

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Diplomová práce

**Praktické ověření technologie chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin**

**Autor:** Bc. Jakub Zrostlík

**Vedoucí diplomové práce:** doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.

**Konzultant diplomové práce:** Ing. Jan Mráz, Ph.D.

**Studijní program a obor:** Zootechnika N4103, Rybářství

**Forma studia:** Prezenční

**Ročník:** Druhý

České Budějovice, 2012

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové 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 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.

V Českých Budějovicích dne 29. 4. 2012

Podpis .....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Pavlu Kozákovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při řešení diplomové práce. Dále mé poděkování patří konzultantovi Ing. Janu Mrázovi, Ph.D. a Ing. Tomáši Zajícovi za pomoc při realizaci pokusu a vlastním vyhodnocení výsledků.

Tato práce vznikla za finanční podpory výzkumného záměru VÚRH JU č. MSM6007665809, grantu MZe QH92307 a pilotních projektů CZ. 1.25/3.4.00/09.00526 a CZ. 1.25/3.4.00/10.00316.

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub ZROSTLÍK**  
Osobní číslo: **V10N023P**  
Studijní program: **N4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Rybářství**  
Název tématu: **Praktické ověření technologie chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin.**  
Zadávací katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

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

Cílem diplomové práce bude vypracovat literární rešerši zaměřenou na problematiku obsahu omega 3 mastných kyselin (MK) v rybím mase a následně provést praktické ověření technologie chovu kapra se zvýšeným obsahem omega 3 MK.

V rámci vypracování DP bude v první řadě zpracována literární rešerše zaměřená na problematiku na problematiku složení MK v mase ryb (s důrazem na kapra). Hlavní náplní práce bude praktické ověření technologie chovu kapra se zvýšeným obsahem omega 3 MK v podmínkách rybářského podniku. V provozních podmínkách bude použito speciálních krmných směsí s přídatkem lněného a řepkového oleje.

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

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

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

Seznam odborné literatury:

Einen, O., Waagan, B., Thomassen, M.S., 1998. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*), I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. *Aquaculture*, 166: 85-104.

Luo, Z., Tan, X.-Y., Wang, W.-M., Fan, Q.-X., 2009. Effects of long term starvation on body weight and body composition of juvenile channel catfish, *Ictalurus punctatus*, with special emphasis on amino acid and fatty acid changes. *J. Appl. Ichtyol.*, 25: 184-189.

Kiessling, A., Johansson, L., Storebakken, T., 1989. Effects of reduced feed ratio levels on fat content and fatty acid composition in white and red muscle from rainbow trout. *Aquaculture*, 79: 169-175.

Kmínková, M., Winterová, R., Kučera, J., 2001. Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Czech J. Food Sci.*, 19: 177-181.


Pickova J, Morkore T (2007) Alternate oils in fish feeds. *Eur J Lipid Technol*, 109:256-263.

Steffens, W., Wirth, M., 2007. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquacult Int*, 15: 313-319.

Vácha, F., Vejsada, P., Hůda, J., Hartvich, P., 2007. Influence of supplemental cereal feeding on the content and structure of fatty acids during long-lasting storage of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquacult Int*, 15: 321-329.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.  
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický  
Konzultant diplomové práce: Ing. Jan Mráz  
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

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

  
prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta rybářství a ochrany vod  
Zátiší 728/II  
389 25 Vodňany (2)

  
doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.  
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. ledna 2011

## Obsah

1. ÚVOD.....	7
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	9
2.1 Mastné kyseliny a jejich metabolismus.....	9
2.1.1 Rozdělení mastných kyselin.....	9
2.1.2 Geometrické uspořádání mastných kyselin.....	9
2.1.3 Popis názvosloví .....	10
2.1.4 Metabolismus mastných kyselin .....	10
2.2 Vliv mastných kyselin na lidské zdraví.....	11
2.2.1 Doporučení pro konzumaci mastných kyselin.....	13
2.3.1 Rostlinné oleje.....	14
2.3.2 Rybí olej a moučka.....	15
2.3.3 Výsledky použití kombinace rybích a rostlinných olejů v krmivech ryb.....	16
2.3.4 Rozdíly ve složení mastných kyselin sladkovodních a mořských ryb.....	17
2.4 Kompozice mastných kyselin ve svalovině kapra obecného .....	17
2.4.1 Obsah mastných kyselin u kapra obecného.....	17
2.4.2 Faktory ovlivňující složení mastných kyselin .....	17
2.4.3 Provedené studie na změny mastných kyselin u ryb.....	18
2.5 Technologie chovu kapra se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin .....	19
3. METODIKA.....	21
3.1 Rok 2010 .....	21
3.2 Vzorkování .....	22
3.3 Senzorická analýza .....	23
3.3.1 Příprava vzorku pro vlastní analýzu.....	23
3.4 Analýza lipidů .....	23
3.5 Rok 2011 .....	24
4. VÝSLEDKY .....	26
4.1 Fyzikálně chemické vlastnosti vody 2010 .....	26
4.1.1 Teplota vody .....	26
4.1.2 Hodnoty pH.....	26
4.1.3 Obsah kyslíku ve vodě.....	27
4.1.5 Průhlednost vody.....	28

<b>4.2 Produkční ukazatele</b> .....	29
<b>4.3 Senzorická analýza</b> .....	31
<b>4.4 Obsah tuku a zastoupení mastných kyselin v roce 2010</b> .....	32
<b>4.5 Fyzikálně chemické vlastnosti vody 2011</b> .....	34
<i>4.5.1 Teplota vody</i> .....	34
<i>4.5.2 Hodnota pH</i> .....	35
<i>4.5.3 Obsah kyslíku</i> .....	35
<i>4.5.4 Nasycení kyslíkem</i> .....	36
<i>4.5.5 Průhlednost vody</i> .....	37
<b>4.6 Produkční ukazatele</b> .....	37
<b>4.7 Obsah tuku a zastoupení mastných kyselin v roce 2011</b> .....	39
<b>5. DISKUSE</b> .....	42
<b>6. ZÁVĚR</b> .....	46
<b>7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	48
<b>8. SEZNAM TABULEK A GRAFŮ</b> .....	53
<b>9. PŘÍLOHY</b> .....	55
<b>10. ABSTRAKT</b> .....	57

# 1. ÚVOD

Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) patří již po několik století mezi nejvýznamnější chovanou rybu v českých zemích. V současnosti se produkce pohybuje okolo 20 000 tun ročně. Český kapr má své dobré jméno v zahraničí, a to pro svoji specifickou chuť a kvalitu. Při chovu kapra v rybnících je hlavní složkou potravy plankton a bentos, přičemž podíl těchto složek na celkovém přírůstku tvoří až 60 %. Tato přirozená potrava podle svého množství a druhového zastoupení ovlivňuje složení tuků, potažmo kompozici mastných kyselin. Pro zlepšení efektivity růstu ryb v rybnících se k příkrmování kapra používají různé druhy obilovin. Obiloviny obsahují n-6 mastné kyseliny a škroby, které negativně ovlivňují kompozici a množství mastných kyselin, zejména zhoršují poměr mezi kyselinami řady n-3 a n-6.

