0, 3, 7, 14, 30, 58 a 86 dní před zpracováním. Hladovění po dobu 86 dnů vyústilo ve snížení hmotnosti o 11,3 %. Množství n-3 PUFA se výrazně zvýšilo, vzhledem k tomu, že obsah SFA s hladověním klesal. Dále podle Einena a kol. (1998) bylo hladověním zvýšeno i množství MUFA.

Csengeri (1996) ve své práci shrnuje experimentální údaje, prokazující účinky různých dietních faktorů vyvolávajících změny ve složení mastných kyselin a metabolismu mastných kyselin u kapra obecného. V experimentu byly zahrnuty údaje dietních faktorů, doplňkového krmení a hladovění. Bylo zjištěno, že při delším hladovění ryb se MUFA spotřebovávají na energii, zatímco ostatní PUFA zůstávají chráněny.

Výše uvedené studie prokázaly možnost ovlivnění kompozice mastných kyselin v rybí svalovině dobou sádkování (hladovění).

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1 Odchov ryb

K pokusu byly použity rybníky firmy Blatenská ryba, spol. s r. o. Ryby byly vysazeny do rybníků Šamonický dolní, Tuňkovský, Makov, Společnice, Mošťana a Čekal v dubnu roku 2011, tyto rybníky byly vybrány ze zkušeností z již dříve prováděných experimentů. V každé z těchto nádrží se krmilo jiným způsobem – na Šamonickém dolním a Mošťaně se nepřikrmovalo, byly ponechány na přirozené potravě (skupina PP), na Tuňkovském a Společnici bylo přikrmováno obilovinami (skupina O) a na rybnících Čekal a Makov krmnou směsí KP Len (skupina KP) (Tab. 3). Před vysazením proběhlo zimování, meliorační vápnění a na jaře hnojení chlévskou mrvou pro rozvoj přirozené potravy. Vysazen byl tříletý šupinatý užitkový hybrid kapra o průměrné hmotnosti 1,1 kg. V průběhu vegetačního období byly sledovány fyzikálně-chemické vlastnosti vody, byly prováděny kontrolní odlovy (pruby), kontrolovalo se množství a složení přirozené potravy a kontroloval se zdravotní stav ryb.

Tab. 3: Složení experimentální krmné směsi KP Len (patent č. 302744, užitný vzor č. 21926) (Mráz a kol. 2011a a Mráz a kol. 2011b)

Komponent krmné směsi	Složení směsi v krmných %	Rozmezí v hmotnostních % dle patentu č 302744
Řepkové výlisky	15	12 – 20
Extrudované lněné semeno	15	10 – 20
Lněný olej	0	0 – 4
Řepkový olej	0	0 – 4
Pšenice + mouka + otruby	55	50 – 60
Kukuřice	6,5	6 – 15
Sojový šrot	6,5	5 – 10
Vápenec	1,5	1 – 2
Premix pro kapra Carp 0,3	0,3	0,3
Wafolin	0,2	0,2

Výlov všech rybníků se uskutečnil na konci září 2011. Při výlovu byly ryby zváženy a spočítány. Průměrné hmotnosti ryb jsou uvedeny v Tab. 4. Náhodně se vybralo 75 kusů z každé skupiny a tyto ryby byly převezeny na sádky do Vodňan.

Tab. 4: Průměrné hmotnosti ryb před nasazením a po výlovu

skupiny	Ø hmotnost před nasazením	Ø hmotnost po výlovu
Přirozená potrava (PP)	1,1 kg/ks	1,75 kg/ks
Obiloviny (O)	1,1 kg/ks	2,53 kg/ks
Pelety (KP)	1,1 kg/ks	2,38 kg/ks

3.2 Sádkování

Sádkování probíhalo na sádkách Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického Fakulty rybářství a ochrany vod ve Vodňanech. Do sádek bylo nasazeno 75 kusů ryb z každé skupiny, k nasazení došlo 20. 9. 2011. Každá skupina ryb byla označena skupinovým značením (částečná amputace ploutve). Sádky byly obdélníkového tvaru o rozměru 10 x 4 x 1 m, s kamennou zdí a štěrkovitým dnem se stálým přítokem čerstvé a čisté vody z náhonu řeky Blanice. Teplota vody v sádce byla měřena dataloggerem Minikin i-line (EMS Brno), aby byl zaznamenán průběh teploty v období experimentu (na začátku 18,5 °C, na konci 2,5 °C; Tab. 5). Kvůli vysoké teplotě vody na začátku experimentu začaly ryby skákat proti přítoku, ten byl poté seřízen na spodní, aby se zamezilo vyskakování ryb. Pravidelně se kontrolovala kvalita vody (rozpuštěný kyslík a pH vody – O₂ se pohyboval v rozmezí 6 – 8,5 mg/l a pH 7,1 – 7,6) a kontroloval se zdravotní stav sádkovaných ryb. Ukončení sádkování proběhlo posledním odběrem vzorků 30. 11. 2011.

3.3 Vzorkování

Při nasazování sádky byl proveden první odběr vzorků z ryb. Následně byly vzorky odebírány v intervalu po 14 dnech. Pro vzorkování byly určeny tyto dny 0, 14, 28, 42, 56 a 70. Z každé skupiny ryb bylo odebráno vždy 10 kusů, které byly změřeny a zváženy pro výpočet Fultonova koeficientu vyživenosti.

$$F_K = (w * DT^{-3}) * 100$$

kde:

w = hmotnost (g)

DT = délka těla (cm)

Z vybraných 10 kusů pro výpočet Fultonova koeficientu vyživenosti se použilo 6 ryb na analýzu tuků a mastných kyselin. Těchto 6 ryb bylo zabito, podle zákona č. 359/2012 Sb., silným úderem tupým předmětem do temene hlavy a přetětím žaberních oblouků. Poté byla odříznuta hlava a filetovacím nožem byl od páteře s žebry seříznut filet. Vzorek filetu s kůží byl zabalen do hliníkové fólie, označen kódem skupiny a šokově zmrazen tekutým dusíkem na teplotu $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Všechny vzorky byly poté uchovávány v hlubokomrazícím boxu při teplotě $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Po dokončení vzorkování byly vzorky odesílány pomocí expresní služby na Švédskou univerzitu zemědělských věd - SLU, Uppsala, Švédsko - za účelem analýz tuků a mastných kyselin. Před prevozem se vzorky dávaly do polystyrenových boxů se suchým ledem (pevný CO_2 o teplotě $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$). Analýzy tuků a mastných kyselin prováděli pracovníci Fakulty rybářství a ochrany vod ve Švédsku.

