

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Fakulta rybářství a ochrany vod

## **Bakalářská práce**

**2012**

**Josef Vobr**

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Fakulta rybářství a ochrany vod**  
**Ústav akvakultury**

**Bakalářská práce**  
**Posouzení vlivu výživy kapra obecného**  
**(*Cyprinus carpio L.*) na změnu kvality masa**

**Autor:** Josef Vobr

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Pavel Vejsada, Ph.D

**Konzultant bakalářské práce:** Ing. Jan Másílko

**Studijní program a obor:** B4103 Zootechnika, Rybářství

**Forma studia:** Prezenční

**Ročník:** 3.

**České Budějovice 2012**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích 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 uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Dne

.....

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Vejsadovi, Ph.D. za veškerou pomoc, cenné rady, odborné vedení a věnovaný čas při zpracování mé bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat svému konzultantovi Ing. Janu Másílkovi za poskytnuté údaje pro zpracování výsledků v mé bakalářské práci. Touto cestou chci poděkovat všem, kteří mi pomohli s cennými radami a poskytli odbornou literaturu ke zpracování mé bakalářské práce.

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef VOBR**  
Osobní číslo: **V09B090P**  
Studijní program: **B4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Rybářství**  
Název tématu: **Posouzení vlivu výživy kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) na změnu kvality masa**  
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury**

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

Rybí svalovina je z dietického hlediska pokládána za jednu z nejkvalitnějších a nejvíce ceněných potravin živočišného původu. Hlavním předpokladem udržení její nutriční a biologické hodnoty je především detailnější znalost o obsahu biologických aktivních látek ve svalovině.

#### Cíle

1. Technologie chovu kapra obecného v ČR
2. Hodnocení vazby krmných zdrojů na nutriční složení masa kapra obecného (*Cyprinus carpio*)

Rozsah grafických prací: 5 - 10 tabulek a grafů  
Rozsah pracovní zprávy: 25 - 30 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Malcolm C. Bourne.: Food Texture and Viscosity Concept and Measurement, Academic press, 2002, 423 s.

Luten, J. B. et al.: Seafood research from fish to dish, Wageningen academic Publisher, 2006, 567 s.

Hall, G., M.: Fish Processing Technology. Glasgow, Blackie Academic and Professional, Chapman and Hall, 1994, 309s.

Clucas, I. J., Ward, A. R.: Post - harvest Fisheries Development: A Guide to Handling, Preservation, Processing and quality. Chatman maritime, Kent, 1996, 443s.

Vácha, F.: Zpracování ryb, skriptum JU ZF Č. Budějovice 2000, 104 s.

Velíšek, J.: Chemie potravin. OSSIS Tábor, 2002, soubor 3 knih.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.  
Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: 30. listopadu 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2012

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
L.S.  
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD  
Způsob 723/II  
389 25 Vodňany (2)

  
Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.  
ředitel

# Obsah

1.	Úvod .....	8
2.	Literární přehled .....	9
2.1.	Kapr obecný.....	9
2.1.1.	Původ kapra .....	9
2.1.2.	Biologie .....	10
2.2.	Trávicí soustava kapra .....	11
2.2.1.	Stavba trávicího ústrojí.....	12
2.3.	Metabolismus ryb .....	14
2.3.1.	Metabolismus sacharidů .....	14
2.3.2.	Metabolismus dusíkatých látek.....	15
2.3.3.	Metabolismus lipidů .....	16
2.4.	Lipidy .....	16
2.4.1.	Mastné kyseliny .....	18
2.5.	Chov kapra .....	21
2.5.1.	Historie .....	21
2.5.2.	Současnost .....	21
2.5.3.	Odchov plůdku K <sub>1</sub> .....	22
2.5.4.	Odchov násad K <sub>2</sub> a K <sub>3</sub> .....	22
2.6.	Růst kapra.....	23
2.7.	Výživa a krmení kapra .....	25
2.7.1.	Krmení kapra .....	27
2.7.2.	Složení potravy .....	29
2.8.	Produkční účinnost krmiv .....	32
2.8.1.	Činitelé ovlivňující výši krmného koeficientu.....	32
2.8.2.	Úpravy krmiv .....	34
2.9.	Výživná hodnota rybího masa .....	36
3.	Materiál a metodika .....	38
4.	Výsledky .....	43
4.1.	Krmný experiment na sádkách 2011.....	43
4.1.1.	Krmné dávky na sádkách č.2 a sádkách č.7-21 .....	44
4.1.2.	Přírůstky ryb .....	46
4.1.3.	Stanovení obsahu tuku ve svalovině ryb .....	48

4.1.4.	Hodnoty hlavních ukazatelů .....	49
4.1.5.	Výpočet koeficientů účinnosti krmiv a růstu.....	51
4.1.6.	Výpočet Indexu retence tuku .....	56
4.1.7.	Ukazatele kondičního stavu .....	57
4.1.8.	Hodnoty pH, teploty, kyslíku.....	59
5.	Diskuze .....	61
6.	Závěr .....	64
7.	Literární zdroje .....	65
8.	Seznam zkratk použitých v práci.....	69
9.	Seznam tabulek, grafů.....	70
10.	Abstrakt.....	71
11.	Abstrakt.....	72



# 1. Úvod

V polointenzivních chovech tržního kapra je část produkce podmíněna použitím vhodných krmiv a sleduje se jejich vliv na kvalitu masa, produkční účinnost a snaží se co nejlépe využít jejich hodnoty. Přikrmování v rybničních podmínkách je orientováno na hlavní chovanou rybu, zpravidla kapra. Cílem rybařství je maximální využití přirozené potravy jako zdroje plnohodnotného proteinu a doplnění potřebné energie aplikací sacharidového krmiva.

Tento systém se vytvořil na přelomu 19. a 20. století. Předtím, po mnoho staletí, byl chov založen výlučně na přirozené potravě. V současném rybařství jsou používána krmiva rostlinného původu, která ale nepokrývají růstové potřeby kapra. Proto musí být z části zajištěny přirozenou potravou. Ta může tvořit až 65 % příjmu potravy kapra. Obsahuje esenciální aminokyseliny, mastné kyseliny a vitamíny. Jako doplňkových krmiv se využívá především jaderných krmiv – obilovin. Tato energeticky bohatá krmiva se navzájem liší složením mastných kyselin a ovlivňují obsah těchto kyselin v rybím masa. Každá obilovina má jiný vliv na přírůstek a z rybařského hlediska je nejvíce využívána pšenice. Obiloviny jsou využívány především proto, že jsou dobrým zdrojem energie. Přirozenou potravu lze eliminovat tehdy, jsou-li ryby krmeny plnohodnotnými krmivy pokrývající energetické a růstové potřeby ryb.

Kapr je ryba, která dovede velmi dobře využívat živiny a energii obsaženou v krmivu na produkci masa. Nemusí totiž vynakládat neproduktivní energii pro zajištění tělesné termoregulace. Vyžadují stejné živiny jako teplokrevná zvířata, ale mají nižší spotřebu energie a relativně vyšší potřebu proteinu.

Další důležitou nutriční složkou krmiva přijímaného kaprem jsou lipidy obsažené v přijímané potravě. Steffens a Wirth (2005) uvádějí, že složení rybího tuku je prokazatelně závislé na složení tuku v přijímaném krmivu. Bylo také prokázáno, že změny ve složení PUFA (polyunsaturated fatty acids) ve stejných tkáních během roku závisí především na druhu předkládaného krmiva.

V pokusu prováděném na sádkách rybařství Třeboň a.s. byly obsádky kapra krmeny právě obilovinami, jak upravenými tak obilovinami bez tepelné úpravy. Porovnávali jsme vliv těchto obilovin na přírůstek, výtěžnost, texturu masa a obsah tuku ve svalovině.

## 2. Literární přehled

### 2.1. *Kapr obecný*

Třída: Ryby kostnaté – *Osteichthyes*

Řád: Máloostní – *Cypriniformes*

Čeleď: Kaprovití – *Cyprinidae*

Rod: Kapr - *Cyprinus*

Druh: Kapr obecný - *Cyprinus carpio*

#### 2.1.1. Původ kapra

Podle Thienemanna (1925, 1950) lze považovat za pravlast kapra převážně teplé oblasti Japonska, Číny, Střední a Malé Asie až k černému moři. Podle Okady (1960) hranici této oblasti tvoří 35° a 50° severní šířky a 30° a 135° východní délky. Ve střední a západní Evropě je kapr původní rybou jen v řece Dunaji a některých jeho přítocích. Do ostatních řek v této oblasti pronikl až z rybníčních chovů. V současné době je kapr obecný rozšířen téměř po celé Evropě s výjimkou severních oblastí, kde nemá podmínky pro přirozené rozmnožování. Dále se vyskytuje ve velké části Asie, zejména v jižní a východní části tohoto světadílu. Byl zavezen do Severní, Střední a Jižní Ameriky, do Afriky, Austrálie a na Nový Zéland (Baruš a Oliva a kol., 1995). Zatímco v Evropě a v Asii je kapr velmi oblíbenou rybou a jeho chov se rozšiřuje, v některých oblastech je považován za nežádoucí druh a jeho rozmnožování je omezováno. Je to například v USA a zejména v Austrálii (Steffens, 1975).

K domestikaci kapra došlo zřejmě nezávisle na sobě jednak ve Východní Asii (Číně) a jednak v Evropě. Podle Tamury (1961) byl kapr chován v Číně v rybnících již před našim letopočtem, podle některých čínských pramenů (Anonymous 1961) byl kapr v Číně domestikován dokonce před více než 2000 lety a odtud se prý rozšířil do Evropy a celého světa. Balon (1974a) uvádí, že vzhledem k tomu že Čína byla od Evropy izolována a je tedy velmi malá pravděpodobnost, že by sem byl kapr v tuto dobu převezen, lze souhlasit s názorem, že v Evropě byl kapr nejpravděpodobněji domestikován z divokého dunajského kapra (*Cyprinus carpio carpio* Linnaeus, 1758).

Kapr obývá všechny typy mírně tekoucích a stojatých sladkých vod. Na kvalitu vody není náročný. Daří se mu nejlépe v úživných vodách dobře prosluněných s měkkým dnem a z části zarostlých submersní vegetací. Kapr obecný vytváří hejna,

kteřá se pohybují jak u dna, tak ve vodním sloupci nebo u hladiny. Za teplého počasí vyplouvají do mělčin (Dubský et al. 2003). Podle Johnssona (1967); Kálala a Kurfüsta (1975) je kapr aktivní při setmění a v noci, ve dnech je aktivita menší. Optimální hodnoty pH prostředí pro kapra je 6,5 - 8,5. Co se týče teploty, Mantelman (1958) uvádí teplotu 20 - 29 °C. Podle Steffense (1975) je kapr nejživější při teplotách 25 - 30 °C. Dokinina et al. (1972) uvádějí, že maximální příjem potravy u kapra je při 25 - 27 °C, podle Stanenberg-Oporowské (1971) při 28 - 29 °C, kdy je i nejlepší využití potravy. Nejvhodnější rozsah alkality pro kapra je 2 - 6 mmol.l<sup>-1</sup>, obsah volného amoniaku nemá překročit hodnotu 0,03 mg.l<sup>-1</sup>. Biologická spotřeba kyslíku (BSK<sub>5</sub>) by neměla překročit 10 mg.l<sup>-1</sup> (Krupauer et al. 1980). Optimální hodnoty obsahu rozpuštěného kyslíku během vegetačního období jsou nad 6,5 mg.l<sup>-1</sup>. Při obsahu 3 - 3,5 mg.l<sup>-1</sup> přestává kapr přijímat potravu (Schäpersalus, 1961) a vyhledává místa bohatší na kyslík. Při poklesu obsahu kyslíku na 0,5 mg.l<sup>-1</sup> nastává nouzové dýchání, kapr "troubí" u hladiny. V zimě nemá obsah O<sub>2</sub> klesnout pod 3 mg.l<sup>-1</sup> (Baruš, Oliva a kol., 1995)

### **2.1.2. Biologie**

Z potravního hlediska patří kapr mezi nedravé všežravce. V přírodě se živý především zooplanktonem a zoobentosem. V rybníkářství a akvakultuře je přikrmován rostlinnými krmivy a nebo krmnými směsmi. Protože kapr je ryba žijící především u dna, má k tomuto způsobu života přizpůsobená i ústa. Ty jsou vysunovatelná, spodního postavení. Vylíhlý váčkový plůdek tráví 3 - 5 dní žloutkový váček, ve kterém má všechny potřebné živiny k zahájení exogenního způsobu přijímání potravy.

Pohlavní dospělost u samců je většinou do třetího až čtvrtého roku života. Samice dospívají převážně o rok déle. Tření nastává během května a června (teplota vody 18 - 20 °C) v zaplavených oblastech řek s rostlinným podkladem - fytofílie (Lelek, 1987).

## 2.2. *Trávicí soustava kapra*

Trávicí soustava zajišťuje příjem potravy, její štěpení na látky jednodušší, vstřebávání a využití v organismu pro zajištění důležitých životních funkcí (růst a rozmnožování). Plní také funkci odsunu balastních látek z těla. Trávicí soustava kapra má poměrně jednoduchou stavbu. Tvoří ji ústa, hltan, jícen, žaludková rozšířenina střev, střevo a konečník. K trávicí soustavě také patří játra a slinivka břišní (Dubský et al., 2003).

Trávení u ryb se týká rozdělení potravin podle enzymatických procesů v trávicí soustavě. Rozmanitost potravin nalezených ve střevech ryb svědčí o různých morfologických a chemických adaptacích, které se vyvinuly pro trávení. (Peter B. Moyle, Joseph J. Cech 2004).

Všežravé ryby jako kapr, postrádají skutečný žaludek. Mají nedostatek pepsinu s nízkým pH, a proto jsou proteolytické enzymy a jimi štěpené bílkoviny následně absorbovány střevní stěnou. Omnivorní druhy mají mnohokrát vyšší množství amylázy ve střevě, než mají například dravé ryby (Kapoor et al., 1975b). To jim umožňuje lépe trávit potravu obsahující sacharidy.

Vstřebávání živin přes střevní stěny ryb úzce souvisí s postupem popsaným u savců.. Živiny mohou do buňky difúzí, nebo prostřednictvím zprostředkovaných procesů aplikujících membránový transportní protein.

Rychlost trávení záleží na složitosti přijaté potravy, jejím množství a kvalitě, na množství a produkci trávicích enzymů, obsahu rozpuštěného kyslíku, délce dne a intenzitě slunečního svitu a věku ryb. Mezi důležité faktory patří také teplota vody (Ryby patří mezi poikilotermní živočichy, to znamená, že teplota těla je stejná nebo jen nepatrně vyšší, než je teplota okolního prostředí) (Dubský et al., 2003). Čím je teplota vody vyšší, tím je potrava rychleji trávena. Např. trávicí proces u kapra, při teplotě vody o teplotě 10 °C, trvá 17 hodin, ale při teplotě vody 26 °C trvá tento proces 3 hodiny (Maltzan in Schäperclaus, 1961).

### 2.2.1. Stavba trávicího ústrojí

**Ústa kapra obecného** - jsou spodního postavení a jsou vysunovatelná, bezzubá opatřena dvěma páry vousků. Jeden pár kratších vousků je na horním rtu, druhý pár delších vousků je na spodním rtu. Jsou tvořena soustavou kostí prvního čelistního oblouku. Jejich pohyblivost zajišťují svaly úst a ústní dutiny.

**Dutina ústní** (*cavum oris*) - její sliznice je kryta vícevrstevným epitelem. Chybí slinné žlázy a jazyk je vyvinut velmi málo, tvoří jej záhyb na jazylce. Sliznice vytváří v oblasti horní a dolní čelisti kožní záhyby, které uzavírají ústa při výdechu (čelistní záklopky). Přijatá potrava se v ústech zbavuje přebytečné vody. V ústech a jejich okolí (na vouscích) je množství smyslových buněk, chuťových pohárků a hmatových buněk. To umožňuje vyhledávání a ochutnávání potravy. Dutina ústní obsahuje buňky pohárkovitého tvaru produkující sliz, který obaluje sousto potravy a usnadňuje jeho posun dále do hltanu.

**Hltan** (*pharynx*) - spojuje dutinu ústní s jícnem. Je to prostor v žaberní dutině, sloužící k posunu potravy do jícnu. V zadní části hltanu, před vstupem do jícnu, jsou u kapra požerákové zuby nesené požerákovými kostmi. Tyto zuby, společně s bulvou patrovou, rozdrcují přijatou potravu, lisují přebytečnou vodu a odstraňují nežádoucí částice. Vnitřní strana hltanu je zvrásněná.

**Jícen** (*esophagus*) - slouží jako přechod z úst ke zbytku zažívacího systému (Hibiya, 1982). Je krátký, široký, sliznice je zřasená, krytá vícevrstevným epitelem. Obsahuje buňky, které produkují sliz. Stěna jícnu je tvořena hladkým i příčně pruhovaným svalstvem.

**Žaludková rozšířenina střev** (*bulbus intestinalis*) - žaludková rozšířenina anatomicky žaludek připomíná, ale funkčně se podobá střevu. (neuplatňuje se zde pepsin, jak je tomu u dravých ryb). Rozdíly, které mohou být použity k rozlišení mezi skutečným žaludkem a střevní rozšířeninou jsou takové, že neexistuje žádný pylorický přívěsek na zadním konci střevní rozšířeniny (Smith, 1989).

Kaprovi, respektive kaprovitým rybám samotný žaludek chybí. Je to dáno vyústěním žlučového váčku. Žluč upravuje pH v trávicí soustavě na neutrální až slabě zásadité. Udržení tohoto prostředí v celém trávicím traktu je dáno tím, že vývody žlučového váčku jsou hned za jícnem.

**Střevo** (*intestinum*) - skládá se z tenkého a tlustého střeva, kdy jsou u ryb obě části těžko rozeznatelné. Je zavěšeno v peritoneálním vaku, který jej fixuje v normální poloze. Z hlediska funkce lze rozlišit přední (proximální), střední a zadní (distální) část.

Přední část zajišťuje vstřebávání tuků, ve střední části dochází ke vstřebávání bílkovin a zadní část střeva zajišťuje iontovou výměnu s krví a podílí se na osmoregulaci. Stěna střeva obsahuje hladkou svalovinu, která zajišťuje pohyb potravy. Pohyby se nazývají peristaltické stahy. Jednovrstevný epitel stěny střeva plní vstřebávací funkci. Je bohatě prokrven a umožňuje příjem živin do krevního řečiště. Sliznice tvoří četné řasy, často síťovitě uspořádané, čímž se zvětšuje resorpční plocha. Ve stěně střeva se nachází slizotvorné buňky a žlázy produkující trávicí enzymy. Na začátku střeva ústí do střev vývody slinivky břišní, spolu se žlučovými vývody, tím se do střeva dostanou trávicí enzymy, jako je například lipáza - tráví tuky, či amyláza - tráví cukry. Protože omnivorní druhy ryb postrádají skutečný žaludek, mají mnohokrát vyšší množství amylázy ve střevě, než mají dravé ryby (Kapoor et al., 1975b).

Délka střeva u kapra je 2,5 krát delší, než je délka těla. Střevo vytváří různý počet kliček (u kapra 6). Délka střeva umožňuje kaprovi a dalším omnivorům (všežravcům) neustálý příjem potravy.

**Řitní otvor** (*anus*) - nachází se před bází řitní ploutve, na přechodu mezi trupem a ocasním násadcem. Slouží k vyměšování nestrávených zbytků.

**Játra** (*hepar*) - jde o největší žlázu trávicího ústrojí. U kapra se nalézají ve spodní části tělní dutiny mezi kličkami střev. Mohou být rozdělena na dva i více laloků, u kapra to může být až 7 laloků. Jejich součástí je žlučový váček (*vesica fellea*). V něm se hromadí žluč, která je jednak odpadním produktem, jednak emulguje tuky v procesu jejich trávení a aktivuje enzym lipázu. U ryb se skutečným žaludkem ústí žlučovod do zadní části pyloru, zatímco u ryb s žaludkovou rozšířeninou vstupuje před nebo přímo do střevní rozšířeniny (Halver a Hardy, 2002). Velikost jater kolísá v průběhu roku. Zvětšená jsou na podzim a před třením jako důsledek hromadění rezervních látek. Naopak menší jsou po výtěru a na jaře.

**Slinivka břišní** (*pankreas*) - působí jako žláza s vnější a vnitřní sekrecí. Je rozptýlena v játrech (*hepatopankreasu*). Vývod slinivky ústí do střeva těsně za vývodem žluči. Slinivka produkuje hlavně enzymy štěpící sacharidy, (amyláza- štěpí škrob). Je také pravděpodobně primárním producentem lipázy (Chesley, 1934). Produkuje tzv. pankreatickou šťávu obsahující trávicí enzymy jako jsou: trypsinogen,

lipáza, amyláza, maltáza. Jako žláza s vnitřní sekrecí tvoří v okřscích endokrinní tkáňě hormony inzulín a glukagon, které regulují hladinu cukru v krvi. (Dubský et al. 2003).

## **2.3. *Metabolismus ryb***

### **2.3.1. Metabolismus sacharidů**

Sacharidy jsou v potravě přijímány jako: monosacharidy (glukóza, galaktóza, fruktóza aj.), disacharidy (maltóza, sacharóza, laktóza), polysacharidy (škrob, celulóza, hemicelulóza, pentosa aj.)

Sacharidy (škroby a cukry) jsou nejúspornější a levný zdroj energie ve stravě ryb. Ačkoli to není nezbytné, jsou sacharidy zahrnuty v akvakultuře kvůli snížení nákladů na krmivo a pro jejich vazebnou aktivitu během výroby krmiv. Dietní škroby jsou užitečné při vytlačování při výrobě plovoucích krmiv. Vaření škrobu během procesu lisování způsobuje to, že se pro ryby stane více biologicky dostupným (Craig a Helfrich, 2009). Kapr má schopnost dobře vstřebávat škroby obilovin, což mu umožňuje lišit se od jiných druhů ryb chovaných v akvakultuře. Přikrmování kapra obilovinami a jinými fyziologicky neplnohodnotnými krmivy má hlavní význam pro zajištění lehce stravitelné energie (Steffens, 1985).