Mastné kyseliny řady n-3 jsou látky, které patří do skupiny nenasycených mastných kyselin. Dělí se podle původu na rostlinné a živočišné. Mezi nejznámější n-3 mastné kyseliny živočišného původu patří EPA a DHA, které se hojně vyskytují u ryb. Z rostlinných zdrojů je nejdůležitější kyselina alfa - linolenová, která je ve velké míře obsažena v oleji ze lněného semínka a v listové zelenině. Z mastných kyselin řady n-6 je nejdůležitější kyselina linolová, která je spolu s alfa - linolenovou kyselinou esenciální pro lidský organismus. Zmiňované kyseliny není tělo schopné syntetizovat a je nutný jejich příjem v potravě. Z obou esenciálních mastných kyselin se v těle syntetizují další nepostradatelné mastné kyseliny, například kyselina arachidonová, EPA a DHA.

Poměr v příjmu mastných kyselin řady n-3 a n-6 by neměl být ve prospěch n-6, jejich nadbytečný příjem může způsobovat řadu onemocnění. Pozitivní účinky zvýšeného příjmu mastných kyselin řady n-3 byly potvrzeny v mnoha studiích. Příznivě ovlivňují činnost kardiovaskulárního systému a jsou účinným bojovníkem proti jeho onemocnění.

Diplomová práce se zabývá testováním technologie chovu kapra se zvýšeným podílem omega 3 mastných kyselin a nové krmné směsi KP Len, kde důležitou složkou krmiva je lněné extrudované semeno a řepkové výlisky. Směs je navržena tak, aby měla co nejvhodnější složení tuků a tím zvyšovala podíl n-3 mastných kyselin v mase kapra.



Směs KP Len je alternativní náhradou za běžně používané obiloviny. V akvakultuře je trend hledání nových alternativních zdrojů, které by účinně nahradily rybí oleje a moučky, jejichž cena v posledních letech prudce stoupá. Lněný a řepkový olej je možné používat jako náhradu za rybí olej u lososovitých ryb. Provedené studie u kapra na použití řepkového a lněného oleje zvýšily obsah n-3 mastných kyselin ve svalovině kapra a zároveň byl dodržen i vhodný poměr mezi n-3 / n-6.

Úspěšným zavedením technologie chovu kapra se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin v provozních podmínkách českého rybářství můžeme produkovat velice zajímavou komoditu, která by mohla být marketingovou výhodou pro producenty. Zároveň by se na českém trhu objevil výrobek, který neodmyslitelně patří do našich jídelníčků a mohl by sloužit jako prevence proti vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Právě ve výskytu těchto závažných onemocnění se Česká republika řadu let pohybuje na předních příčkách.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Mastné kyseliny a jejich metabolismus

Mastná kyselina je karboxylová kyselina většinou se sudým počtem uhlíků a lineárním řetězcem (Murray a kol., 2002). V organismu je důležitou energetickou látkou, neboť ve formě triacylglycerolu může přinést až dvojnásobek energie oproti bílkovinám a uhlohydrátům. Ve formě fosfolipidů jsou základní stavební složkou buněčných membrán (Kalač, 2002).

#### 2.1.1 Rozdělení mastných kyselin

Podle stupně nasycení:

- nasycené (SFA) - neobsahují dvojně vazby
- nenasyčené - obsahují dvojně vazby

Podle počtu dvojných vazeb:

- mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA) - obsahují jednu dvojnou vazbu
- polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) - obsahují dvě a více dvojných vazeb
- vysoce nenasyčené mastné kyseliny s dvaceti atomy uhlíku a třemi a více dvojnými vazbami (HUFA).

Podle polohy první dvojně vazby od methylového uhlíku:

- skupina n – 3 - první dvojná vazba na třetím uhlíku
- skupina n - 6 - první dvojná vazba na šestém uhlíku
- skupina n - 9 - první dvojná vazba na devátém uhlíku

#### 2.1.2 Geometrické uspořádání mastných kyselin

*Cis* – konfigurace – obě části řetězce jsou umístěny na stejné straně roviny proložené dvojnou vazbou. V místě ohnutí je úhel  $120^{\circ}$ , ohnutí řetězce je do tvaru L.

*Trans – konfigurace* – obě části řetězce jsou lokalizovány na opačných stranách roviny proložené dvojnou vazbou, řetězec je napřímený.

### 2.1.3 Popis názvosloví

Obrázek číslo jedna (obr. č. 1) znázorňuje zjednodušený zápis mastných kyselin. Popis obsahuje polohu první dvojně vazby počítané od metylového konce. Dalším údajem je celkový počet dvojných vazeb, podle kterého dělíme mastné kyseliny. První číslo v zápise udává celkový počet uhlíků, které mastná kyselina obsahuje (Kalač, 2002).

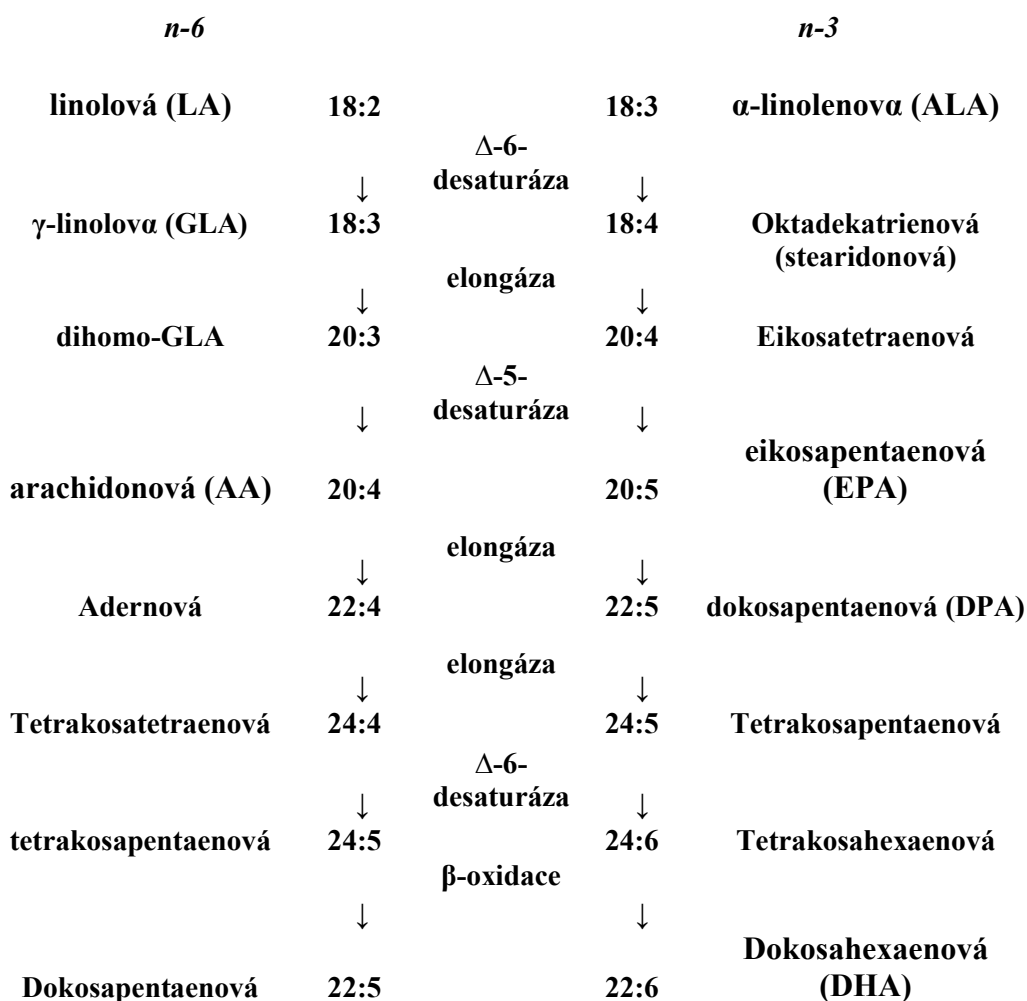
Obr. č. 1 Zápis mastné kyseliny (převzato Zajíc a kol., 2011)