3.4 Analýza tuků

Filet s kůží byl homogenizován ve stolním kutru, aby se zajistilo, že je vzorek reprezentativní. Veškeré použité chemikálie a rozpouštědla byly zakoupeny od společnosti Merck (Darmstadt, Německo). Extrakce lipidů byla provedena podle Hary a Radin (1978) s malými úpravami. Zkráceně, 1 g vzorku byl zvážen a homogenizován v HIP (hexan-isopropanol 3:2, v/v). Tento homogenát byl přemístěn do odstředivé zkumavky a bylo přidáno 6,5 ml 6.67 % Na_2SO_4 za účelem separace lipidové a nelipidové fáze. Po odstředění byla celá lipidová (horní) fáze přemístěna do předem zvážených zkumavek a odpařena v dusíkové atmosféře (po dobu přibližně jedné hodiny). Celkový obsah lipidů byl určen gravimetricky.

3.5 Analýza mastných kyselin

Metylestery mastných kyselin (FAME) byly připraveny pomocí BF_3 (boron-trifluoridmetanol komplex) podle Appelqvistovy metody (1968). FAME byly analyzovány pomocí plynového chromatografu (Varian CP 3800; Stockholm, Švédsko),

vybaveného ionizačním detektorem (FID), děleným vstřikováním a křemičitou kapilární kolonou BPX 70 (SGE, Austin, TX) (Fredriksson - Eriksson a Pickova, 2007). Jako nosný plyn bylo použito hélium protékající rychlostí 0,8 mL min⁻¹, přičemž dusík byl použit jako doplňkový plyn. Retenční doba různých mastných kyselin byla identifikována srovnáním se standardem (GLC-68A, Nu-check Prep., Inc, Elysian, MO). Za účelem kvantifikace mastných kyselin byl použit interní standard (15-metylheptadecanoát; Larodan Fine Chemicals AB, Malmö, Švédsko). Množství mastných kyselin bylo vyjádřeno jako procento veškerých identifikovaných mastných kyselin.

3.6 Statistická analýza

Statistické analýzy byly provedeny pomocí softwarového balíčku Statistica CZ 10.0 a Microsoft Excelu 2010. Regresní analýza byla provedena za účelem nalezení rozdílů uvnitř experimentální skupiny v průběhu doby sádkování. Byla použita jednocestná analýza rozptylu (ANOVA) a Tukeyův HSD test za účelem určení rozdílů mezi skupinami. Rozdíly byly považovány za statisticky významné při $P < 0,05$.

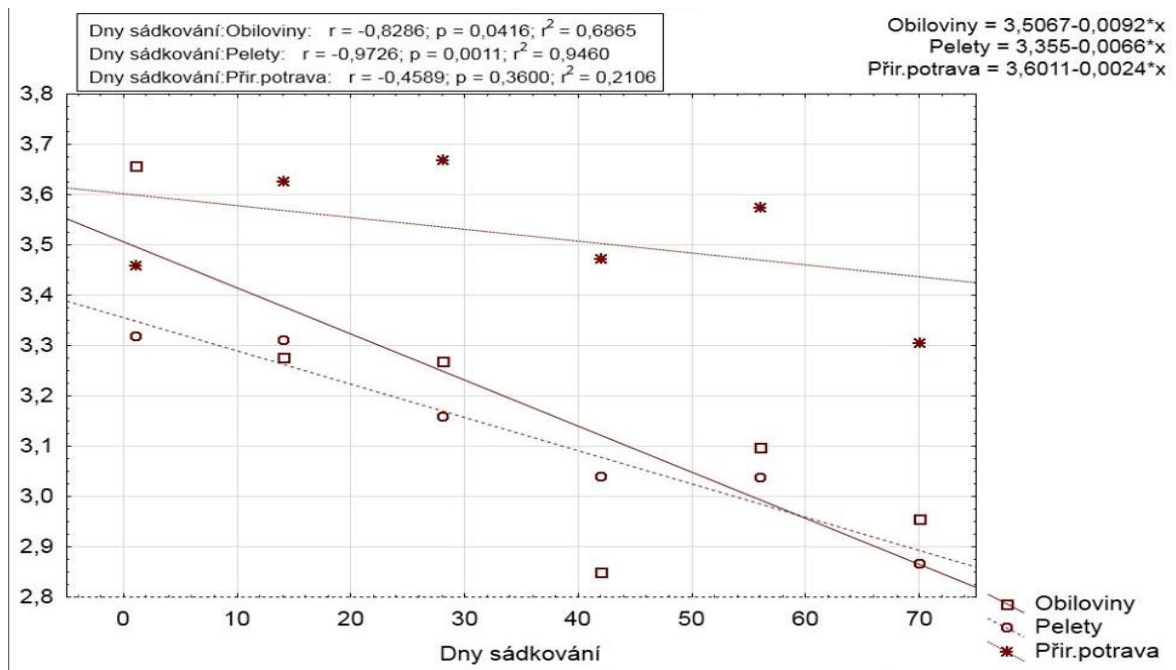
4. VÝSLEDKY

4.1 Fultonův koeficient a hmotnost ryb

Vlivem sádkování (hladovění) obsádka kapra postupně ztrácela na hmotnosti – tzv. vylehčování. K největším ztrátám na hmotnosti došlo u skupiny O - 19,6 %, naopak nejmenší ztráty měly ryby ve skupině PP - 9,2 %, u skupiny KP byly ztráty 14,6 %. Změny hmotností skupin ryb a teploty vody během sádkování jsou uvedeny v Tab. 5. Se ztrátou hmotnosti, se také snižuje Fultonův koeficient vyživenosti (Graf 1). Teplota vody byla na začátku sádkování vysoká (18,5 °C), postupně se však snižovala a na konci procesu měla 2,5 °C. Během sádkování byl zaznamenán jen malý úhyn 6,3 % (14 kusů ryb z celkových 240 kusů) a sádkování ryb probíhalo po dlouhou dobu 70 dnů.

Tab. 5: Průměrná hmotnost (g) kapra u skupin ryb krmených obilovinami (O), peletami (KP) a přirozenou potravou (PP) v průběhu sádkování (průměr ± směrodatná odchylka; n = 10); teplota vody (°C) měřená ve dnech odběrů vzorků (Různé písmeno v jednotlivých skupinách v rámci jednoho období znamená statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$; P value udává regresní závislost během dnů sádkování)

Skupiny	Dny sádkování						P value
	1	14	28	42	56	70	
O	2694 ± 410 ^a	2411 ± 397 ^a	2404 ± 318 ^a	2097 ± 335 ^a	2268 ± 342 ^a	2165 ± 451 ^a	< 0.001
	2404 ± 391 ^b	2382 ± 299 ^a	2332 ± 253 ^a	2177 ± 197 ^a	2187 ± 208 ^a	2052 ± 420 ^a	< 0.001
PP	1751 ± 471 ^c	1718 ± 313 ^b	1756 ± 296 ^b	1654 ± 287 ^b	1700 ± 374 ^b	1590 ± 224 ^b	< 0.05
Teplota [°C]	18,5	13,5	6,9	7,9	1,2	2,5	