U ryb jsou sacharidy uloženy ve formě glykogenu, který může být mobilizován k uspokojení poptávky po energii. Trávení sacharidů probíhá ve střevech pomocí enzymů amylázy, která je tvořena slinivkou břišní a v distální části také stěnou střevní sliznice. U kapra obecného a herbivorních druhů ryb se uplatňuje také enzym maltáza. Moyle a Cech (2004) uvádějí, že všežravé druhy mají ve střevě mnohokrát vyšší úroveň amylázy, než je tomu u dravých druhů. Některé druhy jsou schopny trávit chitin (ten je obsažen převážně v hmyzu) chitinolytickými enzymy produkovanými žaludkem, v případě kapra střevní sliznicí. V procesech trávicí cukry se také významně podílí enzymy obsažené v přirozené potravě. Ryby poměrně špatně tráví celulózu. To je dáno malou prostorností zažívacího ústrojí a často nevhodnými teplotami při trávení. Trávení cukrů probíhá především v zadní části střev. Stravitelnost klesá se složitějšími strukturami. Např. Glukóza je strávena z 99 %, ale některé polysacharidy (škrob) jen z 40 %. Energetická hodnota sacharidů je 17 kJ.g<sup>-1</sup>. Při nadměrném přísunu sacharidů je v játrech syntetizován zásobní polysacharid glykogen. Ten je ukládán v játrech

a hepatopankreatu ve formě glykogenových rezerv. Metabolismus sacharidů je řízen neurohormonálně prostřednictvím hormonů inzulínu, glukagonu, adrenalinu a noradrenalinu (Dubský et al., 2003).

### 2.3.2. Metabolismus dusíkatých látek

Dělí se na bílkoviny a dusíkaté látky. Bílkoviny plní nejdůležitější funkci, jsou základem všech orgánů a tkání, enzymů, některých hormonů. Proteinové požadavky jsou obecně vyšší u menších ryb (Dubský et al. 2003). Jak ryba roste, potřeba bílkovin se obvykle postupně snižuje. Proteinové požadavky se rovněž mění s chovným prostředím, teplotou vody a kvalitou vody, stejně jako genetické složení a míra krmení ryb. Pro růst se protein využívá v případě, že jsou přítomny ve stravě odpovídající hladiny tuků a sacharidů. Pokud ne, mohou být bílkoviny používány k výrobě energie a zachování života a jako důsledek dojde k pozastavení růstu (Craig a Helfrich, 2002). Optimálním zdrojem potřebných bílkovin je přirozená potrava.

Bílkoviny jsou tvořeny propojení jednotlivých aminokyselin. Ty jsou základními kameny proteinů. Aminokyseliny se dělí na esenciální (nepostradatelné) a neesenciální (postradatelné). Esenciální aminokyseliny si nemohou ryby syntetizovat, a proto musí být přijaty v potravě. Jejich deset a jsou to: methionin, arginin, threonin, tryptofan, histidin, isoleucin, lysin, leucin, valin a fenylalanin. Z toho, lysin a methionin jsou často první limitující aminokyseliny (Craig a Helfrich, 2002)

Z hlediska výživy se rozlišují na **plnohodnotné**, obsahují všechny esenciální AMK. Jedná se především o bílkoviny živočišného původu. Druhou skupinou jsou **neplohodnotné** bílkoviny. To jsou především bílkoviny rostlinného původu.

Protein je, z hlediska tvorby přírůstku, nejdůležitější, ale současně nejdražší složkou krmiv (Hossain, 1995). Jejich trávení je jiné u ryb se žaludkem a jiné u ryb bez žaludku. Ryby, které mají žaludek, u těch probíhá trávení bílkovin přímo v něm, pomocí enzymu pepsin, který je aktivován kyselým prostředím (HCl). Ve střevech pokračuje dalšími proteázami, zejména trypsinem, který dosahuje nejvyšší aktivity v neutrálním až mírně zásaditým prostředí. Trávení bílkovin probíhá především v přední části střeva. V zadní části také může docházet k příjmu větších bílkovinných makromolekul pomocí pinocytózy. Na trávení proteinů se také významnou měrou uplatňují enzymy přijaté v přirozené potravě (autolitické enzymy).



Stravitelnosti je podíl bílkovin hydrolyzovaných trávicími enzymy a vstřebávaných do organismu ve formě aminokyselin nebo jiných látek (oxid Monteiro et al., 2004). Stravitelnost proteinů je nutriční parametr, který hodnotí využívání zdroje bílkovin. To může být ovlivněno několika faktory, jako jsou fenolické látky, bílkoviny a inhibitory, tepelné zacházení (Mesquita et al., 2007). Stravitelnost bílkovin dosahuje u ryb 80 - 95 %. Bílkoviny jsou enzymatickými procesy rozštěpeny až na jednotlivé AMK a následně vstřebávány přes střevní sliznici (Dubský et al. 2003).

### **2.3.3. Metabolismus lipidů**

Jsou v potravě obsaženy především v podobě triacylglyceridů (neutrální tuky), dále jako fosfolipidy a estery cholesterolu. Neutrální tuky jsou štěpeny enzymem lipázou na monoglyceridy a z části až na glycerol a vyšší mastné kyseliny. Lipáza je obsažena v pankreatické šťávě a částečně je produkována střevní sliznicí. Optimální pH pro působení lipázy je 8,4 - 8,7. Trávení lipidů probíhá především v přední části střev. Je to poměrně pomalý proces, kdy fáze vstřebávání probíhá déle než 10 hodin. Tuky jsou u ryb obecně tráveny velmi dobře. Stravitelnost nenasycených mastných kyselin je často výrazně nad 90% (Steffens,1995; Austreng et al., 1979). Stravitelnost je také kladně ovlivňována autolitickými enzymy obsaženými v přirozené potravě a snižuje se s rostoucí teplotou tání. Takeuchi et al. (1979) uvádí, že kapr je schopen strávit 90 % rybí oleje obsaženého v krmivu, ovšem obsahuje-li krmivo vepřové sádlo, je stravitelnost pouze ze 76 %. Po vstřebání slouží tuky jako zdroj energie, která se uvolňuje jejich štěpením (lipolýza) (Dubský et al., 2003).

## **2.4. Lipidy**

Z chemického hlediska se jedná o estery alkoholů a vyšších mastných kyselin. Alkohol v lipidech tvoří zejména glycerol, ale také i vyšší alkoholy.

Dělí se na:

- Neutrální** - jsou tvořené jednoduchými lipidy, především triacylglyceroly.
- většinou slouží jako zdroj a zásoba energie.

- Polární** - tvořené složenými lipidy, především fosfolipidy.
- fungují především jako stavební složky podílející se na vlastnostech plazmatických membrán (Kalač, Špička 2006).

Význam tuků ve výživě ryb:

- významný, dobře stravitelný a nejefektivnější zdroj energie. Oxidací 1 g tuku je získáno přibližně  $39\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$
- zdroj esenciálních mastných kyselin (EFA)
- zdroj strukturálních složek buněčných membrán
- prekurzory biosyntetizovaných účinných látek
- donor (nositel) látek rozpustných v tucích
- zchutňující složka krmiv

Potřeba tuku ve výživě kapra je 8 - 12 % v závislosti na roční období a velikosti ryb. Obecně platí, že rybí olej je používán z důvodu dobré stravitelnosti. Nicméně, je také možné rybím olejem částečně nahradit některé tvrdé tuky, jako je např. vepřové sádlo, pokud je ohroženo dodávání esenciálních mastných kyselin do ryb (Steffens, 1995).

Lipidy ryb se liší od lipidů savců. Hlavní rozdíl je v tom, že lipidy ryb obsahují až 40 % mastných kyselin s dlouhým řetězcem o 14 až 22 atomech uhlíku, které jsou vysoce nenasycené. Tuk savců zřídka obsahuje více než dvě dvojnásobné vazby v jedné molekule tuku, zatímco depozitní tuk ryb obsahuje několik mastných kyselin s pěti nebo šesti dvojnásobnými vazbami. Krmivo, krmné přísady, krmný koeficient a přídatné doplňkové látky pro deficitní dávky zvyšují míru růstu a jsou obecně spojovány se zvyšováním obsahu tuku (Vácha 2000).

Druhem výživy jsou nejvíce ovlivněny tuky, především obsah mastných kyselin. Ostatní složky nejsou tolik ovlivnitelné právě jako tuky. Všeobecně se lipidy považují za zdroj a rezervu energie (oxidací lipidů získá organismus  $39\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ , tedy více jak dvojnásobné množství energie než při oxidaci sacharidů ( $17\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ ) (Čítek et al., 1993). Vyznačují se především biologickými funkcemi. Složení lipidů a mastných kyselin ve svalovině kapra je dáno jejich obsahem v přijímané potravě. V extenzivních chovech jsou získávány z přirozené potravy, kdy zooplankton tvoří důležitý zdroj živočišných bílkovin a enzymů. Složení předkládaných krmiv se odvíjí také podle intenzifikace chovu. Jiné složení je při intenzivním chovu, kdy musí krmivo plnohodnotně obsahovat

i živočišné složky nahrazující přirozenou potravu, která se při tomto chovu nevyužívá a jiné je při polointenzivním chovu, kdy jsou živočišné složky obsaženy především v potravě a zbytek krmné dávky je doplňován rostlinou složkou (v rybníkářství zejména obilovinami).

#### 2.4.1. Mastné kyseliny

Z hlediska výživy jsou mastné kyseliny nejdůležitější složkou lipidů. Mastné kyseliny se označují jako karboxylové kyseliny s dlouhým alifatickým (necyklickým) řetězcem. To ovšem není ovšem zcela přesná definice, nýbrž v lipidech jsou vázané i některé mastné kyseliny s cyklickými řetězci (uspořádanými do kruhu) a aromatické sloučeniny. z hlediska počtu dvojných vazeb dělíme mastné kyseliny na nasycené neobsahující žádnou dvojnou vazbu (SFA = saturated fatty acids), nenasyčené s jednou dvojnou vazbou (MUFA = monounsaturated fatty acids), nenasyčené s dvěma a více dvojnými vazbami (PUFA = polyunsaturated fatty acids) a mastné kyseliny s trojnými vazbami a s různými substituenty (rozvětvené, cyklické, s kyslíkatými, sírnými nebo dusíkatými substituenty) (Velíšek, 1999). Pro kyseliny s počtem atomů uhlíku 20 (C20) a více, které obsahují alespoň tři dvojně vazby, se někdy používá označení HUFA (highly unsaturated fatty acids = vysoce nenasyčené mastné kyseliny). Charakteristické uspořádání dvojných vazeb je *Cis* konfigurace. *Trans* uspořádání nenasyčených vyšších mastných kyselin se v lipidech ryb vyskytuje v podstatně menší míře. Z výživového hlediska se vyšší nenasyčené mastné kyseliny člení do dvou řad označených n-3 a n-6, resp.  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 (omega). Tyto symboly určují polohu dvojně vazby nejbližšímu methylovému (CH<sub>3</sub>) konci molekuly vyšších mastných kyselin (Kalač a Špička, 2006). Dnes víme, že existují dvě řady esenciálních mastných kyselin ( $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 PUFA), které nemohou být syntetizovány zvířaty nebo lidmi, ale musí být dodávány v potravě (Horrobin a Manku, 1990). Obsah a poměr mastných kyselin v krmivech pro ryby chované v akvakultuře bez přístupu k přirozené potravě, přímo ovlivňuje složení lipidů a zastoupení mastných kyselin ve svalovině ryb (Csengeri aj., 1978; Reinitz a Yu, 1981; Caballero aj., 2002).

Ryby, měkkýši a korýši jsou považováni za důležitý zdroj esenciálních  $\omega$ -3 polynenasycených mastných kyselin tj.  $\alpha$ -linolenové kyseliny, kyselina eicosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA) (Ackman, 2000). Ve srovnání s mořskými druhy obsahují obecně vyšší úroveň C18 PUFA a přibližně stejné hodnoty

kyselin EPA a DHA. Kromě toho, složení mastných kyselin sladkovodních druhů ryb se vyznačuje vysokým podílem  $\omega$ -6 PUFA, zvláště kyselina linolová a kyselina arachidonová. Proto poměr celkových  $\omega$ -3 ku  $\omega$ -6 mastným kyselinám je pro sladkovodní ryby mnohem nižší, než pro ryby mořské (Cowey a Sargent, 1972; Castell, 1979; Steffens, 1989). Bieniarz et al. (2000) uvádí, že Obsah PUFA v mase kapra může být ve velmi širokém rozmezí. Geri et al. (1995b) ve své práci uvádí, že svalovina kapra obecného chovaného v teplé vodě vykazovala vyšší  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 PUFA poměru ve srovnání s kapry ve stejném věku chovaných ve vodě o přirozené teplotě. Procento jednotlivých mastných kyselin může být ovlivněno změnami v živé hmotnosti (Geri et al., 1995a).

Četné druhy sladkovodních ryb jsou schopny snadno přeměňovat a protáhnout větší osmnáctiuhlíkové PUFA na jejich  $C_{20}$  a  $C_{22}$  homology (Henderson et al., 1995).

Tuky z mořských ryb, které se v rybářství mohou používat k výrobě krmných směsí, se vyznačují nízkou úrovní linolové kyseliny (18:2  $\omega$ -6) a  $\alpha$ -linolenové kyseliny (18:3  $\omega$ -3), stejně jako vyšší úrovní s dlouhým řetězcem  $\omega$ -3 polynenasycených mastných kyselin. Eikosapentaenové kyseliny (20:5  $\omega$ -3) a dokosahexaenová kyseliny (22:6  $\omega$ -3) jsou převládající  $\omega$ -3 mastné kyseliny (Klenk a Eberhagen, 1962; Hilditch a Williams, 1964, Yamada a Hayashi, 1975). Vzhledem k nízkému obsahu  $\omega$ -6 mastných kyselin v mořských rybách, je poměr celkových  $\omega$ -3 na  $\omega$ -6 mastných kyselin vysoký a pohybuje se přibližně mezi 5 a 10.

Steffens a Wirth (2007) uvádí, že různé metody chovu a krmení způsobují značné rozdíly v zastoupení mastných kyselin v rybách. Složení mastných kyselin ve svalovině může být významně ovlivněno dobou krmení a ročním obdobím (Guler et al. 2008).

Množství  $\omega$ -3 mastných kyselin se liší především v závislosti na druhu ryb (býložravé, všežravé nebo masožravé), pocházejí li z volně žijící prostředí nebo z farmového chovu. Roli v obsahu těchto kyselin hraje také stáří ryb, původ krmiva (přírodní potrava nebo příkrmování obilovinami) a jeho složení (bohaté především na PUFA nebo sacharidy) (Steffens, 1997). Sladkovodní kapr může být nutričně stejně cenným jako mořské ryby (Steffens, 1977). Kapři chovaní v rybnících na přirozené potravě mají vyšší obsah  $\omega$ -6 a  $\omega$ -3 mastných kyselin ve svých svalových triacylglycerolech (lipidech), než kapři krmení pšenicí. Tyto ryby měly nižší úroveň těchto esenciálních mastných kyselin (Steffens a Wirth, 2007). Podle Guo et al. (2008) se složení mastných kyselin planktonu liší sezónními změnami. Obsah PUFA  $\omega$ -3 (zejména DHA) je vysoký, když se *cryptophytes* a *copepods*, bohaté na DHA, stanou

významnou skupinou planktonu. Nicméně, profily mastných kyselin larev hmyzu nemusí vždy souhlasit s údaji v planktonu.

Složení  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 mastných kyselin v rybách je prokazatelně závislé na složení tuků v přijímané potravě. Výskyt  $\omega$ -3 nenasycených mastných kyselin (především EPA a DHA) v potravě ryb je jedním z kritérií určujících nutriční hodnotu rybiho masa (Ahlgreen aj., 1996).

Složení mastných kyselin ve svalovině kaprů může být významně ovlivněna krmným a ročním obdobím (Guler et al. 2008). Hodnoty navíc kolísají poměrně výrazně během roku. Z těchto údajů je tedy možné vycházet při propočtu příkrmování kapra v rybnících v jednotlivých měsících (Guo a Dong, 2007).

Stejně jako v mořských rybách, je složení mastných kyselin sladkovodních ryb výrazně ovlivňováno lipidovými strukturami jejich přirozené potravy (Farkas, 1970a,; Henderson a Tocher, 1987; Sargent et al., 1989). Sladkovodní řasy, korýši a vodní larvy hmyzu jsou zpravidla bohaté na kyseliny linolové (18:2  $\omega$ -6), linolenové kyseliny (18:3  $\omega$ -3) a eikosapentaenové kyseliny (20:5  $\omega$ -3), i když mohou nastat značné, sezóně závislé rozdíly (Farkas, 1970b; Wood, 1974; Takahashi a Yamada, 1976, Hanson et al, 1985).

Kapr chovaný na základě přirozené potravy v rybnících vykazuje vysoký obsah  $\omega$ -6 (kyseliny linolové) a  $\omega$ -3 mastných kyselin ve svalových triacylglycerolech. Je tedy vystaven vysoké koncentraci, eikosapentaenové kyseliny a dokosahexaenové kyseliny obsažené v přirozené potravě, zatímco krmení kaprů stravou bohaté na sacharidy vedlo k nižší úrovni těchto esenciálních mastných kyselin a naopak k vysoké úrovni kyseliny olejové ve svalech a tkáních jater (Farkas et al, 1978; Csengeri et al, 1978a; Watanabe et al, 1981b). Vysoké množství omega-3 mastných kyselin lze nalézt u kaprů krmených stravou obsahující vysoké úrovně rybiho tuku.

Steffens (1993) uvádí, že krmení s obsahem kukuřičných klíčků a slunečnicového oleje má za následek vysoké hladiny kyseliny linolové, zatímco řepkový olej produkoval vyšší úroveň kyseliny olejové ve svalové tkáni kaprů.

## **2.5. Chov kapra**

### **2.5.1. Historie**

Chov ryb na našem území má za sebou téměř tisíc let existence. Typický pro Českou republiku je chov ryb v uměle vybudovaných nádržích, v rybnících. Nejstarší zprávy z rybníkářského hospodaření pochází z konce 10 století. Další záznamy o rybím hospodaření byly zaznamenány v Kosmově kronice české. V období husitských válek došlo k pozastavení rozvoje rybníkářství. Ovšem k největšímu rozvoji rybníků a tedy i chovu ryb došlo od počátku 15 století po konec 17 století. V této době byl značný pokrok v rybníkářství, jak ve stavbě, tak například v oddělení chovu jednotlivých ročníků ryb.

Kapr obecný už tehdy tvořil a dodnes tvoří hlavní chovanou rybu v našem rybníkářství. Chová se v různých klimatických podmínkách. Je jedna z prvních domestikovaných ryb (Balon, 1995). Protože ve středověku bylo více než 100 postních dnů, byl kapr hlavní konzumovaným pokrmem. Co se týče osobností v rybníkářství, byl jeden z hlavních představitelů například Josef Šusta. Kromě výstavby menších rybníků, studie významu letnění a hnojení rybníků, se jako jeden z prvních zajímal o to, čím se kapr v rybníku vlastně živí a propracoval systém příkrmování obsádky. Byl jedním z nejdůležitějších lidí, kteří položili základy pro nynější, propracovanější systém chovu ryb, především kapra obecného.

### **2.5.2. Současnost**

Chov kapra může probíhat buďto extenzivním způsobem chovu, polointenzivním způsobem, nebo intenzivním způsobem. V případě extenzivního chovu se jedná o nasazení ryb do rybníka s tím, že obsádka se nepříkrmuje a je ponechána na přirozené potravě. Tím klesnou náklady spojené s příkrmováním, ale růst ryb je závislý na množství a kvalitě přirozené potravy. Intenzivní chov naopak použití přirozené potravy téměř vylučuje, protože se jedná o převážně o chov v uzavřených nebo recirkulačních systémech, kde se ryby krmí plnohodnotnými krmnými směsmi. Tento způsob chovu má výhodu v tom, že může dojít i ke zkrácení vegetačního období, například použitím teplejší vody, což vede k rychlejšímu metabolismu ryb a zpracování přijaté potravy. Nevýhodou je ztráta přirozené potravy, která je pro kapra důležitá z důvodu obsahu

nutričních složek, které příznivě ovlivňují růst a trávení. Proto je potřeba, aby tyto nutriční složky byly obsaženy v krmných směsích. Ty nám ovšem pro svou cenu patřičně zvyšují náklady.

V našem rybníkářství se používá převážně polointenzivní chov. Ten probíhá ve třech nebo čtyřech vegetačních obdobích. Pro správný chov kapra je důležitá úprava rybníku a potřeba melioračních opatření jako je například, vápnění, hnojení, letnění a zimování rybníků a dalších úprav.

Obsádky rybníků jsou tvořeny hlavně kaprem obecným, v tomto případě se jedná o monokulturní obsádku. V našem rybníkářství je chován spolu s dalšími, vedlejšími, druhy ryb. Takto smíšená obsádka ryb se nazývá polykulturní obsádka rybníka. Ta jednak pomáhá kaprovi využívat veškeré zdroje rybníka, ale v druhém případě může kaprovi, v nesprávně zvoleném množství nasazených ryb, konkurovat (Horváth et al. 1992).