### 2.1.4 Metabolismus mastných kyselin

Kyselina linolová a alfa - linolenová se v organismu pomocí elongace prodlužují o dva až šest atomů. Při elongaci zároveň dochází k desaturaci, kdy se vytvoří na uhlíkovém řetězci další dvojně vazby. Vznikají mastné kyseliny s 20 – 24 uhlíky, které mají 3 – 6 dvojných vazeb. Vzniklé polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem plní u živočichů úlohu prekurzoru biologicky aktivních látek nazývaných eikosanoidy. Mohou být i součástí modulačních složek biologických membrán (Velíšek, 2002). Biosyntézu mastných kyselin řady n-3 a n-6 znázorňuje obrázek číslo dva (obr. č. 2).

Obr. č. 2 Biosyntéza mastných kyselin řady n - 3 a n – 6 (převzato Zajíc a kol., 2011)



Esenciálními mastnými kyselinami pro lidský organizmus jsou kyselina linolová (LA) a alfa – linolenová (ALA). V organismu nejsou známy chemické cesty, které by je umožnily syntetizovat. Jejich příjem je proto nutný v potravě. Jsou základem pro tvorbu dalších mastných kyselin potřebných pro lidský organizmus (Vance, 1991).

## 2.2 Vliv mastných kyselin na lidské zdraví

Je provedeno mnoho studií, které poukazují na pozitivní vliv omega mastných kyselin na lidský organizmus. Zpravidla vyšší obsahy mastných kyselin n-3 řady vedou ke snížení onemocnění oběhové soustavy, posilují imunitní systém a u dětí slouží k správnému vývoji mozku. Omega mastné kyseliny však mohou působit i negativně. Dlouhodobé porušení poměru n-6 a n-3 řady mastných kyselin ve stravě nepříznivě organizmus ovlivňuje, může dojít ke vzniku různých alergických onemocnění (Mourek J., 2007). V dnešní západní stravě je poměr n-6 a n-3 mastných kyselin až 16,7/1. Takto

vysoký poměr často podporuje patogenezi mnoha chorob včetně kardiovaskulárních rakovinných, zánětlivých a autoimunních onemocnění (Simopoulos, 2008).

SFA mají vliv na lidský organizmus, ale podle doporučení by se nemělo ve stravě objevit více než 10 % SFA z celkového příjmu tuků. Na základě provedených epidemiologických studií bylo prokázáno, že vyšší obsah SFA zvyšuje obsah cholesterolu v krvi. Hlavně obsahy kyselin laurové, myristové a palmitové se podílejí na zvyšování celkového cholesterolu nebo jen LDL – cholesterolu (Williams, 2000).

Obsah MUFA v těle ovlivňuje metabolismus cholesterolu. Působí na jeho hladinu v krevní plazmě. Ovlivňuje hladinu HDL – cholesterolu. V rámci nízkotučných diet působí na sacharidy snížením triglyceridu v plazmě. Pokud je MUFA nahrazena zdrojem nasycených tuků, dochází ke snížení LDL – cholesterolu (Peréz, 2007).

Mastné kyseliny řady n-6 významně snižují hladinu celkového a LDL – cholesterolu, zároveň působí i na hladinu HDL cholesterolu (Mourek J., 2007). Nadměrný příjem řady n-6, které se hojně vyskytují ve většině rostlinných olejů, posunuje poměr n-6 ku n-3 z doporučeného množství 4 - 6 : 1 až na 20 : 1. Příjem n- 6 se pak doporučuje snížit na 7% celkového energetického příjmu (Stránský, 2007).

Mastné kyseliny řady n-3 mají příznivé účinky na lidský organizmus. Konzumace n-3 mastných kyselin působí jako kardiovaskulární prevence. Snižuje hladinu rizikových faktorů onemocnění srdce, má vliv na funkci cévních stěn (Vrablík, 2007). Zejména EPA a DHA jako důležití zástupci řady n - 3 mají různé funkce a činnosti v lidském těle příznivě ovlivňují činnost kardiovaskulárního systému. U kyselin EPA a DHA byl prokázán příznivý vliv na řadu faktorů, které vedou k primární prevenci kardiovaskulárních onemocnění. EPA a DHA podporují tvorbu HDL - cholesterolu, působí protizánětlivě, brání rozvoji rakoviny prostaty, podporují léčbu schizofrenie atd. (Frej, 2004).

### **2.2.1 Doporučení pro konzumaci mastných kyselin**

Vysoká spotřeba tuků a jejich nevhodné složení je významným rizikovým faktorem pro řadu onemocnění. Energetický příjem z tuků by neměl překročit 30 % celkové energie (60 – 80 g/den), neměl by však klesnout pod 20 %, aby byl zaručen příjem některých důležitých látek. Jedná se o esenciální mastné kyseliny. V současné době je u nás příjem tuků stále vysoký, pohybuje se kolem 150 % denní doporučené dávky (115 g/den) (Pitřka a Poledne, 2009). Poměr přijímaných mastných kyselin není v naší populaci rovněž vhodný. Měli bychom snížit příjem SFA a zvýšit příjem MUFA a PUFA řady n-3. Nově se uvádí doporučení k příjmu trans - nenasycených mastných kyselin, který by neměl být vyšší než 2 % celkového energetického příjmu (Mourek, 2007). Podle WHO (2003) by skladba stravy měla obsahovat odpovídající množství více nenasycených mastných kyselin, a to 6 – 10 % celkového denního příjmu. Optimální zastoupení množství n-3 a n-6 řady nenasycených mastných kyselin by mělo být n-3 (1 – 2 %), n-6 (5 – 8 %). WHO dále doporučuje konzumaci 1 – 2 porcí ryb alespoň dvakrát týdně. Přijímané množství ryb by mělo obsahovat 200 – 500 mg EPA a DHA. EFSA (2009) doporučuje příjem HUFA větší než 10 % z celkového příjmu, nemělo by však dojít k překročení 20 %. Příjem PUFA by se měl pohybovat v rozmezí 3 – 12 % celkové energie. Optimální příjem MUFA a PUFA je dle doporučení EFSA 22 - 33 % a měl by dosahovat vyvážených hodnot podle předchozích doporučení.

Konzumace mořských ryb je považovaná za jeden z významných zdrojů n-6 a n-3 PUFA v lidské stravě, potažmo výživě. U mořských ryb je žádoucí vyšší výskyt PUFA řady n-3 a vyšší obsah EPA a DHA (Sargent, 1997).