Graf 1: Fultonův koeficient kapra u skupin ryb krměných obilovinami, peletami a přirozenou potravou během sádkování (průměrné hodnoty; n = 10)

4.2 Výtěžnost filet a obsah tuku

Výtěžnost filet (Tab. 6) u skupin ryb O a KP byla zvýšena během prvních 14 dní sádkování (u skupiny O se zvýšila z 48,5 % ± 2,6 % na 51 % ± 4,8 % a u skupiny KP se zvýšila z 46,1 % ± 3,8 % na 48,7 % ± 2,9 %) a následně klesala až do ukončení (v době ukončení měla skupina O 45,2 % ± 2,1 % a skupina KP měla 44,1 % ± 2,9 %). Po vyhladovění hodnota výtěžnosti krátkodobě stoupala a později ji začalo negativně ovlivňovat vylehčování obsádky. Zatímco u skupiny PP je výtěžnost na počátku nižší (1. a 14. den 44,1 % ± 3,1 % a 43,8 % ± 5,6 % a 56. a 70. den 46,2 % ± 3,1 % a 44,8 % ± 3,0 %), než na jeho konci. Ryby chované na přirozené potravě (PP) vykazovaly velmi nízký obsah tuku, ale také jeho nejmenší ztráty během sádkování (Tab. 7). U skupin O a KP došlo k statisticky významnému snížení obsahu tuku ($P < 0.01$) v průběhu celého experimentu. Skupině KP se obsah tuku snížil o více jak 50 % a skupině O o více jak 60 %, zatímco u skupiny PP jen o 9 % ($P > 0.05$).

Tab. 6: Výtěžnost filet (%) během sádkování u skupin ryb krmených obilovinami (O), peletami (KP) a přirozenou potravou (PP) (průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka, n = 6); (Rozdíly nejsou signifikantní - statisticky průkazné)

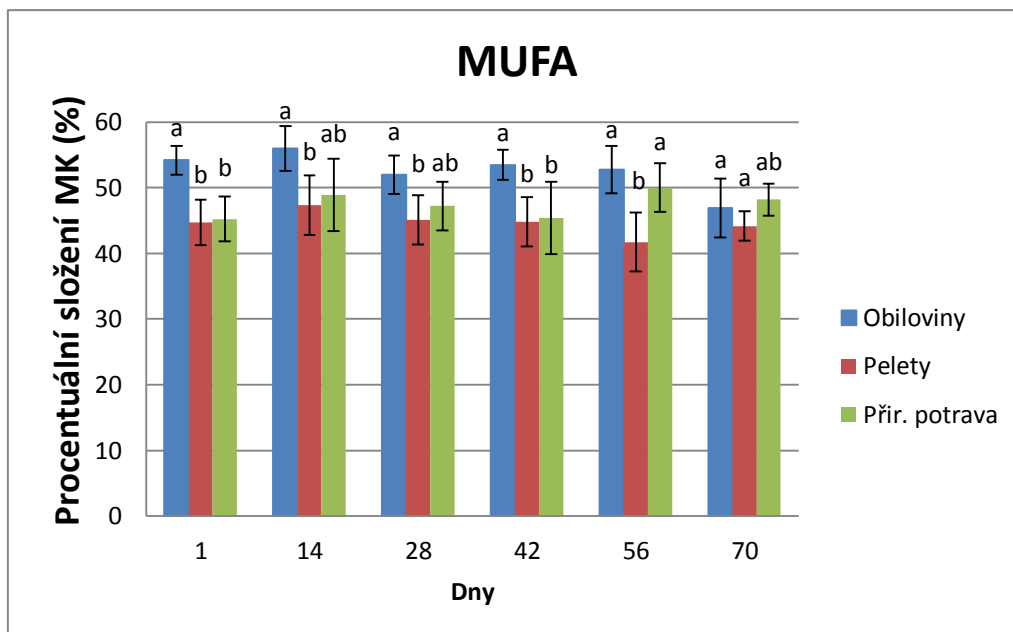
Skupiny	Dny sádkování					
	1	14	28	42	56	70
O	48,5 ± 2,6	51 ± 4,8	46 ± 2,9	48,4 ± 3,1	48,6 ± 4,3	45,2 ± 2,1
KP	46,1 ± 3,8	48,7 ± 2,9	46,8 ± 2,3	45 ± 2,6	44 ± 4,1	44,1 ± 2,9
PP	44,1 ± 3,1	43,8 ± 5,6	47 ± 2,0	44,3 ± 3,1	46,2 ± 3,1	44,8 ± 3,0

Tab. 7: Obsah tuku ve svalovině (%) během dnů sádkování u skupin ryb krmených obilovinami (O), peletami (KP) a přirozenou potravou (PP) (průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka, n = 6); (Různé písmeno v jednotlivých skupinách v rámci jednoho období znamená statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$; P value udává regresní závislost během dnů sádkování)

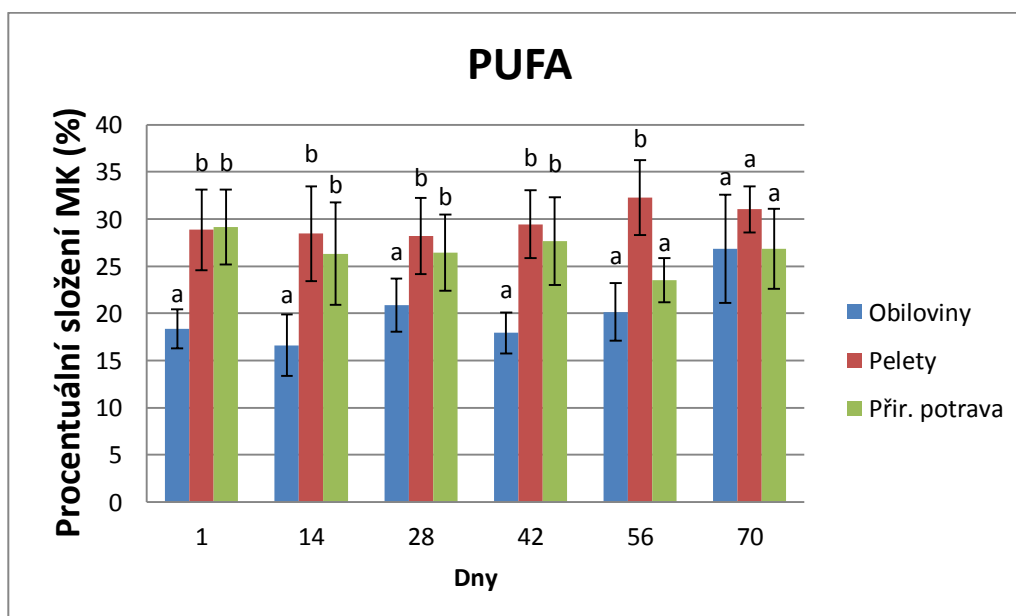
Skupiny	Dny sádkování						P value
	1	14	28	42	56	70	
O	8,68 ± 2,8 ^a	8,33 ± 3,4 ^a	5,66 ± 1,1 ^a	7,10 ± 3,8 ^a	7,23 ± 2,4 ^a	3,30 ± 1,4 ^a	< 0.01
KP	7,32 ± 4,5 ^{ab}	6,58 ± 3,6 ^{ab}	3,16 ± 1,3 ^b	3,19 ± 1,7 ^b	3,23 ± 2,3 ^b	3,46 ± 2,1 ^b	< 0.01
PP	3,51 ± 0,8 ^b	3,59 ± 2,1 ^b	3,42 ± 0,9 ^b	2,34 ± 1,1 ^b	3,54 ± 1,2 ^b	3,16 ± 0,9 ^b	> 0.05

