

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury

Bakalářská práce

**Produkční účinnost upravených krmiv při odchovu tržního
kapra na sádkách Rybářství Třeboň**

Autor práce: Václav Melka

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.

Konzultant práce: Ing. David Hlaváč

Studijní program a obor: B4103 Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2014

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedenými ustanoveními 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.

V Českých Budějovicích dne 30. 4. 2014

.....

Václav Melka

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu doc. Ing. Petru Hartvichovi CSc., konzultantovi Ing. Davidu Hlaváčovi a Ing. Pavlu Hartmanovi CSc. za metodické vedení, odbornou pomoc, cenné připomínky, poskytnuté materiály a rady při vypracování této bakalářské práce. Velké poděkování patří také mé rodině, která mě podporovala v průběhu celého studia.

Tato práce vznikla za finanční podpory výzkumného záměru OP Rybářství (č. CZ.1.25/3.4.00/11.00388).

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

Jméno a příjmení: **Václav MELKA**
Osobní číslo: **V10B039P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Produkční účinnost upravených krmiv při odchovu tržního kapra na sádkách Rybářství Třeboň**
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury**

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

Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) je odchováván v rybnících, v různých klimatických podmínkách jako jedna z nejdříve domestikovaných ryb. 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. Přes 50 % produkce je získáváno příkrmováním a zbylou část ve výživě zaujímá přirozená potrava. 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. V rybníkářské praxi se v současné době neustále zvyšuje zájem o aplikaci upravených obilovin v chovu tržních kaprů. V současné době se rozvíjejí nové možnosti zvýšení produkční účinnosti obilovin jejich vhodnou úpravou (mačkáním, šrotováním či tepelnou úpravou). Principem těchto technologií je zvýšení nutriční hodnoty, chutnosti, přijatelnosti a zejména stravitelnosti krmiv pro kapra. Při celoplošném zavedení této úpravy krmiv do rybářské praxe, lze dosáhnout výrazného ekonomického efektu. Hlavním cílem bakalářské práce bude ověřit účinnost upravených obilovin v chovu tržního kapra na sádkách rybářství Třeboň. Krmiva budou použita do vybraných sádek v průběhu vegetačního období se zřetelem k výskytu přirozené potravy a ke kvalitě vodního prostředí. V práci budou vyhodnoceny růstové, kondiční a produkční ukazatele pokusných obsádek ryb.

Rozsah grafických prací: **10 - 15 stran tabulek a grafů**
Rozsah pracovní zprávy: **25 - 35 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.**
Ústav akvakultury
Konzultant bakalářské práce: **Ing. David Hlaváč**
Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2013**

U.2 
prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 3. února 2012

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární přehled	10
2.1. Přirozená potrava kapra.....	10
2.2. Nutriční hodnota zooplanktonu a zoobentosu.....	11
2.3. Obiloviny jako krmiva pro kapra	12
2.4. Úpravy krmiv	14
2.4.1. Fyzikálně mechanické úpravy	16
2.4.2. Tepelné (termické) a tlakové úpravy	18
2.5. Nejčastěji využívaná krmiva v polo-intenzivním chovu kapra.....	21
2.5.1. Pšenice (<i>Triticum aestivum</i>)	21
2.5.2. Žito (<i>Secale cereale</i>).....	23
2.5.3. Triticale (<i>Triticale müntzig</i>)	24
2.5.4. Ječmen (<i>Hordeum sativum</i>).....	24
2.5.5. Kukuřice (<i>Zea mays L.</i>)	25
3. Materiál a metodika	27
3.1. Teplotní charakteristika Jihočeského regionu	28
3.2. Hydrometrické ukazatele	28
3.3. Odběr vzorků zooplanktonu	29
3.4. Kondiční a exteriérové ukazatele	29
3.5. Ukazatele růstu a ukazatele konverze krmiva	30
3.6. Ukazatele intenzity metabolismu	32
4. Výsledky	33
4.1. Hydrochemické ukazatele na pokusných sádkách	33
4.2. Průběh průměrné individuální hmotnosti pokusných obsádek	33
4.3. Hodnoty hlavních produkčních ukazatelů (SGR, RGR, FCR, FCE, FCR/SGR).	35
4.4. Fultonův koeficient	38
4.5. Index obvodu těla.....	40
4.6. Účinnost využití proteinu z krmiva.....	42
4.7. Index retence tuku	42
4.8. Obsah tuku ve svalovině	43
4.9. Zooplankton	46

5. Diskuze	48
6. Závěr	54
7. Seznam použité literatury	56
8. Seznam použitých zkratek	68
9. Seznam tabulek a grafů.....	69
10. Přílohy.....	70
10. Abstrakt.....	74
11. Abstract.....	75

1. Úvod

Pro rybníkářství v České republice má bezpochyby největší význam chov kapra obecného (*Cyprinus carpio*). O jeho významu vypovídá roční produkce, které se pohybuje okolo 18 000 tun, což je téměř 90 % z celkové produkce ryb v ČR. Kapr je v našich podmínkách chován zpravidla v polointenzifikačních rybnících, kde je jeho přírůstek založen na přirozené potravě a příkrmování doplňkovými krmivy. A právě krmiva jsou v posledních letech stále častěji probíraným tématem. Krmiva tvoří významnou nákladovou položku. Jejich ceny se neustále zvyšují, tudíž je snaha používat taková krmiva, která jsou ekonomicky dostupná a zajišťující přijatelné produkční výsledky. Nejčastěji používanými doplňkovými krmivy jsou obiloviny (pšenice, žito, triticales, ječmen a kukuřice). Tato krmiva jsou však z nutričního pohledu pro kapra neplnohodnotná. Naopak přirozená potrava pro kapra představuje zdroj všech základních živin a je až nadměrně plnohodnotná. Ovšem založit produkci kapra pouze na přirozené potravě je pro rybářské hospodaření nevýhodné. Tato potrava je sice z kvalitativního hlediska vynikající, ale z kvantitativního hlediska nepokryje požadované přírůstky rybí obsádky. Spoléhat na přirozenou potravu lze jen v extenzivně obhospodařovaných rybnících, kde je snižená rybí obsádka, která odpovídá přirozené úživnosti rybníka. Při tomto způsobu hospodaření však zdaleka nedojde k plnému využití produkčního potenciálu dané nádrže. Proto je v polointenzivním chovu kapra nezbytné používat doplňková krmiva jako jsou obiloviny. Příkrmování kaprů obilovinami zajišťuje vyšší přírůstky a následně vyšší zisky z prodaných ryb. Těmto příjmům ovšem předcházejí nemalé pořizovací náklady obilovin, které jsou stěžejní pro rybářské hospodaření. Mohlo by se zdát, že cena krmiv je rozhodující, ale nemusí to být vždy pravidlem. Hlavním aspektem je jejich produkční účinnost (konverze a výše krmného koeficientu). Cena velmi často vystihuje krmnou hodnotu suroviny. Koupí levnějších, neupravených krmiv jsou sice náklady nižší, ale tomu odpovídá i jejich nižší konverze, která se promítne na konečném přírůstku ryb. Zakoupením dražších např. technologicky upravených krmiv (mačkání, šrotování, granulace, tepelná úprava atd.) jsou náklady ale i kvalita vyšší. Dodržováním technologických postupů je při zkrmování upravených krmiv možné dosáhnout zřetelně vyšších kusových přírůstků než u neupravených krmiv s čímž souvisí i vyšší příjmy. Při celoplošném zavedení některých úprav obilovin do rybářské praxe, lze docílit výrazného ekonomického efektu.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo porovnat produkční účinnost mechanicky a tepelně upravených obilovin s neupravenými obilovinami v chovu tržního kapra a posoudit možnosti jejich využití v rybářské praxi. Dalším cílem bylo poukázat na taková krmiva, která by rybářským podnikům zajistila zvýšený ekonomický prospěch a umožnila rozvoj rybochovných subjektů.

2. Literární přehled

2.1. Přirozená potrava kapra

V přirozených ekosystémech konzumují ryby přirozenou potravu. Jde o potravní zdroje, které se vytvářejí v povrchových vodách přirozeným vývojem (Dubský et al., 2003). V tekoucích vodách, v tůních, v jezerech a v extenzivních rybnících jsou ryby zcela závislé na přirozené potravě, tj. zooplanktonu a zoobentosu, v malé míře také na fytoplanktonu, řasových nárůstech a vyšší vodní vegetaci (Adámek et al., 2010). Podle Potužáka (2009) je zooplankton v rybnících tvořen převážně vířníky (*Rotifera*), perloočkami (*Cladocera*) a buchankami (*Cyclopoida*). Zoobentos je zastoupen především larvami pakomárů (*Chironomidae*) a maloštětinatci (*Oligochaeta*). Plůdek ryb vyžaduje při přechodu na exogenní výživu živé planktonní organismy (Garcia - Ortega et al., 1998). Verreth et al. (1987) a Jirásek et al. (2005) uvádějí, že pro přežití a růst plůdku je přirozená potrava v porovnání s umělou dietou stále nejlepší volbou. V období endo - exogenní výživy hraje pro kapří plůdek důležitou roli přítomnost vířníků (Hartman et al., 1998, Nunn et al., 2007; Anton-Pardo a Adámek, 2014). V rybnících se nejčastěji vyskytují rody *Brachionus* (*B. calyciflorus*), *Keratella* (*K. cochlearis*, *K. quadrata*), *Asplanchna*, *Polyarthra* a *Synchaeta* (Edmondson, 1964). Posléze konzumuje kapří plůdek i zástupce perlooček (*Cladocera*) a buchank (*Cyclopoida*) (Weber a Brown, 2009; Dulic et al., 2011; Nunn et al., 2012). Perloočky jsou zastoupeny rody *Daphnia* (*D. magna*, *D. pulicaria*, *D. pulex*, *D. galeata*), *Ceriodaphnia* (*C. reticulata*) a *Moina*. Buchanky jsou prezentovány rody *Cyclops* (*C. vicinus*), *Mesocyclops*, *Magacyclops*, *Macrocyclus* a *Acanthocyclops* (Hartman et al., 1998). Výskyt hrubého zooplanktonu je podmíněn hustotou rybí obsádky v nádrži. V případě vysoké hustoty obsádky převládají menší druhy. U perlooček to jsou *Bosmina longirostris* a *Daphnia galeata*. Dospělci buchank se v takových případech vyskytují jen zřídka a jsou nahrazeny svými naupliovými a kopepoditovými stádii (Faina 1983; Pechar et al., 2002; Potužák et al., 2007). Ze zoobentosu převládají v našich rybnících pakomáři (*Chironomidae*), jejich rozvoj v rybnících je velmi rychlý, většinou několik dní po napuštění (Matěna, 1982). Potužák a Pechar (2006) a další autoři (Bauer a Schlott, 2004; Kloskowski, 2011) uvádějí, že v potravě kapra jsou nejvýznamnější patentky pakomára kouřového (*Chironomus sk. plumosus*).

Přirozená potrava je jednou z nejdůležitějších složek v potravě kapra. V rybářské praxi se přirozená potrava využívá v extenzivním chovu kapra nebo v polointenzivním chovu kapra společně s doplňkovým příkrmováním (Horváth et al., 1992; Mazurkiewicz et al., 2011; Mráz et al., 2012). V podmínkách rybničního chovu kapra, je hospodářsky i ekonomicky výhodné využívat pro tvorbu přírůstků co nejvíce přirozenou potravu rybníka a doplňovat ji příkrmováním (Hartman, 2012). Kapr je tedy v rybnících odchováván na bázi přirozené potravy a příkrmován v závislosti na výši přirozené produkce, stupni použité intenzifikace a zvláště hustotě obsádky. Opatření prováděná pro zvyšování přirozené produkce nazýváme také jako nepřímé intenzifikační faktory (Janeček a Přikryl, 1982, 1992). Patří mezi ně meliorace, vápnění a organické hnojení rybníků (Boyd a Tucker, 1998; Hartman, 2012; Hartman, 2013). Bez těchto hospodářských zásahů by docházelo i k poklesu produkce, protože i při extenzivním způsobu hospodaření na rybnících dochází k tzv. stárnutí rybníků, které znamená zhoršení produkčních vlastností (Čítek et al., 1998).

2.2. Nutriční hodnota zooplanktonu a zoobentosu

Zooplankton a zoobentos zajišťuje rybám základní živiny v optimálním poměru a formě, a je tedy základním předpokladem zajištění životních funkcí organismu, jako je růst, metabolismus, tvorba pohlavních produktů atd. (Chakrabarti a Sharma, 1998; Sharma a Chakrabarti, 1999; Adámek et al., 2010). Tyto organismy jsou velmi dobře stravitelné, těla zooplanktonních organismů obsahují 10 % a bentických organismů až 20 % sušiny. V sušině je obsaženo okolo 3 až 30 % tuků a 50 až 65 % bílkovin, ale tyto organismy jsou poměrně chudé na karbohydráty (mezi 3 a 4,79 %) (Hartman et al., 1998; Bogut et al., 2007; Mitra et al., 2007). Proto je vhodné je doplňovat příkrmováním obilovinami (Kibria et al., 1997; Woyanovich et al., 2010). Pro zajištění dobrého růstu starších ročníků kapra stačí zhruba 25-30 % bílkovin (Hepher, 1979; Wieniawski, 1983; Kaushik a Preface, 1995; Jirásek et al., 2005). Důležitá je také přítomnost esenciálních aminokyselin a enzymů. Při trávení se také uplatňují enzymy přijaté v přirozené potravě, tzv. autolytické enzymy (Dubský et al., 2003). Faina (1983) uvádí, že v polointenzifikačních rybnících je efektivita využití obilovin jako krmiva pro kapra podmíněna dostatečným množstvím přirozené potravy. Příkrmování kapra vycházelo vždy ze zásady, že podíl přirozené potravy musí činit alespoň 50 % kaprem

přijaté potraviny má-li být použité krmivo dobře využité na přírůstek. Podle některých názorů (např. Wieniawski, 1983; Adámek et al., 2012) může přirozená potrava činit zhruba 1/3 přírůstku ryb a zbylé 2/3 lze zajistit příkrmováním potravou s nižším obsahem bílkovin, tedy zpravidla obilovinami. Vysoký podíl bílkovin v potravě ryb je spojován s jejich vysokou intenzitou růstu při relativně nízkých teplotách vody. Chemické složení zástupců zooplanktonu a zoobentosu je uvedeno v tabulce č. 1.

Tab. č. 1: Chemické složení těla (v %) *Daphnia magna* a larev *Chironomus plumosus* dle Boguta et al. (2007).

Komponent	<i>Daphnia magna</i>		<i>Chironomus plumosus</i>	
	Čerstvá hmotnost	Sušina	Čerstvá hmotnost	Sušina
Voda	97,4		87,9	
Protein	1,2	39,2	7,6	55,7
Lipidy	0,2	5,0	1,3	9,7
Bezdušikáté l.	0,8	27,3	2,1	26,4
Popeloviny	0,4	14,6	1,1	8,2

2.3. Obiloviny jako krmiva pro kapra

Vhodně zpracované obiloviny jsou v celosvětovém měřítku nejvýznamnějším zdrojem energie formou sacharidů a kromě nich i dalších životně důležitých látek (Prugar et al., 2008). V polointenzivním chovu kapra v rybnících je praktikováno příkrmování obilovinami jako levným zdrojem energie (Másílko a Hartvich, 2010; Marković et al., 2009). Základem krmné dávky je přirozená potrava, která je hlavním zdrojem bílkovin. Jako doplňková krmiva se uplatňují méně hodnotná krmiva rostlinného původu (Dubský et al., 2003; Hlaváč et al., 2014). Důležité je udržet v rybničním prostředí dostatek přirozené potravy a zbylou část doplňovat příkrmováním. Překrmování ryb totiž vede ke zvýšené depozici tuků v rybím organismu, což je méně příznivé pro dietetické složení nasycených mastných kyselin (Mráz a Picková, 2009; Adámek et al., 2010; Urbánek et al., 2010). V rybničním chovu kapra používáme převážně jádrná krmiva. Význam mají zejména taková, která jsou k dispozici a jsou ekonomicky výhodná. Používají se převážně obiloviny nebo krmné směsi složené z obilných šrotů, luštěnin, extrahovaných šrotů, pokrutin, úsušků píce, zčásti i z krmiv živočišného původu a z různých doplňků (Čítek et al., 1998; Čirić et al., 2013). Obiloviny jsou v rybničním chovu kapra nejčastěji používaným doplňkovým

krmivem (Turk, 1995; Zajíc et al., 2013). Jsou to rostlinná glycidová krmiva zastoupena především pšenicí, ječmenem, žitem, triticales a kukuřicí (Edwards, 2007; Hlaváč et al., 2014). Pro kapra představují obiloviny snadno dostupný zdroj dobře stravitelné energie v podobě sacharidů, především škrobů (Steffens, 1985). Párová (1981) se zabývala možnostmi uplatnění obilovin. Zjistila, že při chovu kaprů v rybnících a dostupnosti přirozené potravy je příkrmování obilovinami velmi výhodné, především při nižších teplotách vody v průběhu vegetačního období, neboť kapr při nižších teplotách dokáže lépe trávit krmiva s nízkým obsahem bílkovin. Nejlepších produkčních výsledků dosáhl ječmen, o 2 % nižší byla produkce dosažená příkrmováním pšenicí. Oberle et al. (1997) porovnávali přírůstky kaprů krmených kukuřicí, pšenicí a žitem. Nejvyšších přírůstků bylo dosaženo u kaprů krmených kukuřicí a pšenicí, nejnižších pak u kaprů krmených žitem. Przybyl a Mazurkiewicz (2004) hodnotí jako nejlepší obilovinu pro příkrmování kapra pšenici, poté žito, triticales a v poslední řadě ječmen.