Po konzumaci masa kapra obecného obohaceného o n-3 mastné kyseliny se projevily příznivé účinky na lidském organismu. Svědčí o tom provedená studie (Adámková a kol., 2011), jež daný jev zkoumala u pacientů, kteří prodělali operaci ischemické srdeční choroby. Skupina pacientů dostávala dvakrát týdně 200 g porce kapra po dobu čtyř týdnů. U těchto pacientů došlo k výrazným změnám lipidových parametrů oproti pacientům, kteří dostávali klasickou lázeňskou stravu. Došlo ke snížení celkového cholesterolu, LDL a HDL – cholesterolu, ale také triglyceridů. Strava obohacená o maso z kapra výrazně zlepšila parametry plazmatických lipidů u pacientů po operaci.

## 2.3 Zdroje mastných kyselin

### 2.3.1 Rostlinné oleje

Rostlinné oleje byly rozděleny do třech skupin podle obsahu SFA, MUFA a PUFA. Mezi čtyři hlavní rostlinné oleje produkované celosvětově patří sójový, palmový, řepkový a slunečnicový. Oleje produkované z řepky a sóji obsahují významné množství ALA, a to 7,8 % až 9,9 %. Jde o velice nutričně zajímavé zdroje.

Palmový olej zaujímá v současné době druhé místo ve světové produkci olejů a je potřeba mu věnovat pozornost. Je bohatý na obsah 16:0 a 18:1 (n-9) mastných kyselin. Naproti tomu má poměrně nízké úrovně 18:2 (n-6) mastných kyselin, ale i karotenoidů a tokoferolů. Je to možná náhrada rybích olejů v krmivech používaných v akvakulturách (Bell a kol., 2002).

Řepkový olej je v České republice nejdostupnějším rostlinným olejem. Díky svojí úrovni obsahu 18:2 (n-6) a 18:3 (n-3) je poměrně vhodný pro použití jako alternativní náhrada za rybí olej. Rovněž je bohatý na obsah 18:1 (n-9). Kromě toho má příznivý poměr (n-3) / (n-6), a to 1:2. Je tudíž prospěšný lidskému zdraví. U ryb nezpůsobuje žádné zdravotní problémy (Bell a kol., 2003).

Lněný olej je další potencionální náhrada z řad rostlinných olejů. Je bohatý na  $\alpha$ -linolenové kyseliny 18:3 (n-3) a je zdrojem pro syntézu (n-3) HUFA. Dále obsahuje významnou úroveň 18:2 (n-6) a má poměr (n-3) / (n-6) 3-4:1.  $\alpha$ -linolenová kyselina má v důsledku inhibice kyseliny arachidonové syntézou 18:2 (n-6) protizánětlivé účinky. Delta 6 desaturázy jsou krokem k inhibici cyklooxygenázy (Bell a kol., 2003). Lněný olej se získává extrakcí ze lněných semen při teplotě 40 °C. Semena lnu jsou po úpravě nestabilní a žluknou, proto je nutné k nim přidávat antioxidanty (Frej, 2004).

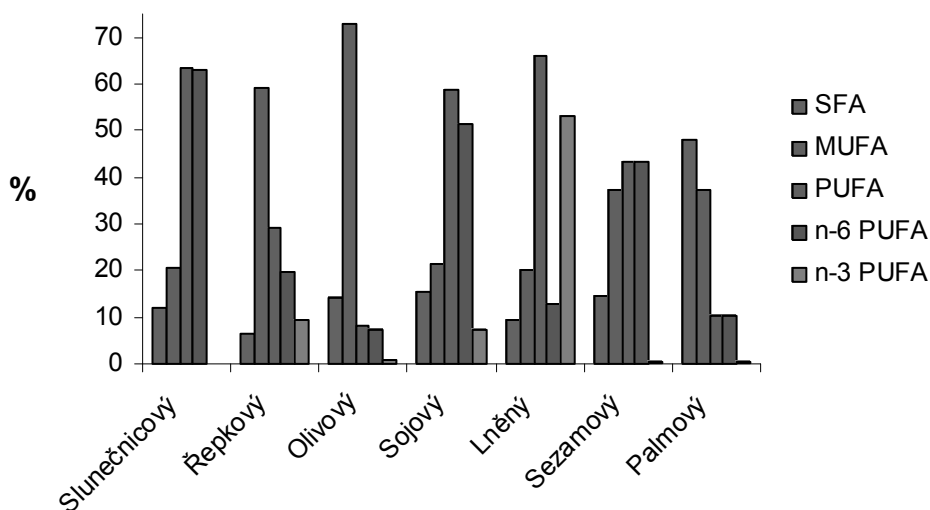
Olivový olej má průměrnou úroveň 18:2 (n-6) a nízkou hladinu 18:3 (n-3) a vysokou úroveň 18:1 (n-9), která je považovaná za zdroj energie (Torstensen a kol., 2003). Dle Mourka a kol. (2006) je hlavní složkou olivového oleje kyselina olejová. Její podíl na celkovém množství mastných kyselin je 55-83 %. Obsah kyseliny linolové je 7

- 21 %. Kyselina alfa -linolenové dosahuje maximálního obsahu 0,9 %, v malém množství jsou zastoupeny i SFA kyselinou palmitovou a stearovou 7 -20 %.

Slunečnicový olej obsahuje kyselinu olejovou v množství 14 - 65 % a kyselinu linolovou 40 – 75 %. V malém obsahu se vyskytuje kyselina  $\alpha$ -linolenová 0,1-1,8 %. Podíl nasycených mastných kyselin činí 3 - 20 %. Pro velký podíl nenasycených mastných kyselin rychle podléhá oxidaci (Mourek, 2007).

Tab. č.1 Světová produkce olejů (v mil. tun)

Olej	Palmový	Sójový	Řepkový	Slunečnicový	Kukuřičný	Sezamový	Lněný
Celková produkce	42,2	37,7	19,4	10,1	2,3	0,8	0,6



Graf č. 1 Zastoupení mastných kyselin (%) u vybraných rostlinných olejů

### 2.3.2 Rybí olej a moučka

Zdrojem pro výrobu rybí moučky a oleje jsou hlavně ryby, které se získávají mořským rybolovem. Výlov ryb z moří je však již od poloviny roku 1980 každoročně na téměř stejné úrovni. Příčinou je značný úbytek ryb a řada zákonů, která se snaží zabránit zničení mořského ekosystému. Zvyšující se poptávka po rybách je zaplňována produkcí akvakultury, která naopak zaznamenává nárůst až o osm procent každoročně za období dvaceti let. Rybí moučky a oleje jsou hojně používané komponenty do krmiv pro dravé druhy ryb, jako jsou například lososovitě. Mají totiž optimální složení a množství žádoucích mastných kyselin, které se u mořských ryb vyskytují ve větším



objemu. Produkce rybí moučky a oleje se pohybují u moučky na úrovni 6,2 – 7,4 milionů tun a u oleje 1,0 – 1,7 milionů tun ročně. Jejich výhodou je žádoucí skladba mastných kyselin a zejména vysoký obsah PUFA řady n-3 a obsah EPA a DHA. Nevýhodou je zvyšující se poptávka, která úměrně zvyšuje cenu, a následně na to se zdražují i vysoce kvalitní krmiva používaná v akvakulturách. Alternativní náhradou mohou být rostlinné oleje a jejich kombinace s rybí moučkou nebo olejem. Rostlinné oleje ale mají tu nevýhodu, že nedosahují takových hodnot PUFA řady n-3 a obsahy EPA a DHA, naopak obsahují vyšší množství PUFA řady n-6 a poměr mezi n-3 a n-6 není tak optimální jako je tomu u rybích mouček a olejů (Picková, 2007).