4.3 Složení mastných kyselin

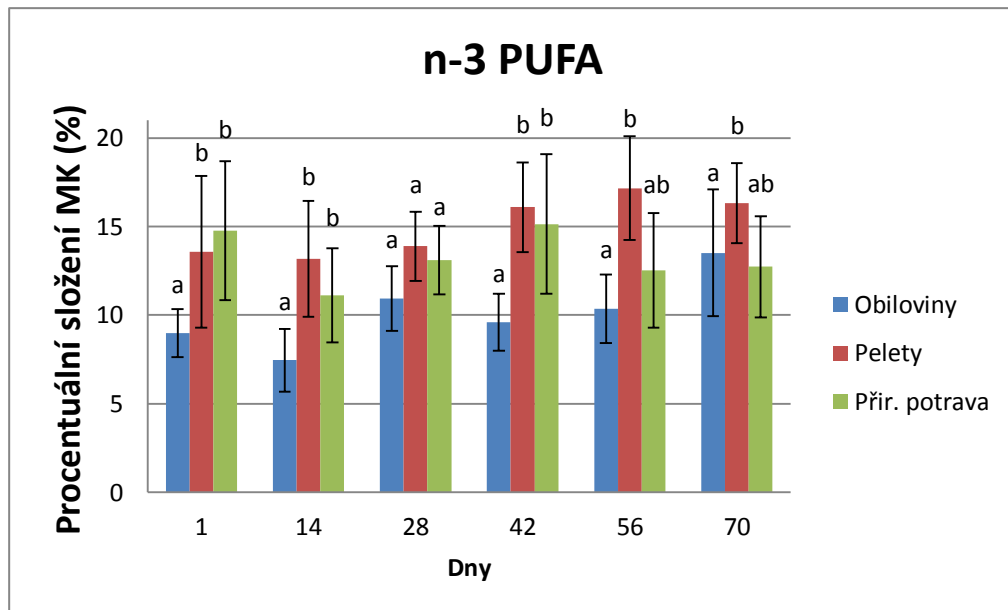
Procentuální složení obsahu hlavních skupin mastných kyselin a jejich změny v průběhu experimentu jsou uvedeny v Grafech 2, 3 a 4. Obsah MUFA nejvýrazněji klesal ve skupině O ($P < 0.01$), na začátku 54,23 % ± 2,19 % a na konci 46,9 % ± 4,49 %. Pokles byl zaznamenán také u skupiny KP, ale zde nebyl tak významný ($P > 0.05$). Podíl MUFA u skupiny PP se statisticky neměnil ($P > 0.05$). Podíl PUFA se nejvíce zvyšoval u skupiny O ($P < 0.01$), na začátku 18,37 % ± 2,05 % a na konci 26,85 % ± 5,72 %, ale také se zvyšoval u skupiny KP (méně výrazně, $P > 0.05$). Zatímco u skupiny PP docházelo k mírnému poklesu (na začátku 29,1 % ± 3,97 % a na konci 26,9 % ± 4,23 %). Podobné výsledky byly zaznamenány také u podílu n-3 PUFA. U skupiny O se podíl n-3 PUFA zvýšil ($P < 0.01$), na začátku 8,99 % ± 1,35 % a na konci 13,51 % ± 3,56 %. Ke zvýšení došlo také u skupiny KP ($P < 0.02$), kde se podíl n-3 PUFA zvýšil ze 13,57 % ± 4,27 % na 16,31 % ± 2,27 %. Naopak k poklesu podílu n-3 PUFA došlo u skupiny PP ($P > 0.05$), ze 14,56 % ± 3,9 % na 12,73 % ± 2,86 %.



Graf 2: Procentuální složení mastných kyselin (MK) - MUFA (v %) u skupin ryb krměných obilovinami (O) - (P value < 0.01), peletami (KP) - (P value > 0.05) a ryb ponechaných na přirozené potravě (PP) - (P value > 0.05) v průběhu sádkování. Zkratka: MUFA - mononenasycené mastné kyseliny (průměrné hodnoty, n = 6); (Různé písmeno v jednotlivých skupinách v rámci jednoho období znamená statisticky významný rozdíl na hladině významnosti P < 0,05; P value udává regresní závislost během dnů sádkování)



Graf 3: Procentuální složení mastných kyselin (MK) - PUFA (v %) u skupin ryb krměných obilovinami (O) - (P value < 0.01), peletami (KP) - (P value > 0.05) a ryb ponechaných na přirozené potravě (PP) - (P value > 0.05) v průběhu sádkování. Zkratka: PUFA - polynenasycené mastné kyseliny (průměrné hodnoty, n = 6); (Různé písmeno v jednotlivých skupinách v rámci jednoho období znamená statisticky významný rozdíl na hladině významnosti P < 0,05; P value udává regresní závislost během dnů sádkování)



Graf 4: Procentuální složení mastných kyselin (MK) - n-3 PUFA (v %) u skupin ryb krměných obilovinami (O) - (P value < 0.01), peletami (KP) - (P value < 0.02) a ryb ponechaných na přirozené potravě (PP) - (P value > 0.05) v průběhu sádkování. Zkratka: n-3 – omega 3 mastné kyseliny (průměrné hodnoty, n = 6); (Různé písmeno v jednotlivých skupinách v rámci jednoho období znamená statisticky významný rozdíl na hladině významnosti P < 0,05; P value udává regresní závislost během dnů sádkování)

5. DISKUZE

Pro většinu obyvatel České republiky je kapr obecný tradiční rybou na štědrovečerní stůl. Poptávka po kaprovi začíná 2 až 3 týdny před Vánocemi, výlovy však musejí být přizpůsobeny povětrnostním podmínkám a zamrzání rybníků. To má za následek, že některé ryby jsou drženy v sádkách po dobu delší než ostatní. Aby bylo možné zhodnotit účinky sádkování, byl tento experiment proveden v období od září do prosince (70 dnů).