Při současné intenzitě příkrmování se obiloviny v čisté formě podílejí na celkové spotřebě krmiv asi z 60-70 %, zbytek tvoří krmné směsi. Malou část tvoří krmiva získávaná z místních zdrojů, např. různé odpady po čištění obilí, jetelovin, řepky olejné apod. (Čítek et al., 1998). Z ekonomického hlediska je pro rybníční chov podstatné to, že kapr dokáže poměrně dobře trávit škrob a to díky vysoké aktivitě střevních amyláz a maltáz (Steffens, 1985). Krmiva používaná pro příkrmování kapra jsou hodnocena podle biologicky účinných látek a obsahu živin, ale také podle výsledků při jejich použití (Čítek et al., 1998). Degani et al. (1997) se zabývali sledováním stravitelnosti různých krmiv u kapra obecného. Z výsledků vyplývá, že pro kapra je nejlépe stravitelná bílkovina pšenice ve srovnání s bílkovinou kukuřice a ječmene. Bílkoviny pšeničné mouky jsou pro kapra stravitelné z 92 %, lipidy z 80 %, u kukuřice je stravitelnost bílkovin 81 % a u lipidů 90 %, u ječmene je stravitelných 73 % bílkovin a 67 % lipidů. Obsah živin se u jednotlivých druhů krmiv liší. Kapr stejně jako jiná zvířata nevyužije všechny živiny obsažené v krmivu beze zbytku. Jistý vliv na jejich využití má kvalita a úprava krmiva (Čítek et al., 1998; Urbánek, 2009; Másílko et al., 2009).

Hlavní složkou obilovin je škrob (60 - 70 %), jeho stravitelnost je v neupravené formě zhruba 70 % (Cirkovic et al., 2002; Krogdahl et al., 2005). Przybyl a Mazurkiewicz (2004) uvádějí, že stravitelnost škrobu je možné zvýšit tepelnou úpravou až na 90 %. Dochází tak ke zvýšenému zmazování škrobu, který je poté kaprem lépe tráven (Másílko et al., 2014). Vzhledem k této vysoké stravitelnosti patří sacharidy mezi

nejvýznamnější zdroje energie v krmivech pro kapry, čímž umožňují lepší využití proteinu pro přírůstek ryb (Sadowski a Trzebiatowski, 1995). Obsah proteinů v zrnech obilovin se pohybuje v rozmezí 7 až 15 %. Množství esenciálních aminokyselin potřebných pro dobrý růst ryb je v těchto proteinech poměrně nízké. Je to zhruba 0,35 % cysteinu a methioninu, 0,3 % lysinu a 0,1 % tryptofanu (Przybyl, 1999). V obilovinách malé množství proteinů a v nich obsažených aminokyselin je rybám nahrazováno přirozenou potravou, která obsahuje vysoké množství proteinů (Dubský et al., 2003). Hofer a Sturmbauer (1985) uvádí, že některé obiloviny obsahují antinutriční látky tzv. albuminy, které inhibují činnost trávicích enzymů. Tyto látky mohou nepříznivě ovlivnit metabolické pochody ryb, především štěpení škrobu a bílkovin (Przybyl, 1999). Antinutriční látky jsou v obilovinách zastoupeny převážně antivitaminy, fytoestrogeny, giotrogeny, proteázovými inhibitory, oligosacharidy, fytázami a antigenními (alergeny) proteiny (Tacon a Jackson, 1985; Hendricks a Bailey, 1989; Macrae et al., 1993; Liener, 1994; Anderson a Wolf, 1995; Friedman, 1996; Alacrón et al., 1999). Antinutriční látky je možné hodnotit podle jejich tepelné stability. Rozdělujeme je na teplotně labilní např. lektiny a inhibitory proteáz a na teplotně stabilní např. alkaloidy, saponiny, fytoestrogeny, fytáty, oligosacharidy a taniny. Definované jsou podle množství tepla potřebného k inaktivaci těchto látek, bez nežádoucích biologických změn ostatních složek (Melcion a Van der Poel, 1993). Pomocí tepelných úprav je u teplotně labilních antinutričních látek možné snížit jejich nežádoucí účinky, aniž by došlo k znehodnocení krmiva. U některých obilovin jsou antinutriční látky obsaženy ve slupkách. K omezení jejich účinku dosáhneme odstraněním obilných slupek a následnou tepelnou úpravou (Robaina et al., 1995; Burel et al., 1998; Refstie et al., 1998; Glencross et al., 2007).

2.4. Úpravy krmiv

Pojem úprava krmiv znamená souhrn technologických postupů, kterými se zvyšuje nutriční hodnota krmiv, stravitelnost živin, chutnost a přijatelnost krmiv, nebo se s jejich pomocí odstraňují škodlivé účinky a nepříznivé vlastnosti některých krmiv (Kopřiva et al., 1992). Většina krmných surovin v původním stavu nevyhovuje po stránce fyzikální struktury, stability kvality pro přímé zkrmování nebo pro skladování a následné zpracování do krmných směsí. Proto tato krmiva vyžadují úpravu s cílem

zvýšit a zlepšit jejich uchovatelnost, zdravotní nezávadnost a fyzikální strukturu (Čermák a Kadlec, 1999). Zároveň se zvyšují technologické vlastnosti jako je smíchání krmiv a manipulace s nimi. Úprava je závislá jak na druhu krmiva, tak na anatomické stavbě trávicího traktu a rozdílnostech fyziologických funkcí jednotlivých druhů zvířat (Másílko a Hartvich, 2010). V praxi rozdělujeme úpravy krmiv určené pro přímé zkrmování a úpravy, které zajišťují uchovatelnost a manipulovatelnost při dlouhodobém skladování a zpracování do krmných směsí. Při úpravách krmiv určených pro přímé zkrmování se používá převážně drcení, mačkání, šrotování a vločkování. U krmných surovin, kde je snaha zvýšení uchovatelnosti je hlavním cílem snížení obsahu vody nebo použití konzervace, která snižuje činnost enzymů a rozvoj mikroflóry a zabraňuje tak rozkladu a zkáze krmiv. Při konzervaci jsou používány fyzikální, chemické a biochemické metody vytvářející nepříznivé podmínky pro rozvoj mikroorganismů, případně snižují nebo inaktivují funkce enzymů, aniž by došlo k znehodnocení krmiva (Čermák a Kadlec, 1999).

Cílem úpravy krmiv je i vedle jejich zvýšené účinnosti současně i zlepšení živinové bilance rybníků ve smyslu zabránění uvolňování celkového fosforu do povodí (Hlaváč et al., 2014; Másílko et al., 2014).

Kopřiva et al. (1992) uvádějí důvody pro úpravy krmiv následovně:

- Zvýšení zisku ze zemědělské činnosti
- Změna velikosti částic
- Změna obsahu vlhkosti
- Změna hustoty krmiva
- Změna obsahu živin
- Změna chutnosti
- Zvýšení využitelnosti živin
- Detoxikace nebo odstranění škodlivých látek
- Zvýšení kvality skladovaných krmiv
- Redukce prostor potřebných pro skladování nebo dopravu
- Omezení plísní a jiných nebezpečných látek v krmivu
- Pro použití mechanizace

Čermák a Kadlec (1999) uvádějí pro úpravy krmiv tyto důvody:

- Zlepšení chutnosti
- Zlepšení stravitelnosti
- Zlepšení biologické hodnoty
- Zlepšení zdravotní nezávadnosti
- Zlepšení fyzikální struktury

Urbánek (2009) rozdělil způsoby úpravy krmiv s možností aplikace do rybářské praxe takto:

1. Fyzikálně mechanické úpravy
2. Zušlechťování vlhčením
3. Biologické úpravy
4. Tepelné a tlakové úpravy

2.4.1. Fyzikálně mechanické úpravy

Máčení

V minulosti hojně využívaná úprava obilovin v rybníkářství spočívala v jejich máčení v lodi o objemu vody rovné hmotnosti naloženého obilí (u luskovin se jedná o obligátní způsob přípravy o objemu vody až 2,5 násobku hmotnosti). Máčení obilí předcházelo podle frekvence příkrmování v týdnu, nejméně však 24 hodin před jejich podáváním. Tento způsob je z řady hledisek, především z důvodů zcizování v současnosti téměř vyloučen (Másílko et al., 2014).

Mačkání

Tato metoda úpravy spočívá ve zmačknutí zrna obilovin mezi dvěma hladkými válci otáčejícími se protichůdně stejnou rychlostí. Tím dochází k rozrušení povrchové struktury zrna, čímž se mikroorganismy snáze dostanou do zrna a pomocí enzymů jeho obsah natráví a lépe zužitkují (Zeman, 2002). Urbánek (2009) ve své práci uvádí, že mačkáním obilovin je možné zvýšit jejich produkční účinnost až o 18 % pro kapra a snížit hmotnostní rozrůstání obsádek.

Šrotování

Principem této metody je rozmělnění částic krmiva (Másílko et al., 2009). Účelem šrotování je vhodná úprava krmné suroviny podle velikosti příkrmovaných ryb se zaměřením především na nejnižší věkové kategorie kapra. Pro nejmenší plůdek je zapotřebí krmiva jemně šrotovat a v případě potřeby prosévat na sítích. Postupně se přechází na hrubší šrotování. Odrostlým rybám již podáváme celé zrniny (Čítek et al., 1998). Tacon a Jackson (1985) uvádějí, že šrotováním lze dosáhnout zvýšení stravitelnosti krmiv. Při šrotování dojde k narušení povrchu zrna, což vede ke snížení obsahu antinutričních látek v zrně. Šrotováním se tedy zvyšuje stravitelnost krmiva, ale zároveň rostou ztráty rozplaváním (až na 30 %) a vyluhováním až na 50 % (Čítek et al., 1998). V krmivářské praxi se uplatňují tři stupně rozmělnění s velikostí částic: hrubé > 2,0 mm, střední 1,0-2,0 mm a jemné < 1 mm (Másílko et al., 2009).

Granulování

Tuto metodu lze řadit mezi mechanické i tepelné úpravy krmiv. Granule jsou vystavovány teplotě pohybující se okolo 80 °C, před granulováním dochází po dobu 1-10 minut ke kondicionování, nebo napařování (Čermák a Kadlec, 1999). Granulování je převládající způsob úpravy centrálně vyráběných krmiv pro široké spektrum hospodářských zvířat. Granule jsou vytvářeny protlačováním směsi lisovacími matricemi. Pro plůdek kapra mají granule průměr 2,5 mm, pro násadu 4 mm a pro starší ročníky kaprů 6 mm. Důležité je, aby vyráběné granule byly dostatečně stabilní a nerozpadaly se jednak v průběhu manipulace a jednak ve vodě, kde musí vydržet v řádu desítek minut až několik hodin. Stabilita granulí je zvyšována jemným mletím komponentů, dokonalým promísením, lisováním za vlhka při použití páry a přidáním vhodných pojiv. Zvýšení stability granulí je možné dosáhnout obdukováním, tj. obalení granulí tenkou vrstvou vhodné látky, které zabraňuje vyluhování a rozpadu. Tato metoda se uplatňuje především u medikovaných krmiv, aby nedocházelo k vyluhování léčiv (Čítek et al., 1998).

Kopřiva et al. (1992) shrnuli účelnost a smysl granulování do těchto bodů:

1. Změny krmné hmoty
 - Zlepšení konverze krmiva
 - Snížení odpadů

- Zvýšení chutnosti
- Destrukce inhibitorů růstu
- Destrukce toxických látek
- Konzervace a zvýšení využití některých živin

2. Zlepšení vlastností z hlediska manipulace

- Zvýšení skladovatelnosti
- Snížení oddělování složek krmiva (samotřízení) a následného nežádoucího selektivního požívání jednotlivých složek
- Snížení prašnosti
- Uniformita materiálu

2.4.2. Tepelné (termické) a tlakové úpravy

Použití tepelných úprav umožňuje mimo výrobu tradičních krmných směsí i rozsáhlou výrobu speciálních krmných směsí pro ryby. Jde o ošetření nahrazující svým jednodušším způsobem a vyšší technickou úrovní dřívější úpravy, jako paření, pražení, pečení a vaření (Čermák a Kadlec, 1999). Principem tepelných úprav je působení tepla (suchý proces) nebo tepla a vlhka (hydrotermický - mokrá proces pomocí páry) na krmivo (Kopřiva et al., 1992). Vysokých teplot se v pracovním prostoru dosahuje zvýšením tlaku, což způsobuje změnu struktury a měrné hmotnosti výsledného produktu. Tepelné úpravy bývají často doplňovány mechanickými úpravami krmiv (mačkání, šrotování). Pomocí hydrotermických úprav při teplotě 120-130 °C se dosahuje vyššího stupně zmazovatění škrobu. Škrob začíná u obilovin bobtnat při působení 50-60 °C. Optimálního zmazovatění pšeničného škrobu dosáhneme při teplotě 120 °C a vlhkosti 20 %. Zmazovatělý škrob je lépe využitelný (je částečně rozložený a lépe přístupný enzymům) a působí jako přirozené pojivo při granulaci, čímž se snižuje potřeba jiných pojiv (Čermák a Kadlec, 1999)

Cíle tepelných úprav podle Čermáka a Kadlece (1999):

- Zvýšení využitelnosti živin a zlepšení dietetických vlastností krmiva
- Snížení vlivu antinutričních látek limitujících použití jednotlivých krmiv
- Umožnění použití živočišných i rostlinných odpadů pro výživu zvířat

- Snížení nebezpečí popřípadě vyloučení výskytu nežádoucích mikroorganismů v krmivu
- Snížení ztrát živin v krmivu

Podle Kopřivy et al. (1992) lze tepelné úpravy zrnin rozdělit na:

- 1) Suchý proces - pufování, fluidní sušení, toastování, ozařování, vločkování, extruze
- 2) Mokrý proces - expandace, napařování, vaření

2.4.2.1. Suchý proces

Pufování

Principem pufování je využití rázového uvolnění tlaku a odpaření vlhkosti zevnitř zrna - nadouvání. Tento proces probíhá v uzavřeném válci, který je zahříván na 200-250 °C. Po dosažení požadované teploty se naplní dávkou krmné suroviny (5-10 kg), uzavře se, natlakuje (0,8-1,2 Mpa) a rázem se přesune do zásobníku. Rozpínáním páry se zvětšuje objem krmiva až 10x. Tato metoda se používá převážně ke zpracování obilovin a rýže (Urbánek, 2009).

Fluidní sušení

Krmná surovina je při zahřívání nadnášena proudem horkého vzduchu a udržována ve vlnosu, kde dochází k tepelné úpravě. Takto se dokonaleji snižuje nebezpečí připalování a spékání. Fluidní sušení je možné používat k ošetření různých druhů krmiv. Nejčastěji se používá pro úpravu odpadů z průmyslu, sójových bobů, kuchyňských odpadů apod. (Doležal et al., 2006).

Toastování

Principem toastování je krátkodobé působení (1-10 minut) vyšších teplot 140-160 °C. Toastování se využívá převážně pro úpravu sójových bobů, ale také k intenzivnímu sušení obilovin. Někdy může být doplněno mačkáním na vločky. V praxi se používají dva systémy toastování, pásové a rotační. Pásové systémy jsou vhodné pro úpravu většího nebo křehčího krmiva, u kterého hrozí větší množství odrolu. Rotační systém je vhodnější, krmivo zde neleží na pásu, je ohříváno rovnoměrně a nedochází k připalování výsledného produktu (Čermák a Kadlec, 1999).

Ozařování

V krmivářství se posledních letech rozvinuly metody k úpravě zrna a krmných směsí založené na působení laserového záření, infračerveného záření a elektromagnetického pole. V praxi se používá především mikronizace. Mikronizace je založena na principu ozařování infračerveným zářením o vlnové délce 1,8-3,3 mikronů (Kopřiva et al., 1992). Infračerveným zářením lze dosáhnout vysokých teplot, které zajišťují ohřev v průřezu zrna na 120-160 °C. Zároveň dochází k odpařování vnitřní vlhkosti, následnému přetlaku v buňkách a vytvoření podmínek pro zmazovatění. Výsledný produkt může být upraven vločkováním. Při vstupní vlhkosti zrna 15 %, dojde během úpravy ke snížení vlhkosti zhruba o 5 % (Čermák a Kadlec, 1999). Jedná se o velmi šetrnou a energeticky nenáročnou metodu úpravy krmiv. Výživovou hodnotu je možné zvýšit namočením zrniny před započítáním ozařovacího procesu (Kopřiva et al., 1992).

Vločkování

Vločkování se využívá převážně k ošetření obilovin. Zrniny jsou při této metodě napařovány po dobu 5-20 minut, kdy teplota v zrně dosáhne 100-120 °C a vlhkosti 18-20 %. Voda v zrně je přeměňována v páru, zrno praskne již v průběhu napařování nebo následně při mačkání mezi dvěma válci. Délka napařování a síla stlačení významně ovlivňuje kvalitu výrobku. Vytvořené vločky je nutné dosušet, jinak hrozí riziko zaplísňení (Čermák a Kadlec, 1999). Správným technologickým postupem lze dosáhnout zvýšení využitelnosti energie v daném komponentu o 7-15 %. Z toho vyplývá, že přidáním vločkových zrnin do směsi dojde k navýšení energetické hodnoty o 1-1,8 % (Kopřiva et al., 1992).

Extruze

Extruze je tepelná úprava, která využívá krátkého působení vysokých teplot (kratší než 1 minuta). Principem je zahřátí krmiva na vysokou teplotu v pracovním prostoru extrudéru (suchá extruze) nebo v prekondicionéru, ve kterém dochází ke zvlhčování párou (2-4 %) na optimální vlhkost 22-29 %, během několika minut se za neustálého míchání ohřeje na 80-95 °C (vlhká extruze). Krmivo je posunem šnekovnice extrudéru promícháváno a vlivem zvyšujícího se tlaku a teploty dochází k biochemickým změnám a plastifikaci krmiva (zmazovatění škrobu). Nakonec je krmivo upraveno maticí (Čermák a Kadlec, 1999). V podstatě jde o protlačování šrotovaného nebo celého zrna

přes matici s otvory. Při nedostatku vlastních tukových složek v zrně je k jeho protlačení přes matici nutné vynaložit velký tlak, což je energeticky náročné. Proto je pracovní válec opatřen několika tryskami, které dovnitř vhání ostrou páru. Důležité je provádět pravidelné kontroly kvality úpravy krmiv (Kopřiva et al., 1992).

2.4.2.2. Mokrý proces

Expandace

Tato metoda se dříve využívala především jako způsob napařování ke sterilizaci krmné suroviny před následným granulováním. Expandace je podobný proces jako extruze. Rozdílná je jejich výstupní část. U expandérů chybí matrice a krmivo je protlačováno mezi pouzdrem a výstupní hlavou expandéru. Stupeň zmačkování lze ovlivnit zvýšením tlaku v pracovním prostoru stroje (20-30 bar/cm²), kdy se teplota může zvýšit až na 120 °C (Jobling et al., 2001). Poté co krmivo opustí pracovní prostor expandéru, dojde ke snížení tlaku a následnému prasknutí nabobtnalých škrobových zrn a ke změně jejich struktury. Výsledný produkt je velmi porézní, oproti granulám má větší povrch, je levnější, ale velikost vzniklých částic není jednotná (Doležal et al., 2006).