### **2.5.3. Odchov plůdku $K_1$**

Jedná se o nejsložitější fázi výrobního cyklu chovu kapra. Vyžaduje více péče než starší ročníky. Rybníky, plůdkové výtažníky, je potřeba před nasazením připravit (Dubský 1998). Pro odchov plůdku  $K_1$  se používají rybníky o velikost 5 - 10 ha. Z počátku je napouštíme jen částečně a teprve v průběhu vegetačního období je postupně doháníme na plný stav. V prvním vegetačním období se nasazuje váčkový plůdek nebo plůdek rychlený. Početnost obsádky stanovujeme individuálně, s přihlédnutím k míře intenzity odchovu kapřího plůdku a zkušenostem z minulých let. Nasazujeme 100 - 150 tisíc ks  $K_0$  na 1 ha. Ztráty tvoří přibližně 80 % z celkového nasazeného množství. Plůdek se loví na podzim, ale dovolují-li to podmínky, tak až z jara následujícího roku. Kusová hmotnost plůdku  $K_1$  je 30 - 50g (Čítek et al. 1993).

### **2.5.4. Odchov násad $K_2$ a $K_3$**

Odchov probíhá ve výtažnicích během druhého vegetačního období života (z  $K_1$  -  $K_2$ ). v průběhu roku se kontroluje růst a zdravotní stav obsádky. Násada se přikrmuje 2 × 3 týdně v závislosti na stavu přirozené potravy. Do výtažníků se nasadí plůdek  $K_1$  o váze 30 - 50 g a na konci vegetačního období dosahují  $K_2$  hmotnosti 250 - 600 g. Hmotnost násady je důležitá pro další odchov již tržních ryb a dělí dvouleté ryby na „lehčí“ a „těžší“ násadu. Lehčí násada  $K_2$ , tedy ryby s menší hmotností, se využívají pro

odchov těžších konzumních ryb (přes 2 kg), který trvá další 2 roky (chov z  $K_2$  –  $K_4$ ). Těžší násada se používá k odchovu tržních ryb, kdy konečná hmotnost dosahuje 1,5 - 1,8 kg (chov z  $K_2$  –  $K_3$ ). Nasazované množství ryb pro odchov násady  $K_2$  je 5000 - 10000 ks  $K_1$  na 1 ha. Úmrtnost dosahuje 10 %. Při odchovu tržních ryb  $K_3$  se nasazuje 800 -1000 ks  $K_2$  na 1 ha. Úmrtnost kapří násady by neměla překročit 5 % (Horváth et al., 1992).

## **2.6. *Růst kapra***

Je důležitým biologickým a hospodářským ukazatelem. Růst kapra v rybnících, biorytmus a růst kultivovaných druhů ryb nejsou spojené jen s teploty klimatu. Aktivní (napájení) a pasivní (bez napájení) fáze se střídají v pravidelném sledu, který je v Evropě spojen se změnami teploty. Ryby rostou rychle v průběhu jejich životní fáze aktivního krmení. Toto aktivní období je během jara, léta a prvních podzimních měsíců, kdy teplota vody zůstává stále nad 12 - 14 °C. Růst během období kdy se nekrmí je minimální. Ve skutečnosti může docházet k menší ztrátě tělesné hmotnosti. Během tohoto období se ryby stahují do spodních vrstev vody o stále teplotě 4 °C. Tím si udrží metabolismus na minimální úrovni a to jim umožní přežití chladného zimního období.

Další vlivy podílející se na intenzitě růstu kapra, jsou podobné jako u jiných ryb. Jsou to potravní podmínky (nabídka, složení, kvalita potravy), hustota obsádek, délka vegetačního období, kyslíkové podmínky, zdravotní stav a genetický základ. Jiná je proto růstová výkonnost divokých kaprů, jiná šlechtěných rybníčních kaprů při intenzivním chovu, jiná v mírném pásu, jiná v tropických a subtropických oblastech. Růst kaprů ovlivňuje též pleiotropní působení genů pro ošupení a do určité míry i pohlaví. Krupauer (1964) zjistil, že v našich podmínkách u dvouletých a tříletých kaprů, neovlivňují pohlaví rozdíly hmotnost a růst. Podle něho byly zaznamenány větší přírůstky u jikrnaček než u samců, teprve u ryb starších čtyř let Steffens (1973) však v SRN zjistil, že u tříletých konzumních ryb je průměrná kusová hmotnost o 6% větší u samic než u samců, vzhledem k tomu, že samci dospívají o rok dříve.

Tempo růstu se také mění s věkem. Obecné pravidlo v oblasti všech živých organismů (i ryb) je, že tempo růstu je nejrychlejší do pohlavního dospívání, pak klesá a může dojít i úplnému zastavení růstu. Kultivované druhy ryb ve střední Evropě mají



tendenci dosáhnout velikosti trhu před pohlavním procesem zrání. Nejrychlejší tempo růstu lze pozorovat ze stadia larvy do jednoho letního věku. Růst zde bude představovat několika set-násobný nárůst oproti počáteční hmotnosti. Ve druhém vegetačním období může být dosaženo desetinásobného tempa růstu za předpokladu příznivých podmínek. Ve třetím vegetačním období může dojít k dosažení až pětinasobku hmotnosti. Nicméně, to představuje nejvyšší růst v absolutních číslech, v průměru 2 kg ve srovnání s 200 g váhy a 20 g přírůstkem dosaženého ve vegetačním období druhém a prvním (Horváth et al., 1992).

V klimatických podmínkách střední Evropy přirůstají kapři od dubna do poloviny až konce září. Průměrný kusový přírůstek v rybnících se stanoví pro jednotlivé ročníky kapra podle délky hospodářského turnusu.

Tab. č. 1 - Sezónní růst kapra a v mírném klimatu (dle Horváth, Tamás, Seagrave 1992)

Produkční stádium	Počáteční hmotnost	Finální hmotnost	× násobný růst od počáteční hmotnosti
Do období váčkového plůdku	0,003 - 0,005	0,3 - 1,5	100 - 300 ×
Od váčkového plůdku do 1 roku	0,3 - 1,5	20 - 70	50 - 100 ×
Od 1 roku do 2. roku života	20 - 70	100 - 300	7 - 10 ×
Od 2. roku života do tržní velikosti	100 - 300	600 - 1750	5 - 7 ×

## 2.7. *Výživa a krmení kapra*

Důležitým pojmem pro výživu a krmení kapra je přirozená produkce rybníka. Přirozenou produkcí rozumíme schopnost hydrobiontů vytvářet organickou hmotu. Produkcí rozumíme množství organismů, vytvořených v jednotce objemu za jednotku času. Produkci lze rozdělit na primární a sekundární. Primární produkcí označujeme množství organické hmoty vytvořené z anorganických látek za jednotku času, největší význam zde má fytoplankton. Sekundární produkcí rozumíme produkci zooplanktonu a zoobentosu ( Faina, 1983 ).

Přirozená produkce v nížinných rybnících bohatých na živiny se pohybuje mezi 200 - 300 kg.ha a se stoupající nadmořskou výškou (chladnější klima, nižší koncentrace nutrietů) klesá na 100 - 200 kg.ha. Postupně klesá až na 50kg.ha v polohách nad 400 - 500 m.n.m.. S použitím intenzifikačního opatření (hnojení rybníků, příkrmování) lze dosáhnout v našich podmínkách produkce až 1000 kg.ha vodní plochy (jižní Morava). Přirozená produkce rybníka je ovlivněna i druhovým složením obsádky a její schopností využívat maximum dostupných potravních zdrojů.

Primární produkce je realizována především fytoplanktonem. Sekundární produkce je reprezentována jak zooplanktonem tak zoobentosem. Obě společenstva jsou vzhledem k predačnímu tlaku obsádky (zooplankton) a charakteru prostředí (zoobentos) druhově poměrně chudá, s dominancí taxonů schopných predačnímu tlaku (především kapra) odolávat.

Znamená to především redukcí až eliminaci větších planktonních filtrátorů (*Daphnia pulex*, *Daphnia magna*) a bentických detritofágů a fytofágů. Fytoplankton je zkladním potravním zdrojem pro filtrující zooplankton (většina perlooček a vířníků, někteří klanonožci), bentické filtrátory (houby) a některé druhy ryb (tolstolobik bílý) (Adámek et al. 2010).

Zoobentos je rovněž významnou složkou přirozené potravy obsádky (především dvouletého a staršího kapra). Přestože i kapří plůdek je schopen se zoobentosem efektivně živit, nedokáže při jeho příjmu pronikat do hlubších vrstev dna jako starší ryby a tím významně ovlivnit jeho rozvoj. Rybníční makrozoobentos je tvořen převážně z 90 - 95 % pouze máloštětinatými červi (*Tubifex*, *Limnodrilus*) a larvami pakomárů (převážně *Chironomus plumosus*) (Adámek et al., 2010). V potravě kapra byli též nalezeni měkkýši, larvy jepic, střechatek, chrostíků, vodních brouků, vodní plošnice

(zejména klešťankovití), beruška vodní, u větších jedinců i plůdek ryb, dále detrit, části rostlin a řasy (Kurfürst, 1971).

Zooplankton a zoobentos je zdrojem potravy pro většinu rybníčních druhů. Nicméně řada dravých druhů se vykytuje i mezi představiteli zooplanktonu (vířník *Asplanchna*, perloočka *Polyphemus pediculus*, řada buchanek, koreter *Chaoborus*) a zoobentos (píjavy *Erpobdela*, *Helobdela*, larvy vážek, střechatek, některých pakomárů, vodních brouk, ploštic a další).

Přirozená potrava představuje pro kapra poměrně levné, ale přitom vysoce hodnotné krmivo, obsahující všechny živiny a specificky účinné látky ve správném poměru a lehce resorbovatelné formě (Krupauer a Kubů, 1993).

Poskytuje rybám základní živiny v optimální formě a poměru je tedy základním předpokladem životních funkcí organismu (metabolismu, růstu, tvorby pohlavních produktů atd.). Kromě živin poskytuje i exogenní enzymy a další biofaktory důležité pro optimální funkci endogenních trávicích enzymů rybního organismu (Adámek et al., 2010). Je důležitou složkou pro obsah vitamínů, sacharidů a hlavně lipidů. Přirozená potrava je plnohodnotným zdrojem výživy. Spolu s aplikovanými krmivy je využívána rybí obsádkou k tvorbě přírůstku (na přírůstcích se hlavně podepisují bílkoviny obsažené právě v přirozené potravě).

### **Nutriční složení přirozené potravy**

Nutriční efekt z přirozené potravy se v rybníčním systému velmi obtížně a složitě stanovuje (Lovella, 1989). Stravitelnost zooplanktonu a zoobentosu je velmi dobrá (Janeček a Přikryl, 1982). Velký podíl se uplatňuje na kvalitě a struktuře masa. V našich polointezifikačních rybnících je přirozená potrava využívána přes 50 % z přijaté potravy, dalších až 50 % tvoří příkrmování obilovinami. Kapr je tedy v rybnících odchováván na bázi využití přirozené potravy. Bílkoviny obsažené v přirozené potravě se přitom mohou lépe využít na přírůstek (ČÍTEK et al., 1998). Tělo těchto živočichů obsahuje 10 (zooplankton) až 20 % (zoobentos) sušiny.

Janeček, Přikryl (1982) uvádí, že v sušině je obsaženo

Tuky	3 - 30 %
Sacharidy	5 - 25 %
Bílkoviny	50 - 65 %

Heteša, Sukop (1984) Fytoplankton obsahuje v průměru 15 % sušiny a v sušině:

Tuky	8 - 14 %
Sacharidy	14 - 40 %
Bílkoviny	20 - 50 %

Fytoplankton je také dobře stravitelný. Stejně lze také hodnotit řasové nárosty. Naproti tomu vyšší vodní vegetace obsahuje velký podíl celulózy a ta je pro ryby špatně stravitelná (to je způsobeno malou prostorností trávicího traktu a často nevhodných teplot při trávení a většině ryb chybí větší množství trávicích enzymů, které jsou celulózu schopny trávit, což se projevuje vysokými krmnými koeficienty býložravých ryb). Pro porovnání: pro vytvoření 1 kg přírůstku u amura bílého je potřeba 20 - 40 kg (někdy i více) vodních rostlin, kdežto u spotřeba vodních živočichů činí 4 - 6 kg. (Hartman et al., 1998).

### 2.7.1. Krmení kapra

Krmení ovlivňuje bezprostřední tvorbu a kvalitu masa a tím celkovou užitnou hodnotu kapra. Výběr vhodného krmiva nám určuje zásoba a složení přirozené potravy. Je třeba brát v potaz úzký vztah mezi intenzitou příkrmování, hustotou obsádky a stavem přirozené potravy. Efektivnost příkrmování závisí na ekologických faktorech, ale z větší části na správném poměru mezi přirozenou produkcí rybníka, množstvím a kvalitou použitých krmiv. Jestliže má být předkládané krmivo dobře využito, předpokládá se příjem přirozené potravy. Lze chovat kapra i beztoho, aniž by přijímal přirozenou potravu, ale v takovýchto případech je potřeba použít krmiva s vysokými energetickými hodnotami a důsledně dodržovat stanovené technologické krmení. Na těchto základech je stanoven intenzivní chov kapra v objektech nerybníčního typu. Při intenzivních chovech dochází k podstatnému omezení nebo vyloučení přirozené potravy z výživy kapra. Proto je za těchto podmínek nezbytné zajistit přísun potřebných živin pro růst hodnotnými krmivy. Intenzivně krmené obsádky vylučují značné množství

exkrementů, které působí jako organické hnojivo (Čítek aj., 1998). V akvakultuře je velmi důležitým poznatkem, že vysoce kvalitní krmivo stimuluje růst, zkracuje dobu chovu a zvyšuje obsah tuku (Vácha, 2000).

Naopak v podmínkách rybničního chovu je výhodné, jak z hlediska hospodářského a ekonomického, využívat přirozenou potravu a doplňovat ji příkrmováním. Tímto způsobem je tedy kapr odchováván na bázi přirozené potravy. Zde se příkrmuje zejména obilovinami, kde je vysoký obsah glycidů, které kryjí vysoké energetické požadavky kaprů.

Kapr obecný se řadí mezi nedravé všežravce, to znamená, že jeho potravu tvoří rostlinná složka i složka živočišná. V rybníce tvoří až 65 % příjmu potravy kapra přirozená potrava zbytek příjmu je z předkládaného krmiva. Nejedná li se o extenzivní chov, kde se příkrmování nevyužívá. Přirozená potrava je pro kapra velice důležitá a je plnohodnotným zdrojem výživy. Je pro kapra levným, ale přitom vysoce hodnotným krmivem, obsahující vitamíny, minerály, sacharidy, lipidy a specificky účinné látky ve správném poměru a lehce rozložitelné formě. Je tvořena detritem, planktonem a bentosem. Ze zooplanktonu jsou nejvíce zastoupeny buchanky a perloočky, zatímco zoobentos tvoří hlavně nitěnky, larvy pakomárů a jiný hmyz dna. Pro plůdek je důležitá z hlediska nastartování trávicího ústrojí. Spolu s aplikovanými krmivy je využívána rybí obsádkou k tvorbě přírůstku (na přírůstcích se hlavně podílejí bílkoviny obsažené právě v přirozené potravě). Fytoplankton je původním a hlavním zdrojem  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 mastných kyselin (Joó et al., 1989). Podle Mareše et al. (2009) má přítomnost vodního květu sinic významný vliv na obsah jednotlivých mastných kyselin analyzovaných ve svalech hospodářských kaprů.

Z hlediska příjmu potravy je kapr aktivní sběrač. Neustále přijímá potravu. Velikost potravy je ovlivněna velikostí jedince. Kapr má spodní postavení úst, což mu umožňuje sbírání větších soust. Živí se především potravou ze dna. Kapr nasaje sousto a filtrováním přes žaberní aparát, kde se potrava zachycuje na žaberních tyčinkách. V případě požití většího sousta je rozdrácena požerákovými zuby, které jsou přeměněny z posledního žaberního oblouku. Kapr je schopen najít potravu i 15 cm pod povrchem dna. Protože ryby jsou poikilotermní živočichové, je příjem a trávení kapra obecného ovlivněno teplotou. Například při teplotě 8 - 10 °C trvá trávicí proces kapra 17 hodin, při teplotě 25 °C trvá trávení potravy 2 - 3 hodiny (Baruš a Oliva aj., 1995).

## Rozdíl mezi krmením a příkrmováním

### Příkrmování

Praktikuje se při polointenzivním chovu ryb. Základem přijímané potravy je přirozená potrava, která tvoří hlavní zdroj bílkovin. Jako krmiva se uplatňují méně hodnotná krmiva rostlinného původu, hlavně obiloviny. Krmiva představují především zdroj energie a krmnou dávku vyvažují. Poměr přirozené potravy a předkládaného krmiva na přírůstků činí 1:1. V případě nedostatku přirozené potravy je potřeba podpořit její rozvoj, například hnojením.

### Krmení

Je prováděno v podmínkách intenzivního chovu ryb v řízeném prostředí. Protože v intenzivních chovech je zastoupení přirozené potravy velmi zanedbatelné, používají se ke krmení plnohodnotné krmné směsi obsahující všechny důležité živiny, včetně esenciálních AMK, potřebné ke zdárnému vývoji a růstu ryb. Zdrojem plnohodnotných bílkovin jsou komponenty živočišného původu. Obsah těchto bílkovin se ve směsích pohybuje kolem 40% (Dubský et al., 2003)

#### 2.7.2. Složení potravy

V Přijímané potravě má kapr ukrytou záchovnou dávku energie (to je taková dávka energie, která je potřebná pouze pro zachování všech funkcí v organismu) a dávku produkční energie, kterou ukládá v podobě tukových rezerv.

Pro příkrmování kapra se používají převážně jaderná krmiva. Turk (1994; 1995) uvádí obiloviny jako nejrozšířenější krmiva pro produkci a příkrmování tržního kapra. Používají se i krmné směsi složené z obilných šrotů, pokrutin, extrahovaných šrotů, luštěnin, úsušků píce z části i z krmiv živočišného původu a z různých doplňků. Při současné intenzitě příkrmování se podílejí na celkové spotřebě krmiv asi z 60 - 70 % obilniny v čisté formě, zbytek tvoří krmné směsi. Je zřejmé, že obsah krmiv je rozdílný u jednotlivých druhů krmiv (Čítek et al., 1993).

Jako krmivo pro příkrmování se nejvíce používají **rostlinná glycidová krmiva**. Jedná se téměř výhradně o obilniny, především o: pšenice, ječmen, žito a kukuřice.

Schäperclaus a Lukowicz uvádí, že kukuřice je jednou z nejpůlárnějších krmiv v jihovýchodní Evropě pro kapra. Kukuřičný olej zvyšuje krmnou účinnost díky své

vysoké kalorické hodnotě, ale vzhledem k právě relativně vysokému obsahu tuku ovlivňuje chuť masa tak silně, že maso těchto ryb je méně chuťově atraktivní a má rozbředlou konzistenci. Krmný koeficient (KK) kukuřice je 4 - 6. U ostatních obilovin se pohybuje přibližně mezi hodnotami 4 - 5. Krmný koeficient udává množství přijaté potravy (v kg) na 1 kg přírůstků ryb. Schäperclaus uvádí, že oves je jako krmivo pro kapra nevhodný. Nepoužívá se jednak z důvodů, že plave po hladině a jednak z důvodu vyššího obsahu vlákniny, kterou ryby nejsou téměř schopny strávit. Schmidt (1998) analýzou prokazuje špatné energetické stravitelnost ovsa, která potvrdila nízkou hodnotu krmiva pro kapra. Steffens (1995) uvádí, že s rostoucím obsahem vlákniny v krmivu se snižuje stravitelnost tuků a dalších živin.

Mezi další krmiva s obsahem sacharidů mohou být brambory. Bramborový škrob je sice v surovém stavu pro kapra těžko stravitelný (složitá struktura bramborového škrobu), ale po uvaření brambor se jejich stravitelnost zvyšuje (Schäperclaus, 1998).

Dále sem mohou být zahrnuty odpady z mlynářského, pivovarského průmyslu. (Čítek et al., 1993).

Dalšími krmivy která se mohou použít jsou **rostlinná bílkovinná krmiva** do kterých patří pokrutiny získávané odpadem při lisování semen olejnin a jednak extrahované šroty vznikající jako odpad po extrakci tuků vhodnými rozpustidly ze semen olejnin zpracovaných šrotováním. Pro rybářství jsou obvykle k dispozici pokrutiny nebo extrahované šroty: bavlníkové (KK 6), řepkové (KK 4 - 8), podzemnicové (KK 3 - 5), sojové (KK 3 - 5), slunečnicové (KK 3 - 5).

Jako bohatý zdroj bílkovin se jeví hrášek, fazole, vikev a lupina (ta měla dříve velký význam jako krmivo pro kapry). Jejich vysoký podíl bílkovin, ovlivňuje jejich aktuální cenu a posiluje růst kapra, ale ohrožuje zdraví ryb právě vysokým obsahem dusíkatých látek (Schäperclaus, Lukowicz 1998). Jejich krmný koeficient je 3-5 (Čítek et al., 1993). Sojová moučka je kaprem velmi dobře přijata, ale není využita odpovídajícím způsobem. Dochází ke znehodnocování kvality masa kapra (Schäperclaus, 1998).

Nejlepším krmným koeficientem vynikají **živočišná krmiva**. Sem jsou zahrnuty rybí moučky (KK 1,2 - 2), masokostní moučky (KK 1,5 - 3), krevní moučka (KK 1,5 - 2), krevní šrot (KK 2 - 2,5), sušené mléko (KK 1,5 - 2,5), kadáverová moučka z kafilérií (KK 1,5 - 2,5). Rybí moučka je tradičně považována za důležitý zdroj bílkovin, jak pro masožravé, tak všežravé druhy (Naylor et al., 2000). Ale protože jsou ekonomicky nákladnější, jsou využívány především pro výrobu krmných směsí, kde tvoří jednu z přídatných složek.