### ***2.3.3 Výsledky použití kombinace rybích a rostlinných olejů v krmivech ryb***

Bell a kol. (2002) testovali palmový olej v krmivech pro atlantské lososy. Byly použity čtyři typy krmiv, které se lišily pouze obsahy palmového a rybího oleje. Ani u jedné ze směsí nebyly zjištěny účinky na růst a konverzi krmiva a nedošlo k výskytu žádné histopatologické léze. Depozice lipidů byly nejvyšší u krmiva, kde bylo 100% rybího oleje a 0 % palmového oleje. Obsah a složení mastných kyselin 16:0, 18:1 (n-9), 18-2 (n-6), celkové množství nasycených mastných kyselin a všech monoenoových mastných kyselin rostl lineárně s rostoucím množstvím palmového oleje v krmivu. Jak se zvyšoval obsah palmového oleje, klesaly celkové obsahy EPA a koncentrace DHA se významně snížila až u krmiva, kde bylo 100 % palmového oleje a 0 % rybího oleje. Palmový olej by se podle výsledků studie dal využívat jako náhražka za rybí olej. Nicméně při obsahu vyšším než 50 % dochází k významnému snížení EPA a DHA a poměru (n-3)/(n-6) PUFA, což vede ke snížení dostupnosti těchto základních n-3 v rybí svalovině pro spotřebitele.

*Výsledky testování lněného a řepkového oleje.* Pro testování bylo použito různých procentuálních koncentrací jednotlivých rostlinných olejů spolu s olejem rybím. Po rozkrmění ryb krmivou, která obsahovala vždy 100 % každého oleje, byla skupinám ryb nasazena krmiva s různými koncentracemi a kombinacemi jednotlivých olejů. Zařazením 33 % rostlinných olejů byla výrazně snížena koncentrace EPA a DHA. U krmiv, která obsahovala 100 % rostlinných olejů, došlo k poklesu EPA a DHA o 30-36 % oproti krmivu se 100 % rybího oleje. Naopak u krmiv, kde byly použity pouze rostlinné oleje, došlo k nárůstu koncentrace 18:2 (n-6) až o 50 % proti krmivům, která

obsahovala jen rybí olej. Provedená studie u lososa atlantského naznačuje využití řepkového a lněného oleje při části odchovného cyklu na moři, kde jsou ryby krmeny zpravidla do tržní velikosti. Použití bude mít za následek snížení obsahu EPA a DHA, které mohou být částečně obnoveny použitím krmiv s vysokým obsahem rybího oleje v období před výlovem a prodejem spotřebiteli (Bell a kol., 2003).

#### ***2.3.4 Rozdíly ve složení mastných kyselin sladkovodních a mořských ryb***

Sladkovodní ryby v porovnání s mořskými rybami obsahují větší množství C18 PUFA, ale také značné koncentrace EPA a DHA. Kromě toho sladkovodní ryby se vyznačují vysokým podílem n-6 PUFA, zvláště kyseliny linolové a arachidonové. Proto poměr celkových n-3 / n-6 mastných kyselin je mnohem nižší u sladkovodních ryb, a to až 1:4. Složení mastných kyselin je ovlivněno přirozenou potravou a jejím sezónním výskytem. Jedná se o sladkovodní řasy, korýše a larvy vodního hmyzu, které jsou zpravidla bohaté na kyseliny linolové, linolenové a EPA. Na rozdíl od mořských ryb jsou sladkovodní ryby schopné pomocí elongace a desaturace z C18 vytvářet C20 a C22, a to n-3 a n-6 řady (Steffens, 1997).

## **2.4 Kompozice mastných kyselin ve svalovině kapra obecného**

### ***2.4.1 Obsah mastných kyselin u kapra obecného***

Mareš (2005) uvádí zastoupení vybraných mastných kyselin ve svalovině kapra obecného. Obsah celkového tuku byl 7 %, z toho 70 % tvořily vyšší mastné kyseliny. Nejvyšší zastoupení měla kyselina olejová 31,7%, linolová kyselina měla obsah 8,9 % a linolenová pouze 1,9 %. Obsah EPA a DHA byl 0,9 % a 2,4 %.

### ***2.4.2 Faktory ovlivňující složení mastných kyselin***

Vliv přirozené potravy na složení mastných kyselin je velice zásadní. Jde o jeden z nejlevnějších zdrojů pro zvyšování žádoucích mastných kyselin v chovu kapra. Plankton je bohatý na n-3 HUFA, včetně EPA a DHA. Poměr mezi n-3 a n-6 je zde příznivý ve prospěch n-3. Složení mastných kyselin v planktonu se mění podle

druhového zastoupení ve vegetaci. Největší zastoupení n-3 HUFA bylo zjištěno na podzim, kdy se v prostředí vyskytovalo nejvíce druhů klanonožců (Mráz a kol., 2011).

Použití obilovin jako doplňkového krmiva v chovu kapra zvyšuje obsah kyseliny olejové patřící do skupiny MUFA. Obiloviny obsahují vysoký podíl n-6 PUFA, zejména kyseliny linolenové, která je méně vhodná pro lidskou výživu. Zvýšený obsah upravuje i poměr mezi n-3 a n-6 PUFA ve prospěch n-6 (Zajíc a kol., 2011).

Kocour a kol. (2007) prokázali, že genetické pozadí má vliv na obsah lipidů a jejich složení. Ukázalo se, že obsah tuků ve svalovině je u kapra velmi dědičný rys a jde zde o poměrně vysokou pozitivní genetickou korelaci mezi velikostí těla a obsahem tuků.

Na obsah a změny kompozice mastných kyselin působí také změny teplot v průběhu vegetačního období. Kapr jako ryba žijící v teplejších vodách má nižší zastoupení mastných kyselin s počtem uhlíků vyšší než 20. Obsah tuku v rybách se mění podle období a dostupnosti přirozené potravy. Nejvíce tuků obsahují ryby na konci léta a počátkem podzimu. Nejnižších hodnot dosahují na jaře (Kmínková a kol., 2001). V průběhu roku vlivem teplot nedochází ke změnám obsahu SFA, pouze zastoupení MUFA, PUFA a HUFA kolísá (Guler a kol., 2008).

#### ***2.4.3 Provedené studie na změny mastných kyselin u ryb***

V největším tureckém sladkovodním jezeře byla provedena studie u kapra a jeho obsahu mastných kyselin v průběhu roku. Byl zjištěn vyšší podíl PUFA než podíl SFA, a to na jaře a v létě. Kyselina palmitová jako hlavní SFA měla obsah 14,6 -16,6 % ve všech ročních obdobích. Jako hlavní MUFA byla stanovena kyselina olejová v obsahu 15 (1– 20,3) %. DHA byla jako hlavní PUFA v létě a zimě, zatímco kyselina linolová na jaře a na podzim. Procento celkových n-3 mastných kyselin bylo vyšší než celkové n-6 pouze v zimním období. Studie prokazuje vliv přirozené potravy v jednotlivých ročních obdobích na obsah a složení mastných kyselin (Guler a kol., 2008).