2.5. Nejčastěji využívaná krmiva v polo-intenzivním chovu kapra

2.5.1. Pšenice (*Triticum aestivum*)

Pšenice patří mezi nejstarší kulturní plodiny. Její původní domovinou je Asie, odkud se již před začátkem našeho letopočtu rozšířila do Evropy (Špaldon et al., 1963). Pšenice je u nás hojně používanou krmnou obilovinou (Splítek, 1995). V naší republice má dominantní postavení mezi obilovinami i dalšími plodinami, které se pěstují na orné půdě. Zaujímá zhruba 30 % zemědělsky využívaných ploch. Pro krmné účely se využívá téměř 60 % produkované pšenice (Prugar et al., 2008). Zrno pšenice má podlouhlý až buclatý tvar, je různých barev (běložluté až hnědočervené) a odlišného chemického složení. Odlišnost chemického složení ovlivňuje odrůda, ale také půdní a klimatické podmínky (Špaldon et al., 1963). Nejpodstatnější složkou pšeničného zrna jsou sacharidy. Sacharidy jsou tvořeny monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy (škrob, celulóza, pentózy, slizy, hemicelulózy) a komplexy s bílkovinami a lipidy

(glykoproteiny a glykolipidy). V pšeničném zrně je obsah škrobu v rozmezí od 50 do 70 %. Škrobová zrna ve vodě bobtnají, při vystavení zrna teplotě okolo 65 °C dojde ke zvýšení viskozity suspenze, mnohonásobnému zvětšení objemu zrn a následnému prasknutí. Z prasklých zrn se uvolňuje silně viskózní roztok (škrobový máz). Škrob je složen ze dvou polysacharidů, amylozy a amylopektinu. Amylóza je tvořena přímým řetězcem glukózových zbytků. Molekula amylopektinu má na rozdíl od amylozy rozvětvenější řetězec, kromě vazeb mezi uhlíky 1,4 se zde nacházejí i vazby 1,6. Díky složitějšímu řetězci je molekula amylopektinu odolnější vůči amylolytickým enzymům než molekula amylozy. Ve škrobu jsou také obsaženy minerální látky (především kyselina fosforečná) a vyšší mastné kyseliny (Prugar et al., 2008). Škrob obsahuje škrobová zrna různých velikostí a tvarů. V pšeničném škrobu se nacházejí dvě významné velikostní frakce škrobových zrn, velká zrna (škrob „A“) a malá zrna (škrob „B“). Malá zrna jsou pevně napojena na bílkovinnou matici, jsou obtížně oddělitelná, což snižuje kvalitu lepku a výtěžnost škrobu. Obsahují větší množství dusíku než velká zrna. Tento dusík není jen bílkovinného původu, ale také z fosfolipidů napojených na škrobová zrna (Cornell et al., 1994). Velká škrobová zrna mají větší množství amylozy a jsou lépe degradovatelná α -amylázou. K jejich zmazování dochází při působení nižších teplot než je potřeba pro zmazování malých škrobových zrn (Raeker et al., 1998; Peng et al., 1999). Pšenice obsahuje 1,5-3 % lipidů, jsou zastoupeny jak vlastními tuky složenými z kyseliny olejové a linolové, tak fosfatidy obsahující kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi. Největší množství lipidů se nachází v klíčkové části zrna. Pro udržení kvality zrna je důležité správné skladování. Skladováním v nesprávných podmínkách může dojít ke štěpení fosfatidů a vylučování kyseliny fosforečné, což způsobí zvýšení kyselosti. Oxidací lipidů dochází ke zhoršení sensorických vlastností (žluknutí). Obsah bílkovin v pšeničném zrně se pohybuje v rozpětí 8-20 %. Nejvíce bílkovin se nachází v klíčku a aleuronové vrstvě. Zde se vyskytují ve formě látek geneticky a metabolicky významných, jako jsou nukleoproteidy a enzymy. Pšenice také obsahuje řadu vitaminů a minerálních látek důležitých pro výživu zvířat. Hlavní podíl vitaminů je obsažen opět v klíčku a aleuronové vrstvě zrna. Obsah minerálních látek je u pšenice v rozmezí 1,4-3 %. Množství je ovlivněno odrůdou, druhem půdy a klimatickými podmínkami (Prugar et al., 2008). Hlavní výživové hodnoty pšenice a následujících obilovin jsou přehledně uvedeny v tabulce č. 2.

2.5.2. Žito (*Secale cereale*)

Žito je mladší obilovinou než pšenice, ječmen nebo oves. Jako samostatná plodina se vytvořilo přirozeným výběrem z porostů pšenice, kterou zaplevelovalo (Petr et al., 2008). Žito má podlouhlá zrna, jsou delší než u pšenice, ale zároveň slabší a celkově menší. Barva žita je převážně zelenavá, šedozelená až modrozelená (Špaldon et al., 1963). V posledních letech se zvyšuje používání žita pro krmné účely, jako zdroje energie a proteinu pro výrobu krmných směsí. Žito je vysokoenergetickou obilovinou, má příznivé nutriční hodnoty a jeho bílkoviny jsou i přes nižší zastoupení dobré kvality (Petr et al., 2008). Zrno žita obsahuje zhruba 9-12 % bílkovin. Hlavním faktorem ovlivňujícím množství bílkovin v zrnu jsou agroekologické podmínky v průběhu vegetace. Největší podíl bílkovin je obsažen v klíčku a hrubých otrubách (Lekeš et al., 1990). Bílkoviny v žitě obsahují vyšší množství albuminů a globulinů. Tyto látky jsou bohaté na esenciální aminokyseliny, to znamená, že biologická hodnota žitných bílkovin je obvykle vyšší než u pšenice. Z esenciálních aminokyselin se v bílkovinách žita vyskytuje oproti pšenici více lysinu, methioninu, valinu, threoninu a argininu. Stravitelnost a využitelnost žitných bílkovin je v porovnání s pšeničnými bílkovinami nižší (cca o 10 %), to způsobují některé antinutriční látky. Žitné pentózy vytvářejí s bílkovinami, především s albuminy špatně rozpustné komplexy (Prugar et al., 2008). V žitě je obsaženo velké množství sacharidů. Obsah fruktózy a sacharózy je vyšší než u pšenice, glukóza se v zrnu žita téměř nevyskytuje. Maltóza se v zrnu vytváří při klíčení a její hodnoty nad 3,5 % naznačují poškození porůstáním (Lekeš et al., 1990). Mezi žitnými sacharidy má největší zastoupení škrob (52-59 %). K jeho zmazování dochází působením nižších teplot (55 °C) a enzymatická degradace je v porovnání s jinými obilnými škroby jednodušší (Prugar et al., 2008). V žitném zrnu je oproti pšenici nižší obsah tuků (cca 2 %). Výjimkou je obsah kyseliny linolové, které je v žitu více. Z nutričního hlediska důležitou sloučeninou fosforu s lipidy (fosfatidy) je lecitin, obsahující dusíkatou bázi cholin. V zrnu žita se nachází celá řada vitaminů. Jejich rozložení v zrnu je nerovnoměrné. Největší množství vitaminů je obsaženo v aleuronové vrstvě, klíčku a štítku. Množství vitaminů v zrnu je ovlivněno technologickými postupy a skladováním. Obsah minerálních látek v žitu je v průměru 1,82 %. Největší podíl zaujímá fosfor a draslík. V menším množství je obsažena síra, sodík, vápník, hořčík a železo. Podobně jako u vitaminu je největší množství minerálních látek obsaženo v aleuronové vrstvě (Lekeš et al., 1990).

2.5.3. Triticale (*Triticale müntzig*)

Triticale vzniklo mezidruhovým křížením žita a pšenice. Zrno je podobné více pšenici než žitu, barva je žlutohnědá až tmavohnědá (Splítek, 1995). Je to velmi mladý obilný druh, který u nás nabyl význam v 80. letech minulého století (Šolcová, 1994). Triticale je ceněno především pro vysoký výnosový potenciál v horších podmínkách, kde se uplatňuje lépe než pšenice a žito. Další předností je jeho vyšší tolerance vůči horší předplodině, půdní kyselosti a nižší náročnosti na technologické vstupy (Prugar et al., 2008). Ovšem největší přednost triticales spočívá ve vysoké krmné hodnotě zrna. Triticale je díky vyššímu obsahu bílkovin (10-17%) a vhodnější skladbě esenciálních aminokyselin (více lysinu) výborným komponentem do krmných směsí. Stravitelnost a využitelnost bílkovinných složek je u triticales vyšší než pšenice. Vyšší využitelnosti je dosaženo díky rozpustnosti bílkovinných složek ve vodě a solích, oproti tomu u pšenice vytváří nerozpustné složky lepek (Šolcová, 1994). Složení aminokyselin v zrně triticales má značný vliv na jeho nutriční hodnoty. Řada studií prokazuje, že u triticales je vyšší zastoupení esenciálních aminokyselin než u pšenice a často i u žita (Prugar et al., 2008). Kučerová (1999) porovnávala množství aminokyselin triticales s pšenicí a žitem. Ukázalo se, že množství esenciálních aminokyselin u triticales bylo vyšší než u žita a pšenice. Oproti tomu bylo množství neesenciálních aminokyselin nižší u triticales než u žita a pšenice. Dendy a Dobraszczyk (2001) uvádějí, že při stejném obsahu dusíkatých látek je množství methioninu, threoninu, lysinu, cysteinu, tryptofanu a tyrosinu u triticales vyšší než u pšenice. Výše zmíněné vlastnosti, nižší množství antinutričních látek, vysoké zastoupení dusíkatých látek a rozpustné složky bílkovin řadí triticale mezi nejlepší krmné obiloviny (Šolcová, 1994).

2.5.4. Ječmen (*Hordeum sativum*)

Ječmen patří mezi nejstarší pěstované obiloviny. První zmínky o jeho pěstování pocházejí z období několika tisíc let před naším letopočtem (Špaldon et al., 1963). Ječmen má u nás velký hospodářský význam. K oblibě ječmene přispívají jeho vlastnosti, jako je tolerantnost k horším půdním podmínkám, k horší předplodině a k menším vláhovým deficitům v průběhu vegetace. Je používán ve sladovnickém a potravinářském průmyslu, ale také pro výrobu krmiv. Velká část ječného zrna se zužitkovává pro výrobu šrotů a krmných směsí (Striegl a Žídková, 1993). Ke krmným účelům je vhodné využívat odrůdy ječmene s vyšším obsahem dusíkatých látek. Vyšší obsah dusíkatých látek (nad 15 %) v zrně je z nutričního hlediska velmi vhodný a vyšší

obsah esenciálních aminokyselin má pozitivní vliv na růst ryb (Prugar et al., 2008). Krmný ječmen obsahuje vyšší množství bílkovin v zrna a nižší množství vlákniny, která snižuje stravitelnost. Biologická hodnota ječných bílkovin je v porovnání s pšenicí a kukuřicí vyšší, neboť obsahuje nižší množství prolaminů a biologicky přístupné esenciální aminokyseliny. Zrno ječmene obsahuje značné množství škrobu a minerálních látek (Špaldon et al., 1963). Škrob je v krmných dávkách jedinečným zdrojem energie. Jeho obsah v krmných odrůdách ječmene je vyšší než 55 % (Prugar et al., 2008).

2.5.5. Kukuřice (*Zea mays L.*)

Kukuřice pochází z Jižní a Střední Ameriky (Splítek, 1995). Do Evropy byla dovezena koncem 15. století. V podmínkách ČR je využívána především ke krmným účelům (Prugar et al., 2008). Zrno kukuřice je žluté až žlutohnědé barvy a kulatého nebo čtverhranného tvaru (Splítek, 1995). V zrna kukuřice jsou hned po vodě hlavní složkou sacharidy, v sušině zrna je jich obsaženo cca 75-80 %. Převažuje sacharosa, škrob a dextrin zaujímají o něco nižší podíl. V malých množstvích jsou obsaženy glukosa, fruktosa, maltosa a manitol. Kukuřice obsahuje zhruba 12 % bílkovin. Tyto bílkoviny jsou jako převážná většina rostlinných bílkovin deficitní v obsahu esenciálních aminokyselin, hlavně lysinu a tryptofanu. Z vitamínů jsou v kukuřičném zrna v největším množství zastoupeny vitaminy E a A (Prugar et al., 2008). Kukuřičné zrno je nejkoncentrovanější glycidové krmivo s vysokým obsahem škrobu a je vhodné pro krmení široké škály zvířat. Zkrmují se celá nebo šrotovaná zrna. V porovnání s jinými obilovinami má kukuřice více krmných jednotek a je lépe stravitelná (Špaldon et al., 1963). V kukuřici je poměrně vysoký obsah tuků (5-8 %) složených převážně z nenasycených mastných kyselin (Prugar et al., 2008). Tudiž jednostranné krmení kukuřicí způsobuje nadměrné ztučnění svaloviny (Špaldon et al., 1963). Oberle et al. (2005) udávají, že obsah tuku nad 10 % snižuje u tržního kapra kvalitu masa. Z těchto důvodů je důležité zkrmování kukuřice kombinovat s jinými obilovinami (Špaldon et al., 1963).

Tab. č. 2: Chemické složení jednotlivých krmiv pro kapra dle Jirásků et al. (2005).

Parametr					
Krmivo	Sušina	NL	Tuk	Vláknina	BNVL
	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]
Pšenice	860	111,8	15,5	25,8	689,7
Žito	891	131,4	22,3	130	491,3
Triticale	876	113,6	13,1	25,8	705,2
Ječmen	860	105,8	21,5	43,9	546,1
Kukuřice	890	85,4	36,5	22,3	732,5

3. Materiál a metodika

V roce 2012 byl proveden 120 denní krmný pokus (v období od 10. května do 6. září) v chovu tržního kapra s příkrmováním obilovinami na sádkách v Třeboni. Pro pokusy byla použita provozní linie třeboňského kapra šupinatého K_3 (používané označení TŠ). Obsádka pokusných sádek byla přepočtena podle jejich rozměru na hodnotu odpovídající $363 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1} K_3$, tj. $440 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ o průměrné kusové hmotnosti $1220 \pm 157 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1}$. Tato hustota obsádky byla zvolena s ohledem na stávající chovatelskou praxi v daném regionu (Urbánek et al., 2010). Při této hustotě obsádky nedojde k úplnému potlačení přirozené potravy (hrubého zooplanktonu). Obsádky byly příkrmovány 3x týdně (Po, St, Pá), vždy v ranních hodinách (8 – 11 hod.) a na stejné místo v sádce (betonový panel 1x1 metr). Příkrmování obsádek bylo rozloženo s ohledem na tepelný režim do jednotlivých měsíců. Při příznivých teplotních podmínkách činily krmné dávky 2 % z hmotnosti obsádek. K pokusu byla jako krmivo použita celá neupravená pšenice, pšenice ošetřená tepelnou úpravou při $100 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 90 sekund v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním a pšenice tepelně upravená při $100 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 90 sekund bez mechanické úpravy. Tepelně upravené obiloviny byly připraveny dle technologie Másílka et al. (2014) s využitím metody hygienizace HTST (High Temperature Short Time), kdy bylo využito přístroje Bühler AG (Švýcarsko). Obiloviny byly takto upraveny v podniku Zemědělského zásobování a nákupu Dynín a.s. Nutriční hodnota podávaných krmiv byla stanovena výrobcem a nezávislou akreditovanou laboratoří v rozsahu hrubý protein, bezdusíkaté látky výtažkové (BNVL), tuk. Chemické složení podávaných krmiv je uvedeno v tabulce č. 3. Účinnost těchto krmiv byla porovnávána s hodnotami z kontrolních sádek, kde nedocházelo k příkrmování a přírůstek ryb byl založen pouze na přirozené potravě. Pokus probíhal ve dvojím opakování. K experimentu bylo tedy použito 8 pokusných betonových sádek, jejichž kubatura byla téměř shodná ($\pm 300 \text{ m}^3$). Sádky byly před započítáním pokusů změřeny, vypočetla se jejich plocha v m^2 a stanovila se výška vodního sloupce na 1m. Přítok vody do sádek byl zajištěn z rybníka Svět (215 ha), který se nachází nad objektem sádek. V průběhu pokusů byl přítok zastaven a voda se doplňovala jen pro kompenzaci odparu a průsaku. Nasazení ryb proběhlo 10. května 2012. U nasazených ryb byly sledovány tyto ukazatele: hmotnost [g], délka těla [mm], obvod těla před prvním hřbetním paprskem [mm] a obsah tuku [%] ve svalovině ryb přístrojem Distell Fishfatmeter typ FM 692 od skotské firmy Distell. Každý měsíc od

nasazení ryb byly sádky vypuštěny, ryby byly vyloveny a proběhla u nich stejná biometrická měření a vážení jako před nasazením. Po zjištění potřebných údajů byly ryby vráceny zpět do sádek a voda napuštěna do již zmiňované výše 1m vodního sloupce. Pokus byl ukončen 6. září 2012. Ryby byly definitivně sloveny a proběhlo u nich stanovení obvyklých parametrů. Dosažené výsledky byly statisticky vyhodnoceny s použitím jednocestné analýzy variace (ANOVA) a následně aplikací Tukeyova mnohonásobného testu. Veškeré statistické testy byly provedeny pomocí softwarového balíčku Statistica CZ 10.0 (StatSoft, Česká republika) a zjištěné rozdíly byly hodnoceny na 95 % hladině významnosti.

Tab. č. 3: Chemické složení testovaných krmiv.

Krmivo	Parametr				
	Sušina [g.kg ⁻¹]	NL [g.kg ⁻¹]	Vláknina [g.kg ⁻¹]	Popel [g.kg ⁻¹]	Tuk [g.kg ⁻¹]
Pšenice	872,20	105,30	21,40	21,10	16,80
Pšenice + tep. úprava	875,20	124,60	22,90	35,60	16,25
Pšenice + tep. úprava + mačkání	877,00	119,05	30,50	34,00	19,70

3.1. Teplotní charakteristika Jihočeského regionu

Rok 2012 lze považovat za teplotně nadprůměrný. V teplotním souhrnu všech měsíců byla teplota o 0,7 °C vyšší, než je dlouhodobý normál. V měsících, kdy pokus probíhal, byla teplota oproti dlouhodobému normálu vyšší o 0,94 °C.