5.1 Teplota vody

V této studii začalo sádkování při teplotě vody 18,5 ° C, což je poměrně vysoká teplota. Teplota vody však postupně klesala na 14,6 ° C po 4 dnech a dosáhla 11,9 ° C po 18 dnech (viz. Tab. 5). Je známo, že hustota obsádky je v sádkách obecně vysoká, aktivita ryb se tímto může zvýšit (Bauer a Schlott, 2004). Protože se teplota vody stále snižovala a ryby potřebovaly aktivní pohyb, zvyšovala se i potřeba PUFA, které i při nízké teplotě vody mají nízký bod tuhnutí. Mastné kyseliny jsou obsaženy v buněčných membránách a ryby potřebují tyto membrány elastické a pohyblivé i při nízkých teplotách, proto jsou PUFA chráněny a na metabolické procesy jsou spotřebovány hlavně MUFA a SFA. Během sádkování byl zaznamenán jen malý úhyn (11 kusů ryb) a to i přesto, že měla teplota vody na začátku sádkování vysokých 18,5 °C a sádkování probíhalo dlouhou dobu 70 dnů.

5.2 Fultonův koeficient (F_K) a hmotnost ryb

Pokles hodnoty Fultonova koeficientu v období sádkování odráží pokles hmotnosti při nezměněné délce těla u sádkovaných kaprů (Graf 1 a Tab. 5). Podobně, Bauer a Schlott (2004) sledovali pokles Fultonova koeficientu a hmotnosti u kaprů při přezimování. Na Fultonův koeficient může mít vliv i druh a kvalita předkládaného krmiva, jak uvádí Pavlík a kol. 2011, který zkoumal vliv chovných podmínek na nutriční hodnotu pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*). Tento efekt vidíme i na Grafu 1, kde u skupiny O se Fultonův koeficient pohybuje v rozmezí 3,66 – 2,85. u skupiny KP v rozmezí 3,32 – 2,87 a u skupiny PP 3,67 – 3,31, můžeme tak jeho teorii také potvrdit.

Obecně platí, že se hmotnost u sádkovaného kapra snižuje. Během normálního přezimování ryb jsou ztráty na hmotnosti v různých studiích rozdílné a mohou být 3 % (Bauer a Schlott, 2004), 5-10 % (Geldhauser a Gerstner, 2003 v Zajíc a kol., 2013), a 14-24 % (Blasco a kol., 1992). V této studii jsme zjistili celkovou ztrátu hmotnosti 9,2 % u skupiny PP, 14,6 % u skupiny KP a 19,6 % u skupiny O, v průběhu celého sádkování (Tab. 6). Velké rozpětí ztráty hmotnosti při přezimování ryb v přírodních podmínkách (3 – 24 %) lze vysvětlit působením mnoha faktorů, zatímco při sádkování v našem experimentu bylo hlavním faktorem pouze předkládané krmivo respektive hmotnost ryb.

5.3 Výtěžnost filet

Výtěžnost filet je úzce spjatá se ztrátou hmotnosti. V této studii je výtěžnost filet okolo 45 % (Tab. 6) v posledním odběru vzorků. Což je o něco vyšší, než je hodnota uváděná Kocourem a kol. (2007) - 41,1 %. Tento rozdíl je pravděpodobně v důsledku vyšší hmotnosti 4 – letého kapra (hmotnost 1700 - 2600 g), použitého v této studii, oproti 3 – letému kaprovi o hmotnosti 1500 g (Kocour a kol., 2007). To by mohlo vést ke zvýšenému podílu svaloviny u těchto kaprů. Podle Einena a kol., 1998 se během prvních dnů (1 - 14 dní) sádkování zvýší procento výtěžnosti filet, které je vyšší než na jeho konci. To bylo potvrzeno i v naší studii, kde se zvýšila výtěžnost o 2,5 % ve skupinách O a KP. Poté, co nastane vyprázdnění střev ryb, dojde ke snížení hmotnosti ryb a naopak ke zvýšení relativního podílu svaloviny. Ve skupině PP k žádnému zvýšení výtěžnosti nedošlo. To je s největší pravděpodobností v důsledku různých chovných postupů. Zatímco kapr ve skupinách O a KP měl stálý přístup ke krmivu, což mělo za následek neustálé naplnění střev, ryby chované v přírodních podmínkách ve skupině PP musely hledat potravu, a proto s největší pravděpodobností neměly plná střeva. Podobné výsledky byly zaznamenány Oberlem a kol. (1997a), který zjistil, že kapr chovaný v přírodních podmínkách nedosáhl po krátkodobém sádkování podobné výtěžnosti jako kapr přikrmovaný doplňkovými krmivy.

5.4 Obsah tuku

Obsah tuku ve svalovině kapra se výrazně snížil u skupin O a KP, kde bylo zjištěno, že nejvyšší obsah tuku byl na začátku sádkování ($8,68 \pm 2,8 \%$ a $7,32 \pm 4,5 \%$, více v Tab. 7). Snížení obsahu tuku bylo také pozorováno v jiných studiích (Einen a kol., 1998; Liu a kol 2011). Naopak kapři ze skupiny PP, ponechaní na přirozené potravě, neprokázali žádný významný pokles obsahu tuku po celou dobu měření. Vzhledem k minimálním změnám množství tuku docházelo v této skupině i k nepatrným změnám v jeho kompozici. Změna v obsahu tuku mezi různými skupinami ryb ve vzorkovacím období byla vysoká a obsah tuku se mezi skupinami téměř vyrovnal až při posledním měření. Nevýznamný pokles obsahu tuku u skupiny PP můžeme vysvětlit tím, že nedošlo ani k výraznému úbytku hmotnosti (9,2 %). Stejně tak Palmeri a kol. (2009), který ve své práci zjistil, že s nízkým úbytkem hmotnosti (14 %) se nesnižuje ani obsah tuku u paokouna mramorovaného v průběhu hladovění. Oberle a kol. (1997b) tvrdí, že optimální obsah tuku pro kapra je 5-10 % a že kapr s obsahem tuku nad 10 % má prokazatelně horší senzorycké vlastnosti masa. V této studii byly naměřeny maximální hodnoty obsahu tuku $8,68 \pm 2,8 \%$ u skupiny O, $7,32 \pm 4,5 \%$ u skupiny KP a u skupiny PP nepřekročil 4 %.

5.5 Obsah a složení mastných kyselin

V peletách, kterými se v experimentu přikrmovala skupina KP, bylo obsaženo extrudované lněné semínko a řepkové výlisky, které jsou oproti rybí moučce a rybímu oleji relativně levné a je to snadno dostupný zdroj kyseliny α -linolenové mastných kyselin pro rybí výživu (Picková a Mørkøre, 2007). Přítomnost kyseliny α -linolenové v peletách se odrazila ve složení mastných kyselin ve svalovině kapra. Na začátku sádkování byl 1,58 - krát vyšší obsah kyseliny α -linolenové ve svalovině kaprů ze skupiny KP ve srovnání se skupinou O a 3,13 - krát vyšší ve srovnání se skupinou PP. U ryb ve skupině O, přikrmovaných obilovinami, byl pozorován vysoký obsah MUFA, zejména kyseliny olejové. Naopak je to u skupiny PP, kdy ryby díky přirozené potravě přijímají velké množství PUFA a tím mají i jeho vysoký obsah ve svalovině, jak bylo již dříve popsáno u Váchy a kol. (2007) a Mráze a kol. (2012).