Studie provedená v České republice (Vácha a kol., 2005) zjišťuje změny obsahu tuků a mastných kyselin v rybnících při použití třech různých obilovin a jedné kontrolní

skupiny. Použitými obilovinami byla kukuřice, pšenice a tritikale. Celkově nejvyšší obsah tuku měla skupina příkrmovaná kukuřicí, a to 13,26%. Naopak nejnižší obsah 1,76% byl u kontrolní skupiny, která přijímala pouze přirozenou potravu. Pšenice dosáhla 11,22% a tritikale 9,27% obsahu tuků. Obsah PUFA, který byl sledován po dobu osmi měsíců, se u sádkovaných ryb příliš nezměnil. Pouze u ryb z kontrolní skupiny došlo k výraznému poklesu PUFA, a to z původních 32,55 % na 11,44 %. Obsah PUFA u jednotlivých obilovin byl 2,51 % u kukuřice, 3,38 % pšenice a 3,1 % tritikale.

Mráz a kol. (2010) provedli studii na použití sesaminu jako možného zdroje pro krmiva, která by u kapra zvyšovala obsahy žádoucích mastných kyselin. Sesamin u lososovitých ryb zvyšuje obsah DHA v tkáňových lipidech. Pro kapra bylo použito krmivo obsahující 5,8 g sesaminu na kilogram krmiva. Krmivo zvýšilo podíl 18:3 n-3, ale snížilo 18:4 n-3, 22:5 n-3, 22:6 n-3 a došlo ke snížení desaturačního indexu vyjadřující podíl poměr n-3 polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem 18:3 n-3 v triacylglycerových frakcích. Studie u kapra neprokázala vhodné účinky sesaminu jako prostředku k dosažení změn ve složení tkání lipidů, jak bylo pozorováno u lososovitých ryb.

## **2.5 Technologie chovu kapra se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin**

Technologie spočívá ve využití zdrojů rostlinných olejů bohatých na n-3 mastné kyseliny, které se použijí k vytvoření krmné směsi použitelné na příkrmování kapra chovaného v rybníce v polointenzifikačním chovu. Směs podle patentu č. 302744 obsahuje řepkové výlisky, extrudované lněné semeno, sójový šrot, obiloviny a další doplňkové látky. Použité komponenty tvoří optimální kombinace kyselin. Jde hlavně o kyselinu alfa – linolenovou 18:3 n-3 a stearidovou 18:4 n-3. Tyto kyseliny už svou přítomností zvyšují obsah n-3 mastných kyselin a jsou prekurzorem pro syntézu vysoce nenasycených mastných kyselin n-3, EPA a DHA . Důležitým faktorem směsi je i správný poměr n-3 a n-6 mastných kyselin mezi 1:1 až 2:1, který je vhodný pro růst kapra a syntézu EPA a DHA.

Technologie dále spočívá také ve způsobu chovu kapra obecného, jenž je chován ve výhodném polointenzivním chovu v rybnících. Velikost obsádky při nasazení by měla být nejvýše 2,3 násobkem hodnoty obsádky odpovídající přirozené produktivitě rybníka. Přírůstek z přirozené potravy tvoří polovinu celkového přírůstku kapra. Při úbytku přirozené potravy dochází i ke snížení obsahu n – 3 mastných kyselin v rybím mase. Čím větší část celkového přírůstku tvoří přirozená potrava, tím lepší je výsledné složení tuku v rybím mase.

Před distribucí do obchodní sítě se provádí krátkodobé sádkování. V podzimním období je sádkování prováděno po dobu alespoň tří týdnů. Vysádkováním dojde ke zbavení zbytků potravy z trávicího traktu, odstranění nežádoucích pachutí a ke spotřebování méně hodnotných zásobních tuků (Užitný vzor č. 21926).

Tab. č. 2 Garantované obsahy tuků a mastných kyselin ve dvousetgramové porci kapřího masa

sledovaný ukazatel	průměr	Minimum	maximum
obsah tuku	15 g	6 g	20 g
nasyčené mastné kyseliny (SFA)	3 g	2 g	4 g
mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA)	6 g	4 g	8 g
polynenasycené mastné kyseliny (PUFA)	3 g	1,5 g	3,5 g
Omega-3 PUFA	1 g	0,7 g	1,2 g
Omega-3 : omega-6	01:01,8	01:01,5	1:02
Omega-3 HUFA	500 mg	250 mg	800 mg
EPA + DHA	300 mg	200 mg	400 mg

Takto vyprodukovaný kapr obecný je chráněn ochrannou známkou. Název ochranné známky je omega3kapr. Má také svoji obrazovou ochrannou známku, kterou se označují výrobky z těchto odchovaných ryb. Tento kapr je již od roku 2011 dostupný na českém trhu, ale zatím pouze ve formě zmrazených půlek a filet. Ochrannou známku mohou zatím používat pouze FROV JU, IKEM a Blatenská ryba, spol. s.r.o. Více informací na <http://www.omega3kapr.cz/>

### 3. METODIKA

Poloprovozní pokus probíhal na rybních společnostech Blatenská ryba, s.r.o., v průběhu roku 2010 a 2011. V roce 2010 se vybrané rybníky rozdělily na dvě skupiny. U první skupiny byla pro přikrmování kapra z obilovin použita pšenice a u skupiny druhé testovaná směs KP Len. Při rozdělení rybníků do skupin byl kladen důraz na to, aby v ní byl vždy zastoupen rybník ze skupiny vysoce úživných, ze skupiny nádrží lesního charakteru s menší produkcí a rybník s průměrnou produkcí. V roce 2011 došlo k rozdělení rybníků na tři skupiny podle použitých krmiv. Skupina první krmená obilovinou tritikale, skupina druhá přijímající směs KP Len a třetí skupina kontrolní, v níž byly ryby drženy pouze na přirozené potravě z rybníka.

#### 3.1 Rok 2010

Nasazení rybníků v roce 2010 proběhlo 8. dubna 2010. Do pokusu se nasazovaly ryby vylovené z komorového rybníka koncem března. Nasazovaná ryba byla tříletá násada kapra obecného (lysec K<sub>3</sub>) o průměrné hmotnosti 1000g. Ryby se do rybníku nasadily podle předem sestaveného plánu - viz Tabulka č. 3. Při sestavení plánu se vycházelo z plánovaného nasazení v množství 650-680 ks/ha a skutečné vodní plochy rybníka. U některých rybníků neodpovídala katastrální výměra skutečnému stavu. Skutečný stav výměry vodní plochy byl spočítán pomocí analýzy obrazu.

Tab. č. 3: Přehled velikosti rybníků a plánované obsádky na jednotlivé rybníky v roce 2010

Rybník	katastrální výměra [ha]	*skutečná výměra [ha]	nasazeno na skutečnou výměru [ks/ha]	nasazeno celkem [kg]
Šamonický dolní	1,89	1,07	675	722
Tuňkovský	2,5	2,03	680	1373
Společnice	4,18	2,32	680	1568
Podsilniční	1,93	0,96	675	644
Čekal	2,04	1,46	680	989
Malívský	1,88	1,62	675	1091

\*skutečná výměra byla počítána pomocí analýzy obrazu a vystihuje rozlohu vodní plochy (plocha rybníka využitelná rybí obsádkou).