3.2. Hydrometrické ukazatele

Na pokusných sádkách byly v průběhu podávání krmiv sledovány ve dvoutýdenních intervalech fyzikálně-chemické parametry vody: kyslík, teplota a pH. K měření fyzikálně-chemických parametrů vody byl použit přístroj YSI Professional Plus (Yellow Spring, USA).

3.3. Odběr vzorků zooplanktonu

Odlovy zooplanktonu byly prováděny ve dvoutýdenních intervalech. Vzorky byly odebírány standardně dle Hartmana et al. (1998) planktonní sítíkou o průměru 35 cm a světlosti ok 100 μm taženou jedenkrát v úseku 5 m. Nachytané vzorky byly uchovány ve 100 ml PE lahvičce a konzervovány formaldehydem na výslednou koncentraci cca 4 %. Vyhodnocení vzorků zooplanktonu bylo prováděno v laboratoři pomocí Sedwick-Rafterovi komůrky a mikroskopu Olympus CX21 (Japonsko). Abundance zooplanktonu byla přepočítána na 1 litr vodního prostředí. Odběry zoobentosu nebyly prováděny z důvodu tvrdého písčitého dna pokusných sádek, které zapříčinilo minimální výskyt a rozvoj těchto organismů.

3.4. Kondiční a exteriérové ukazatele

Při hodnocení kondice byly použity dva ukazatele – Fultonův koeficient (FK) a index obvodu těla (IO)

$$\text{Fultonův koeficient: } FK = \frac{m}{DT^3} \cdot 100$$

m.....hmotnost těla [g]

DT.....délka těla [cm]

$$\text{Index obvodu těla: } IO = \frac{DT}{OT}$$

DT.....délka těla [cm]

OT.....obvod těla [cm]

3.5. Ukazatele růstu a ukazatele konverze krmiva

Na začátku a na konci každého pokusu byla zjištěna hmotnost ryb. Ze zjištěných údajů byl vypočítán celkový přírůstek, kusový přírůstek a denní kusový přírůstek. Intenzita růstu byla hodnocena ukazateli SGR, RGR, FCR, FCE, FCR/SGR.

SGR – specifická rychlost růstu (Specific Growth Rate), vyjadřuje denní přírůstek hmotnosti vztažený k průměrné hmotnosti za sledované období.

$$SGR = [(\ln w_t - \ln w_0) \cdot t^{-1}] \cdot 100 \quad [\% \cdot d^{-1}]$$

ln.....přirozený logaritmus

w_thmotnost na konci pokusu [kg]

w_0hmotnost na začátku pokusu [kg]

t.....délka trvání pokusu [dny]

RGR – relativní rychlost růstů (Relative Growth Rate), vyjadřuje relativní přírůstek ryb za sledované období vztažený k počáteční hmotnosti [%].

$$RGR = 100 \cdot (w_t - w_0) \cdot w_0^{-1} \quad [\%]$$

w_thmotnost na konci pokusu [kg]

w_0hmotnost na začátku pokusu [kg]

t.....délka trvání pokusu [dny]

FCR – konverze krmiva (Food Conversion Ratio), vyjadřuje spotřebu krmiva na jednotku [1kg] přírůstku ryb.

$$\text{FCR} = \frac{F}{(w_t - w_0)}$$

F.....spotřeba krmiva za sledované období [kg]

w_t.....hmotnost obsádky na konci pokusu [kg]

w₀.....hmotnost obsádky na začátku pokusu [kg]

FCE – účinnost využití konverze krmiva (Food Conversion Efficiency), vyjadřuje přírůstek ryb z jednotky [1kg] krmiva.

$$\text{FCE} = \frac{P}{F}$$

P.....celkový přírůstek [kg]

F.....spotřeba krmiva za sledované období [kg]

FCR/SGR – jejich vzájemný poměr slouží k jednodušší orientaci v produkčních ukazatelích, při použití tohoto výpočtu není zapotřebí porovnávat hodnoty FCR a SGR. Čím je výsledná hodnota nižší, tím je použité krmivo nebo způsob krmení efektivnější.

3.6. Ukazatele intenzity metabolismu

PER – efektivnost využití proteinu (Protein Efficiency Ratio), jedná se o poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatého proteinu. Hodnota PER slouží k hodnocení efektivnosti využití proteinu z krmiva. V případě, že je k dispozici solidní údaj o obsahu proteinu v krmivu garantovaný dodavatelem, můžeme se obejít bez laboratorních analýz.

$$PER = \frac{100}{FCR \cdot \%NLkrmiva}$$

LR – index retence tuku (Lipid Retained)

$$LR = \frac{100 \cdot [(w_t \cdot L_t) - (w_0 \cdot L_0)]}{FCR \cdot (w_t - w_0) \cdot \%Lkrmiva} \quad [\%]$$

w_thmotnost obsádky na konci pokusu [kg]

w_0hmotnost obsádky na začátku pokusu [kg]

tdélka trvání pokusu [dny]

L_tobsah tuku v těle ryb na konci pokusu [%]

L_0obsah tuku v těle ryb na začátku pokusu [%]

4. Výsledky

4.1. Hydrochemické ukazatele na pokusných sádkách

Hodnoty zjištěné z rozborů vody prokázaly, že parametry kvality vody byly v průběhu pokusu vhodné pro dobrý růst kaprů, což je patrné z tabulky č. 4.

Tab. č. 4: Chemismus vody (průměr ± směrodatná odchylka) v experimentálních sádkách.

Krmivo	Teplota [°C]	O ₂ [mg.l ⁻¹]	pH
Kontrola	20,5 ± 2,37	7,0 ± 1,73	8,3 ± 0,83
Pšenice	20,6 ± 2,41	6,1 ± 1,07	8,1 ± 0,56
Pšenice + tep. úprava	20,6 ± 2,39	6,3 ± 0,98	8,1 ± 0,49
Pšenice + tep. úprava + mačkání	20,6 ± 2,43	5,8 ± 1,38	7,9 ± 0,48

4.2. Průběh průměrné individuální hmotnosti pokusných obsádek

Při nasazení byla průměrná individuální hmotnost kaprů ve všech sádkách $1220 \pm 157 \text{ g.ks}^{-1}$

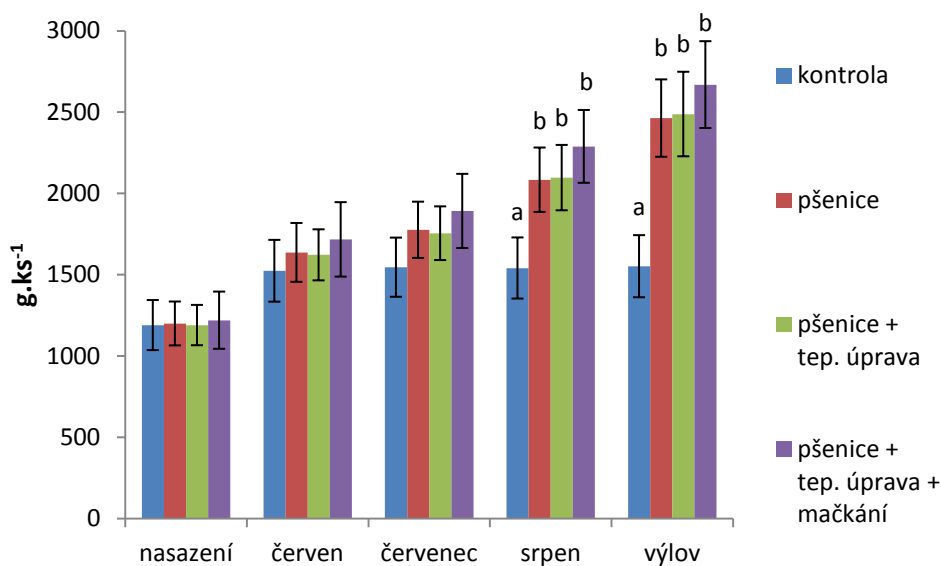
V červnu při první kontrole dosáhla nejvyšší průměrné individuální hmotnosti skupina kaprů přikrmovaná pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $1717 \pm 229 \text{ g.ks}^{-1}$, poté následovaly dvě velmi vyrovnané skupiny, skupina kaprů přikrmovaná pšenicí bez úprav $1637 \pm 181 \text{ g.ks}^{-1}$ a skupina přikrmovaná pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $1622 \pm 157 \text{ g.ks}^{-1}$, nejnižší individuální hmotnosti dosáhla skupina kaprů na přirozené potravě $1524 \pm 190 \text{ g.ks}^{-1}$.

V červenci byla opět nejvyšší individuální hmotnost u kaprů přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $1892 \pm 228 \text{ g.ks}^{-1}$. Na druhém místě byli kapři přikrmovaní pšenicí bez úprav $1776 \pm 173 \text{ g.ks}^{-1}$.

a jen nepatrně nižší byla individuální hmotnost u kaprů přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $1755 \pm 165 \text{ g.ks}^{-1}$. U kaprů na přirozené potravě byl již značný odstup $1546 \pm 182 \text{ g.ks}^{-1}$.

V srpnu se oproti ostatním skupinám zvyšoval rozdíl individuální hmotnosti u skupiny přikrmované pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $2289 \pm 224 \text{ g.ks}^{-1}$. Poté následovala skupina přikrmovaná pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $2097 \pm 210 \text{ g.ks}^{-1}$, skupina přikrmovaná pšenicí bez úprav zaostala velmi nepatrně $2084 \pm 198 \text{ g.ks}^{-1}$. U skupiny na přirozené potravě nedošlo k hmotnostním přírůstkům, naopak došlo k mírnému snížení hmotnosti $1541 \pm 188 \text{ g.ks}^{-1}$ se statistickou odchylkou ($P < 0,05$) individuální hmotnosti od přikrmovaných obsádek.

V září proběhla poslední kontrola všech sledovaných skupin. Nejvyšší průměrnou individuální hmotnost měli stejně jako v průběhu celého pokusu kapři přikrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $2669 \pm 267 \text{ g.ks}^{-1}$, dále pak kapři přikrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $2488 \pm 260 \text{ g.ks}^{-1}$ a kapři přikrmovaní pšenicí bez úprav $2463 \pm 238 \text{ g.ks}^{-1}$. Nutno říci, že výsledky těchto dvou skupin byly po celou dobu pokusu velmi vyrovnané. Statisticky nejnižší individuální hmotnost ($P < 0,05$) byla opět u kaprů na přirozené potravě $1552 \pm 191 \text{ g.ks}^{-1}$, jejichž hmotnostní přírůstky byly během pokusu velmi nízké. Průběh průměrných individuálních hmotností je patrný z grafu č. 1.



Graf č. 1: Průměrné individuální hmotnosti (průměr ± směrodatná odchylka) kaprů v průběhu experimentu (písmena a, b značí signifikantní rozdíl; $P < 0,05$).

4.3. Hodnoty hlavních produkčních ukazatelů (SGR, RGR, FCR, FCE, FCR/SGR)

Nejvyššího kusového přírůstku dosáhli kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $1,39 \pm 108 \text{ kg.ks}^{-1}$, poté následovali kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $1,3 \pm 91 \text{ kg.ks}^{-1}$ a pšenicí bez úprav $1,26 \pm 59 \text{ kg.ks}^{-1}$. Nejnižšího kusového přírůstku se signifikantní odlišností od všech příkrmovaných skupin ($P < 0,05$) dosáhli kapři na přirozené potravě $0,362 \pm 29 \text{ kg.ks}^{-1}$.

Hektarový přírůstek byl nejvyšší u pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $506,26 \pm 37,76 \text{ kg.ha}^{-1}$ u pšenice tepelně upravené při 100 °C $455 \pm 31,23 \text{ kg.ha}^{-1}$, u pšenice bez úprav $440,07 \pm 37,80 \text{ kg.ha}^{-1}$ a nejnižší hektarový přírůstek se signifikantní odlišností od všech příkrmovaných skupin ($P < 0,05$) byl u přirozené potravě $128,49 \pm 4,44 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Specifická rychlost růstu (dále jen SGR) byla nejvyšší u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $0,63 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1} \pm 0,06$, poté u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $0,60 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1} \pm 0,06$ a pšenicí bez úprav $0,58 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1} \pm 0,07$. Statisticky nejnižší hodnota SGR oproti příkrmovaným obsádkám ($P < 0,05$) byla u kaprů na přirozené potravě $0,23 \pm 0,07$.

Nejvyšší relativní rychlost růstu (dále jen RGR) měly ryby příkrmované pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $109,51 \pm 5,31 \text{ \%}$. U pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byla hodnota RGR $108,16 \pm 0,76 \text{ \%}$ a u pšenice bez úprav byla hodnota RGR $105,40 \pm 7,53 \text{ \%}$. Statisticky nejnižší RGR oproti příkrmovaným obsádkám ($P > 0,05$) byla u ryb na přirozené potravě $30,39 \pm 1,10 \text{ \%}$.

Nejnižší koeficient konverze krmiva (dále jen FCR) byl dosažen u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $2,17 \pm 0,17$. U kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C byl FCR $2,32 \pm 0,16$ a u kaprů příkrmovaných pšenicí bez úprav byl FCR $2,38 \pm 0,10$.

Účinnost konverze krmiva (dále jen FCE) byla nejvyšší u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním

0,47 ± 0,04. Nižší hodnota FCE byla dosažena u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C 0,44 ± 0,04 a nejnižší hodnoty FCE dosáhli kapři příkrmováni pšenicí bez úprav 0,43 ± 0,02.

Nejnižší hodnoty poměru mezi FCR a SGR, tudíž nejlepších výsledků dosáhli kapři příkrmováni pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním 3,49 ± 0,47, poté následovali kapři příkrmováni pšenicí tepelně upravenou při 100 °C 3,90 ± 0,41 a nejvyšší poměr FCR/SGR byl u pšenice bez úprav 4,14 ± 0,34.

Nejvyšší náklady na 1 kg přírůstku byly u pšenice tepelně upravené při 100 °C 12,39 ± 0,87 Kč. U pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním činily náklady na 1 kg přírůstku 11,94 ± 0,93 Kč a u pšenice bez úprav 11,88 ± 0,53 Kč. Hodnoty produkčních ukazatelů jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tab. č. 5: Hodnoty produkčních ukazatelů na sádkách v Třeboni v roce 2012.

Data jsou prezentována jako průměr ± směrodatná odchylka. Písmena a, b v rámci stejné veličiny značí signifikantní rozdíl ($P < 0,05$) mezi skupinami.

Druh krmiva		kontrola	pšenice	pšenice + tep. úprava	pšenice + tep. úprava + mačkání
Datum nasazení		10.5.2012	10.5.2012	10.5.2012	10.5.2012
Nasazeno K_3	ks	11	11	11	11
Nasazeno $ks \cdot ha^{-1}$	ks	363	363	363	363
Celková hmotnost	kg	13,03 ± 0,50	13,20 ± 0,33	13,06 ± 0,27	14,12 ± 0,51
Průměr na 1ks	$g \cdot ks^{-1}$	1190 ± 154	1200 ± 135	1190 ± 124	1280 ± 176
Datum výlovu		6.9.2012	6.9.2012	6.9.2012	6.9.2012
Počet dní pokusu		120	120	120	120
Ztráty ks	ks	-	-	-	-
Ztráty %	%	-	-	-	-
Celková hmotnost výlovu	kg	17,07 ± 0,50 ^a	27,10 ± 0,32 ^b	27,38 ± 1,27 ^b	29,36 ± 0,69 ^b
Průměrná hmotnost	$g \cdot ks^{-1}$	1550 ± 191 ^a	2460 ± 238 ^b	2490 ± 260 ^b	2670 ± 267 ^b
Přírůstek celkem	kg	3,98 ± 0,15 ^a	13,90 ± 0,65 ^b	14,31 ± 0,99 ^b	30,48 ± 1,19 ^b
Přírůstek kusový	$kg \cdot ks^{-1}$	0,362 ± 29 ^a	1,26 ± 59 ^b	1,3 ± 91 ^b	1,39 ± 108 ^b
Přírůstek denní	$g \cdot den^{-1}$	3,01 ± 0,24 ^a	10,53 ± 0,50 ^b	10,84 ± 0,76 ^b	11,54 ± 0,90 ^b
RGR	%	30,39 ± 1,10 ^a	105,40 ± 7,53 ^b	109,51 ± 5,31 ^b	108,16 ± 12,31 ^b
Přírůstek hektarový	$kg \cdot ha^{-1}$	128,49 ± 4,44 ^a	440,07 ± 37,80 ^b	455,00 ± 31,23 ^b	506,26 ± 37,76 ^b
LR	%		334,06 ± 1,85	390,49 ± 5,53	269,08 ± 60,86
PER			4,02 ± 0,18	3,47 ± 0,25	3,89 ± 0,30
SGR	$\% \cdot d^{-1}$	0,23 ± 0,07 ^a	0,58 ± 0,07 ^b	0,60 ± 0,06 ^b	0,63 ± 0,06 ^b
Obsah tuku svalovina	%	4,33 ± 0,43 ^a	8,80 ± 1,38 ^b	9,58 ± 1,54 ^b	7,88 ± 1,39 ^b
Spotřeba krmiva	kg	-	33	33	33
FCR		-	2,38 ± 0,10	2,32 ± 0,16	2,17 ± 0,17
FCE		-	0,43 ± 0,02	0,44 ± 0,04	0,47 ± 0,04
FCR/SGR		-	4,14 ± 0,34	3,90 ± 0,41	3,49 ± 0,47
Cena krmiva 2012	$Kč \cdot kg^{-1}$	-	5	5,35	5,50
Náklady na 1kg přírůstku	Kč	-	11,88 ± 0,53	12,39 ± 0,87	11,94 ± 0,93