Nejlepší a ekonomicky nejnákladnější jsou **krmné směsi**. Jsou většinou ve formě granulí. Pro tvorbu přírůstku je rozhodující obsah dusíkatých látek (NL) v přijímané potravě. Přirozená potrava obsahuje průměrně 46% NL v sušině. Jde vesměs o plnohodnotné bílkoviny. Výhodou směsí je, že je lze namíchat dle potřeby pro vyvážení jednotlivých komponentů, kterých je zrovna v organismu obsaženo v nejmenším množství. Pro tvorbu přírůstků je rozhodující obsah dusíkatých látek v přijímané potravě. Jak jsem výše uvedl, přidává se do krmných směsí určitý podíl krmiv živočišného původu, které obsahuje plnohodnotné bílkoviny. Dále se přidávají minerální látky a dle potřeby i vitamíny anebo jiné biologicky účinné látky. Do medikovaných směsí se přidávají léčiva v podobě antibiotik či antiparazitik.

### **Skladování krmiv**

Důležitým krokem pro udržení kvality a efektivnosti krmiva je jeho skladování. Pokud je to možné, měla by být krmiva skladována ve vzduchotěsných kontejnerech při snížené teplotě s minimální expozicí UV záření a dalších faktorů urychlujících rychlost oxidace lipidů, jako je například vlhkost. Ta by měla být co nejnižší. Do krmiv nebo krmných směsí by se měli používat pouze čerstvé oleje s nízkými hodnotami peroxidů. Skladovaná krmiva by měla být chráněna před oxidací. Obsah vitamínu E působí jako antioxidant a jeho obsah přidávaný do stravy, by měl udržet zvýšenou hladinu PUFA (J. E. Halver, 2002).



## 2.8. *Produkční účinnost krmiv*

V chovu kapra převážně používají jaderná krmiva. Význam mají především taková, která jsou k dispozici v potřebném množství a jsou ekonomicky výhodná. Používají se především obilniny nebo krmné směsi, složené z obilních šrotů, pokrutin, extrahovaných šrotů, luštěnin, úsušků píce, z části i z krmiv živočišného původu. Při současné intenzitě příkrmování se podílejí na celkové spotřebě krmiv asi z 60-70 % obilniny v čisté formě, zbytek tvoří krmné směsi. Krmiva používaná pro příkrmování kapra hodnotíme jednak podle obsahu živin a biologicky účinných látek a jednak dle výsledků při jejich použití. Pochopitelně že obsah živin se u jednotlivých druhů krmiv liší.

Hodnota a využití krmiv rybami se uvádí v krmných koeficientech

*Absolutní krmný koeficient* - je množství krmiva (kg) spotřebovaného na vytvoření 1 kg celkového přírůstku z příkrmování. Vypočítá se dělením celkového množství spotřebovaného krmiva celkovým přírůstkem, tedy součtem přírůstku z příkrmování a přirozeného přírůstku

*Relativní krmný koeficient* - je množství krmiva spotřebovaného na vytvoření 1 kg celkového přírůstku. Vypočítá se dělením celkového množství spotřebovaného krmiva celkovým přírůstkem, tedy součtem přírůstku z příkrmování a přirozené potravy.

### 2.8.1. **Činitelé ovlivňující výši krmného koeficientu**

- Vnitřní činitelé:**
- 1) dědičná schopnost
  - 2) věk ryb
  - 3) zdravotní stav
- Kladroba (2000) uvádí ještě:
- 4) pohlaví
  - 5) plemeno

- Vnější činitelé:**
- 1) teplota vody
  - 2) obsah kyslíku ve vodě
  - 3) hodnota pH
  - 4) početnost obsádky

- 5) úprava krmiva
- 6) jakostní stav krmiva
- 7) výše krmných dávek
- 8) technika příkrmování

### Vnitřní činitelé

**Dědičná schopnost ryb dobře využívat krmivo** - proto je šlechtitelská práce v chovu kapra zaměřena také na zlepšení a upevnění této důležité užitkové vlastnosti.

**Věk ryb** - mladší ryby nižší kusové hmotnosti s intenzivnější přeměnou látkovou a nižší záchovnou dávkou zpravidla využívají krmivo lépe než starší kusy.

**Zdravotní stav ryb** - ryby nemocné i ryby napadené parazity hůře využívají krmivo. Tím dochází ke zvyšování krmného koeficientu. Podobně nepříznivě působí i stresové situace (Čítek et al., 1993; Svobodová, 2007).

### Vnější činitelé

**Teplota vody** - ovlivňuje rychlost trávení a tedy i činnost trávicích enzymů. Jejich účinnost se zvyšuje se stoupající teplotou a naopak při poklesu teploty vody se snižuje, zejména u enzymů trávicích bílkoviny. U enzymů trávicích glycidy je pokles účinnosti pomalejší, a proto při poklesu teploty vody na podzim přechází rybářské podniky na glycidová krmiva (Čítek et al., 1993).

JIRÁSEK et al. (2005) uvádí optimum pro příjem potravy 22 - 25 °C. BARUŠ et al., (1995) uvádí, že nejlepší konverzi krmiva lze dosáhnout při teplotě 28 - 29 °C. Optimální teplota vody se pohybuje v rozmezí 20 - 26 °C, při dostatečném nasycení vody kyslíkem až 28 °C (Janeček a Přikryl, 1982). Při poklesu teploty vody pod 15 °C se absolutní krmný koeficient výrazně zvyšuje, při poklesu teploty vody pod 13 °C není příkrmování již rentabilní (Kubů, 1984). Všem věkovým kategoriím kapra škodí náhlé teplotní změny. Steffens (1975) uvádí, že při 40 °C a více dochází vlivem zastavení dýchacích procesů k hynutí.

**Obsah kyslíku ve vodě** - je ovlivněn teplotou vody. Optimální obsah je 7 mg.l<sup>-1</sup> i více. Kapr je označen za středně náročného na obsah kyslíku. Čítek et al. (1998) uvádí, že jeho optimum při intenzivním chovu je 6 - 7 mg.l<sup>-1</sup>, v době sníženého metabolismu a při komorování jen 3 - 4 mg.l<sup>-1</sup>. Přítomnost rozpuštěného kyslíku ve vodě je důležitá nejen pro ryby, ale i ostatní živočichy a také pro rozkladné procesy. Jeho spotřeba se odvíjí od druhu ryb, jejich velikosti, věku, pohybové aktivitě a úrovni metabolismu.

Nedostatek kyslíku zhoršuje látkovou výměnu, tím pádem zhoršuje i růst ryb. Silný pokles obsahu kyslíku způsobuje zdravotní ohrožení celé obsádky, při dlouhodobém nedostatku může dojít až masovému úhynu. S tím souvisí i změna chování ryb, které se zdržují u hladiny a tzv. „troubí“, shromažďují se u přítoku, v zimním období pak v prosekaných prohlubních (Janeček a Přikryl, 1982).

**Hodnota pH** - nízké i příliš vysoké hodnoty pH zvyšují krmný koeficient. Pokud ryby přikrmujeme v období, kdy pH vody dosahuje vysokých zásaditých hodnot, může dojít k autointoxikaci čpavkem

**Početnost obsádky** - úměrně zvýšená obsádka využívá krmivo lépe. Při nadměrně zvýšené obsádce se krmný koeficient zvyšuje, vytváří se nepříznivý poměr přirozené potravy ke krmivu.

**Úprava krmiva** - jemnějším šrotováním se zvyšuje stravitelnost krmiva, současně se však zvyšují ztráty rozplavením a vyluhováním krmiva.

**Jakostní stav krmiva** - zhoršená kvalita krmiva působí na zvýšení krmného koeficientu. Zkažená krmiva také nepříznivě ovlivňují průběh trávení a zdravotní stav ryb.

**Výše krmných dávek** - kapr je schopen přijmout více krmiva, než může strávit. Při nadměrně vysokých dávkách krmiva dochází k tzv. luxusní spotřebě a k podstatnému zvýšení krmného koeficientu.

**Technika přikrmování** - pravidelnost přikrmování, menší a častější dávky krmiva na vhodný počet krmných míst snižují krmný koeficient (ČÍTEK et al., 1998).

## 2.8.2. Úpravy krmiv

Je to souhrn technologických postupů, jímž se zvyšuje výživná hodnota obilovin, stravitelnost živin, chutnost a přijatelnost dané obiloviny a odstraňují se škodlivé účinky a nepříznivé vlastnosti krmiv. Současně se úpravami zlepšují technologické vlastnosti jako je skladovatelnost, smíchávání krmiv a manipulace s nimi. Zpracování je závislé jak na druhu krmiva, tak i na zažívacím traktu jednotlivých zvířat. (Zeman 2002).

### Nejčastěji používané úpravy

**Šrotování či drcení** - účelem této metody úprav je upravit velikost soust podle velikosti přikrmovaných či krmených ryb. V krmivářské praxi se uvádějí tři stupně

rozmělnění s velikostí částic: Hrubé > 2mm, střední 1,0 - 2,0 mm a jemné < 1,0 mm (Másilko et al. 2009). Velikost částic má vliv na účinnost krmiv a stav trávicího traktu (Pelikán 2001). Pro nejmladší plůdek je třeba krmiva jemně sešrotovat a poté, je-li ještě potřeba, je prosévat sítím s velikostí ok požadované velikosti částic krmiva.. Odrostlým rybám zkrmujeme zrniny celé. Jemným mletím či šrotováním se sice zlepší stravitelnost, ale neúměrně vzrostou ztráty rozplaváním po hladině a vyluhováním. Rozplavené částice pak také zhoršují kvalitu vody (Čítek et al., 1993).

**Mačkání** - principem této úpravy je zmáčknutí zrna mezi dvěma hladkými válci protichůdně se otáčejícími stejnou rychlostí. Dochází tím k rozrušení povrchové struktury zrna, díky níž se mohou mikroorganismy snáze dostat do zrna a pomocí svých enzymů jeho obsah natrávit a lépe využít (Zeman, 2002).

**Namáčení** - je nezbytné především u některých luštěnin (u hrachu, bobu, fazolí). Luštěniny ve vodě silně bobtnají. Je proto nutné namáčet je nejméně 24 hodin před jejich zkrmením, jinak dojde k bobtnání ve střevech ryb, které může způsobit těžké trávicí poruchy, popř. může dojít k popraskání střev a následnému úhynu. Namáčení se provádí také u lehkých krmiv, která plavou po hladině, aby došlo k jejich rychlejšímu poklesu ke dnu a nebyla rozplavávána po hladině.

**Granulování** - je převládající způsob úpravy centrálně vyráběných krmných směsí. Granulace je metoda, při které je zpravidla přívodem páry do suché sypké směsi dosahována teplota kolem 80 °C po dobu 1 - 10 minut. Směsi se lisují do granulí protlačováním matricemi. Velikost granulí je specifická dle velikosti přikrmovaných ryb. Pro K<sub>1</sub> činí průměr granulí 2,5 mm, pro K<sub>2</sub> 4 mm, pro generační ryby 6 mm. Granulování podstatně omezí ztráty způsobené rozplaváním nebo vyluhováním. Je potřeba, aby granule byly stabilní, nerozpadaly se během manipulace. Stejně by tomu mělo být i s bezprostředním kontaktem s vodou. (Granule by měli vydržet alespoň 1 hodinu vcelku). Ještě větší stabilitu zajišťuje **obdukování**. Jedná se o obalení granulí slabou vrstvou vhodné látky bránící rozpadu i vyluhování.

**Extruze** - patří mezi metody úprav, kdy vysoká teplota (převyšující až 100 °C) působí velmi krátkou dobu, zpravidla kratší než 1 minutu. Při výrobě krmiv pro lososovité ryby je používána vlhká extruze s vlhkostí směsi při výrobě 10 - 45 % při teplotě 60 - 160 °C. Stupeň zmazovatění škrobu se pohybuje na úrovni 80 - 100 % a maximální obsah tuku na 22 - 27 % (Pojivý účinek zmazovatělého škrobu zvyšuje stabilitu směsí ve vodě. Jeho struktura po hydrotermické úpravě umožňuje navázat tuk a po ochlazení vytvoří stabilní strukturu). Materiál je při vysokém tlaku protlačen

matricí a při výstupu z extrudéru dochází k jeho rozpínání, ochlazení a snížení vlhkosti. Technologie extruze umožňuje výrobu pelet s rozdílnou specifickou hmotností od plovoucích až po rychle se potápějící granule. Extrudovaná krmiva jsou dražší kvůli vyšším výrobním nákladům (Craig a Helfrich, 2009).

***Tepelné nebo hydrotermické úpravy.*** Cílem je zvýšit stravitelnost komponentů (zj. sacharidů - konkrétně škrobu), snížení vlivu některých antinutričních látek, snížení ztrát krmiva změnou jejich vlastností, zvýšení obsahu tuku v krmných směsích jeho navázáním na strukturu škrobu. Škrob v obilovinách začíná bobtnat při teplotě 50 - 60 °C. Optimální teplota pro zmazovatění je 120 °C při vlhkosti 20 %.

## **2.9. *Výživná hodnota rybího masa***

Vysoké hladiny  $\omega$ -3 polynenasycených mastných kyselin v potravinách jsou příznivé pro lidské zdraví (Singer, 1997, 2000). To bylo prokázáno v klinických experimentech (Simopoulos 1997). Není pochyb o tom, že tyto mastné kyseliny mají anti-aterosklerotické účinky a mají rovněž příznivé účinky na několika dalších onemocnění (Steffens a Wirth, 2007).. Ryby jsou obecně považovány za důležitý zdroj esenciálních  $\omega$ -3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA), Tj.  $\alpha$ -linolenová kyselina, eikosapentaenová kyselin (EPA) a dokosaheptaenová kyselina (DHA) (Ackman, 2000).

Od roku 1970 (Stansby, 1990a, b) se výrazně zvýšila znalost významu polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem (PUFA)  $\omega$ -3 typu, zvláště EPA a DHA, pro lidské zdraví. Jak je dobře známo, jsou bohatě zastoupeny v rybím oleji. (Pigott a Tucker, 1987).

Příznivý účinek konzumace rybího masa spočívá především v obsahu lehce stravitelných plnohodnotných bílkovin potřebných pro optimální tvorbu tkání. Rybí maso obsahuje významnou složku vitamínů, zejména vitamíny A a D, nadále řadu minerálních látek jako je P, Se, Zn. Právě kvůli obsahu nenasycených mastných kyselin tvoří rybí maso jedno z dietních jídel s nízkou kalorickou hodnotou. Vyšší konzumací rybího masa můžeme částečně tlumit některé negativní vlivy z našich špatných stravovacích zvyklostí. I když biologická hodnota tuku sladkovodních ryb je nižší než v porovnání s hodnotou u mořských ryb, působí konzumace masa sladkovodních ryb velice příznivě. Samotná biologická hodnota rybího tuku spočívá v obsahu  $\omega$ -3

nenasycených mastných kyselin (eikosapentaenové - EPA a dokosahexaenové - DHA) napomáhající v prevenci kardiovaskulárních onemocnění a dalších zdravotních potíží. Tyto kyseliny také zlepšují metabolismus lipidů a lipoproteinů a působí na snížení hladiny cholesterolu i triglycerolů v těle.

Přesto že je rybí tuk zdraví prospěšný, je v těle oproti ostatním zvířatům, zastoupen poměrně málo (u kapra je to 3 - 3,5 %) a je rovnoměrně rozložen. K dosažení ochranného efektu se považuje konzumace 2 až 3 rybích pokrmů za týden nebo spotřeba 200 až 300 g ryb za týden, resp. 2 až 3 g rybího oleje za den. Ve srovnání s ostatními zeměmi je spotřeba rybího masa v ČR velmi nízká. Zatímco ve většině zemí, zejména přímořských států je spotřeba ryb na jednoho obyvatele asi 15 kg, u nás je tato hranice přibližně 5 kg z čehož sladkovodní ryby tvoří zhruba něco málo přes 1 kg a právě toto číslo je zastoupeno především kaprem obecným.

Je statisticky dokázáno, že vyšší průměrné délky života jsou přímo závislé na vysoké spotřebě rybího masa v přímořských státech. Musím uznat, že vyšší účinky při konzumaci mořských ryb na zlepšení kardiovaskulárních onemocnění vykazují mořské ryby, nicméně příznivý vliv zastoupení sladkovodních ryb v našem jídelníčku je nesporný. Výše uvedené spotřeby rybího masa se především podělí mezi období vánočních a velikonočních svátků, ale jestliže se chceme pokusit docílit celkově vyšší spotřeby masa je zřejmé, že se budeme muset zaměřit i na období mimo církevní svátky.

### 3. Materiál a metodika

Cílem mé bakalářské práce bylo zhodnotit vliv krmných zdrojů na nutriční složení masa kapra obecného. Veškeré ukazatele byly stanoveny na Jihočeské Univerzitě v Českých Budějovicích, fakulta rybářství a ochrany vod, obor rybářství.

Krmné pokusy probíhaly na sádkách společnosti Rybářství Třeboň a.s. a to po dobu 124 dní v období od 5.5. – 5.9.2011. Použitý materiál byl tříletý třeboňský kapr šupinatý o průměrné hmotnosti 1,13 kg. K chovu ryb v experimentu se používaly betonové sádky, které byly svou velikostí mezi sebou přibližně stejně velké. Nádrže byly změřeny, vypočítala se plocha v metrech čtverečních a zvolila se výška vodního sloupce 1 m. Přítok do sádek je z nad nimi umístěného rybníka Svět. Ryby byly před nasazením změřeny (obvod těla a délka těla), očipovány, zváženy podle digitální váhy a byl změřen tuk ve svalovině u každé ryby. Při kontrolních měřeních byly sádky vypuštěny, ryby vyloveny a posléze změřeny, zváženy a po přeměření byli ryby opět umístěny zpět. Obsádka sádky byla přepočítána podle velikosti jednotlivých nádrží s přepočtem 363 ks.ha.

Používaná krmiva byla dodána Zemědělskými službami Dynín a.s. a byla zvolena tato: triticales s tepelnou úpravou 100 °C, triticales bez úprav, ječmen s tepelnou úpravou 100 °C, ječmen bez úprav, žito tepelná úprava 100 °C, žito bez úprav, pšenice bez úprav, pšenice s tepelnou úpravou 100 °C. V sádce označené jako kontrola nedocházelo k žádnému příkrmování a ryby byly ponechány na přirozené potravě. Příkrmování probíhalo 3 × týdně (pondělí, středa, pátek). Hmotnost krmné dávky byla stanovena na 3 % z hmotnosti obsádky.

Obsádky byly pravidelně kontrolovány a přeměřovány v měsíčních intervalech pro přesné zjištění průběhu pokusu, vypočítání spotřeby předkládaného krmiva a později následovanému vypočítání efektivnosti krmiva. Spolu s kontrolou ryb, byly také měřeny hodnoty kyslíku, pH a teplota vody. Protože tyto ukazatele jsou jedněmi z nejdůležitějších parametrů pro správné metabolické děje a život ryb. Na konci experimentu byly ryby vyloveny, přeměřeny a posléze odvezeny ke zpracování na zpracovnu ryb Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Zde se ryby usmrtili a zpracovali pro zjištění výtěžnosti.

## Délkohmotnostní ukazatele

Počáteční měření a veškerá kontrolní měření ryb probíhalo vždy v dané lokalitě a to za použití měrné desky sloužící ke zjištění délky těla a pomocí metru ke zjištění obvodu těla. Údaje byly uváděny v milimetrech.

Aktuální hmotnost ryby byla zjištěna použitím digitálních vah s přesností na 5 g.

**DT** Délka těla: měří se jako vzdálenost od hrotu rypce po konec ošupení ocasního násadce

**OT** Obvod těla: měří se v nejširším a nejvyšším místě těla (od báze hřbetní ploutve ventrálním směrem kolem těla)

## Index retence tuku

LR = (lipid retained)

$$LR = \frac{100 * [(w_t * L_t) - (w_o * L_o)]}{FCR * (w_t - w_o) * \% L \text{ krmiva}}$$

$w_t$ .....	hmotnost ryb na konci pokusu [kg]
$w_o$ .....	hmotnost ryb na počátku pokusu [kg]
FCR .....	krmný koeficient krmiva
$L_t$ .....	obsah tuku v těle ryb na konci pokusu [%]
$L_o$ .....	obsah tuku v těle ryb na počátku pokusu [%]
L .....	obsah tuku v krmivu [%]

## Výpočet stravitelné energie (DE)

Stravitelná energie (digestible energy, DE) je brutto energie od níže je odečten celkový obsah energie obsažený ve výkalech, a to včetně energie metabolického původu.

**Rovnice pro výpočet stravitelné energie (DE v MJ/kg)**

$$DE = 0,0168 * NL + 0,0335 * tuk + 0,0084 * BNLV$$



## Ukazatele pro výpočet konverze krmiv a růstu

Ryby byly před zahájením, během a po ukončení pokusu změřeny, zváženy a rozdíl mezi hodnotou nasazení a hodnotou ukončení pokusu byl označen jako celkový přírůstek. Poté se z něj vypočítal průměrný kusový přírůstek a posléze denní kusový přírůstek.

**FCE (Food Conversion Efficiency)** – Vyjadřuje jak velký je přírůstek hmotnosti ryby z 1 kg použitého krmiva.

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

P ..... celkový přírůstek [kg]

F ..... množství zkrmeného krmiva [kg] za dané období

**FCR (Food Conversion Ratio – Spotřeba krmiva na 1kg přírůstku)** - čím je hodnota koeficientu nižší, tím je krmivo produkčně účinnější, protože klesá jeho množství, které by bylo potřeba k vytvoření 1 kg přírůstku.