V naší studii došlo ke zvýšení obsahu n-3 PUFA ve svalovině kapra ze skupiny O, což lze vysvětlit tak, že docházelo k postupné degradaci MUFA (Jeziarska a kol., 1982),

a to zejména 18:1 n-9, zatímco PUFA jsou chráněny a nesnižují se, jak je popsáno Csengerim (1996). To by mohlo být způsobeno lepší fluiditou biologických membrán, která je zvýšena, aby mohl kapr lépe přežít při nízkých teplotách vody. Podobné výsledky byly zaznamenány od Palmeriho a kol. (2008b) ve studii o paokounu mramorovaném, kde se podíl n-3 PUFA také zvyšuje. V další studii (Kiessling a Kiessling, 1993) zjišťujeme, že pstruh duhový přednostně metabolizuje MUFA, zatímco PUFA jsou chráněny, stejně jako se zde potvrzuje u kapra.

Po delší době sádkování se zjistilo, že se složení mastných kyselin napříč skupinami, i přes významné rozdíly na začátku experimentu, neliší. S klesající teplotou vody, delším sádkováním a metabolismem tukových zásob se složení mastných kyselin postupně vyrovnává. Po 70 dnech sádkování měly všechny skupiny téměř identické hodnoty SFA, MUFA a PUFA (včetně n-3, n-3 PUFA s dlouhým řetězcem, EPA a DHA).

6. ZÁVĚR

Většina této bakalářské práce probíhala v období září až prosinec 2011 na sádkách Fakulty rybářství a ochrany vod ve Vodňanech. Zde probíhalo sádkování ryb, měření a kontroly kvality vody. Dále byly na sádkách ve Vodňanech odebírány vzorky pro stanovení výtěžnosti filet, obsahu tuku a obsahu a složení mastných kyselin. Vlastní analýza tuků a mastných kyselin probíhala na Švédské univerzitě zemědělských věd v Uppsale (SLU, Uppsala, Švédsko), kde ji prováděli pracovníci Fakulty rybářství a ochrany vod. Celkem bylo provedeno 6 vzorkovacích dní (1., 14., 28., 42., 56. a 70. den sádkování).

Na základě výsledků dosažených v tomto experimentu můžeme vyhodnotit cíle této bakalářské práce. Ryby ve skupině KP, které byly krmeny směsí KP Len podle patentu č. 302744, mají prokazatelně lepší kompozici mastných kyselin, než ryby ve skupině O (krmené obilovinami) a celkový obsah tuku je také dostatečný. Ryby ve skupině PP (ponechány na přirozené potravě) mají také dobrou kompozici mastných kyselin, avšak mají příliš nízký celkový obsah tuku.

Dále z výsledků vyplývá, že má sádkování pozitivní vliv na kvalitu masa, pokud je ryba sádkována po určité dobu. Složení mastných kyselin se v průběhu sádkování sice neustále zlepšuje, ale při delší době sádkování se rybám snižuje celkový obsah tuku a proto dlouhodobé sádkování z hlediska správného poměru mastných kyselin a celkového obsahu tuku nedoporučujeme. Optimální dobu pro sádkování kapra jsme proto v rámci tohoto experimentu stanovili na 14 – 21 dní, kdy mají ryby výbornou kompozici omega-3 PUFA společně s dostatečným obsahem tuku. Ryby příkrmované směsí KP Len proto doporučujeme lovit mezi posledními nebo aby byly ryby po 14 – 21 dnech sádkování zpracovány na rybí výrobky. Ryby chované na přirozené potravě doporučujeme několik týdnů před výlovem kondičně příkrmovat směsí KP Len pro zvýšení obsahu tuku a ještě lepší kompozici mastných kyselin.

Touto bakalářskou prací bylo potvrzeno, že kombinací správného složení krmiva (příkrmování KP Len) a optimální doby sádkování, může být kapr obecný z hlediska vztahu k lidské výživě velmi atraktivní rybou, protože ryby jsou zdrojem zdraví prospěšných omega-3 PUFA (Simopoulos, 2002). Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA, 2009) doporučuje denní příjem n-3 PUFA pro běžnou populaci 2 g a

příjem EPA + DHA 250 mg. Jedna porce (200 g) kapra sádkovaného po dobu 14 - ti dní obsahovala u skupiny O v průměru 1,06 g n-3 PUFA a 326 mg EPA + DHA, u skupiny KP 1,72 g n-3 PUFA a 453 mg EPA + DHA a u skupiny PP 0,75 g n-3 PUFA a 354 mg EPA + DHA. Adámková a kol. (2010, 2011a, 2011b) ve svých studiích potvrdila pozitivní vlivy kaprů krmených směsí KP Len, jako například pokles hladiny LDL-cholesterolu a zvýšení hladiny HDL-cholesterolu, prevence a léčba kardiovaskulárních onemocnění a sekundární prevence ischemické choroby srdeční (ICHS). Kapři krmení směsí KP Len mají již i svou ochrannou známku.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- Adámková, V., Hubáček, J.A., Mráz, J., Králová Lesná, I., Pickova, J., Kozák, P., Suchánek, P., Kačer, P., Stávek, P., Skibová, J., 2010. Vliv zvýšené spotřeby kapřího masa na lipidové parametry pacientů po kardiovaskulární revaskularizaci. In: Adámková, V., Hubáček, J. A. (ed.), Výživa – nedílná součást léčby závažných chorob, 18. - 19. 11. 2010, Poděbrady, 5–6.
- Adámková, V., Kačer, P., Mráz, J., Suchánek, P., Pickova, J., Králová Lesná, I., Skibová, J., Kozák, P., Mařatka, V., 2011a. The consumption of the carp meat and plasma lipids in secondary prevention in the heart ischemic disease patients. *Neuroendocrinology Letters, Suppl 2/32*: 17–21.
- Adámková, V., Mráz, J., Kačer, P., Pickova, J., Hubáček, J.A., Králová Lesná, I., Suchánek, P., Kozák, P., Mařatka, V., Skibová, J., 2011b. Ovlivnění lipidových parametrů konzumací masa kapra obecného. In: Adámková, V., Hubáček, J. A. (ed.), Výživa – nedílná součást léčby závažných chorob, 23. - 24. 11. 2011, Praha, 5–6.
- Akoh, C.C., Min, D.B., 2002. *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. 2. vyd., CRC Press, Boca Raton, Florida, 1005 s.
- Appelqvist, L.-Å., 1968. Rapid methods of lipid extractions and fatty acid methyl ester preparation for seed and leaf tissue with special remarks on preventing the accumulation of lipids contaminants. *Arkiv för kemi, Royal Swedish Academy of Science (Kungliga Svenska Vetenskapsakademien)* 28 (36), 551–570.
- Bauer, C., Schlott, G., 2004. Overwintering of farmed common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the ponds of a central European aquaculture facility — measurement of activity by radio telemetry. *Aquaculture* 241, 301–317.
- Blasco, J., Fernández, J., Gutiérrez, J., 1992. Fasting and refeeding in carp, *Cyprinus carpio* L.: the mobilization of reserves and plasma metabolite and hormone variations. *Journal of Comparative Physiology. B, Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology* 162, 539–546.