4.4. Fultonův koeficient

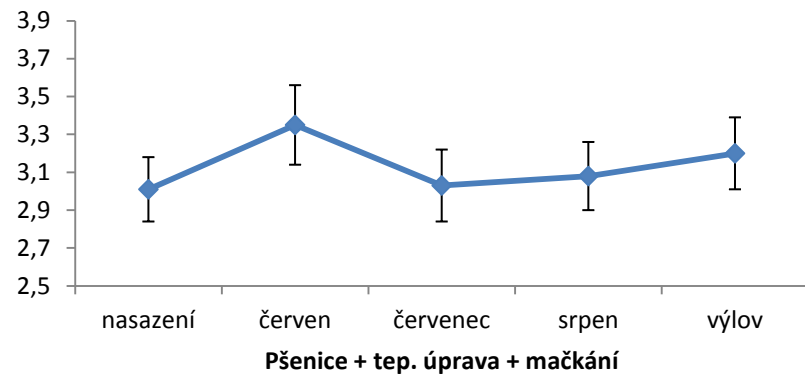
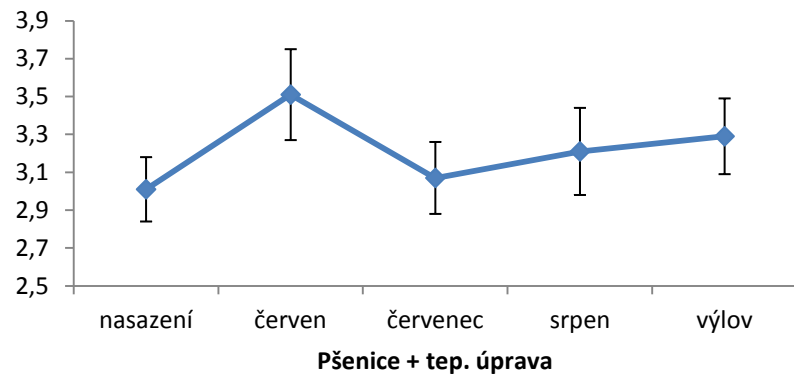
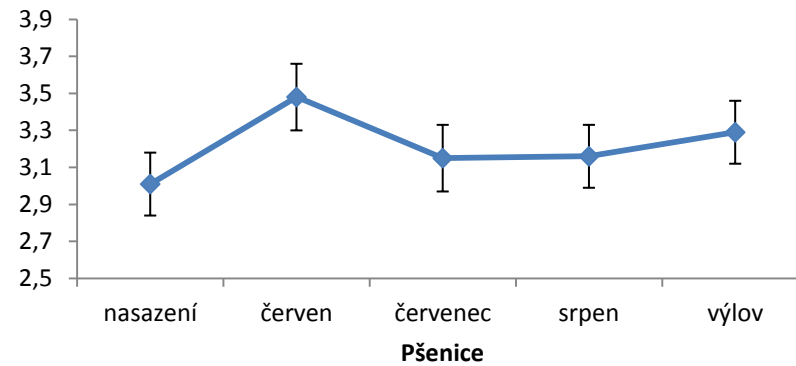
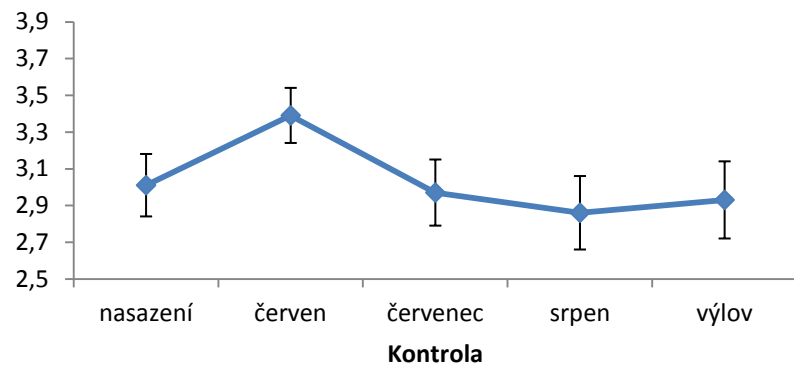
Na začátku pokusu byla průměrná počáteční hodnota Fultonova koeficientu (dále jen FK) u všech sledovaných skupin ryb $3,01 \pm 0,17$. Optimem tohoto koeficientu jsou hodnoty nad 2,8.

V červnu došlo u všech skupin ke zvýšení FK. Nejvyšší hodnoty dosáhly ryby příkrmované pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $3,51 \pm 0,24$, jen nepatrně zaostaly ryby příkrmované pšenicí bez úprav $3,48 \pm 0,18$. U ryb na přirozené potravě byl FK $3,39 \pm 0,15$ a u ryb příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $3,35 \pm 0,21$.

V červenci došlo u všech skupin k poklesu FK. Nejlepší kondici vykazovali kapři příkrmovaní pšenicí bez úprav s hodnotou FK $3,15 \pm 0,18$. Hodnoty u dvou následujících krmiv byly velmi vyrovnané. U pšenice tepelně upravené při 100 °C byl FK $3,07 \pm 0,19$ a u pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byl FK $3,03 \pm 0,19$. V nejhorší kondici byli kapři na přirozené potravě s hodnotou FK $2,97 \pm 0,18$.

V srpnu nastalo mírné zvýšení hodnoty FK u všech příkrmovaných skupin. Nejvyšší hodnotu FK měly ryby příkrmované pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $3,21 \pm 0,23$, dále pak ryby příkrmované pšenicí bez úprav $3,16 \pm 0,17$ a pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $3,08 \pm 0,18$. Nejnižší hodnota FK byla opět u ryb na přirozené potravě $2,86 \pm 0,20$, kde došlo v porovnání s předchozím měsícem k poklesu FK.

V září byly všechny ryby definitivně sloveny. U všech skupin došlo ke zlepšení kondičního stavu. V nejlepší kondici byli kapři příkrmovaní pšenicí bez úprav s hodnotou FK $3,29 \pm 0,17$ a kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C s totožnou hodnotou FK $3,29 \pm 0,20$. U pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byl FK $3,20 \pm 0,19$ a nejnižší hodnoty dosáhli opět kapři na přirozené potravě s hodnotou FK $2,93 \pm 0,21$. Podle zjištěných výsledků lze konstatovat, že v průběhu celého pokusu byly hodnoty FK u příkrmovaných ryb poměrně vyrovnané. Průběh hodnot FK je zobrazen v grafu č. 2.



Graf č. 2: Průběh hodnot Fultonova koeficientu (průměr ± směrodatná odchylka) obsádek kapra v experimentálních sádkách.

4.5. Index obvodu těla

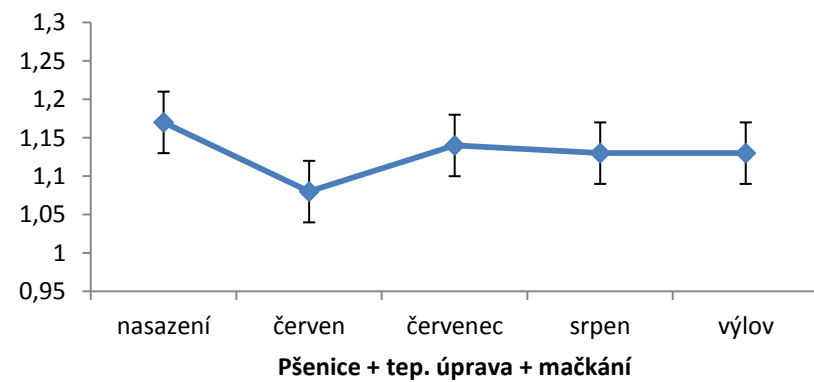
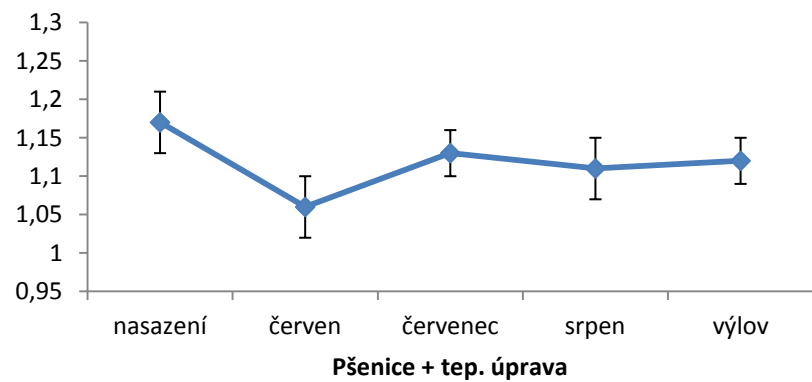
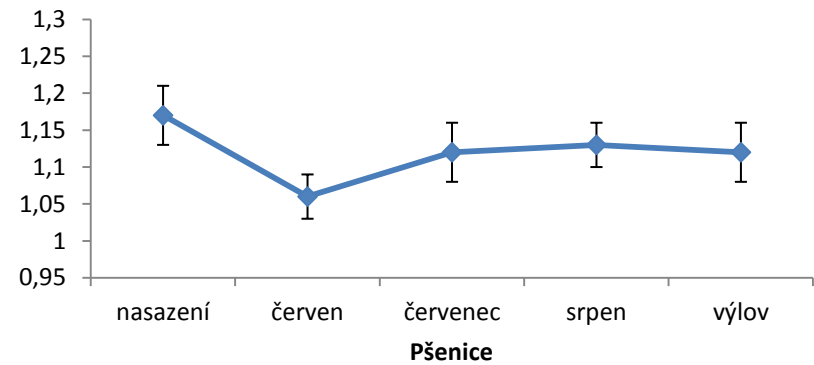
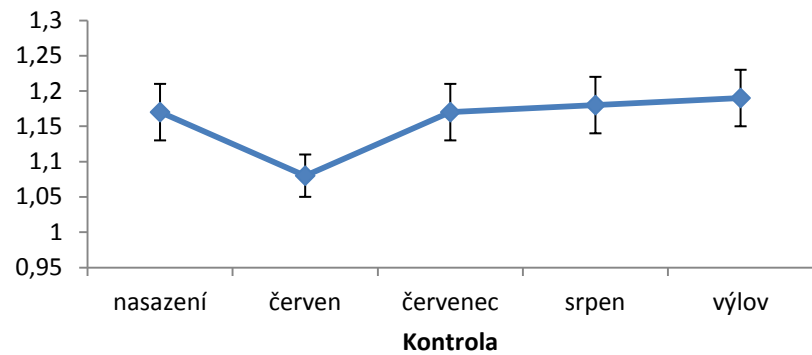
Při nasazení kaprů byla průměrná hodnota indexu obvodu těla (dále jen IO) ve všech sádkách na úrovni $1,17 \pm 0,04$. Optimální hodnotou indexu obvodu těla je hodnota 1.

První přeměření kaprů proběhlo v červnu. Index obvodu těla výrazně klesl u všech sledovaných skupin. Nejvíce se k optimální hodnotě 1 přiblížily skupiny příkrmované pšenicí bez úprav $1,06 \pm 0,03$ a pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $1,06 \pm 0,04$, následovala skupina krmená pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $1,08 \pm 0,04$ a skupina na přirozené potravě $1,08 \pm 0,03$.

V červenci došlo ke zvýšení IO. Největší nárůst IO byl zaznamenán u skupiny na přirozené potravě $1,17 \pm 0,04$. Skupina příkrmovaná pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním dosáhla hodnoty $1,14 \pm 0,04$, skupina příkrmovaná pšenicí tepelně upravenou při 100 °C dosáhla hodnoty $1,13 \pm 0,03$ a skupina pšenicí bez úprav hodnoty $1,12 \pm 0,04$.

V srpnu byly nejnižší hodnoty IO stanoveny u ryb příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $1,11 \pm 0,04$. Ryby příkrmované pšenicí bez úprav dosáhly hodnoty $1,13 \pm 0,03$ a ryby pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním hodnoty $1,13 \pm 0,04$. Nejvyšší hodnoty IO byly u ryb na přirozené potravě $1,18 \pm 0,04$.

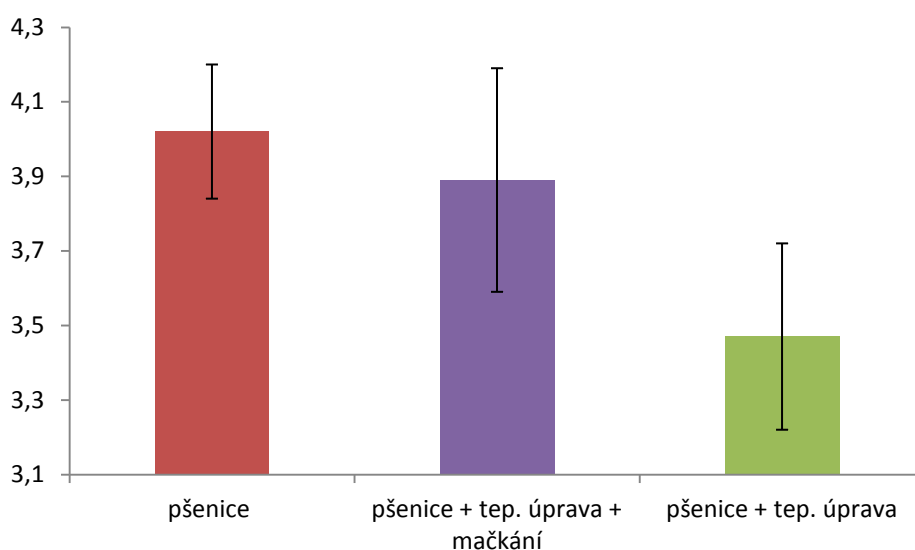
V září byl proveden výlov všech sledovaných skupin. Nejbliže k optimální hodnotě 1 se dostali kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $1,12 \pm 0,03$ a kapři příkrmovaní pšenicí bez úprav $1,12 \pm 0,04$, dále pak kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $1,13 \pm 0,04$. Nejvyšší hodnoty IO dosáhli opět kapři na přirozené potravě $1,19 \pm 0,04$. Průběh hodnot IO zobrazuje graf č. 3.



Graf č. 3: Průběh hodnot indexu obvodu těla (průměr ± směrodatná odchylka) obsádek kapra v experimentálních sádkách.

4.6. Účinnost využití proteinu z krmiva

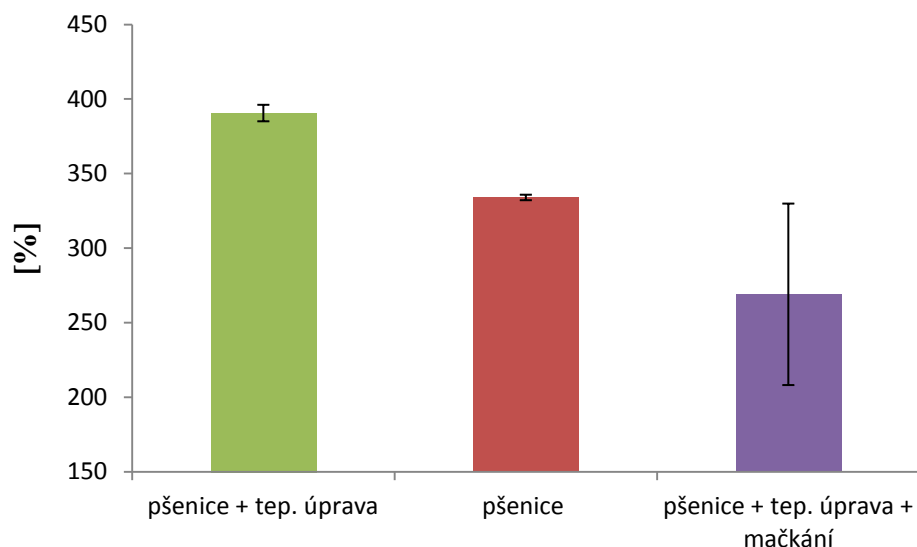
Nejvyšší účinnost využití proteinu z krmiva (dále jen PER) byla dosažena u ryb přikrmovaných pšenice bez úprav $4,02 \pm 0,18$. U ryb přikrmovaných pšenice tepelně upravenou při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byla hodnota PER $3,89 \pm 0,30$. Nejnižší hodnotu PER měla pšenice tepelně upravená při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ $3,46 \pm 0,25$. Nebyly však zjištěny žádné signifikantní rozdíly ($P > 0,05$). Účinnost využití proteinu z krmiva ukazuje graf č. 4.



Graf č. 4: Účinnost využití proteinu z krmiva (PER) na konci experimentu, kdy hodnoty značí průměr \pm směrodatnou odchylku.

4.7. Index retence tuku

Index retence tuku (dále jen LR) byl nejvyšší u kaprů přikrmovaných pšenice tepelně upravenou při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ $390,49 \pm 5,53\%$. U kaprů přikrmovaných pšenice bez úprav byl LR $334,06 \pm 1,85\%$. Nejnižší retence tuku byla stanovena u pšenice tepelně upravené při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $269,08 \pm 60,86\%$. Nebyly však zjištěny žádné signifikantní rozdíly ($P > 0,05$). Index retence tuku u sledovaných skupin je zobrazen v grafu č. 5.



Graf č. 5: Index retence tuku (LR) z aplikovaných krmiv na konci experimentu, kdy hodnoty značí průměr ± směrodatnou odchylku.