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

W<sub>0</sub> ..... hmotnost na počátku pokusu [kg]

w<sub>t</sub> ..... hmotnost na konci pokusu [kg]

F ..... množství zkrmeného krmiva za sledované období [kg]

**SGR (Specific Growth Rate – Specifická rychlost růstu)** - vyjadřuje procentický denní přírůstek hmotnosti vztažený k průměrné hmotnosti za sledované období [%·d<sup>-1</sup>], kde **t** je počet dnů sledování.

$$\text{SGR} = [(\ln W_t - \ln W_0) \cdot t^{-1}] \cdot 100$$

$$\text{SGR} = \left[ \left( \frac{w_t}{w_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \cdot 100$$

$w_t$  ..... hmotnost obsádky na konci pokusu [kg]  
 $w_0$  ..... hmotnost obsádky na začátku pokusu [kg]  
 $t$  ..... doba, po kterou pokus probíhal [dny]

Pro zjednodušení základní orientace v produkčních ukazatelích, aby nebylo nutno odděleně porovnávat hodnoty SGR a FCR, používáme jejich vzájemný poměr, tj. **FCR/SGR**. Čím je tato hodnota nižší, tím je použití krmivo či způsob krmení výhodnější. Tento poměr někteří autoři považují za vyjádření produkční účinnosti krmiv (Mareš, Jirásek, 1999).

**RGR (Relative growth rate)** – Relativní rychlost růstu je uváděna v %.

$$\text{RGR} = 100 * (w_t - w_0) * w_0$$

$w_t$  ..... hmotnost obsádky na konci pokusu [kg]  
 $w_0$  ..... hmotnost obsádky na začátku pokusu [kg]

**PER (Protein Efficiency Ratio)** - používá se pro hodnocení efektivnosti využití proteinu krmiva. Jde vlastně o poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatých dusíkatých látek

$$\text{PER} = \frac{100}{\text{FCR} * \%NL \text{ v krmivu}}$$

## Ukazatel kondičního stavu a index obvodu těla

**Fultonův koeficient ( $K_f$ )** - ukazuje nám kondiční stav ryb

$$K_f = \frac{m}{DT^3} * 100$$

m ..... hmotnost těla (g)

DT ..... délka těla (cm)

**IO - Index obvodu těla** - Nejlepší hodnoty indexu obvodu těla jsou ty, které jsou nejbližší hodnotě 1 (Urbánek, 2009)

$$IO = \frac{DT}{OT}$$

DT ..... délka těla (cm)

OT ..... obvod těla (cm)

## 4. Výsledky

### 4.1. Krmný experiment na sádkách 2011

K chovu ryb v experimentu se využívali betonové sádky Rybářství Třeboň. Pokus probíhal na 10 sádkách rybářství Třeboň a.s. Prvních 8 sádek bylo krmeno obilovinami s tepelnou úpravou a bez tepelné úpravy. Jedna sádka sloužila jako kontrola bez příkrmování obilovinami či jiným krmivem a sloužila pro porovnání účinnosti použitých krmiv. Ryby zde byly ponechány pouze na přirozené potravě. Poslední sádka sloužila jako rezerva. Byly zde umístěny ryby, které se nasazovaly v případě uhynutí ryb z pokusných sádek. Kapr, který uhynul v nějaké z pokusných sádek, byl ihned odstraněn a nahrazen kaprem z této rezervy. Ryba byla před nasazením změřena (obvod těla, délka těla), zvážena a očipována.

Obsádky byly krmeny 3 × týdně a množství zkrmených krmiv v jednotlivých měsících je uvedeno v grafech níže.

Tab. č.2 - Chemické složení použitých obilovin pro pokus na sádkách v roce 2011

Druh krmiva	Žito	Pšenice	Ječmen	Triticale
Nutriční složky				
Dusíkaté látky (%)	10,7	14,3	13,6	13,6
Tuk (%)	1,7	1,9	2,6	2,2
Vláknina (%)	1,8	2,5	5,7	3,3
Popel (%)	2,2	1,8	2,8	2,5
BNVL (%)	73,2	69,5	67,0	65,6

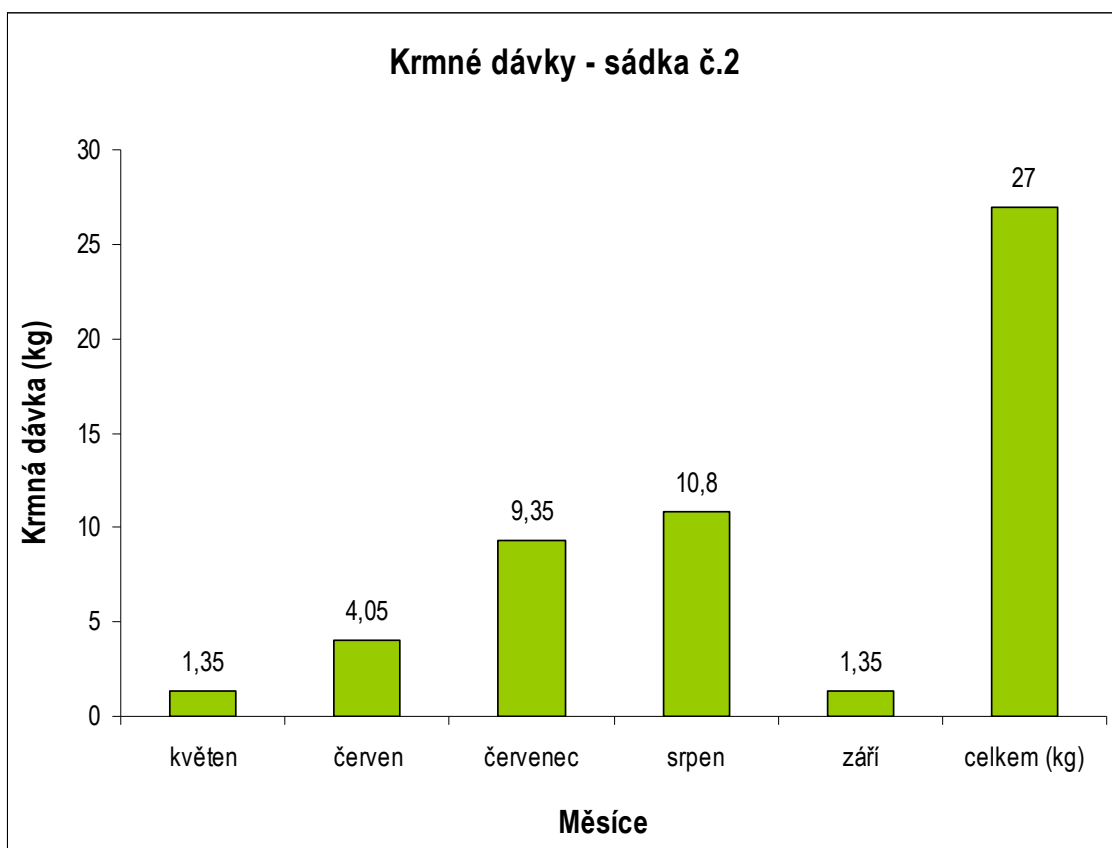
\* hodnoty jsou uváděné ve 100 % sušíně

Tab. č.3 - Obsah stavitelné energie v krmivech na sádkách 2011

Druh krmiva	Žito	Pšenice	Ječmen	Triticale
DE (MJ/kg)	1,3128	1,3255	1,3005	1,2665

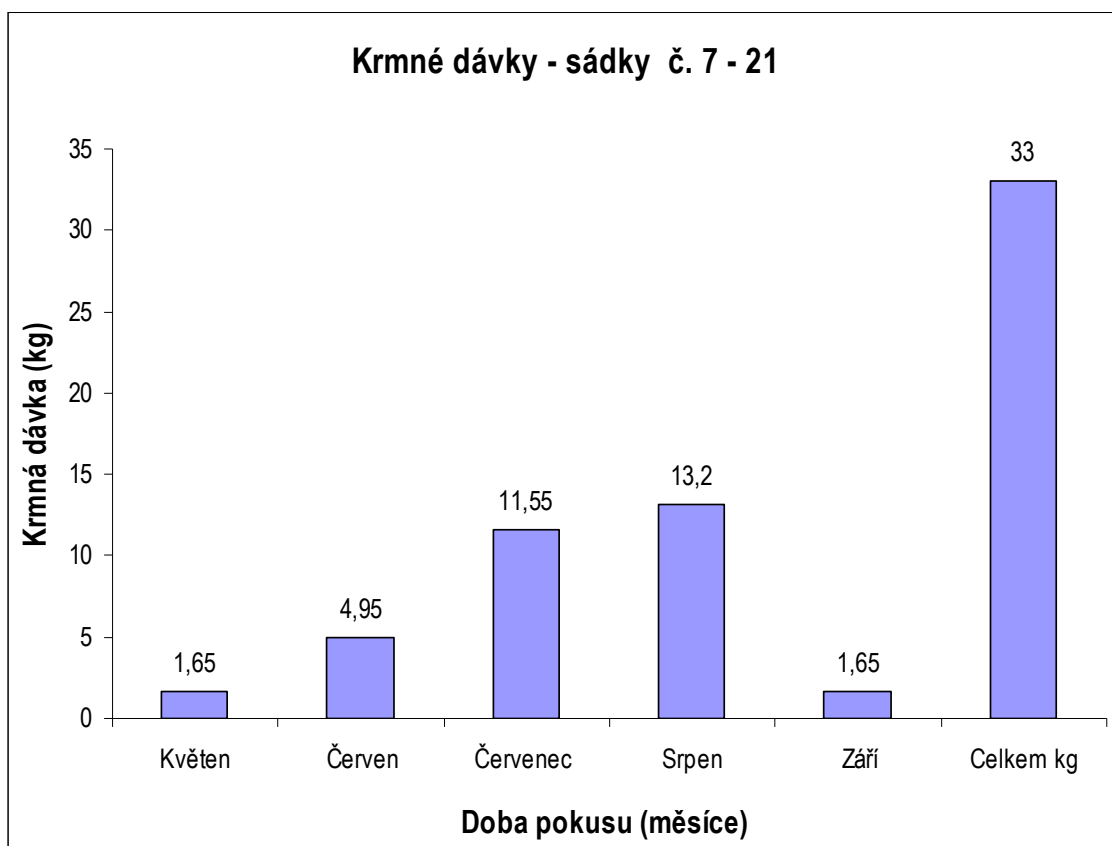
#### 4.1.1. Krmné dávky na sádkách č.2 a sádkách č.7-21

Krmné dávky byly vypočítány na 3 % hmotnosti obsádky. Grafy uvádí krmné dávky za měsíc a to od května do září. Poslední sloupec značí celkovou hodnotu spotřebovaných krmiv.



Graf č.1 - Krmné dávky (kg) - sádka č.2

Krmeno bylo 3×týdně. Na této sádce se přikrmovalo triticaem s tepelnou úpravou 100° C. Jeho spotřeba v jednotlivých měsících byla stanovena takto: květen 1,35 kg, červen 4,05 kg, červenec 9,45 kg, srpen 10,8 kg, září 1,35 kg. Krmné dávky jsou uvedeny pro obsádku čítající 9 ks ryb, proto jsou krmné dávky odlišné od sádek č.7 - 21. Celkem bylo zkrmeno 27 kg upraveného krmiva a FCR (krmný koeficient) byl vypočítán na 2,347 kg.



Graf č.2 - Krmné dávky (kg) - sádky č.7-21

V sádkách č.7 - 21 byla obsádka stejná a byla vypočítána podle velikosti nádrží s přepočtem 363 ks.ha. Krmné dávky jsou uvedené pro jednu sádku o 11ks ryb. Spotřeba testovaných krmiv v jednotlivých měsících byla stanovena takto: květen 1,65 kg, červen 4,95 kg, červenec 11,55 kg, srpen 13,2 kg, září 1,65 kg. Celkem bylo zkrmeno 33 kg tepelně upravených i neupravených obilovin. Krmné koeficienty jednotlivých krmiv jsou spočítány v tabulce č.6 (níže).

#### 4.1.2. Přírůstky ryb

Tabulka č.4 (níže) zaznamenává počet ryb na konkrétní sádku, celkovou hmotnost, průměrnou kusovou hmotnost, dále denní kusový přírůstek a dané testované krmivo. Odečtením nasazovaných hodnot od hodnot vylovených, získáme celkový přírůstek pro jednotlivé druhy obilovin, ať už tepelně upravených nebo obilovin bez úprav. Vydělíme-li tento přírůstkem počtem ryb, získáme kusový přírůstek. Jestliže se kusový přírůstek vydělí množstvím dní, získáme denní kusový přírůstek. Jmenované přírůstky jsou počítány před nasazením ryb a po jejich vylovení.

Z tabulky je patrné, že nejlepších výsledků je dosaženo v sádce č.17. Zde byl celkový přírůstek po příkrmování ječmenem se 100 °C tepelnou úpravou 16,19 kg a hodnota kusového přírůstku byla 1472 g.ks. Hodnota denního kusového přírůstku byla 11,87 g.ks.den. Jako druhou nejlepší hodnotu vykazovala sádka č.19, kde bylo příkrmováno žitem s tepelnou úpravou 100 °C u kterého byl naměřen celkový přírůstek 14,81 kg, kusový přírůstek byl 1346 g.ks a denní kusový přírůstek byl stanoven na 10,85 g.ks.den. Třetí nejlepší krmivo bylo použito v sádce č.2 a to triticales s tepelnou úpravou 100 °C s celkovým přírůstkem 11,49 kg, kusovým přírůstkem 1277 g.ks a denním kusovým přírůstkem 10,30 g.ks.den. Dalším krmivem je ječmen bez úprav který byl krměn v sádce č.16 a vykazoval celkový přírůstek 13,98 kg, kusový přírůstek dosahoval 1271 g.ks a denní kusový přírůstek byl 10,25 g.ks.den. Pátým umístěním v tabulce je sádka č.18 s žitem bez úprav s celkovým přírůstkem 13,88 kg, kusovým přírůstkem 1262 g.ks a denním přírůstkem 10,18 g.ks.den. Šesté nejlepší krmivo bylo používáno v sádce č.20 a tím krmivem byla pšenice bez úprav s celkovým průměrným přírůstkem 13,83 kg, kusovým přírůstkem 1257 g.ks a průměrným denním kusovým přírůstkem 10,14 g.ks.den. Sedmé pořadí je určeno sádce č.21, zde byla obsádka vystavena vlivu pšenice s tepelnou úpravou 100° C a celkovým přírůstkem 12,82 kg, kusovým přírůstkem 1165 g.ks a denním kusovým přírůstkem 9,40 g.ks.den. Předposledním krmivem je triticales bez úprav s hodnotami 12,55 kg celkového přírůstku, 1141 g.ks kusového přírůstku a 9,20 g.ks.den u denního kusového přírůstku. Jako poslední z tabulky je sádka č.30, která byla používána jako kontrola a kde byly ryby ponechány pouze na přirozené potravě. Celkový přírůstek činí 3,57 kg, kusový přírůstek je 714 g.ks a průměrným denním kusovým přírůstkem 5,76 g.ks.den.

Tab. č.4 - Počet, celková a kusová hmotnost nasazených a vylovených ryb, přírůstky na sádkách v Třeboni 2011.

Sádka č.	Krmivo	Počet ryb (ks)	Nasazeno (5.5.2011)		Vyloveno (5.9.2011)			Přírůstky ryb		
			Celková hmotnost (kg)	Kusová hmotnost (kg)	Celková hmotnost (kg)	Kusová hmotnost (kg.ks <sup>-1</sup> )	Ztráty (%)	Přírůstek celkem (kg)	Kusový přírůstek (kg.ks <sup>-1</sup> )	Přírůstek (g.ks <sup>-1</sup> .den <sup>-1</sup> )
2	Triticale tepelná úprava 100 °C	9	10,95	1,217	22,45	2,494	0	11,49	1,277	10,3
7	Triticale bez úprav	11	11,76	1,069	24,31	2,210	0	12,55	1,141	9,2
16	Ječmen	11	12,36	1,124	26,35	2,395	0	13,98	1,271	10,25
17	Ječmen tepelná úprava 100 °C	11	11,91	1,083	28,11	2,555	0	16,19	1,472	11,87
18	Žito bez úprav	11	12,96	1,178	26,84	2,440	0	13,88	1,262	10,18
19	Žito tepelná úprava 100 °C	11	13,16	1,196	27,96	2,542	0	14,81	1,346	10,85
20	Pšenice bez úprav	11	12,74	1,158	26,57	2,415	0	13,83	1,257	10,14
21	Pšenice tepelná úprava 100 °C	11	12,06	1,096	24,87	2,261	0	12,82	1,165	9,4
30	Kontrola – bez příkrmu	5	5,31	1,061	8,88	1,775	0	3,57	0,714	5,76



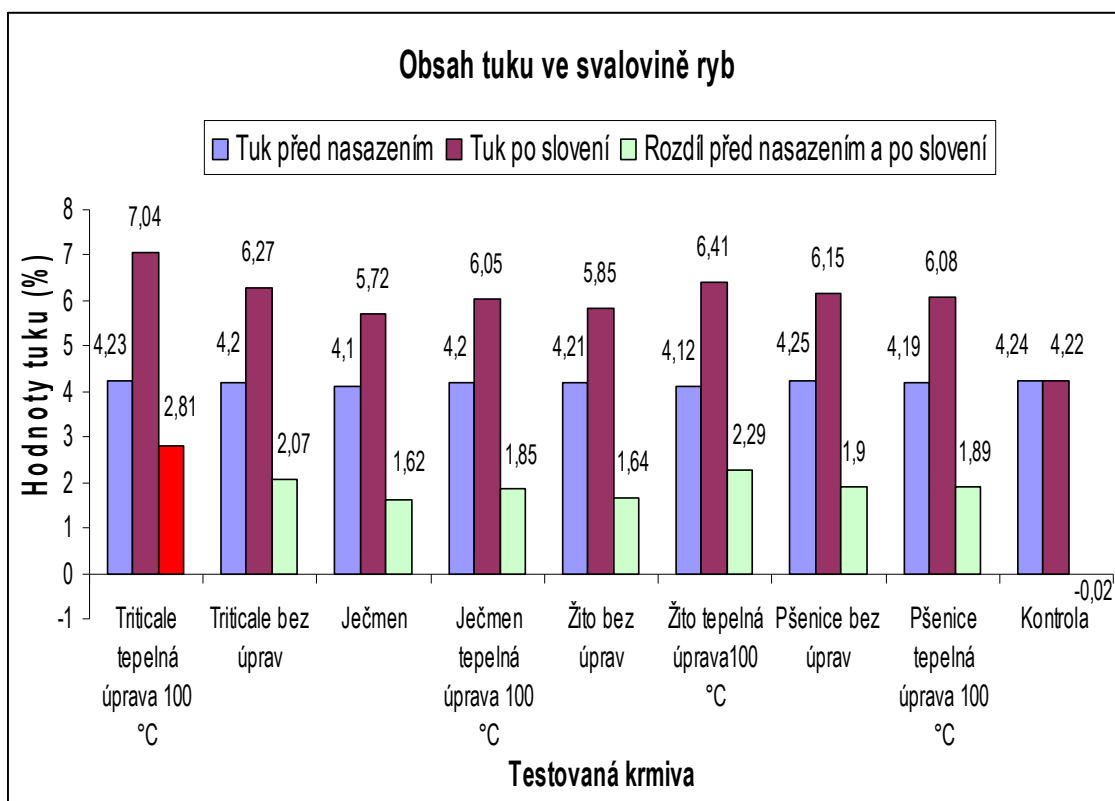
#### 4.1.3. Stanovení obsahu tuku ve svalovině ryb

Obsah tuku ve svalovině byl změřen u každé ryby. Měřil se před nasazením, při každém kontrolního měření a po ukončení experimentu. Měření probíhalo ručně pomocí fatmetru FM 692 Distell (West Lothian, Skotsko), který umožňuje měření přímo na živých rybách.

Tab. č.5 - Stanovení obsahu tuku u jednotlivých krmiv na sádkách 2011

Sádka č.	Druh krmiva	Obsah tuku před zahájením pokusu	Obsah tuku po ukončení pokusu	Rozdíl obsahu tuku před a po zahájení pokusu
2	Triticale tepelná úprava 100 °C	4,23	7,04	2,81
7	Triticale bez úprav	4,2	6,27	2,07
16	Ječmen	4,1	5,72	1,62
17	Ječmen tepelná úprava 100 °C	4,2	6,05	1,85
18	Žito bez úprav	4,21	5,85	1,64
19	Žito tepelná úprava 100 °C	4,12	6,41	2,29
20	Pšenice bez úprav	4,25	6,15	1,9
21	Pšenice tepelná úprava 100 °C	4,19	6,08	1,89
30	Kontrola – bez příkrmu	4,24	4,22	-0,02

Z jednotlivých naměřených hodnot se vypočítal průměrný obsah tuku u všech ryb z jednotlivých sádek. Stejný postup byl zvolen i pro výpočet hodnoty u vylovených ryb. Třetí sloupec je rozdílem dvou předchozích sloupců. Pořadí hodnot je uvedeno v následujícím grafu.