- Csengeri, I., 1996. Dietary effects on fatty acid metabolism of common carp. *Archiv für Tierernährung* 49, 73–92.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. *Rybníkářství*. 3. vyd., Informatorium, Praha, 306 s. ISBN 80-86073-37-8.
- EFSA, 2009. Scientific opinion - labelling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids. *EFSA Journal* 1176, 1–11.
- Einen, O., Waagan, B., Thomassen, M.S., 1998. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*), I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. *Aquaculture* 166, 85-104.
- 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 Science* 76, 746–754.
- Hara, A., Radin, N.S., 1978. Lipid extraction of tissues with a low toxicity solvent. *Analytical Biochemistry* 90, 420–426.
- Chow, Ch.K., 2007. *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*. 3. Vyd., CRC Press, Boca Raton, Florida, 1296 s.
- Ingr, I., 2004. *Jakost a zpracování ryb*. 1. vyd., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 102 s. ISBN 80-7157-804-5.
- Jeziarska, B., Hazel, J.R., Gerking, S.D., 1982. Lipid mobilization during starvation in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, with attention to fatty acids. *Journal of Fish Biology* 21, 681–692.
- Kalač, P., Špička, J., 2006. *Složení lipidů sladkovodních ryb a jejich význam v lidské výživě*. 1. vyd., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 57 s. ISBN 80-7040-901-0.
- Kiessling, K.H., Kiessling, A., 1993. Selective utilization of fatty acids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) red muscle mitochondria. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 71, 248–251.

- Kocour, M., Mauger, S., Rodina, M., Gela, D., Linhart, O., Vandeputte, M., 2007. Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. *Aquaculture* 270, 43–50.
- Kožešník, J., Encyklopedický institut ČSAV, Štěpánek, M., 1981. Ilustrovaný encyklopedický slovník. 1. vyd., ACADEMIA, Praha, 957 s.
- Liu, W., Wei, Q.W., Wen, H., Jiang, M., Wu, F., Shi, Y., 2011. Compensatory growth in juvenile Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*): effects of starvation and subsequent feeding on growth and body composition. *Journal of Applied Ichthyology* 27, 749–754.
- Mareš, J., Kopp, R., Brabec, T., 2012. Kvalita masa kapra obecného – nutriční a senzorické parametry. In: Urbánek, M. (ed), *Chov ryb a kvalita vody*, 23. 2. 2012, České Budějovice, 73–80.
- McMurry, J., 2007. *Organická chemie*. 1. vyd., VUTIUM, Brno, 1270 s. ISBN 978-80-214-3291-8.
- Ministerstvo zemědělství ČR. Situační a výhledová zpráva ryby. [online] Zdroj: http://eagri.cz/public/web/file/283629/SVZ_Ryby_2013_obsah.pdf, [datum citace 21. 1. 2014].
- Mráz, J., Máchová, J., Kozák, P., Pickova, J., 2012. Lipid content and composition in common carp — optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems. *Journal of Applied Ichthyology* 28, 238–244.
- Mráz, J., Pickova, J., Kozák, P., 2011a. Krmivo pro kapra obecného a způsob chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin. Patent č. 302744, Úřad průmyslového vlastnictví.
- Mráz, J., Pickova, J., Kozák, P., 2011b. Krmivo pro kapra obecného. Užité vzor č. 21926, Úřad průmyslového vlastnictví.
- Mráz, J., Zajíc, T., Wagner, L., Kozák, P., Zrostlík, J., Picková, J., 2012. Praktické ověření technologie chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin. 1. vyd., Edice Metodik, Jihočeská univerzita v Českých

Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, č. 124, 42 s. ISBN 978-80-87437-64-3

Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W., 2002. Harperova Biochemie. 4. české vyd., H&H, Jinočany, 872 s. ISBN 80-7319-013-3.

Oberle, M., Schwarz, F.J., Kirchgessner, M., 1997a. Growth and carcass quality of carp (*Cyprinus carpio* L.) fed different cereals, lupin seed or zooplankton. Archiv für Tierernährung 50, 75–86.

Oberle, M., Schwarz, F.J., Kirchgessner, M., 1997b. Growth and carcass quality of carp (*Cyprinus carpio* L.) fed. Aquaculture. 1-4, 655–666.

Odstrčil, J., 2005. Biochemie. 2. upravené vyd., Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotních oborů, Brno, 161 s. ISBN 80-7013-425-9

Palmeri, G., Turchini, G.M., Keast, R., Marriott, P.J., Morrison, P., De Silva, S.S., 2008a. Effect of starvation and water quality on the purging process of farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, 9037–9045.

Palmeri, G., Turchini, G.M., Caprino, F., Keast, R., Moretti, V.M., De Silva, S.S., 2008b. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) following different purging times. Food Chemistry 107, 1605–1615.

Palmeri, G., Turchini, G.M., Marriott, P.J., Morrison, P., De Silva, S.S., 2009. Biometric, nutritional and sensory characteristic modifications in farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) during the purging process. Aquaculture 287, 354–360.

Pávek, F., Český svaz vědeckotechnických společností, 1964. Encyklopedie tělesné kultury. 1. vyd., Sportovní a Turistické Nakladatelství, Praha, 591 s.

Pavlík, M., Brabec, T., Lang, Š., Kopp, R., Mareš, J., 2011. Influence of breeding conditions rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to its nutritional value. Conference MendelNet 2011, Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Ústav

rybářství a hydrobiologie, Brno, 278–284. Zdroj: <http://www.rybarstvi.eu/pub%20rybari/2011%20pavlik%20mendelnet.pdf>, [datum citace 26. 1. 2014].

Piačková, V., Randák, T., Svobodová, Z., Máchová, J., Žlábek, V., 2003. Porovnání obsahu cizorodých látek v tkáních kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) a v sedimentu dna z rybníka Dřemliny v letech 1991, 1992, 1999 a 2001. Bulletin JU VÚRH, 39 (3), 152-164.