4.8. Obsah tuku ve svalovině

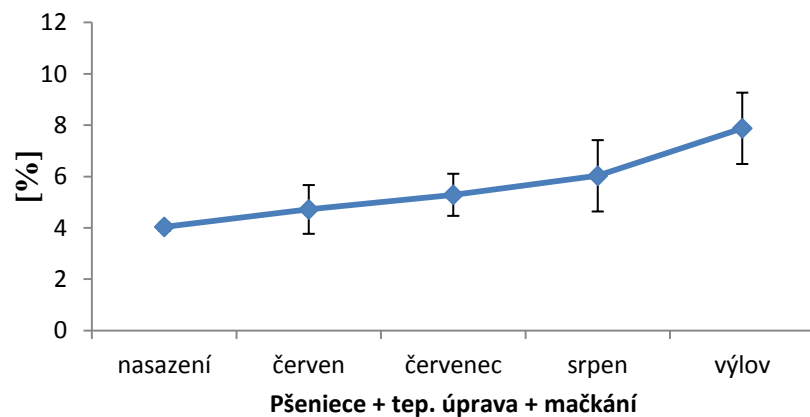
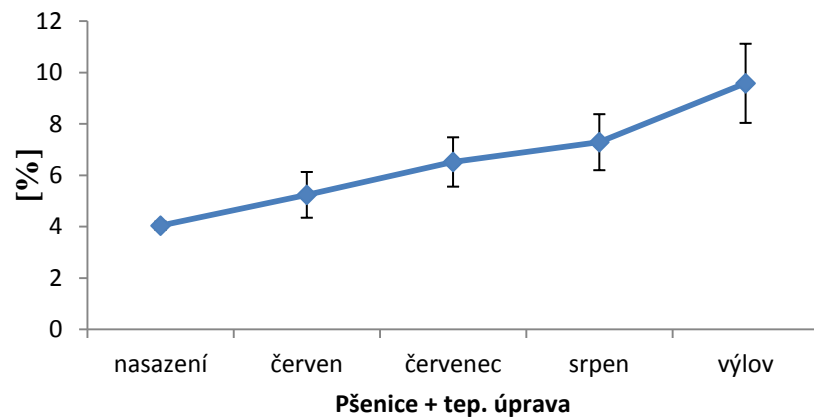
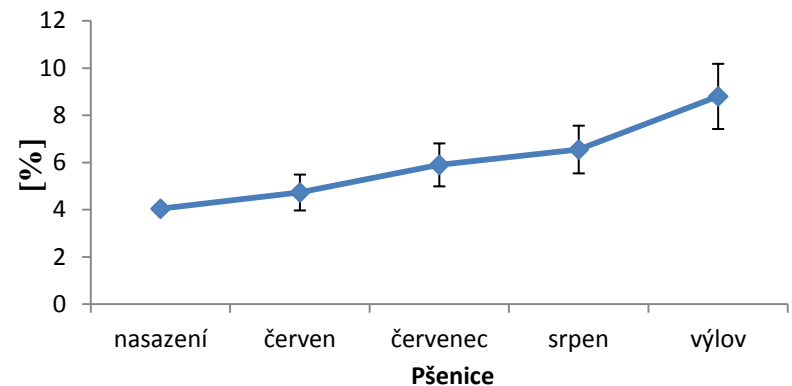
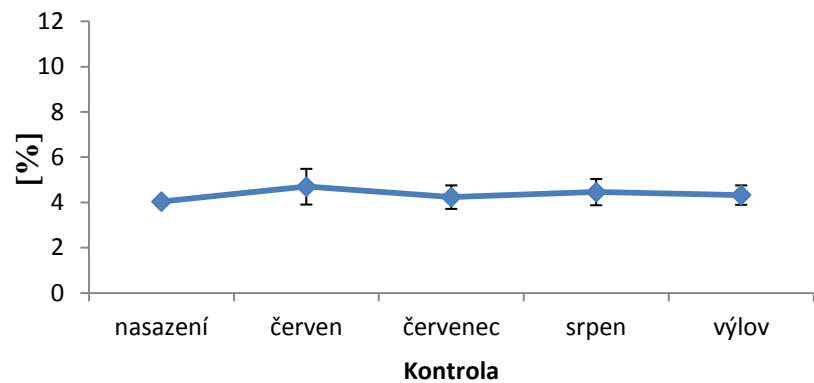
Při nasazení byl průměrný obsah tuku ve svalovině u všech sledovaných skupin kaprů $4,04 \pm 0,16$ %.

V červnu, při prvním měření došlo k navýšení obsahu tuku u všech skupin. Nejvyšší obsah tuku ve svalovině $5,24 \pm 0,76$ % byl zaznamenán u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C. Ostatní skupiny byly velmi vyrovnané. U kaprů příkrmovaných pšenicí bez úprav byl obsah tuku $4,73 \pm 0,76$ %, kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním dosáhli hodnoty $4,72 \pm 0,95$ % a kapři na přirozené potravě $4,70 \pm 0,79$ %.

V červenci bylo zjištěno zvýšení obsahu tuku ve svalovině u všech skupin s výjimkou kontroly. Nejvyšší obsah tuku byl u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $6,52 \pm 0,96$ %. Kapři příkrmovaní pšenicí bez úprav dosáhli hodnoty $5,90 \pm 0,91$ % a kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním hodnoty $5,29 \pm 0,82$ %. U ryb na přirozené potravě došlo k poklesu obsahu tuku na $4,24 \pm 0,52$ %.

V srpnu byl opět nejvyšší obsahu tuku ve svalovině u ryb příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $7,29 \pm 1,09$ %. Následovala skupina ryb příkrmovaných pšenicí bez úprav $6,55 \pm 1,01$ % a ryby příkrmované pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $6,03 \pm 1,39$ %. Nejnižší obsah tuku byl ryb na přirozené potravě $4,46 \pm 0,58$ %.

V září při posledním měření byl zjištěn nejvýraznější nárůst obsahu tuku ve svalovině u všech příkrmovaných skupin kaprů. Nejvyšší hodnota stejně jako v průběhu celého pokusu byla zjištěna u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $9,58 \pm 1,54$ %. Poté následovali kapři příkrmovaní pšenicí bez úprav $8,80 \pm 1,38$ % a kapři příkrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $7,88 \pm 1,39$ %. Nejnižší a statisticky odlišný ($P < 0,05$) obsah tuku ve svalovině měli znovu kapři na přirozené potravě $4,33 \pm 0,43$ %. Průběh obsahu tuku ve svalovině zobrazuje graf č. 6.



Graf č. 6: Průběh obsahu tuku ve svalovině (průměr ± směrodatná odchylka) obsádek kapra v experimentálních sádkách.

4.9. Zooplankton

V průběhu experimentu nebyly v hustotě a složení zooplanktonu v pokusných sádkách pozorovány výrazné statistické rozdíly ($P > 0,05$). Vířníci se prezentovali nízkou průměrnou hustotou (v rozmezí od 4 do 12 ind.l⁻¹) a nízkou druhovou diverzitou (od 2 do 4 druhů ve všech sádkách, především z rodu *Keratella* a *Brachionus*). Ve vzorcích odebraných v červenci se již vířníci nevyskytovali v žádné z pokusných sádek. Nejpočetnější skupinou ve všech vzorcích byli klanonožci, především jejich kopepoditová a naupliová stádia. Ve vzorcích odebraných z kontroly (pouze přirozená potrava) a ze sádek s aplikací pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byla hustota klanonožců 37 ind.l⁻¹ a ve vzorcích odebraných ze sádek s aplikovanou pšenicí bez úprav a pšenicí tepelně upravenou při 100 °C byla hustota klanonožců 44 ind.l⁻¹. U perlooček dosáhli největší hustoty jedinci menší než 0,7 mm (hlavně *Bosmina* a *Daphnia longispina*). Nejnižší hustota těchto drobných perlooček 13 ind.l⁻¹ byla v sádkách s příkrmováním pšenice bez úprav. Nepatrně vyšší hustota 15 ind.l⁻¹ byla u pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním a u kontroly 17 ind.l⁻¹. Nejvyšší hustota 29 ind.l⁻¹ byla u pšenice tepelně upravené při 100 °C. Hustota perlooček větších než 0,7 byla nejnižší u kontroly 7 ind.l⁻¹, následně u pšenice bez úprav 8 ind.l⁻¹ a u pšenice tepelně upravené při 100 °C 9 ind.l⁻¹. U těchto skupin byly rozdíly v hustotě perlooček nepatrné. Nejvyšší hustota perlooček větších než 0,7 (16 ind.l⁻¹) byla pozorována v sádkách s příkrmováním pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním. Průměrná hustota zooplanktonu je zobrazena v tabulce č. 6.

Tab. č. 6: Průměrná hustota zooplanktonu v experimentálních sádkách [ind.l⁻¹].

Zooplankton	Průměr ± směrodatná odchylka			
	Kontrola	Pšenice	Pšenice tep. úprava	Pšenice tep. úprava + mačkání
Rotifera	12 ± 30	4 ± 8	4 ± 7	6 ± 14
Copepoda	37 ± 30	44 ± 36	44 ± 39	37 ± 20
Cladocera	23 ± 28	22 ± 18	37 ± 63	31 ± 16
Celk. zooplankt.	72 ± 61	70 ± 42	86 ± 80	73 ± 40
Cladocera <0.7mm	17 ± 20	13 ± 12	29 ± 63	15 ± 11
Cladocera >0.7mm	7 ± 11	8 ± 8	9 ± 9	16 ± 8
Copepoda >0.7mm	12 ± 12	19 ± 16	18 ± 23	14 ± 12

5. Diskuze

Tento výzkum, který se uskutečnil v roce 2012 na sádkách v Třeboni, byl zaměřen na produkční účinnost upravené pšenice v chovu tržního kapra. Rok 2012 byl mírně teplotně nadprůměrný. V souhrnu všech měsíců byla teplota o 0,7 °C vyšší, než je dlouhodobí normál. V měsících ve kterých se experiment uskutečnil, byla teplota oproti dlouhodobému normálu vyšší o 0,94 °C. Krmný pokus probíhal v měsících květen, červen, červenec, srpen a září. Délka pokusu byla 120 dní. Podobný výzkum již na těchto pokusných sádkách prováděli Urbánek (2006-2009), Hlaváč (2009), Vodárek (2009-2011), Flokovič (2011) a Másílko et al. (2014).

Janeček et al. (1984) v roce 1982 testovali produkční vliv a efektivnost příkrmování pšenice při různě zhuštěných obsádkách K_{1-2} ve hnojených pokusných rybnících. Při obsádce 1000 ks $K_1 \cdot \text{ha}^{-1}$ byla produkce bez příkrmování 480 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, s příkrmováním 830 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a relativním krmným koeficientu (FCE) 0,87. U obsádky 2000 $\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ a stejné spotřebě hnojiv byla produkce 1031 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ s hodnotou FCE 1,41. U obsádky 4000 $\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ a zvýšené spotřebě hnojiv bylo dosaženo produkce 1582 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a FCE 1,84. Tyto výsledky dokazují, že v rybnících s vystupňovanou přirozenou potravou je možné efektivně využít obiloviny i při intenzivním chovu kapra (Janeček, 1983). Podle Szumiece (1976) je možné při použití sacharidových krmiv u rybníků v dobrém hydrotechnickém stavu dosáhnout produkce až 2000-3000 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Másílko et al. (2014) zkoušel tepelně upravené obiloviny na sádkách a na rybnících. Na sádkách byla účinnost konverze krmiva u tepelně upravených obilovin lepší o 9,73 % s přirozenou produkcí v průměru 185 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na rybnících byla účinnost konverze krmiva u tepelně upravených obilovin lepší o 13 % a přirozená produkce byla v průměru 372 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Autoři odůvodňují lepší výsledky konverze krmiva u rybníků vyšší přirozenou produkcí oproti sádkám a dodávají, že tepelné úpravy obilovin s přispěním dostatečného množství přirozené potravy působí pozitivně na přírůstek ryb. Tento názor potvrzuje Behrendt (1982), který uvádí, že obiloviny jsou efektivně tráveny kaprem jen za pomoci nezbytných fermentů obsažených v přirozené potravě. Výskyt přirozené potravy je tedy možné brát jako podmiňující faktor dobrého růstu kaprů. Přirozená potrava umožňuje v rybníčních podmínkách pokrýt podstatnou část nutričních potřeb ryb, neboť je cenným zdrojem aminokyselin, bílkovin, lipidů, mastných kyselina a enzymů (Millamena et., 1990; Munilla-Moran et al., 1990; Pillay, 1990; Evjemo et al., 2001).

S ohledem na tato tvrzení lze předpokládat, že výsledky dosažené na sádkách bez podpory rozvoje přirozené potravy by v případě chovu v rybnících byly o poznání lepší.

Předností tepelných úprav obilovin je zlepšení dostupnosti sacharidů a tím zvýšení jejich stravitelné energie, což je způsobeno zmažováním škrobu při působení vhodných teplot (Gouveia et al., 1991; Fontainhas-Fernandes et al., 1999; Burel et al., 2000; Ratnayake et al., 2002; Svihus et al., 2005; Drew et al., 2007; Sorensen et al., 2009). Davies a Gouveia (2008) testovali tepelně upravený hrách v chovu sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). Ryby krmené tepelně upraveným hrachem dosahovaly v porovnání s neupraveným hrachem vyšších přírůstků a lepší konverze krmiva. Davies a Gouveia (2010) uvádějí, že použitím tepelně upraveného hrachu dochází k signifikantnímu zvýšení přírůstků a zlepšení hodnot SGR u kapra obecného. Másílko et al. (2014) zjistili u obilovin tepelně upravených v kombinaci s mačkáním zlepšení konverze krmiva o 7,93 % a u mačkaných obilovin dokonce o 10,34 % v porovnání s neupravenými obilovinami. Mačkáním dochází k narušení povrch obilných zrn, čímž je mikroorganismům usnadněn přístup do zrna, kde dojde vlivem jejich enzymů k natrávení obsahu zrna a zvýšení využitelnosti krmiva (Zeman, 2002). Urbánek (2009) uvádí, že vhodnými úpravami (např. mačkáním) lze zvýšit produkční účinnost obilovin až o 18 % a snížit rozrůstání obsádky. Pozitivních výsledků u mačkaných obilovin (triticale) dosáhl u většiny sledovaných parametrů (FCR, FCE, FCR/SGR, PER) také Vodárek (2011). Urbánek (2009) ve svém pokusu v roce 2008 na sádkách v Třeboni zjistil nejlepší hodnoty konverze krmiva (FCR) a účinnosti konverze krmiva (FCE) u kaprů přikrmovaných mačkanou pšenicí s řepkou. Naopak hodnoty specifické rychlosti růstu (SGR) byly u kaprů přikrmovaných mačkanou pšenicí s řepkou nejhorší. Negativní vliv vyššího podílu řepky v krmivu na růst ryb potvrdili také Jackson et al. (1982). Lze tedy říci, že řepka přidávaná k mačkané pšenici působila jako inhibitor růstu kaprů a v případě nižšího nebo nulového podílu řepky v krmivu by mačkaná pšenice zajistila ještě lepší produkční výsledky. Hlaváč (2011), který prováděl krmný pokus s upraveným triticale na rybnících v Třeboni uvádí u kaprů přikrmovaných tepelně upraveným triticale a šrotovaným triticale až o 30 % nižší index retence tuku (LR) v porovnání s kapry přikrmovanými triticale bez úprav. Flokovič (2011) testoval upravené triticale na sádkách v Třeboni. Nejnižší obsah tuku ve svalovině 6,43 % byl u kaprů přikrmovaných mačkaným triticale. Na rybnících dospěl k podobným výsledkům také Petr (2009). Oberle et al. (2005) uvádějí, že kapři s obsahem tuku ve svalovině

přesahující 10 % mají prokazatelně nižší kvalitu masa. Tyto uvedené výsledky jsou potvrzeny také v této bakalářské práci, kde tepelně a mechanicky upravená pšenice předčila téměř ve všech ohledech pšenici bez úprav.

Specifická rychlost růstu (SGR) byla nejvyšší u ryb přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $0,63 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1} \pm 0,06$, u pšenice tepelně upravené při 100 °C $0,60 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1} \pm 0,06$, u pšenice bez úprav $0,58 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1} \pm 0,07$ a nejnižší SGR byla u ryb na přirozené potravě $0,23 \pm 0,07$. Eisert (2008) testoval triticales, pšenici a kukuřici na rybnících Rybářství Lomnice nad Lužnicí. V jeho pokusu byla nejvyšší SGR u ryb přikrmovaných kukuřicí $0,51 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$, poté u pšenice $0,46 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ a u triticales $0,45 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Vodárek (2011) ve svém pokusu zkoušel mechanicky upravené triticales na sádkách v Třeboni. Nejlepší výsledky byly u šrotovaného triticales (1,2 mm) s hodnotou SGR $0,86 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. U šrotovaného triticales (1,3 mm) byla SGR $0,84 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$, u triticales šrotovaného (1 mm) $0,82 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$, u triticales šrotovaného (1,1 mm) $0,81 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ a nejnižší hodnota SGR vyšla shodně u triticales mačkaného a triticales bez úprav $0,79 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. V experimentech roku 2012 se tepelná úprava pšenice projevila pozitivně na specifickou rychlost růstu.

Nejvyšší relativní rychlost růstu (RGR) byla dosažena u kaprů přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $109,51 \pm 5,31 \text{ \%}$, kapři přikrmovaní pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním měli RGR $108,16 \pm 0,76 \text{ \%}$ a kapři přikrmovaní pšenicí bez úprav měli RGR $105,40 \pm 7,53 \text{ \%}$. Nejnižší RGR byla u kaprů na přirozené potravě $30,39 \pm 1,10 \text{ \%}$. Hlaváč (2009) testoval v roce 2008 netradiční krmiva v chovu kapra na sádkách v Třeboni. Nejvyšších hodnot RGR dosáhli kapři přikrmovaní žitem bez úprav $111,89 \text{ \%}$ a kapři přikrmovaní řepkou s mačkanou pšenicí $102,78 \text{ \%}$. Výrazně nižší hodnoty byly u ryb přikrmovaných žížalami s mačkaným žitem $71,69 \text{ \%}$ a samotnými žížalami $30,2 \text{ \%}$. Vodárek (2009) prováděl pokusy s mačkanými obilovinami na sádkách Třeboni. Nejvyšší hodnoty RGR zjistil u ryb přikrmovaných triticales bez úprav $124,7 \text{ \%}$, dále pak u mačkaného žita $119,6 \text{ \%}$, u mačkaného triticales 117 \% a u žita bez úprav byla hodnota RGR $111,9 \text{ \%}$. Nejnižší a téměř stejné hodnoty RGR byly zjištěny u mačkaného ječmene $104,3 \text{ \%}$ a u ječmene bez úprav $104,19 \text{ \%}$. V daném sledování se tepelná úprava pšenice včetně mačkání projevila pozitivně na relativní rychlost růstu.

Koeficient konverze krmiva (FCR) byl nejnižší u kaprů přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $2,17 \pm 0,17$, dále pak u pšenice tepelně upravené při 100 °C $2,32 \pm 0,16$ a u pšenice bez úprav byl FCR $2,38 \pm 0,10$. Petr (2009) prováděl výzkum na rybnících v Třeboni, zaznamenal nejnižší koeficient konverze krmiva u mačkaného žita 1,66 a poté u žita bez úprav 1,72. Nejvyšší hodnoty FCR dosáhlo mačkané triticales 2,10. Przybyl a Mazurkiewicz (2004) ve své práci uvádějí nejnižší hodnotu FCR u žita 1,43 a nepatrně vyšší u pšenice 1,44, dále následuje triticales 1,46 a nejvíce zaostal ječmen s hodnotou FCR 1,50. Projevil se pozitivní vliv tepelné úpravy a mačkání pšenice na její konverzi.