Graf č.3 - Obsah tuku ve svalovině ryb

Jak je patrné, největšího rozdílu v obsahu tuku ve svalovině dosáhlo triticale s tepelnou úpravou (2,81). Druhý největší obsah tuku byl u žita s tepelnou úpravou (2,29). Dalším krmivem v pořadí bylo triticale bez úprav (2,07), pšenice bez úprav (1,9) a pšenice s tepelnou úpravou (1,89). Další pořadí jsou určena takto: ječmen s tepelnou úpravou (1,85), žito bez úprav (1,64) a posledním byl ječmen bez úprav (1,62)

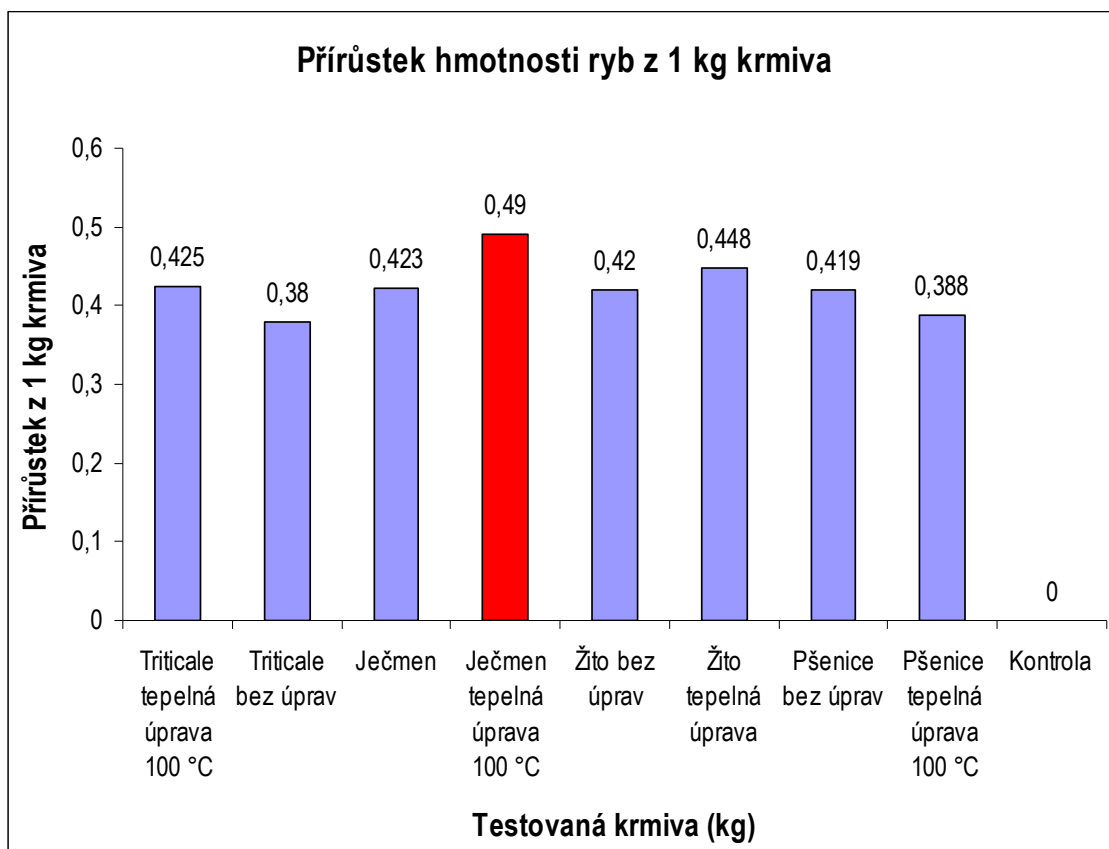
#### 4.1.4. Hodnoty hlavních ukazatelů

Tabulka č.6 zaznamenává hodnoty celkového přírůstku, kusového přírůstku, denního kusového přírůstku, celkovou a průměrnou kusovou hmotnost nasazovaných a vylovených ryb, počet nasazených a vylovených ryb, ztráty, FCR, FCE, RGR, SGR, celkovou spotřebu krmiva.

Tab. č.4 - Počet, celková a kusová hmotnost nasazených a vylovených ryb, přírůstky na sádkách v Třeboni 2011.

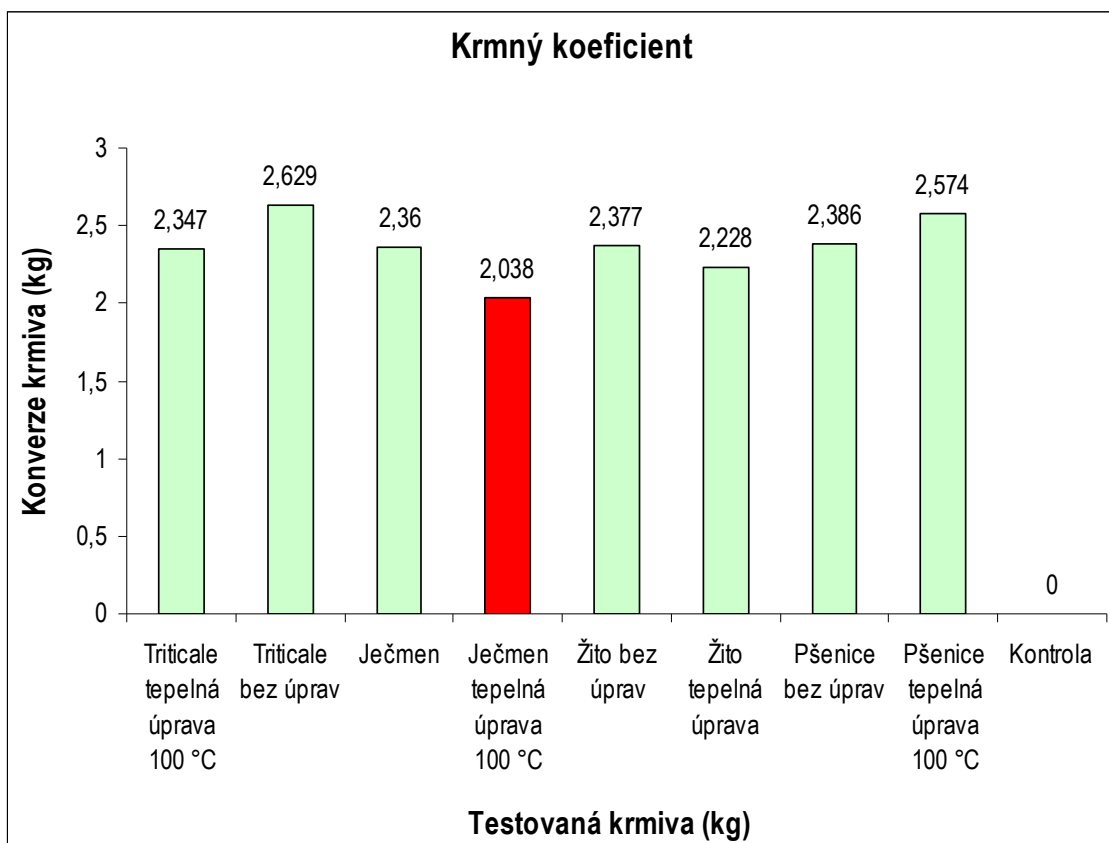
	Sádka č.	2	7	16	17	18	19	20	21	30
Druh krmiva	Jednotky	Třít tep 100°C	Tříticale bez úprav	Ječmen	Ječmen tep. U. 100 °C	Žito bez úprav	Žito tep úp. 100 °C	Pšenice bez úprav	Pšenice tep. úp. 100 °C	Kontrola
Datum nasazení		5.5.2011	5.5.2011	5.5.2011	5.5.2011	5.5.2011	5.5.2011	5.5.2011	5.5.2011	5.5.2011
Počet ryb - nasazeno K <sub>3</sub>	ks	9	11	11	11	11	11	11	11	5
Celková hmotnost ryb	kg	10,95	11,76	12,36	11,91	12,96	13,16	12,74	12,06	5,31
Hmotnost na 1ks	Kg.ks	1,217	1,069	1,124	1,083	1,178	1,196	1,158	1,096	1,061
Doba pokusu	den	124	124	124	124	124	124	124	124	124
Ztráty	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Datum výlovu		5.9.2011	5.9.2011	5.9.2011	5.9.2011	5.9.2011	5.9.2011	5.9.2011	5.9.2011	5.9.2011
Celková hmotnost ryb	kg	22,45	24,31	26,35	28,11	26,84	27,96	26,57	24,87	8,88
Průměrná Hmotnost	Kg.ks	2,494	2,21	2,395	2,555	2,44	2,542	2,415	2,261	1,775
Celkový přírůstek	kg	11,5	12,55	13,98	16,19	13,88	14,81	13,83	12,82	3,57
Kusový přírůstek	Kg.ks	1,277	1,141	1,271	1,472	1,262	1,346	1,257	1,165	0,714
Denní přírůstek	g.ks.d	10,3	9,2	10,25	11,87	10,18	10,85	10,14	9,4	5,76
Celková spotřeba krmiva	kg	27	33	33	33	33	33	33	33	0
FCE		0,425	0,38	0,423	0,49	0,42	0,448	0,419	0,388	0
FCR		2,347	2,629	2,36	2,038	2,377	2,228	2,386	2,574	0
RGR	%	105,02	106,71	113,1	135,93	107,09	112,53	108,55	106,3	67,23
SGR	%·d <sup>-1</sup>	0,58	0,59	0,61	0,69	0,59	0,61	0,59	0,58	0,41

#### 4.1.5. Výpočet koeficientů účinnosti krmiv a růstu



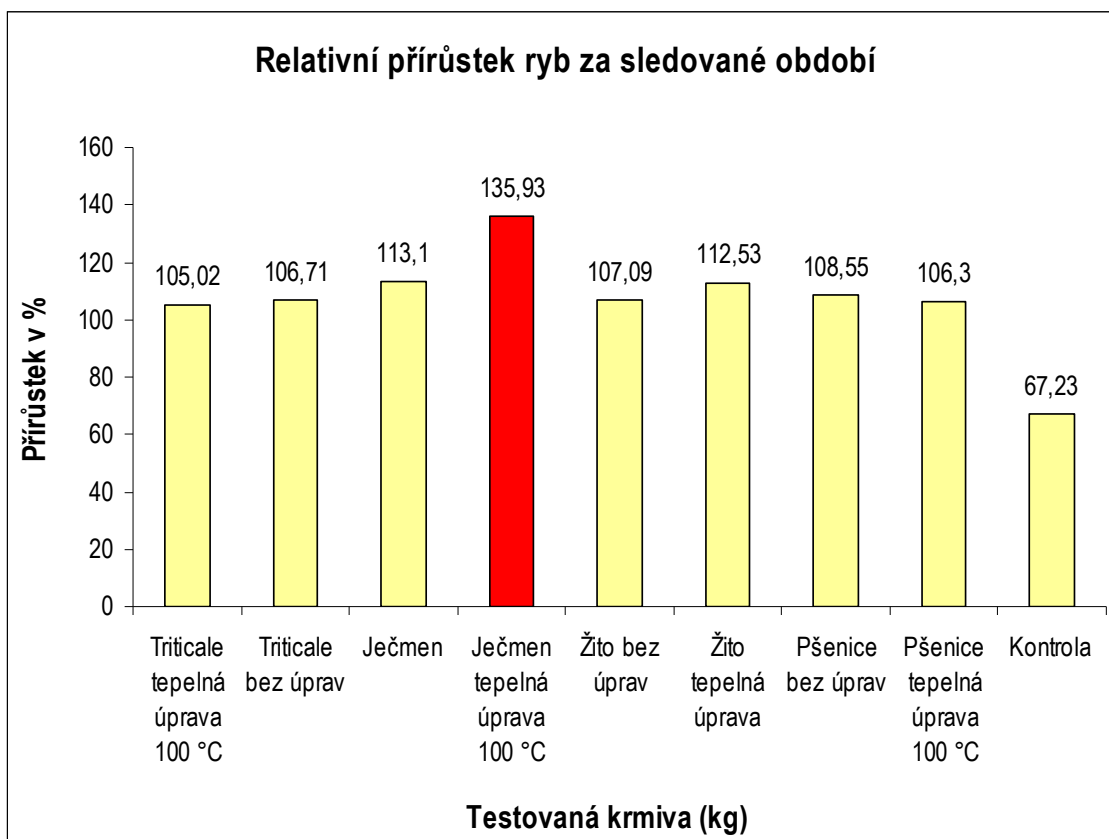
Graf č.4 - Přírůstek ryb z 1 kg krmiva

Nejlepšího přírůstku z 1 kg testovaného krmiva dosáhla obsádka krmená ječmenem s tepelnou úpravou 100° C (0,49), další krmiva s nejlepším přírůstkem ryb z 1 kg krmiva byla: žito s tepelnou úpravou (0,448), triticale s tepelnou úpravou (0,425), ječmen (0,423), žito bez úprav (0,42), pšenice bez úprav (0,419), pšenice s tepelnou úpravou 100°C (0,388). Poslední z krmiv je triticale bez úprav (0,38). U kontroly se tento přírůstek neměří z důvodů neznámého množství spotřebované přirozené potravy.



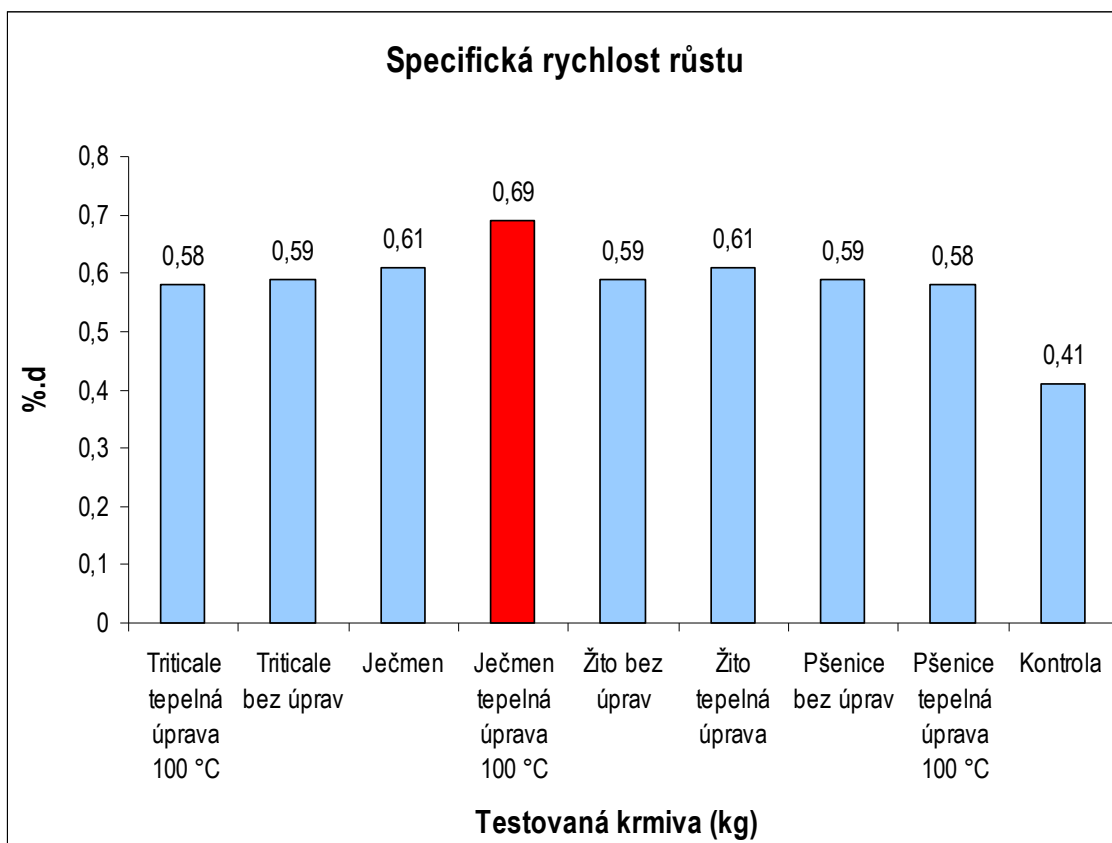
Graf č.5 - Efektivita krmného koeficientu

Nejnižší konverzi krmiva dosáhl ječmen s tepelnou úpravou 100°C. Hodnota krmného koeficientu byla stanovena na 2,038. Druhým nejlepším produkčním krmivem bylo žito bez úprav (2,228). Dalšími krmivými jsou: triticale s tepelnou úpravou (2,347), ječmen (2,36), žito bez úprav (2,377), pšenice bez úprav (2,386), pšenice s tepelnou úpravou (2,574), triticale bez úprav (2,629). u kontroly se krmný koeficient nestanovoval, z důvodů neznámého množství spotřebované přirozené potravy.



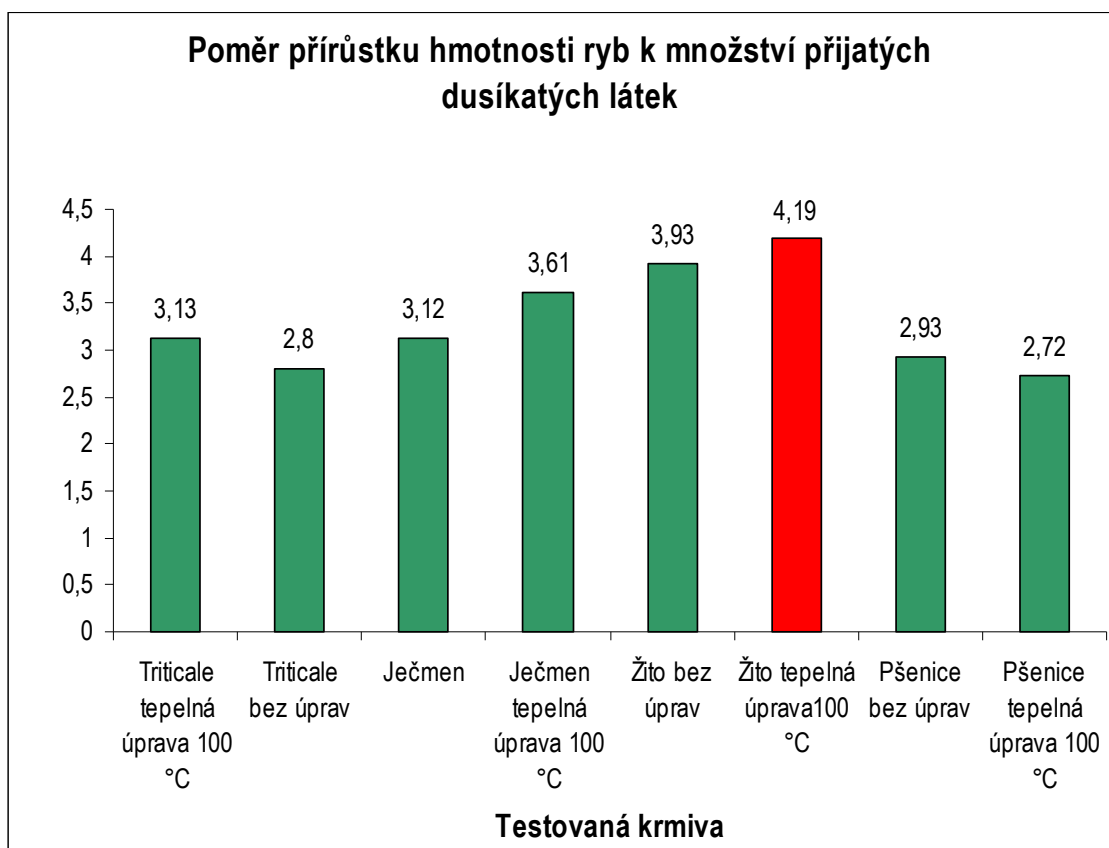
Graf č.6 - Relativní přírůstek ryb za sledované období

Nejlepšího relativního přírůstku dosáhly ryby přikrmované ječmenem s tepelnou úpravou. Další hodnoty relativních přírůstků ryb krmených testovanými krmivy jsou následující: ječmen (113,1 %), žito s tepelnou úpravou 100° C (112,53 %), pšenice bez úprav (108,55 %), žito (107,09 %), triticale 106,71, pšenice s tepelnou úpravou 100° C (106,3 %), triticale s tepelnou úpravou 100° C (105,02 %). Kontrola měla relativní rychlost růstu nejnižší ze všech naměřených hodnot.



Graf č.7 - Specifická rychlost růstu

Nejlepší denní rychlost růstu dosáhla opět obsádka s příkrmováním ječmene s tepelnou úpravou (0,69  $\% \cdot d^{-1}$ ). Další v pořadí jsou: ječmen bez úprav a žito tepelná úprava (0,61  $\% \cdot d^{-1}$ ), triticale bez úprav, pšenice bez úprav, pšenice bez úprav (0,59  $\% \cdot d^{-1}$ ), triticale tepelná úprava 100° C, pšenice tepelná úprava 100° C (0,58  $\% \cdot d^{-1}$ ). Nejnižší hodnota byla opět u kontroly (0,41  $\% \cdot d^{-1}$ ).