Vlastní nasazení proběhlo na sádkách v Rojicích, kde byly ryby po výlovu uchovány. Ze sádky se vybralo náhodně 33 ks ryb, u kterých se měřila základní biometrická data (celková délka, délka těla a hmotnost). Následně bylo ještě odebráno

10 ks ryb náhodně pro odebrání vzorků na analýzu výchozího složení svaloviny, potažmo lipidů.

Krmení obou skupin začalo 10. května 2010. Postupně došlo k rozkrmování a zvyšování krmných dávek. Krmení probíhalo vždy třikrát týdně a to v pondělí, středu a pátek. Na každém rybníce se vybralo jedno krmné místo, které bylo pro snadnou kontrolu příjmu krmiv a odlov ryb viditelně označené. Cílem příkrmování bylo zvýšení celkové hmotnosti na dvojnásobnou hmotnost. Propočet krmných dávek byl sestaven pro každý rybník zvlášť, velikost dávky odpovídala 2-3 % aktuální hmotnosti obsádky. Před začátkem pokusu byl vždy sestaven plán krmení, který nám ukazuje druhá tabulka (Tab. č. 2). Od poloviny května se začalo s pravidelnými kontrolami na rybnících. V rámci kontrolního dne se měřily chemické ukazatele vody (pH, teplota, obsah kyslíku a procento nasycení a průhlednost). Při kontrolním dnu se provedl zkušební odlov ryb pomocí vrhací sítě, abychom mohli sledovat průběh růstu. U odlovených ryb byly změřeny délkohmotnostní ukazatele.

Tab. č. 4: Propočet krmných dávek na jednotlivých pokusných rybnících v roce 2010

Měsíc	Krmná dávka[%]	Šamonický dolní [kg]	Tuňkovský [kg]	Společnice [kg]	Podsilniční [kg]	Čekal [kg]	Malívský [kg]
Květen	5	85	190	200	75	125	140
Červen	20	350	765	815	315	510	560
Červenec	30	525	1145	1220	470	765	840
Srpen	35	615	1345	1435	560	895	980
Září	10	175	380	405	155	255	280
<b>Celkem</b>	<b>100</b>	<b>1750</b>	<b>3825</b>	<b>4075</b>	<b>1575</b>	<b>2550</b>	<b>2800</b>

### 3.2 Vzorkování

První vzorky pro analýzu lipidů byly odebrány při vysazení. Výlovy rybníků probíhaly od 14. září do 17. září 2010. Na každém rybníce se odebralo 50 ks ryb, u kterých se provedlo změření délkohmotnostních ukazatelů a odvezly se na sádky VÚRH, kde byly 14 dní sádkovány. Z odebraných vzorků bylo použito 15 ks pro senzorickou analýzu, 10 ks na rozbor lipidů a zbylých 25 ks počítáno jako rezerva pro případ úhynu. Ryby byly rozděleny do šesti skupin podle rybníků, označení skupin bylo provedeno amputací ploutví.

Zvážené ryby byly usmrceny úderem tupým předmětem na temeno hlavy a vykrveny přetnutím žaberních oblouků. Od těla se odřízla hlava a z trupu byl seříznut

filet. Levý filet s kůží se zabalil do hliníkové fólie, označil patřičným kódem skupiny, vložil do tekutého dusíku a šokově se zmrazil až na teplotu  $-196^{\circ}\text{C}$ . Po dokončení vzorkování se vzorky přesunuly do hlubokomrazicího boxu, kde zůstaly při teplotě  $-80^{\circ}\text{C}$  dokud nebyly odeslány do Švédska.

Vzorky byly odeslány na SLU, Uppsala, Švédsko pomocí expresní služby za účelem rozboru kompozice mastných kyselin. Vzorky se balily do termoboxů se suchým ledem. V boxu se musely vzorky rozložit do vrstev, které se prosypaly suchým ledem (pevný  $\text{CO}_2$  o teplotě  $-79^{\circ}\text{C}$ ).

### **3.3 Senzorická analýza**

Provádí se za účelem zjištění kvality výrobku na základě posouzení osobních vjemů a pocitů. Vzorky se hodnotitelům předkládají s kódovým označením, aby nedošlo k ovlivnění výsledku. Úkolem je na základě subjektivních vjemů ohodnotit vzorek podle předem určených parametrů. Vzorky se předkládají zpravidla v uzavřených skleničkách.

#### ***3.3.1 Příprava vzorku pro vlastní analýzu.***

Do skleniček se vkládají vždy všechny partie z těla ryby. Připravené vzorky se tepelně upraví, a to při teplotě  $180^{\circ}\text{C}$  po dobu 20 minut. Vzorky se pečou ve vlastní šťávě bez jakéhokoli ochucování. Hodnotitelé jsou vždy od sebe odděleni pomocí kóji. V každé kóji je připraven hodnotící formulář, sklenice vody, popřípadě lihoviny, kterou hodnotitel mezi hodnocením pije, aby mohl lépe rozlišit chutě. Hodnotitel by měl být v dobrém zdravotním stavu, zpravidla nekuřák, a asi dvě hodiny před hodnocením by u něho nemělo dojít ke konzumaci kávy. Vlastní sensorické posouzení bylo provedeno deseti hodnotiteli. Posuzovaly se čtyři jakostní prvky, a to chuť, pach, konzistence a barva. Součástí protokolů byly vždy u každé vlastnosti úsečky, kde hodnotitelé vyznačili míru spokojenosti s vlastností. Vyhodnocení bylo provedeno přeměřením úsečky, a čím nižší hodnota se naměřila, tím měl vzorek kladnější hodnocení.

### **3.4 Analýza lipidů**

Odebrané zmrazené vzorky byly částečně rozmrazeny. Celý filet byl vždy rozmixován na stolním kutru. Z výsledné směsi byl poté odebrán reprezentativní vzorek pro analýzu.



V takto připraveném a odebraném vzorku jsou obsaženy všechny jedlé části filetu kapra, tzn. bílá a červená svalovina, tukové zásoby z břišní partie, svalovina ocasního násadce, kůže.

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

### 3.5 Rok 2011

Postup pokusů byl totožný jako v roce 2010. Rozdíl byl pouze v počtu testovaných skupin. Rybníky vyčleněné pro pokus byly rozděleny na tři skupiny. První skupina ryb byla přikrmovaná obilovinami, druhá skupina přijímala testovanou směs KP Len a třetí skupina ryb byla držena pouze na přirozené potravě. Nasazení proběhlo v dubnu 2011 kaprem obecným (šupinatý užitkový hybrid) ve stáří tři roky o průměrné hmotnosti 1100 gramů. Velikost obsádek byla spočtena z výchozích 650 ks/ha. Pouze u třetí skupiny byla obsádka snížena na 280 ks/ha proto, aby i na tomto rybníce došlo ke zdvojnásobení původní hmotnosti. Přikrmování obsádek započalo první týden v květnu a následovalo v pravidelných intervalech. Kontroly na rybních započaly od poloviny května a probíhaly každých čtrnáct dní až do doby výlovu, a to 20. 9. 2011. Množství a způsob odebírání vzorků byl stejný jako v roce 2010. Plán přikrmování byl sestaven podle stejného klíče. Přehled dávek uvádí tabulka číslo pět (Tab. č. 5).