Nejlepší účinnost konverze krmiva (FCE) vykazovala pšenice tepelně upravená při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $0,47 \pm 0,04$, poté pšenice tepelně upravená při 100 °C $0,44 \pm 0,04$ a nakonec pšenice bez úprav $0,43 \pm 0,02$. Vodárek (2009) zjistil nejvyšší FCE u triticales bez úprav 0,48, u mačkaného žita a mačkaného triticales vyšly hodnoty FCE shodně 0,47 a u žita bez úprav 0,46. Nejnižší hodnoty FCE byly u ječmene bez úprav 0,40 a u mačkaného ječmene 0,41. Nižší produkční účinnost ječmene pro kapra potvrdili také Viola a Ariela (1983). Tepelná úprava a mačkání měly příznivý vliv na účinnost konverze obilovin.

Poměr mezi hodnotami FCR a SGR byl nejnižší u kaprů přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $3,49 \pm 0,47$, dále pak u kaprů přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $3,90 \pm 0,41$ a nejvyšší hodnota byla u kaprů přikrmovaných pšenicí bez úprav $4,14 \pm 0,34$. Urbánek (2009) ve svém pokusu v roce 2006 na rybníční soustavě Naděj, zjistil nejnižší hodnotu poměru mezi FCR a SGR u kaprů přikrmovaných kukuřicí 2,53. U triticales byl tento poměr 3,03 a u žita 3,58.

Nejlepší kondiční stav byl u ryb přikrmovaných pšenicí bez úprav s hodnotou Fultonova koeficientu (FK) $3,29 \pm 0,17$ a u ryb přikrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C s totožnou hodnotou FK $3,29 \pm 0,20$. U pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byl FK $3,20 \pm 0,19$ a nejnižší hodnota FK $2,93 \pm 0,21$ byla u ryb na přirozené potravě. Flokovič (2011) uvádí nejvyšší hodnoty FK u kaprů přikrmovaných triticales bez úprav 3,65, u triticales tepelně

upraveného při 100 °C 3,55 a u mačkaného triticales 3,50. Hůda (2009) zjistil u kaprů příkrmovaných pšenicí bez úprav hodnotu FK $3,36 \pm 0,48$.

Index obvodu těla (IO), který se nejvíce přibližoval k optimální hodnotě 1, byl vypočítán u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $1,12 \pm 0,03$ a u kaprů příkrmovaných pšenicí bez úprav $1,12 \pm 0,04$. U pšenicí tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byl IO $1,13 \pm 0,04$. Nejvyšší hodnoty IO dosáhli kapři na přirozené potravě $1,19 \pm 0,04$. Petr (2009) zjistil nejlepší hodnotu IO u mačkaného žita 1,06. U žita bez úprav činil IO 1,08 a u mačkaného triticales 1,10.

Nejvyšší účinnosti využití proteinu z krmiva (PER) dosáhli kapři příkrmovaní pšenicí bez úprav $4,02 \pm 0,18$, druhá nejvyšší hodnota PER byla u pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $3,89 \pm 0,30$ a nejnižší hodnota PER byla u pšenice tepelně upravené při 100 °C $3,46 \pm 0,25$. Z nižšího využití proteinu po tepelné úpravě pšenice nelze prozatím učinit objektivní závěry. Urbánek (2009) ve svém krmném pokusu v roce 2008 na sádkách v Třeboni zjistil nejvyšší hodnotu PER u kaprů příkrmovaných mačkaným žitem 4,77 a žitem bez úprav 4,68. U triticales bez úprav byla hodnota PER 3,99, následovalo mačkané triticales 3,90 a mačkaný ječmen 3,25. Nejnižší hodnotu PER měl ječmen bez úprav 3,16. Ščerbina (1984) uvádí, že pro ryby je nejlépe stravitelný protein pšenice a ječmene, hůře stravitelný je potom protein ovsu a žita.

Nejvyšší index retence tuku (LR) byl stanoven u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $390,49 \pm 5,53$ %, u pšenice bez úprav byl LR $334,06 \pm 1,85$ % a nejnižší LR měla pšenice tepelně upravená při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $269,08 \pm 60,86$ %. Hlaváč (2011) prováděl v roce 2009 krmný pokus s upraveným triticales na rybnících v Třeboni. Nejvyšší LR měli kapři příkrmovaní triticales bez úprav 328,89 %, u kaprů krmených šrotovaným triticales byl LR 238,75 % a nejnižší LR byl triticales tepelně upraveného 230,66 %.

Obsah tuku ve svalovině byl nejvyšší u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C $9,58 \pm 1,54$ %, poté u kaprů příkrmovaných pšenicí bez úprav $8,80 \pm 1,38$ % a u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C

v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $7,88 \pm 1,39$ %. Nejnižší obsah tuku ve svalovině měli kapři na přirozené potravě $4,33 \pm 0,43$ %. Flokovič (2011) zjistil nejvyšší obsah tuku ve svalovině u kaprů přikrmovaných triticales tepelně upraveným při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ $7,42$ % u triticales bez úprav byl obsah tuku $6,59$ % a u mačkaného triticales byl obsah tuku $6,43$ %. Petr (2009) zaznamenal nejvyšší obsah tuku u kaprů přikrmovaných mačkaným žitem $8,14$ %, kapři přikrmovaní žitem bez úprav měli obsah tuku $7,71$ % a kapři přikrmovaní mačkaným triticales měli $6,69$ %.

Nejnižší náklady na 1 kg přírůstku byly u pšenice bez úprav $11,88 \pm 0,53$ Kč a jen nepatrně vyšší náklady byly u pšenice tepelně upravené při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním $11,94 \pm 0,93$ Kč. Nejvyšší náklady na 1 kg přírůstku byly vypočteny u pšenice tepelně upravené při $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ $12,39 \pm 0,87$ Kč. Urbánek (2009) ve svém experimentu v roce 2008 na sádkách v Třeboni dosáhl u mačkaných obilovin nejnižších nákladů na 1 kg přírůstku u mačkaného žita $11,83$ Kč. U mačkaného triticales činily náklady $11,98$ Kč a u mačkaného ječmene $12,23$ Kč. Problematika nákladů je závislá na řadě faktorů spojených nejenom s tepelnou úpravou, ale souborem výdajů souvisejících s nakládáním s krmivem.

6. Závěr

- Použití tepelně a mechanicky upravené pšenice v polointenzivním chovu kapra vedlo k prokazatelnému zlepšení produkčních ukazatelů a zvýšení přírůstků ryb v řádu několika procent oproti neupraveným obilovinám.
- Nejlepších výsledků u sledovaných produkčních ukazatelů jako je koeficient konverze krmiva (FCR), účinnost konverze krmiva (FCE), specifická rychlost růstu (SGR) a obsah tuku ve svalovině bylo dosaženo pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním. Nižší hodnoty produkčních ukazatelů měla pšenice tepelně upravená při 100 °C a nejnižší produkční účinnost vykazovala pšenice bez úprav.
- Hodnoty kondičních a exteriérových ukazatelů (IO, FK) prokázaly, že všichni příkrmovaní kapři byli v průběhu celého pokusu v dobrém kondičním stavu, na rozdíl od obsádek kapra na přirozené potravě v kontrolních obsádkách.
- Zlepšení jak produkčních, tak i kondičních ukazatelů při podávání tepelně a mechanicky upravené pšenice nemělo negativní vliv na obsah tuku ve svalovině při účinnější konverzi sacharidů a proteinů.
- Důležitým aspektem v závěrečném hodnocení je také cena krmiva. Nejnižší náklady na 1 kg přírůstky byly vypočteny u pšenice bez úprav, ovšem náklady na 1 kg přírůstku u upravené pšenice, především pak u pšenice tepelně upravené při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním byly téměř srovnatelné.
- Pšenice tepelně upravená při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním, ale i pšenice tepelně upravená při 100 °C se jeví jako velmi perspektivní krmivo pro chov tržního kapra. Je nutné dodat, že dosažené výsledky jsou do jisté

míry ovlivněny nízkou hustotou zooplanktonu a téměř nulovým výskytem zoobentosu. V případě aplikace takto upravených krmiv do rybníků lze očekávat zvýšení produkčních výsledků a tím i snížení nákladů na 1 kg přírůstku.

- Lze také očekávat, že tepelné a mechanické zpracování krmných obilovin před jejich použitím v kaprových rybnících může přispět ke snížení zatížení životního prostředí rybníka o nestrávené nebo špatně strávené doplňkové krmivo díky vyšší stravitelnosti a tím i ulehčit živinové bilanci rybníků.

7. Seznam použité literatury

- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. JČU České Budějovice, fakulta Rybářství a ochrany vod, Vodňany, 350 s.
- Adámek, Z., Linhart, O., Kratochvíl, M., Flajšhans, M., Randák, T., Policar, T., Masojídek J., Kozák, P., 2012. Aquaculture the Czech Republic in 2012: Modern European prosperous sector based on thousand-year history of pond culture. *Aquaculture Europe*, 37 (2), 5-14 s.
- Alacrón, F.J., Moyano, F.J., Diaz, M., 1999. Effect of inhibitors present in protein sources on digestive proteases of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). *Aquatic Living Resources*, 12, 233-238 s.
- Anderson, R.L., Wolf, W.J., 1995. Compositional changes in trypsin inhibitor, phytic acid, saponins and isoflavones to soybean processing. *Journal of Nutrition*, 125, 581-588 s.
- Anton-Pardo, M., Adámek, Z., 2014. The role of zooplankton in carp pond management. A review. *Journal of Applied Ichthyology*, submitted.
- 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 s.
- Behrendt, A., 1982. Feeding key to carp profitability. *Fish Farmer*, 3 (3), 20-25 s.
- Bogut, I., Has-Schön, E., Adámek, Z., Hajković, V., Galović, D., 2007. *Chironomus plumosus* larvae – a suitable nutrient for freshwater farmed fish. *Agriculture*, 13, 159-162 s.
- Boyd C.E., Tucker C.S. 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer academic publishers, Boston, USA, 700 s.
- Burel, C., Boujard, T., Corraze, G., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Mol, K.A., Van der Geyten, S., Kuhn, E.R., 1998. Incorporation of high levels of extruded lupin in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Nutritional value and effect on toroid status. *Aquaculture*, 163, 325-345 s.

- Burel, C., Boujard, T., Tulli, F., Kaushik, S.J., 2000. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 188, 285–298 s.
- Cirkovic, M., Jovanovic, B., Maletin. S., 2002. *Ribarstvo*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 197-213 s.
- Cornell, H.J., Hovering, A.W., Chryss, A., Rogers, M., 1994. Particle-size distribution in wheat-starch and its importance in processing. *Starch-Stärke*, 46, 203-207 s.
- Čermák, B., Kadlec, J., 1999. *Krmivářství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 111 s.
- Ćirić, M., Subakov-Simić, G., Dulić, Z., Bjelanović, K., Čičivački, S., Marković, Z., 2013. Effect of supplemental feed type on water quality, plankton and benthos availability and carp (*Cyprinus carpio L.*) growth in semi-intensive monoculture ponds. *Aquac Res* doi: 10.1111/are.12230.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. *Rybníkářství*. Informatorium, Praha, 306 s.
- Davies, S.J., Gouveia, A., 2008. Enhancing the nutritional value of pea seed meals (*Pisum sativum*) by thermal treatment or specific isogenic selection with comparison to soybean meal for African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*, 283, 116–122 s.
- Davis, S.J., Gouveia, A., 2010. Response of common carp fry fed diets containing a pea seed meal (*Pisum sativum*) subjected to different thermal processing methods. *Aquaculture*, 305, 117-123 s.
- Degani, G., Yehuda, Y., Viola, S., 1997. The digestibility of nutrient sources for common common carp (*Cyprinus carpio L.*). *Aquaculture Research*, 28 (8), 575-580 s.
- Dendy, D., Dobraszczyk, B., 2001. *Cereals and Cereals Products. Chemistry and Technology*. Aspen Publishers, Gaithersburg, 429 s.
- Doležal, P., Zeman, L., Kopřiva, A., 2006. Konzervace a úpravy krmiv. In: Zeman, L., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., et al. (Editors), *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. Profi Press, 161-187 s.

- Drew, M.D., Borgeson, T.L., Thiessen, D.L., 2007. A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in finfish. *Animal Feed Science and Technology*, 138, 118–136 s.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. *Obecné rybářství*. Informatorium, Praha, 308 s.
- Dulic, Z., Stankovic, M., Raskovic, B., Spasic, M., Ciric, M., Grubisic, M., Markovic, Z., 2011. Role and significance of zooplankton in semi-intensive carp production. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, 66-71 s.
- Edmondson, W.T., 1964. Reproductive rates of planktonic rotifers as related of food and temperature in nature. *Ecological Monographs*, 35, 61-111 s.
- Edwards, P., 2007. Pilgrimage to traditional carp pond culture in Central Europe. *Aquacult Asia*, 12 (4), 28-34 s.
- Eisert, Z., 2008. Využití obilovin k příkrmování kapra na rybnících Rybářství Lomnice nad Lužnicí. Diplomová práce, JČU České Budějovice, 63 s.
- Evjemo, J.O., Reitan, K.I., Olsen, Y., 2001. Copepods as a food source in first feeding of marine fish larva. In: Hendry, C.I., Vanstappen, G., Wille, M., Sorgeloos, P. (Eds.), *Larvi'01 - Fish and Shellfish Larviculture Symposium*, European Aquaculture Society. Special Publication, vol. 30. European Aquaculture Society, Oostende, Belgium, 190-191 s.
- Faina, R., 1983: Využití přirozené potraviny kaprem v rybnících. Edice metodik VÚRH Vodňany č. 8, 15 s.
- Flokovič, O., 2011. Kondiční ukazatel v chovu tržního kapra v poloprovozních pokusech na sádkách v Třeboni, Bakalářská práce, JČU České Budějovice, 38 s.
- Fontainhas-Fernandes, A., Gomes, E., Reis-Henriques, M.A., Coimbra, J., 1999. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. *Aquaculture International*, 7, 57–67 s.
- Friedman, M., 1996. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44, 6-29 s.

- Garcia-Ortega, A., Verreth, J.A.J., Coutteau, P., Segner, H., Huisman, E.A., Sorgeloos, P., 1998. Biochemical and enzymatic characterization of decapsulated cysts and nauplii of the brine shrimp *Artemia* at different developmental stages. *Aquaculture*, 161, 501-514 s.
- Glencross, B.D., Booth, M., Allen, G.L., 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture Leeds. *Aquaculture Nutrition*, 13, 17-34 s.
- Gouveia, A., Oliva Teles, A., Gomes, E., Rema, P., 1991. Effect of cooking/expansit of three legume seeds on growth and food utilization by rainbow trout. In: Kaushik, S., J., Luquet, P. (Eds.), *Fish Nutrition in Practice. Les Colloques 61*. INRA Editions, Paris, 933–938 s.
- Hartman, P., Příkryl, I., Štědranský, E., 1998. *Hydrobiologie. Informatorium*, Praha, 335 s.
- Hartman, P., 2012. Výživa rybníční biocenózy organickými hnojivy. *Edice metodik FROV JCU* č. 127, 35 s.
- Hartman, P., 2013. Šetrný způsob vápnění rybníků. *Edice metodik FROV JCU* č.73, 18 s.
- Hendricks, J.D., Bailey, G.S., 1989. Adventitious toxins. In: J.E. Halver, (Editor), *Fish Nutrition*, Academic Press, London, 605-651 s.
- Hepher, B., 1979. Supplementary diets and related problems in fis culture. *Proc. World Symp. On Finfish Nutrition and Fishfeed. Technology, Vol I. Hamburg*.
- Hlaváč, D., 2009. Možnosti využití netradičních krmiv v chovu kapra. *Bakalářská práce, JČU České Budějovice*, 48 s.
- Hlaváč, D., 2011. Vliv úpravy krmiv na produkční ukazatele v chovu tržního kapra na rybnících Rybářství Třeboň, *Diplomová práce, JČU České Budějovice*, 101 s.
- Hlaváč, D., Adámek, Z., Hartman, P., Másílko, J., 2014. Effects of supplementary feeding in carp ponds on discharge water quality - a review. *Aquaculture International*, 22, 299–320 s.

- Hofer, R., Sturmbauer, C., 1985. Inhibitor of trout and carp α -amylase by wheat. *Aquaculture*, 48, 277-283 s.
- Horváth, L., Tamás, G., Seagrave, C., 1992. *Carp and Pond Fish Culture*. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications Ltd., UK, 154 s.
- Hůda, J., 2009. Cereals efficiency in market carp farming. [in Czech]. Ph.D. Thesis. University of South Bohemia, 159 s.
- Chakrabarti, R., Sharma, J.G., 1998. Influence of management protocols on carp growth under nursery conditions: relative importance of food and water quality. *Aquaculture International*, 6, 293-301 s.
- Jackson, A.J., Capper, B.S., Matty, A.J., 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, 27, 97- 109 s.
- Janeček, V., Příkryl, I., 1982. Chov násadových a tržních kaprů v intenzifikačních rybnících. Metodika č.2, VÚRH Vodňany, 16 s.
- Janeček, J., 1983. Přikrmování ryb ve vazbě na přirozenou produkci rybníků. Ve: Využívání oteplených vod v rybářství (Výživa a krmění ryb). ČSVTS - Dům techniky České Budějovice, 80-88 s.
- Janeček, V., Příkryl, I., Kepr, T., 1984. Produkční vliv a efektivnost přikrmování pšenicí při různě zhuštěných obsádkách kapra K₁₋₂. Bulletin VÚRH Vodňany, 20 (1), 3-11 s.
- Janeček, V., Příkryl, I., 1992. Polykulturní obsádky kapra s býložravými rybami a línem. Edice metodik č. 38, VÚRH – Jihočeská univerzita Vodňany, 16 s.
- Jirásek, J., Mareš, J., Zeman, L., 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, MZe ČR a Komise výživy a krmění hospodářských zvířat ČAZV Praha, 68 s.
- Jobling, M., Gomes, E., Dias, J., 2001. Feed Types, Manufacture and Ingredients. In: D., Houlihan, T., Boujard, M., Jobling, (Editors), *Food Intake in Fish*. Blackwell Science, Oxford, UK, 25-48 s.