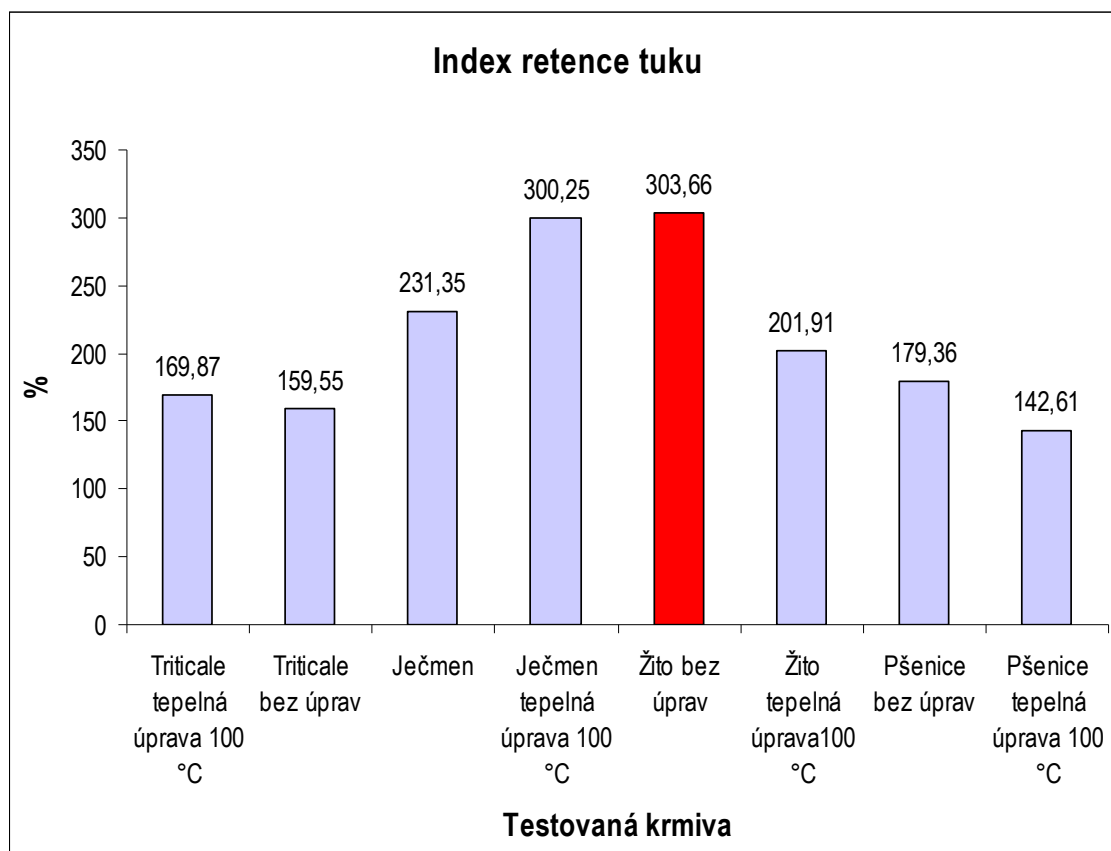


Graf č.8 - Poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatých dusíkatých látek

Nejvyššího přírůstku k poměru obsahu dusíkatých látek v krmivu dosáhly ryby s použitím žita s tepelnou úpravou (4,19). Druhým nejlepším poměrem přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatých dusíkatých látek je použitím žita bez úprav (3,93). Dalšími krmivy v pořadí jsou: ječmen s tepelnou úpravou (3,61), triticale s tepelnou úpravou (3,13), ječmen (3,12), pšenice bez úpravy (2,93), triticale bez úpravy (2,8), pšenice s tepelnou úpravou (2,72)



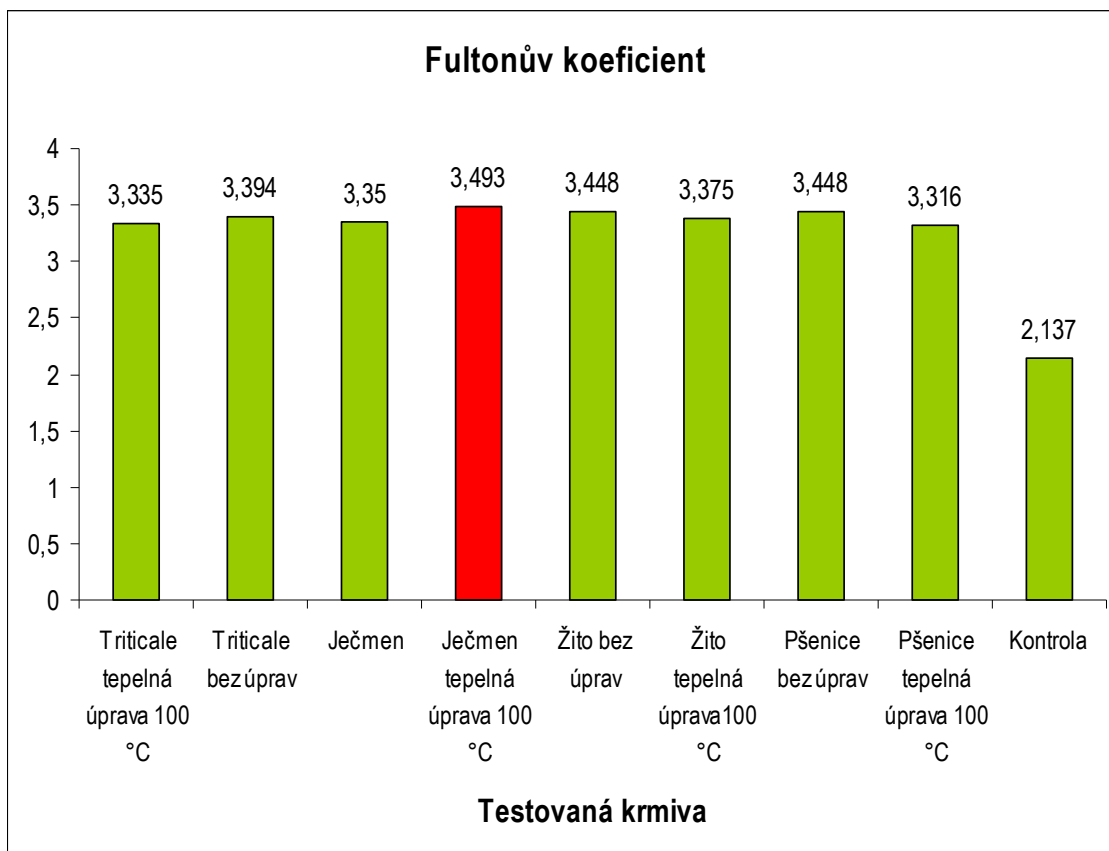
#### 4.1.6. Výpočet Indexu retence tuku



Graf č.9 - Index retence tuku (LR)

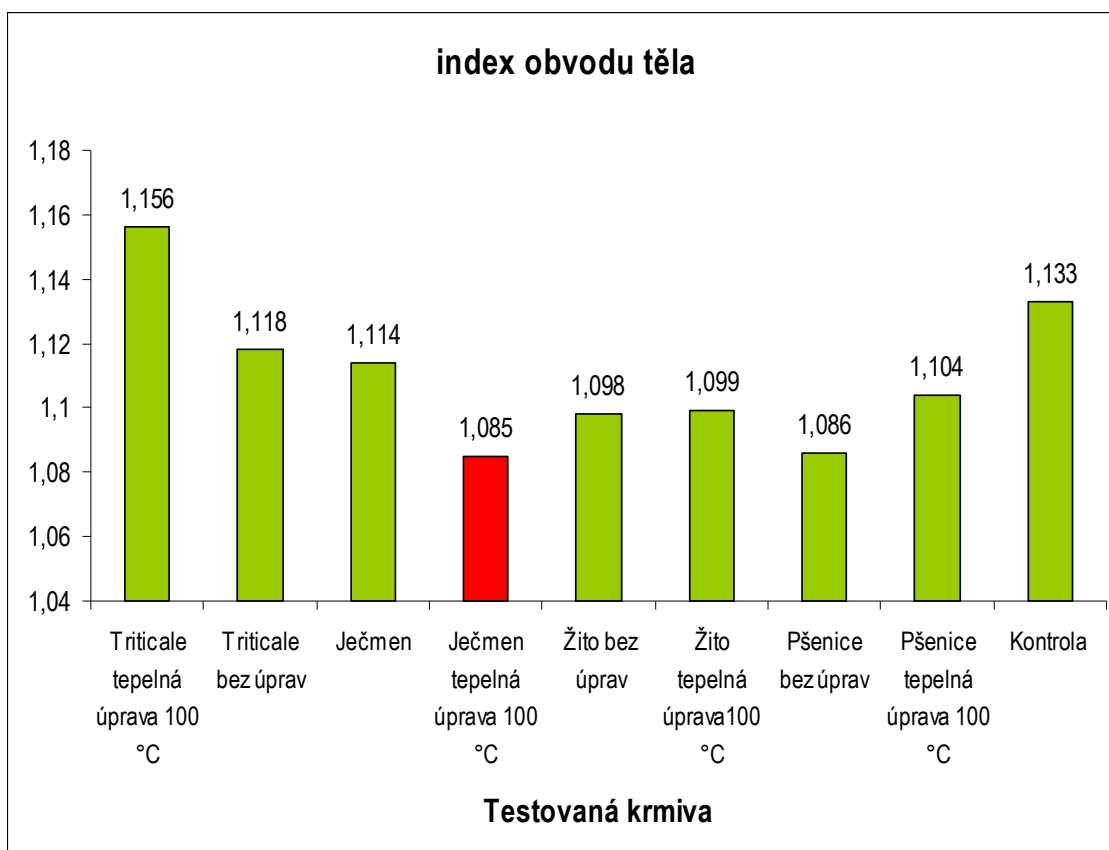
Nejvyšší hodnoty dosáhlo žito bez úprav (303,66 %). Dále pak ječmen s tepelnou úpravou (300,25 %), ječmen bez úprav (231,35 %), žito s tepelnou úpravou (201,91 %), pšenice bez úprav (179,36 %), triticale s tepelnou úpravou (169,87 %), triticale bez úprav (159,55 %). Poslední je pšenice s tepelnou úpravou (142,61 %).

#### 4.1.7. Ukazatele kondičního stavu



Graf č.10 - Fultonův koeficient

Z grafu je patrné, že v nejlepší kondici byly ryby krmené ječmenem s tepelnou úpravou (3,493), druhým nejlepším výsledkem z testovaných krmiv jsou žito bez úprav a pšenice bez úprav (3,448), dalšími v pořadí jsou triticale bez úprav (3,394), žito s tepelnou úpravou (3,375), ječmen bez úprav (3,350), triticale s tepelnou úpravou (3,335), pšenice s tepelnou úpravou (3,316), poslední je kontrola (3,137).

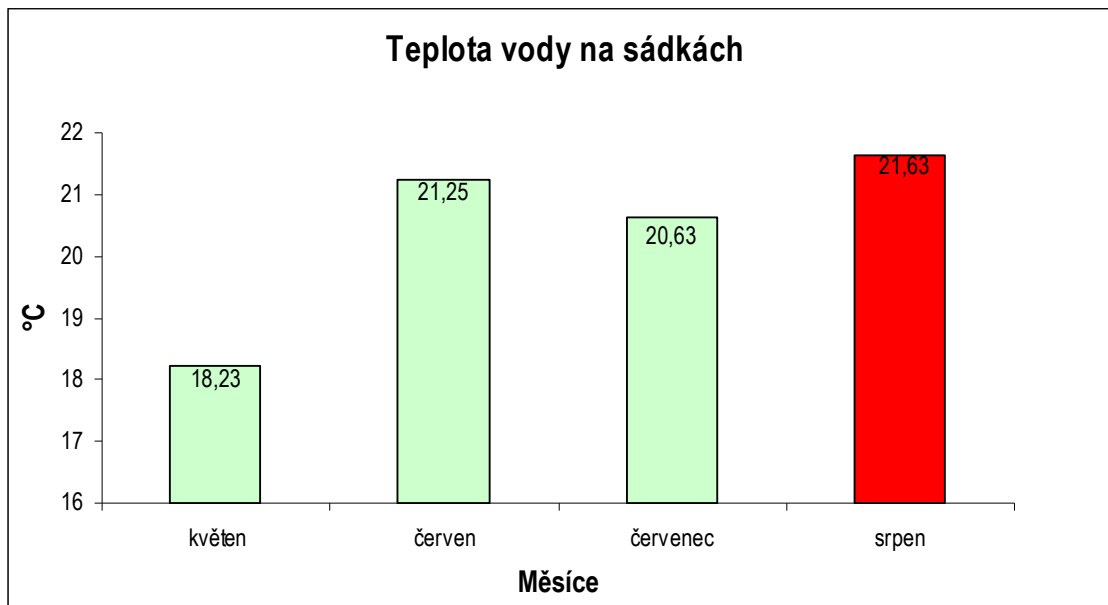


Graf č.11 - Index obvodu těla

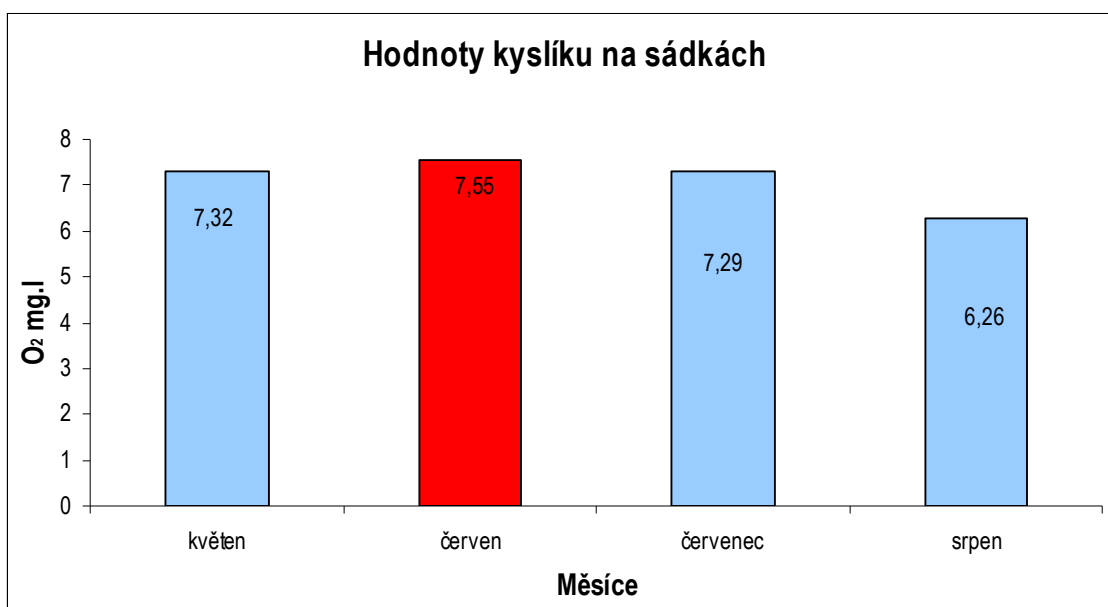
Nejlepší index obvodu těla na konci pokusu vyšel u ryb krmených ječmenem s tepelnou úpravou (1,085), další v pořadí, těsně za ječmenem byla obsádka s pšenicí bez úprav s indexem (1,086). Ostatní pořadí jsou určena takto: žito bez úprav s indexem (1,098), žito s tepelnou úpravou (1,099), pšenice s tepelnou úpravou (1,104), ječmen (1,114), triticale bez úprav (1,118), kontrola (1,133). Nejhůře z tohoto experimentu dopadlo triticale s tepelnou úpravou (1,156).

#### 4.1.8. Hodnoty pH, teploty, kyslíku

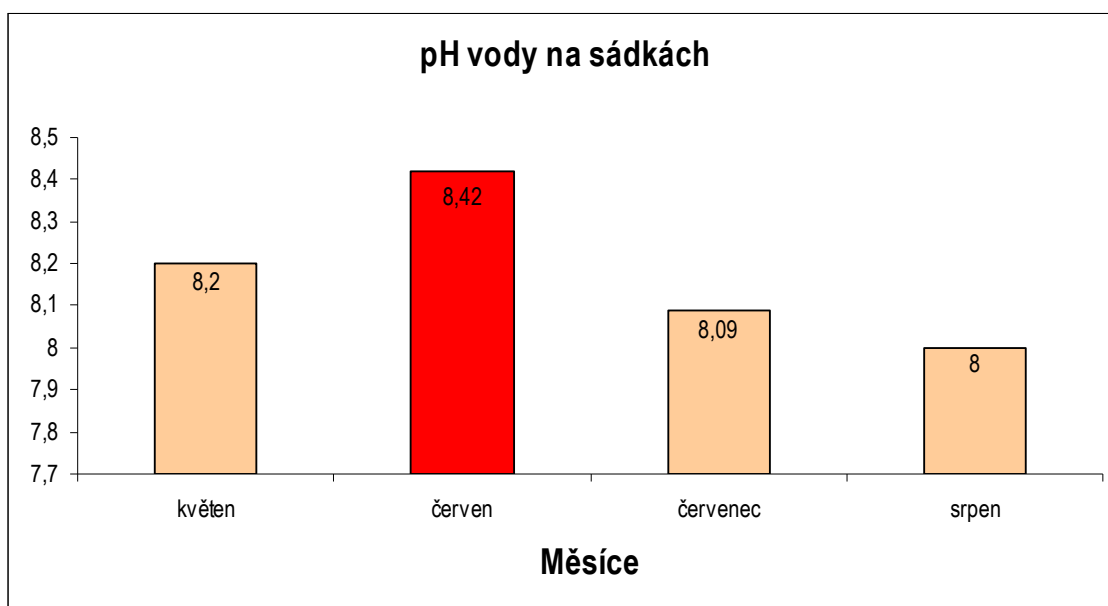
Tyto ukazatele jsou velmi důležité pro život ryb a jejich správné metabolické pochody.



Graf č.12 - Hodnoty teplot vody na sádkách



Graf č.13 - Hodnoty kyslíku na sádkách



Graf č.14 - Hodnoty pH na sádkách

Měřené ukazatele byly v rozmezí optimálních hodnot. První hodnotou, kterou zaznamenává graf č.8, je teplota. Teplota dosáhla nejvyšších hodnot v srpnu (21,63 °C), zatímco v květnu byla nejnižší (18,23° C). Graf č. 9 zaznamenává druhý měřený ukazatel a to je kyslík. Jeho největší nasycení bylo v červnu (7,55 mg.l<sup>-1</sup>) a nejnižší v srpnu (6,26 mg.l<sup>-1</sup>). To je dáno tím, že obsah rozpuštěného kyslíku je závislý na teplotě vody. s rostoucí teplotou vody, klesá nasycení vody kyslíkem. Hodnoty ukazatele pH je znázorněny v grafu č.10 a nejvyšší pH bylo v červnu (8,42), zatímco nejnižší v srpnu (8,00).

## 5. Diskuze

Krmný experiment na sádkách v Třeboni v roce 2011 probíhal od 5.5.2011 do 5.9.2011. Tato doba odpovídá 124 dnům. Výhoda sádek je, že je lze napustit na stejný objem vody a je zde lepší kontrola prostředí a manipulace s obsádkou. Na sádkách rybářství Třeboň byly prováděno řada pokusů s tepelně upravenými i neupravenými obilovinami a jinými krmivy (V roce 2006 J. Másílko; v roce 2008 Urbánek; v roce 2009 M. Vodárek, J. Másílko, Petr, Hlaváč). Všechny experimenty uváděné v této diskuzi byly směřovány na hlavní chovanou rybu u nás, kapra obecného.

Průměrná teplota na sádkách v roce 2011 byla  $20,6 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , s tím že nejnižší hodnota byla naměřena v den zahájení pokusu, tedy 5.5.2011  $12,11 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a nejvyšší teplota 25.8.2011 a činila  $25,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . V roce 2009 byla průměrná teplota o  $0,11 \text{ }^{\circ}\text{C}$  vyšší a činila  $20,71 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Vodárek, 2011). Ostatní měřené ukazatele jako kyslík a pH byly v optimálních hodnotách.

Největší přírůstek ryb byl zaznamenán u tepelně upraveného ječmene a činil 16,19 kg. Naopak nejnižší měla kontrola (3,57 kg). Urbánek v roce 2008 prováděl také pokusy na sádkách v Třeboni a ve své práci uvádí největší přírůstek ryb z příkrmováním mačkaného žita 13,115 kg a nejnižší přírůstek ryb také u kontroly (4,14 kg), což je více než v roce 2011. Přírůstek ryb z příkrmování ječmenem v roce 2008 byl nejnižší z testovaných krmiv. U ječmene mačkaného byl stanoven 11,505 kg a u ječmene bez úprav 11,174 kg. Zatímco v roce 2011 byl přírůstek obsádky z ječmene bez úprav 13,98 kg.

Nejlepší krmný koeficient v experimentu měl v roce 2011 ječmen s tepelnou úpravou 2,038. Ječmen bez tepelné úpravy měl 2,36, zatímco v roce 2008 byl vyšší o 0,14, jeho hodnota byla 2,50 (Másílko et al; Urbánek, 2008). Nejhorší krmný koeficient v roce 2011 byl u triticales bez úprav s zjištěnou hodnotou 2,629, ale v roce 2008 byl krmný koeficient u tohoto krmiva stanoven na 2,08. Jan Másílko et al (2009) testoval v roce 2006 na sádkách v Třeboni žito a jeho výsledný FCR bylo 1,67, což je podstatně méně, než je tomu v roce 2011, kdy byla hodnota FCR u žita bez úprav 2,377.

Hlaváč (2011) ve své práci uvádí, že FCR u triticales bez úprav, používaného na rybnících Nadějské soustavy, bylo nejnižší z testovaných krmiv a jeho konverze byla vypočítána na 1,4. Nejnižší hodnota FCR u triticales bez úprav na rybnících v roce 2009

byla nejspíše zapříčiněna nevhodnějším druhovým složením planktonu (hlavně velkých druhů perlooček), jež kapři během vegetace konzumovali (Hlaváč, 2011).

Nejlepší účinnosti z konverze krmiva - FCE, dosáhl ječmen s tepelnou úpravou (0,49 kg). Naopak nejnižšího výsledku FCE dosáhlo triticales bez úprav (0,38 kg) Urbánek (2008) zjistil účinnost konverze krmiva FCE triticales 0,48 kg, což je o 0,10 kg více než v roce 2011 a dosahuje skoro stejné hodnoty jako ječmen s tepelnou úpravou. Nejnižší FCE v roce 2008 měly obě varianty ječmenem (mačkaný 0,41 kg a ječmen bez úprav 0,40 kg). Vodárek ve své práci uvádí, že nejvyšší účinnost konverze krmiva FCE (2009) byla zjištěna u mačkaného triticales 1,21 kg. Nejnižší FCE mělo triticales bez úprav 0,79 kg.

Podle Przybyla a Mazurkiewiczze (2004) lze dosáhnout nejnižšího koeficientu konverze krmiva s příkrmováním žita, nejvyššího FCR podle zjištění autorů je pak u příkrmování ječmene.

Zhodnotíme-li PER - poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatých dusíkatých látek, tak žito s tepelnou úpravou (4,19) dopadlo nejlépe ze všech testovaných krmiv. U žita bez úprav bylo PER 3,93, což je o 0,26 méně než u žita s tepelnou úpravou. Nejmenšího PER dosáhla pšenice s tepelnou úpravou 100 °C a to 2,72. V roce 2008 (Urbánek) byla účinnost využití proteinu také nejvyšší u žita a to žita mačkaného(4,77). žito bez úprav mělo nepatrně nižší hodnotu(4,68). Nejhůře v roce 2008 dopadl ječmen bez úprav (3,16).