Pickova, J., Mørkøre, T., 2007. Alternate oils in fish feeds. European Journal of Lipid Science and Technology 109, 256–263.

Pokorný, J., 2009. Vodní hospodářství: Stavby v rybářství. 1. vyd., Informatorium, Praha, 318 s. ISBN 978-80-7333-071-2.

Simopoulos, A.P., 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. Journal of the American College of Nutrition 21, 495–505.

Steffens, W., Wirth, M., 2005. Influence of nutrition of the fatty acid composition of pond fish: carp and tench. New challenges of pond aquaculture – Book of abstracts, 68 s.

Šípál, Z., Anzenbacher, P., Peč, P., Pospíšil, J., Růžička, I., 1992. Biochemie. 1. vyd., Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 480 s. ISBN 80-04-21736-2.

Šustek, M., Myšková, K., Jarošová, A., Mareš, J., 2009. Vliv podmínek chovu na senzorní vlastnosti svaloviny kapra obecného. In: Žufan, P., Firma a konkurenční prostředí 2009 – 4. část. Brno: MSD s. r. o., 336–341. ISBN 978-80-7392-087-6.

Tocher, D.R., Carr, J., Sargent, J.R., 1989. Polyunsaturated fatty acid metabolism in fish cells: differential metabolism of (n-3) and (n-6) series acids by cultured cells originating from freshwater teleost fish and from a marine teleost fish. Comparative Biochemistry and Physiology, 94 (2), 367-374.

Urbánek, M., 2013. Možnosti použití fatmetru v rybářství. In: Urbánek, M. (ed), Chov ryb a kvalita vody II, 21. - 22. 2. 2013, České Budějovice, 67–74.

- Vácha, F., 2000. Zpracování ryb. 1.vyd., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 104 s. ISBN 80-7040-403-5.
- Vácha, F., Buchtová, H., 2005. Komodity akvakultury. 1. vyd., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 150 s. ISBN 80-7040-758-1.
- Vácha, F., Vejsada, P., Hůda, J., Hartvich, P., 2007. Influence of supplemental cereal feeding on the content and structure of fatty acids during long-lasting storage of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture International* 15, 321–329.
- Voet, D., Voetová, J. G., 1995. Biochemie. 1. české vyd., Victoria publishing, Praha, 1325 s. ISBN 80-85605-44-9.
- Zajíc, T., Mráz, J., Kozák, P., Adámková, V., Pickova, J., 2012a. Maso kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin jako nástroj prevence a rehabilitace kardiovaskulárních onemocnění. *Interní Medicína* 14 (11), 437–440.
- Zajíc, T., Mráz, J., Kozák, P., Pickova, J., 2011. Možnosti produkce sladkovodních ryb s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin. 1. vyd., Edice Metodík, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, České Budějovice, č. 112, 34 s. ISBN 978-80-87437-27-8.
- Zajíc, T., Mráz, J., Kozák, P., Zrostlík, J., Picková, J., 2012b. Chov kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin. In: Urbánek, M. (ed), Chov ryb a kvalita vody, 23. 2. 2012, České Budějovice, 21–24.
- Zajíc, T., Mráz, J., Sampels, S., Pickova, J., 2013. Fillet quality changes as a result of purging of common carp (*Cyprinus carpio* L.) with special regard to weight loss and lipid profile. *Aquaculture* 400–401, 111–119.

8. ABSTRAKT

Vliv sádkování kapra na obsah a složení tuku.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na sádkování kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) a zkoumá jeho vliv na obsah a složení mastných kyselin a obsah tuku. Cíle experimentu - dokázat, že má sádkování pozitivní vliv na kvalitu masa kapra; dokázat, že průběh a výsledek sádkování lze ovlivnit vstupní kvalitou ryb; stanovit optimální dobu pro sádkování kapra s ohledem na obsah a složení mastných kyselin.

Odchov ryb se prováděl na rybnících firmy Blatenská ryba, spol. s r. o. Vlastní sádkování probíhalo na sádkách Fakulty rybářství a ochrany vod ve Vodňanech. Ryby byly rozděleny do tří skupin, podle toho čím byly přikrmovány. Skupina O obilovinami, skupina KP směsí KP Len (obsahující řepkové výlisky a lněné semeno) a skupina PP byla ponechána na přirozené potravě. Po nasazení ryb do sádky se začalo se vzorkováním ryb. Pro vzorkování byly určeny tyto dny 0, 14, 28, 42, 56 a 70. Analýza tuků a mastných kyselin se prováděla na Švédské univerzitě zemědělských věd v Uppsale (SLU, Uppsala, Švédsko).

Skupina KP má prokazatelně lepší kompozici mastných kyselin, než skupina O a celkový obsah tuku je u ní také dostatečný. Skupina PP má též dobrou kompozici mastných kyselin, avšak má příliš nízký celkový obsah tuku. V experimentu bylo dokázáno, že sádkování má pozitivní vliv na kvalitu masa, pokud je ryba sádkována po určitou dobu. Optimální dobu pro sádkování kapra jsme v rámci tohoto experimentu stanovili na 14 - 21 dní, kdy mají ryby výbornou kompozici omega-3 PUFA společně s dostatečným celkovým obsahem tuku.

Klíčová slova: *Cyprinus carpio*, mastné kyseliny, obiloviny, řepkové výlisky, lněné semeno, přirozená potrava, lidské zdraví

9. ABSTRACT

The Effect of Purging of Common Carp on Its Fat Content and Composition.

This bachelor's thesis deals with purging of common carp (*Cyprinus carpio* L.), and examines its effect on the content and composition of fatty acids and fat content. The goal of this experiment is to prove that purging has a positive effect on the carp flesh quality; that the progress and result of purging can be influenced by the input fish quality; and determining optimum time for carp purging with regard to the content and composition of fatty acids.

The raising of fish was done at the ponds of the Blatenská ryba, spol. s r. o. company. The purging itself took place at the Faculty of Fisheries and Protection of Waters at Vodňany. The fish were divided into three groups according to supplementary feed. The O group was supplementary fed by cereals, the KP group by mixture of KP Len (containing rapeseed and linseed) and the PP group was left with natural diet. The fish were sampled after being placed in the purging pond. This sampling was done on the following days: 0, 14, 28, 42, 56 and 70. The fat and fatty acid analyses were performed by the Swedish University of Agricultural Sciences at Uppsala, Sweden.

The KP group has demonstrably better composition of fatty acids than the O group, and its total fat content is sufficient also. The PP group also has a good composition of fatty acids, however, its total fat content is too low. The experiment has proven that purging has a positive effect on the flesh quality, if the fish are purged for a certain time period. The optimum time for carp purging, as determined by us in this experiment, is 14 - 21 days, in this period the fish have the excellent composition of omega-3 PUFA, together with a sufficient total fat content.

Keywords: *Cyprinus carpio*, fatty acids, cereals, rapeseed, linseed, natural diet, human health