- Kaushik, S., Preface, 1995. Fish nutrition in practice. Practice. Proceedings of the IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, 24-27 June, Bairritz, France, INRA Les Colloques, n 61. Institut National De LA recherche Agronomique, Paris, 15-16 s.
- Kibria, G., Nuggeoda, D., Fairclough, R., Lam., P., Bradly, A., 1997. Zooplankton: its biochemistry and significance in aquaculture. *Aquabyte*, 20, 8-14 s.
- Kloskowski, J., 2011. Differential effects of age-structured common carp (*Cyprinus carpio*) stocks on pond invertebrate communities: implications for recreational and wildlife use of farm ponds. *Aquaculture International*, 19, 1151-1164 s.
- Kopřiva, A., Barančic, F., Doležal, P., Dudáš, F., Prudil, S., Přikryl, J., Štencl, J., Zeman, L., 1992. Konzervace, skladování a úpravy krmiv. Vysoké škola zemědělská v Brně, 105 s.
- Krogdahl, A., Hemre, G-I., Mommsen, T.P., 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*, 11, 103-122 s.
- Kučerová, J., 1999. Bílkovinné frakce triticales. Dokt. disert., MZLU Brno, 159 s.
- Lekeš, J., Čapek, J., Hlava, E., Hýža, V., Ulmann, L., Vaňková, M., 1990. Žito. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 244 s.
- Liener, I.E., 1994. Implication of antinutritional components in soybean fous. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 31-67 s.
- Macrae, R., Robinson, R.K., Sadler, M.J., 1993. *Encyclopaedia of Food Science. Food Technology and Nutrition*. Academic Press, London.
- Marković, Z., Dulić, Z., Živić, I., Mitrović-Tutudžić, V., 2009. Influence of abiotic and biotic environmental factors on weight gain of cultured carp on carp farm. *Archives of Biological Sciences, Belgrade*, 61 (1), 113-121 s.
- Másílko, J., Urbánek, M., Hartvich, P., Hůda, J., 2009. Efektivní příkrmování mechanicky upravenými obilovinami v chovu tržních kaprů na rybářství Třeboň a.s. *Edice metodik č. 98, Vodňany*, 11 s.

- Másílko, J., Hartvich, P., 2010. Utilization of modified cereals in market carp farming (a review). Bulletin VÚRH Vodňany, 46 (2), 35-43 s.
- Másílko, J., Hlaváč, D., Hartman, P., Bláha, M., Hartvich, P., Hůda, J., Všetičková, L., 2014. Příkrmování kapra upravenými obilovinami. Edice metodik FROV JCU, 143, 33 s.
- Matěna, J., 1982. Rozvoj bentosu v planktonních a plůdkových rybnících. Bulletin VÚRH Vodňany, 4, 10-15 s.
- Mazurkiewicz, J., Przybyl, A., Czyzak-Runowska, G., Lyczynski, A., 2011. Cold-pressed rapeseed cake as a component of the diet of common carp (*Cyprinus Carpio*): effects on growth, nutrient utilization, body composition and meat quality. Aquaculture Nutrition, 17, 387-394 s.
- Melcoin, J.P., Van der Poel, A.F.B., 1993. Process technology and antinutritional factors: principles, adequacy and process optimization. In: A.F.B. Van der Poel, J. Huisman, H.S. Saini (Editors), Recent Advances in Antinutritional Factors in Legume Seeds, EAAP Publication, Wageningen, Netherlands, 419-434 s.
- Millamena, O.M., Penaflores, V.D., Subosa, P.F., 1990. The macronutrient composition of natural food organisms mass cultured as larval feed for fish and prawns. The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgah, 42 (3), 77-83 s.
- Mitra, G., Mukhopadhyay, P.K., Ayyappan, S., 2007. Biochemical composition of zooplankton community grown in freshwater earthen ponds. Nutritional implication in nursery rearing of fish larvae and early juveniles. Aquaculture, 272, 346-360 s.
- 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, 615-623 s.
- Mráz, J., Máchová, J., Kozák, P., Picková, 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 s.
- Munilla-Moran, R., Starch, J.R., Barbout, A., 1990. The role of exogenous enzymes in digestion in cultured turbot larvae (*Scophthalmus maximus L.*). Aquaculture, 88, 337-350 s.

- Nunn, A.D., Harvey, J.P., Cowx, I.G., 2007. The food and feeding relationships of larval and 0+year juvenile fishes in lowland rivers and connected waterbodies. I. Ontogenetic shifts and interspecific diet similarity. *Journal of Fish Biology*, 70, 726-742 s.
- Nunn, A.D., Tewson, L.H., Cowx, I.G., 2012. The foraging ecology of larval and juvenile fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22, 377-408 s.
- Oberle, M., Schwarz, F.J., Kirchgessner, M., 1997. Growth and carcass quality of carp fed. *Aquaculture*, 655-666 s.
- Oberle, M., Schwarz, F.J., Kirchgessner, M., 2005. Wachstum und Schlatkörperqualität von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) bei verfütterung von verschiedenen getreidearten. Lupinen oder zooplankton. *Archives of Animal Nutrition*, 50, 75-86 s.
- Párová, J., 1981. Intenzivní odchov násadových a tržních ryb v rybnících, plovoucích klecích a speciálních odchovných zařízeních s využitím oteplených vod. Zpráva DÚ C 11-329-111-02, VÚVZ Pohorelice, 27 s.
- Pechar, L., Přikryl, I., Faina, R., 2002. Hydrobiological evaluation of Třeboň fishponds since the end of the nineteenth century In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L., (eds). *Freshwater wetlands and their sustainable future*. Paris, 31-61 s.
- Peng, M., Gao, M., Abdel-Aal, E.S. M., Hucl, P., Chibbar, R.N., 1999. Separation and characterization of A- and B-type starch of granules in wheat endosperm. *Cereal Chemistry*, 76, 375-379 s.
- Petr, J., Beneš, F., Lachman, J., Martínek, P., Mudřík, Z., Poláčková, J., Příhoda, J., Říha, K., Váňová, M., 2008. *Žito a triticales*. Profi Press, Praha, 192 s.
- Petr, M., 2009. Hodnocení produkčních ukazatelů při odchovu tržního kapra v rybnících. *Bakalářská práce, JČU České Budějovice*, 33 s.
- Pillay, T.V.R., 1990. *Aquaculturen - Principles and Practices*. Fishing New Books, London, UK.

- Potužák, J., Pechar, L., 2006. Zpráva o výsledcích hydrochemického a hydrobiologického sledování experimentálních rybníků v sezónách 2005. LAE, ZF JCU, 19 s.
- Potužák, J., Hůda, J., Pechar, L., 2007. Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds – impact of zooplankton structure. *Aquaculture International*, 15 (3-4), 201-210 s.
- Potužák, J., 2009. Plankton and trophic interactions in hypertrophic fish ponds. Ph.D.Thesis. University of South Bohemia, 137 s.
- Prugar, J., Burešová, I., Nedělník, J., Bradová, J., Pelikán, M., Psota, V., Bárta, J., 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, a. s. ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 327 s.
- Przybyl, A., 1999. Technological processes of fish feeds production (in Polish). *Zaklad Upowszechniania Postepu IRŚ Olsztyn*.
- Przybyl, A., Mazurkiewicz, J., 2004. Nutritive value of cereals in Leeds common carp (*Cyprinus Carpio L.*), *Czech Journal of Animal Science*, 49 (7), 307-314 s.
- Raeker, M.O., Gaines, C.S., Finney, P.L., Donelson, T., 1998. Granule size distribution and chemical composition of barches from 12 soft wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 75 (5), 721-728 s.
- Ratnayake, W.S., Hoover, R., Warkentin, T., 2002. Pea starch. Composition, structure and properties - a review. *Starch*, 54, 217–234 s.
- Refstie, S., Storebakken, T., Roem, A.J., 1998. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. *Aquaculture*, 162, 301-312 s.
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socorro, J., Vergara, J.M., Montero, D., Fernandez Palacios, H., 1995. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implications. *Aquaculture*, 130, 219-233 s.

- Sadowski, J., Trzebiatowski, R., 1995. Fish Leeds. Pashe Polskie, 110-188 s.
- Sharma, J.G., Chakrabarti, R., 1999. Larval rearing of common carp *Cyprinus carpio*, A comparison between natural and artificial diets under three stocking densities. Journal of the World Aquaculture Society, 30, 490-495 s.
- Sorensen, M., Stjepanovic, N., Romarheim, O.H., Krekling, T., Storebakken, T., 2009. Soybean meal improves the physical quality of extruded fish diets. Animal Feed Science and Technology, 149, 149–161 s.
- Splítek, M., 1995. Krmivářské suroviny. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 55 s.
- Steffens, W., 1985. Industrialnyje metody vyraščivaniya ryby. Agropromizdat, Moskva, 384 s.
- Striegl, M., Žídková, D., 1993. Základy pěstování krmného ječmene. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, 58 s.
- Svihus, B., Uhlen, A.K., Harsted, O.M., 2005. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: a review. Animal Feed Science and Technology, 122, 303-320 s.
- Szumiec, J., 1976. Some experiments on intensit farming of common carp in Poland. FAO Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 2-5 s.
- Ščerbina, M.A., 1984. Izučeniye piščevaritelnykh processov u kapra *Cyprinus carpio* L. (*Cyprinidae*). Soobščenie II. Vsasyvanie azotsodernaščich věščestv i aminokislot v kišečnike dvuchletnich kaprov při pitanii zlakovymi i bobovymi. Voprosy ichtyologii, 24 (5), 803-813 s.
- Šolcová, M., 1994. Základy pěstování triticales. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, 39 s.
- Špaldon, E., Bechyně, M., Fábry A., Fuciman, L., Holovlaský, J., Kováčik A., Petr, J., Petrová, A., Skládal, V., Šinom, J., 1963. Rostlinná výroba 1. Státní zemědělské nakladatelství v Praze ve spolupráci s Ústavem vědeckotechnických informací MZLVH, 676 s.

- Tacon, A.G.J., Jackson, A.J., 1985. Utilisation of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: C.B. Cowey, A.M. Mackie, J.G. Bell (Editors), Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, London, 119-145 s.
- Turk, M., 1995. Croatian freshwater fisheries in 1994. Ribarstvo, Zagreb, 53 (3), 105-118 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, 11-519 s.
- Verreth, J., Storch, V., Segner, H., 1987. A comparative study on the nutritional quality of decapsulated Artemia cysts, micro-encapsulated egg diets and enriched dry feeds for *Clarias gariepinus* (Burchell) larvae. Aquaculture, 63, 269-282 s.
- Viola, S., Ariely, Y., 1983. Evaluation of different grains as basic ingredients in complete feeds for carp and tilapia in intensive culture. Bamidgah, 35 (4), 38-43 s.
- Vodárek, M., 2009. Produkční ukazatele v pokusném odchovu tržního kapra na sádkách. Bakalářská práce, JČU České Budějovice, 45 s.
- Vodárek, M., 2011. Využití mechanicky upravených krmiv v polointenzivním chovu tržního kapra, Diplomová práce, JČU České Budějovice, 79 s.
- Weber, M.J., Brown, M.L., 2009. Effects of *Common Carp* on Aquatic Ecosystems 80 Years after "Carp as a Dominant", Ecological Insights for Fisheries Management. Reviews in Fisheries Science, 17, 524-537 s.
- Wieniawski, J., 1983. Żywienie karpia. Gospodarka rybna, 35 (6), 18 s.
- Woynarovich, A., Moth-Poulsen, T., Peteri, A., 2010. Carp polyculture in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia: a manual. F.F. a A.T. Paper, Rome, 73 s.

Zajíc, T., Mzáz, J., Sampels, S., Picková, 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 s.

Zeman, L., 2002. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 63-64 s.

8. Seznam použitých zkratek

ANOVA	- Statistické jednocestná metoda
BNVL	- Bezdušikáté látky výtažkové
FCE	- (Food Conversion Efficiency), převrácená hodnota FCR
FCR	- (Food Conversion Ratio), ukazatel konverze krmiva
FK	- Fultonův koeficient
HTST	- (High Temperature Short Time), metoda hygienizace obilovin
IO	- Index obvodu těla
K _{1,2,3}	- Označení věkové skupiny kapra, popř. stádia jeho chovu
LR	- (Lipid Retained), index retence tuku
NL	- Dusíkaté látky
PER	- (Protein Efficiency Ratio), ukazatel využití proteinu z krmiva
RGR	- (Relative Growth Rate), relativní rychlost růstu
SGR	- (Specific Growth Rate), specifická rychlost růstu
TŠ	- Třeboňský kapr šupinatý

9. Seznam tabulek a grafů

- Tabulka č. 1: Chemické složení těla *Daphnia magna* a larev *Chironomus plumosus*.
- Tabulka č. 2: Chemické složení jednotlivých krmiv pro kapra.
- Tabulka č. 3: Chemické složení testovaných krmiv.
- Tabulka č. 4: Chemismus vody (průměr ± směrodatná odchylka) v experimentálních sádkách.
- Tabulka č. 5: Hodnoty produkčních ukazatelů na sádkách v Třeboni v roce 2012.
- Tabulka č. 6: Průměrná hustota zooplanktonu v experimentálních sádkách.
-
- Graf č. 1: Průměrné individuální hmotnosti (průměr ± směrodatná odchylka) kaprů v průběhu experimentu.
- Graf č. 2: Průběh hodnot Fultonova koeficientu (průměr ± směrodatná odchylka) obsádek kapra v experimentálních sádkách.
- Graf č. 3: Průběh hodnot indexu obvodu těla (průměr ± směrodatná odchylka) obsádek kapra v experimentálních sádkách.
- Graf č. 4: Účinnost využití proteinu z krmiva (PER) na konci experimentu.
- Graf č. 5: Index retence tuku (LR) z aplikovaných krmiv na konci experimentu.
- Graf č. 6: Průběh obsahu tuku ve svalovině (průměr ± směrodatná odchylka) obsádek kapra v experimentálních sádkách.

10. Přílohy

Příloha č. 1: Pokusné sádky

Příloha č. 2: Měření délky těla

Příloha č. 3: Odběr vzorků zooplanktonu

Příloha č. 4: Pšenice tepelně upravená

Příloha č. 5: Pšenice tepelně upravená a mačkaná



Příloha č. 1: Pokusné sádky



Příloha č. 2: Měření délky těla



Příloha č. 3: Odběr vzorků zooplanktonu



Příloha č. 4: Pšenice tepelně upravená



Příloha č. 5: Pšenice tepelně upravená a mačkaná

10. Abstrakt

Cílem této práce bylo ověření produkční účinnosti tepelně a mechanicky upravené pšenice v porovnání s neupravenou pšenicí v chovu tržního kapra na sádkách v Třeboni. Krmný pokus probíhal 120 dní v 8 pokusných sádkách. Jako aplikované krmivo byla vybrána pšenice bez úpravy, pšenice tepelně upravená teplotou 100 °C po dobu 90 sekund a pšenice tepelně upravená a současně mačkaná. Kontrolní obsádka stejné hustoty byla bez příkrmování pouze na přirozené potravě. Pokus probíhal ve dvou opakováních. Obsádky byly příkrmovány 3x týdně v ranních hodinách a na stejném místě v sádce. Každý měsíc proběhlo přelovení obsádek a stanovení sledovaných parametrů. Na konci pokusu byly vyhodnoceny sledované produkční ukazatele. Výsledky produkčních ukazatelů prokázaly pozitivní vliv tepelných a mechanických úprav na produkční účinnost. Nejvyšší produkční účinnost byla dosažena u kaprů příkrmovaných pšenicí tepelně upravenou při 100 °C v kombinaci s mechanickou úpravou mačkáním (FCR - relativní krmný koeficient $2,17 \pm 0,17$; FCE - přírůstek hmotnosti ryb z 1 kg krmiva $0,47 \pm 0,04$; SGR - specifická rychlost růstu $0,63 \pm 0,06 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$), poté následovala pšenice tepelně upravená při 100 °C (FCR - $2,32 \pm 0,16$; FCE - $0,44 \pm 0,04$; SGR - $0,60 \pm 0,06 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$) a nejnižší produkční účinnost byla u pšenice bez úprav (FCR - $2,38 \pm 0,10$; FCE - $0,43 \pm 0,02$; SGR - $0,58 \pm 0,07 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$). Tepelné a mechanické úpravy pšenice se jeví jako velmi perspektivní způsoby úprav krmiv pro odchov tržního kapra.

Klíčová slova: kapr obecný, pšenice, úprava obilovin, přirozená potrava, produkční účinnost

11. Abstract

The aim of this bachelor thesis was to verify the productive efficiency of thermally and mechanically modified wheat in comparison to the non-modified wheat in experimental fish ponds. The experiment was conducted in storage ponds of Třeboň Fisheries Ltd. and took place along 120 days in 8 rectangular ponds. Four treatments were used: thermally wheat, thermally and pressed wheat, non-modified wheat, and control without feeding. Each treatment was run in duplicate. Fish were fed three times a week early in the morning and in the same part of the storage pond. Every month, fish were harvested and some parameters were recorded (weight, length and fat content). Then, fish were restocked. The results of the productive indicators at the end of the experiment have proved a positive influence of thermal and mechanical modifications on the productive efficiency. The highest productive efficiency was achieved by the carps which have been fed by thermally and pressed wheat: Food conversion ration (FCR) was 2.17 ± 0.17 ; Food Conversion efficiency (FCE) was 0.47 ± 0.04 ; and Specific Growth Rate (SGR) was $0.63 \pm 0.06 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Fish fed with thermally treated wheat reached values for FCR of 2.32 ± 0.16 ; FCE of 0.44 ± 0.04 ; and SGR of $0.60 \pm 0.06 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Finally, the lowest productive efficiency was found at the wheat without any modifications (FCR: 2.38 ± 0.10 ; FCE: 0.43 ± 0.02 ; SGR: $0.58 \pm 0.07 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$). Therefore, thermal and mechanical modifications of wheat are positive modifications to improve production efficiency in market carp farming.

Key words: common carp, wheat, modification of cereals, natural food, productive efficiency