Nejvyšší relativní rychlost růstu - RGR měl ječmen s tepelnou úpravou 100 °C s hodnotou 135,93 %. Nejnižší RGR u testovaných krmiv bylo zjištěno u triticales s tepelnou úpravou (105,02 %). Úplně nejnižší RGR z pokusu v tomto roce bylo u kontroly (67,23 %). Vodárkovi v roce 2009 naopak vyšlo nejvyšší RGR u kaprů s příkrmováním šrotovaného triticales (1,2 mm) 183 % a nejnižší RGR pak měla kontrolní skupina kaprů 110 %. Petr (2009) zjistil ve svém pokusu největší hodnotu RGR 183,5 % u mačkaného žita a nejnižší RGR 133,64 % u mačkaného triticales.

Dalším měřeným ukazatelem byla specifická rychlost růstu. Nejlepších výsledků dosáhl ječmen s tepelnou úpravou s 0,69 %. $d^{-1}$ . Ječmen bez úpravy byl s výsledkem 0,61 %. $d^{-1}$  určen jako druhý nejlepší výsledek specifické rychlosti růstu. Nejmenší rychlost denního růstu z testovaných krmiv dosáhla pšenice s tepelnou úpravou a triticales s tepelnou úpravou (0,58 %. $d^{-1}$ ). Úplně nejmenší výsledek měla kontrola (0,41 %. $d^{-1}$ ). Urbánek (2009) zjistil ve svém krmném pokusu na sádkách v Třeboni v roce 2008 největší hodnotu SGR 0,72 %. $d^{-1}$  u kaprů s příkrmováním triticales a nejnižší

hodnotu SGR  $0,63 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$  u pšenice mačkané a řepky. U varianty mačkaného žita v roce 2008 bylo SGR  $0,70 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$  a u mačkaného triticales  $0,69 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ . Jak ječmen mačkaný tak ječmen bez úprav měly shodné SGR  $0,64 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Index retence tuku (LR) naměřeného v roce 2011 dosáhl největšího výsledku u žita bez úprav (303,66 %), druhým nejlepším výsledkem byl ječmen bez úprav s 300,26 %. Nejnižšího LR z příkrmovaných krmiv dosáhla pšenice s tepelnou úpravou 142,61 %. Ovšem nejvyšší obsah tuku ve svalovině ryb nebyl naměřen u žita bez úprav, nýbrž u triticales bez úprav (7,04 %). U žita bez úprav byl obsah tuku ve svalovině 5,85 %. Druhý nejlepší obsah tuku ve svalovině mělo žito s tepelnou úpravou 6,41 % a nejmenší obsah tuku ve svalovině měli ryby příkrmované ječmenem (5,72 %). Retence tuku z testovaných krmiv v roce 2008 byla nejvyšší u sádky s příkrmováním triticales 216,88 %. Tito kapři měli také nejvyšší obsah tuku ve svalovině na konci pokusu 7,33 %. LR kaprů s příkrmováním žita byla nižší než u nejlepšího triticales a to o 5,44 %, tedy 21,44 %. Obsahem tuku ve svalovině kapra krmeného triticales činil 6,14 %. Nejmenší retenci tuku měli kapři s příkrmováním ječmene mačkaného 107,36 % s obsahem tuku ve svalovině 5,97 %. Hlaváč v roce 2009 na pokusných rybnících uvedl jako nejlepší výsledek výpočtu retence tuku u triticales bez úprav 238,89 % a triticales s tepelnou úpravou 230,66 %. Obsah tuku ve svalovině ryb byl také nejvyšší s příkrmováním triticales bez úprav (7,68 %).

Kondiční ukazatele, konkrétně fultonův koeficient ( $K_f$ ), se u testovaných krmiv výrazně nelišil a lze ho označit jako dobrý. Nejvyšší  $K_f$  byl zjištěn u ječmene s tepelnou úpravou 3,493. Nejhorší index kondice vykazovala kontrola, která byla ponechána pouze na přirozené potravě, bez vlivu testovaných krmiv (2,137). Roku 2008 dosáhl fultonův koeficient nejvyšší konečné hodnoty u kaprů s příkrmováním mačkaného žita (3,74) a nejnižší konečnou hodnotu u kontrolní skupiny kaprů (3,06) (Petr 2009). Roku 2007 na sádkách v Třeboni dosáhlo nejvyšší hodnoty triticales (3,37) a nejnižší byla vypočítána u lupiny (2,9) (Hlaváč 2009).

Index obvodu těla (IO) vyšel v rozmezí hodnot 1,085 - 1,156 (ječmen s tepelnou úpravou - triticales s tepelnou úpravou). U indexu obvodu těla je důležité znát, že nejlepších výsledků je dosaženo tehdy, když se zjištěné hodnoty nejvíce přibližují hodnotě 1 (Urbánek 2009). Kontrola v roce 2011 vyšla o 4,42 % vyšší při porovnání s ječmenem a o 1,99% méně než je tomu u triticales s tepelnou úpravou. IO kontroly byl 1,133. Největší rozdíl v hodnotách IO v roce 2008 byl při výlovu mezi nejlepším triticales a nejhorším žitem mačkaným pouhých 3,5 %.



## 6. Závěr

Bakalářská práce hodnotí vliv krmiv na nutriční složky masa kapra. Druhem výživy jsou nejvíce ovlivněny tuky. Ostatní složky nejsou tolik ovlivnitelné právě jako tuky. Při pokusu bylo počítáno s přirozenou potravou v podobně zooplanktonu (Obsah bentosu byl zanedbatelný). Přirozená potrava má velký nutriční význam pro kapra. S přihlédnutím k jejímu využití, mělo největší vliv na obsah tuku ve svalovině ryb triticales s tepelnou úpravou. Rozdíl hodnot před nasazením ryb a vylovením obsádky byl 2,81 %, ale v retenci tuku krmiva je druhou nejnižší naměřenou hodnotou. Proto se domnívám, že tento obsah tuku ve svalovině u tohoto krmiva byl díky vlivu přirozené potravy a obsahu tuku krmiva 2,2 % (v 100% sušině). Z tohoto experimentu vyplývá, chceme-li docílit vyššího obsahu tuku ve svalovině, měly by se ryby přikrmovat právě tímto krmivem. Naopak nejnižší rozdíl v obsahu tuku před a po ukončení pokusu byl u ječmene bez úprav.

Zhodnotíme-li poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatých dusíkatých látek krmiva (PER), dosáhlo žito s tepelnou úpravou nejvyšší hodnoty z testovaných krmiv. Tento výsledek je zřejmě způsoben právě tepelnou úpravou krmiva zlepšující stravitelnost, dále poměrně dobrým přírůstkem z 1 kg přijatého krmiva (FCE = 0,448) a nižšího krmného koeficientu 2,228. Přitom žito má nejnižší obsah dusíkatých látek (10,7 %) ze všech testovaných krmiv. Obsah Bílkovin, respektive dusíkatých látek nejvíce ovlivní hodnotu přírůstku.

Snahou současného rybářství je docílit co největšího přírůstku. Toho jsme docílili přikrmováním ječmene s tepelnou úpravou. Tento přírůstek byl zřejmě způsoben tím, že toto krmivo mělo nejlepší všechny ukazatele růstu (SGR a RGR) a koeficienty krmiv (FCE a FCR). Naopak nejnižší přírůstek byl s přikrmováním triticales bez úprav. Toto krmivo dosáhlo také nejmenšího FCE a FCR.. Jak jsem výše uvedl, tepelné úpravy obilovin způsobují lepší stravitelnost komponentů, hlavně sacharidů. Což také ovlivní vyšší přírůstek a obsah nutričních složek v mase ryb.

## 7. Literární zdroje

AUSTRENG E., SKREDE A. und ELDEGARD Ä., *Effect of dietary fat source on the digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink*. Acta Agric. 1979

BARUŠ, V., OLIVA, O., a kol., 1995: *Mihulovci a ryby – Petromyzontes a Osteichtheis (2.)*. Academia, Praha, 698 s

BONE, Q., MARSHALL, N. B., *Biologie der Fische*. Stuttgart: Fischer, 1985.

BUCHTOVÁ, Zdeňka, Kocour SVOBODOVÁ a Martin KOCOUR. *Chemical Composition of Fillets of Mirror Crossbreds Common Carp (Cyprinus carpio L.)*. Brno: University of Veterinary and Pharmaceutical Science, 2010. s. 551-557

CRAIG Steven, HELFRICH L. A. *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feedings*. 2002,

URL: [http://www.lssu.edu/faculty/gsteinhart/GBS-LSSU/BIOL372-Fish\\_Culture\\_files/Feed.pdf](http://www.lssu.edu/faculty/gsteinhart/GBS-LSSU/BIOL372-Fish_Culture_files/Feed.pdf)

ČÍTEK, J.; KRUPAUER, V.; KUBŮ, F. *Rybníkářství*. Praha : Informatorium, 1998. 306 s.

DUBSKÝ, K.; KOUŘIL, J.; ŠRÁMEK, V.; *Obecné rybářství*. Praha : Informatorium, spol. s.r.o., 2003. 308 s.

DUBSKÝ, Karel. *Základy chovu kapra*. Vyd. 1. v Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1998, 36 s

FAJMONOVÁ, E, J. ZELENKA, T. KOMPRDA, D. KLADROBA a I. ŠARMANOVÁ. *Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (Cyprinus carpio) fillets*. Czech journal of animal science = Zivočišná výroba / Ústav zemědělských a potravinářských informací. 2003, s. 85-92. ISSN 1212-1819.

EISERT, Zdeněk. *Využití obilovin k přikrmování kapra na rybnících rybářství Lomnice nad Lužnicí*

2008. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

FAINA, R. *Využívání přirozené potravy kaprem v rybnících*. edice metodik č.8 Vodňany: VÚRH Vodňany, 1983., 14s

FAINA, R., KUBŮ, F. *Chov ryb ve stabilizačních a akumulacích rybnících*. Edice metodik VÚRH Bosňany č.31, 1989

GLENCROSS, B. D., M. BOOTH a G. L. ALLAN. *a feed is only as good as its ingredients ? a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds*. [online]. [cit. 2012-04-29]. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x>

HALVER, John E a Ronald W HARDY. *Fish nutrition*. 3rd ed. San Diego, Calif.: Academic Press, c2002, 824 s.

HARDER, Wilhelm. *Figures and plates = 8338 fig. and 13 pl.]: Part II Figures and plates*. 2nd. ed. Stuttgart: Schweizerbart, 1975

HARTMAN, Pavel, Ivo PŘIRKYL a Eduard ŠTĚDRONSKÝ. *Hydrobiologie*. 2. přepr. vyd. Praha: Informatorium, 1998, 335 s

HARTWICH, Petr; VÁCHA, František. *Metodika chovu ryb v ekologickém zemědělství*. Praha : Ministerstvo zemědělství České Republiky v Agrospoj Praha, 1996. 21 s.

HASAN, M.R, MACINTOSH, D.J., JAUNCEY, K., *Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (Cyprinus carpio L.) fry* , 1997, S. 55-70.

HLAVÁČ, David. *Vliv úpravy krmiv na produkční ukazatele v chovu tržního kapra na rybnících Rybářství Třeboň*. České Budějovice, 2011. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

HLAVÁČ, David. *Možnosti využití netradičních krmiv v chovu kapra*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých budějovicích. 2009

HORVÁTH, László, Gizella TAMÁS a Chris SEAGRAVE. *Carp and pond fish culture: including Chinese herbivorous species, pike, tench, zander, wels catfish, and goldfish*. New York: Halsted Press, c1992, 158 s.

HŮDA, Ing Jan. *Produkční účinky obilovin v chovu kapra*. České Budějovice, 2009. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

*Improving farmed fish quality and safety*. Cambridge, England: Woodhead Publishing, 2008

JANEČEK, V., PŘIKRYL, I. *Chov násadových a tržních kaprů v intenzifikačních rybnících*. edice metodik VÚRH Vodňany č.2, 1982

JANEČEK, V. a I. PŘIKRYL. *Polykulturní obsádky kapra s býložravými rybami a línem*. Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 38, 1992

JEROCH, Bohuslav ČERMÁK a Vlasta KROUPOVÁ. *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat: vědecká monografie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2006

JIRÁSEK, Jiří; MAREŠ, Jan; ZEMAN, Ladislav. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně , 2005. 70 s.

JOD, I., K. KÜRTI, S. TOTH, T. FARKAS und I. CSENGERI, *The hypolipidaemic effect of bighead carp diet for long period*. FEBS 89 19th Meeting, Rome, 1989

KALAC, Pavel; ŠPIČKA, Jiří. *Složení lipidů sladkovodních ryb a jejich význam v lidské výživě : Vědecká monografie*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2006. 57 s.

KLADROBA, David . *Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mase ryb*. Brno : Doktorská disertační práce, 2003. 100 s.

KRUPAUER, Vladimír a František KUBŮ. *Kapr obecný*. Praha: Naše vojsko, 1985

KUBŮ, F.: *Organizace chovu kapra*. Edice metodik VÚRH Vodňany. 13 s. 1984

KUKAČKA V., FIALOVÁ M., MAREŠ J. *Dynamic of fatty acid spektrum changes in common carp muscle during intensive rearin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně,

- LELEK, Anton. *The freshwater Fishes of Europe, Threatened fishes of Europe*. Wiesbaden: AULA-Verlag, 1987
- LOVELL, T.,: *Nutrition and feeding of fish*. [s. l]: Kluwer Academic Pub, 224 s. 1989
- MAREŠ, Doc. Dr. Ing. Jan. *Výživa a krmení ryb*. Oddělení rybářství a hydrobiologie. MZLU v Brně.
- MAREŠ, J., JIRÁSEK, J., 1999: Ukazatelé hodnocení produkční účinnosti krmiv. In: „50 let výuky rybářské specialitace na MZLU v Brně, Brno 1.-2.12.1999: 74-78 ISBN 80-7157-408-2
- MÁSÍLKO, Jan, URBÁNEK, M., HARTVICH, P., HŮDA, J. *Efektivní příkrmování mechanicky upravenými obilovinami v chovu tržního kapra na Rybářství Třeboň Hld. a.s.* 1. vyd. Edice metodik Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2009, č.98, 11 s.
- MOYLE, Peter B a Joseph J CECH. *Fishes: an introduction to ichthyology*. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, c2004, 726 s.
- SINHA, Amit K., Vikas KUMAR, Harinder P.S. MAKKAR, Gudrun DE BOECK a Klaus BECKER. *Influence of Lipid Extraction from Different Protein Sources on in vitro Digestibility*. 2011
- SCHÄPERCLAUS, Wilhelm a Mathias von LUKOWICZ. *Lehrbuch der Teichwirtschaft*. Berlin: Parey Buchverlag, 1998
- SMITH, L. S., 1989 *Nutritional energetics*. In: *Fish Nutrition* Havler, J.H. ed) Academic Press, San Diego, CA 332s.
- SVOBODOVÁ, Zdeňka. *Nemoci sladkovodních a akvarijních ryb*. 4., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2007, 264 s
- STEFFENS W., WIRTH M., 2005: *Influence of nutrition of the fatty acid composition of pond fish: car and tench*. New challenges of pond aquaculture—Book of abstracts, 68.
- STEFFENS, W.; WIRTH, M. *Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (Cyprinus carpio) and tench (Tinca tinca)*. Aquaculture international. 2007, 15,
- STEFFENS, W. *Effects of variation feeds on nutritive in essential fatty acids in fish value of freshwater fish for humans*. Berlín 1997, s.97 - 119
- TAKEUCHI M., WATANABE T. und OGINO C. *Availability of carbohydrate and lipid as dietary energy sources for carp*. 1979
- URBÁNEK, Martin. *Vliv příkrmování na produkční ukazatele a kvalitu masa tržních kaprů*. České Budějovice, 2009. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- VÁCHA, František. *Zpracování ryb*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2000. 118 s.
- VELÍŠEK, J., *Chemie potravin*. Tábor : OSSIS, 1999. s. 352
- VODÁREK, Michal. *Produkční ukazatele v pokusném odchovu tržního kapra na sádkách*. České Budějovice, 2009. Bakalářská práce. JCU v Českých Budějovicích.

VODÁREK, Michal. *Využití mechanicky upravených krmiv v polointenzivním chovu tržního kapra*. České Budějovice, 2011. Diplomová práce. JCU v Českých Budějovicích.

VODÁREK, Michal. *Využití mechanicky upravených krmiv v polointenzivním chovu tržního kapra*. České Budějovice, 2011. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

WILHELM HARDER. *Anatomy of Fishes: Part II Figures and PLates*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1975. 132 s

ZAJÍC, Tomáš. *Posouzení vlivu výživy a technologie chovu na změny v kvalitě masa kapra obecného (Cyprinus carpio L.) a sumce velkého (Silurus glanis L.)*. České Budějovice, 2009. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

ZEMAN, L. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002

## 8. Seznam zkratek použitých v práci

AMK	-	Aminokyseliny
BNLV	-	Bezdušikáté látky výtažkové
DE	-	Stravitelná energie
DHA	-	Dokosahexaenová kyselina
EFA	-	Esenciální mastné kyseliny
EPA	-	Eikasopentaenová kyselina
FCE	-	Přírůstek z 1 kg krmiva
FCR	-	Krmný koeficient
HCL	-	Kyselina chlorovodíková
HUFA	-	Vysoce nenasycené mastné kyseliny
IO	-	Index obvodu těla
$K_f$	-	Fultonův koeficient
LR	-	Index retence tuku
MUFA	-	Mononenasyčené mastné kyseliny
NL	-	Dusíkaté látky
PUFA	-	Polynenasycené mastné kyseliny
PER	-	Obsah proteinu v krmivu
RGR	-	Relativní přírůstek za určité období
SFA	-	Nasyčené mastné kyseliny
SGR	-	Procentuální denní přírůstek
VMK	-	Vyšší mastné kyseliny

## 9. Seznam tabulek, grafů

Tab. č.1 - Sezónní růst kapra a v mírném klimatu (dle Horváth, Tamás, Seagrave 1992)

Tab. č.2 - Chemické složení použitých obilovin pro pokus na sádkách v roce 2011

Tab. č.3 - Obsah stavitelné energie v krmivech na sádkách 2011

Tab. č.4 - Počet, celková a kusová hmotnost nasazených a vylovených ryb, přírůstky na sádkách v Třeboni 2011.

Tab. č.5 - Stanovení obsahu tuku u jednotlivých krmiv na sádkách 2011

Tab. č.6 - Hodnoty hlavních ukazatelů experiment na sádkách 2011

Graf č.1 - Krmné dávky (kg) - sádka č.2

Graf č.2 - Krmné dávky (kg) - sádky č.7-21

Graf č.3 - Obsah tuku ve svalovině ryb

Graf č.4 - Přírůstek ryb z 1 kg krmiva

Graf č.5 - Efektivita krmného koeficientu

Graf č.6 - Relativní přírůstek ryb za sledované období

Graf č.7 - Specifická rychlost růstu

Graf č.8 - Poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatých dusíkatých látek

Graf č.9 - Index retence tuku (LR)

Graf č.10 - Fultonův koeficient

Graf č.11 - Index obvodu těla

Graf č.12 - Hodnoty teplot vody na sádkách

Graf č.13 - Hodnoty kyslíku na sádkách

Graf č.14 - Hodnoty pH na sádkách

## 10. Abstrakt

Cílem práce bylo zhodnotit vliv krmiv na nutriční složky masa kapra. V práci je porovnáváno, které z použitých krmiv nejvíce ovlivnili přírůstek, krmné koeficienty, ukazatele růstu a obsah tuku. Největší změny na kvalitu masa mají tuky. Ostatní složky nejsou tolik ovlivnitelné. Největší vliv na obsah tuku mělo po ukončení pokusu triticales s tepelnou úpravou 100 °C. Rozdíl obsahu tuku před nasazením ryb a po vylovení ryb byl 2,81 %. Nejmenší vliv na obsah tuku ryb u testovaných krmiv byl naměřen v sádce č. 16 s ječmenem bez úprav 1,62 %. Každé krmivo má jiný vliv na přírůstek a z rybářského hlediska jsou nejvíce využívány obiloviny. Tato glycidová krmiva jsou využívána pro pokrytí energetických potřeb ryb, spolu s přirozenou potravou. Jednotlivé druhy obilovin se navzájem liší složením nutrientů a ovlivňují jejich obsah v rybím mase. V důsledku vysokého obsahu sacharidů v obilovinách, je pro zajištění lepší stravitelnosti podávané krmivo tepelně upravováno. Přírůstek je nejvíce ovlivněn obsahem proteinů. Snaha současného rybářství je docílit co nejvyššího přírůstku. Kapři, kteří byli krmeni ječmenem s tepelnou úpravou, dosáhli celkového přírůstku 16,19 kg, i když největší obsah proteinu byl zjištěn u žita s tepelnou úpravou.



## 11. Abstrakt

The aim of this research was to evaluate the influence of feed on the nutritional components of common carp meat. This work compares which of applied feed has the biggest influence on growth, food conversion ratio, growth indicators and fat content. The biggest influence on the meat quality has the fat content of applied feed. The rest components haven't such effect. After finishing this experiment was found that the biggest influence on fat content has the 100 °C heat-modified triticale. The difference of fat content before putting fish into hatcheries and after harvesting was 2.81 %. The lowest effect on fat content of applied feed was found in hatchery no. 16 (1.62 %) where the barley without modification was used to feed fish. Different feed have different effects on growth ratio and the most used feed in fishing practices are cereals. This feed contains lot of carbohydrates and in combination with natural food covers the energy requirements of fish. Individual kinds of cereals vary in nutrition content and influence nutritional components of fish meat. Cereals must undergo the heat-modification to ensure higher digestibility because of high content of carbohydrates. The weight gain is most affected by the proteins. The aim of current fishery is to have the highest possible weight gain. Common carps fed with heat-modified barley reached total weight gain 16.19 kg although the highest protein content was found in heat-modified rye.