Tab. č. 5: Přehled velikosti rybníků a plánované obsádky na jednotlivé rybníky v roce 2010

Rybník	katastrální výměra [ha]	*skutečná výměra [ha]	nasazeno na skutečnou výměru [ks/ha]	nasazeno celkem [kg]
Šamonický dolní	1,89	1,07	280	330
Tuňkovský	2,5	2,03	650	1452
Čekal	2,04	1,46	650	1044

Plán přikrmování byl sestaven podle stejného klíče jako v roce 2010 (viz přehled dávek v tabulce číslo 6).

Tab. č. 6: Propoččet krmných dávek na jednotlivých pokusných rybnících v roce 2011

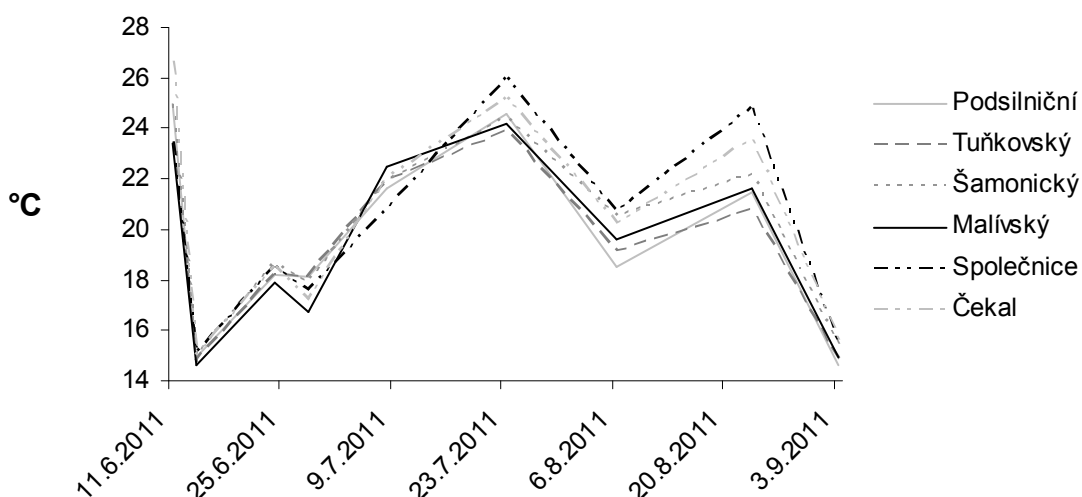
Měsíc	Krmná dávka[%]	Šamonický dolní [kg]	Tuňkovský [kg]	Čekal [kg]
Květen	5	0	165	125
Červen	20	0	660	500
Červenec	35	0	1155	875
Srpen	35	0	1155	875
Září	5	0	165	125
<b>Celkem</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>3300</b>	<b>2500</b>

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1 Fyzikálně chemické vlastnosti vody 2010

#### 4.1.1 Teplota vody

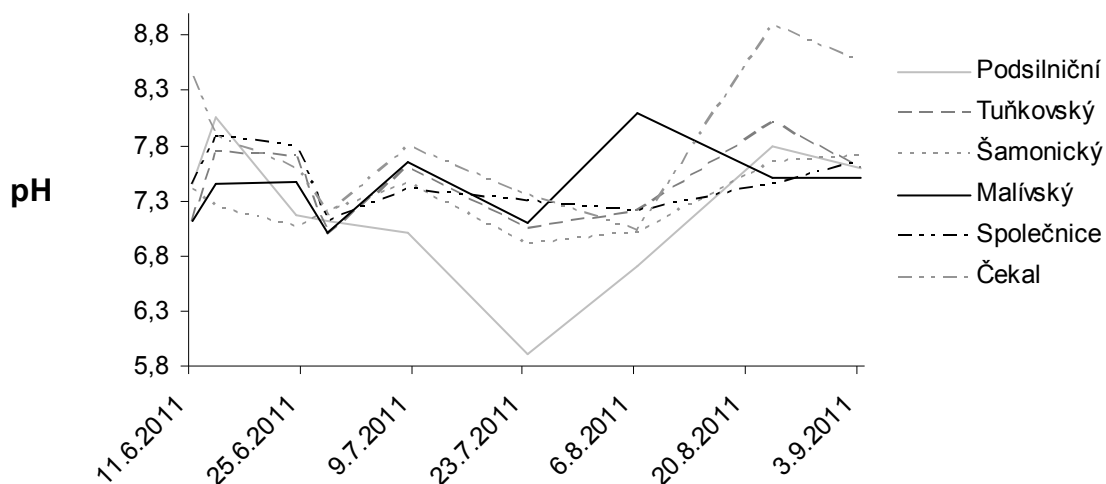
Teplota vody v průběhu pokusu byla ovlivněna výkyvy teplot v průběhu vegetačního období. Rozdíl mezi jednotlivými rybníky nebyl nijak výrazný. Nejvyšších teplot bylo dosaženo v polovině června. V období vegetačního vrcholu se opět vrátily vyšší teploty. Teplota na začátku a na konci pokusu byla téměř stejná.



Graf č. 2 Teplota vody (°C) v pokusných rybnících v průběhu pokusu

#### 4.1.2 Hodnoty pH

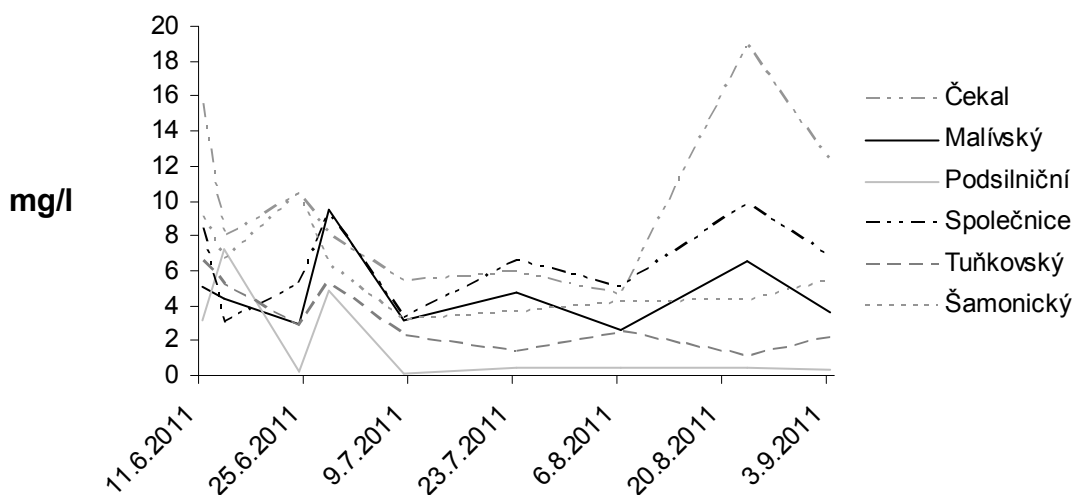
Hodnoty pH byly během celé pokusu přípustné pro chov ryb. V rybníku Čekal, který vykazuje hodnoty pH nejvyšší, byly v době kontroly vyšší teploty vody a velké množství hrubého zooplanktonu způsobeny přítomností fytoplanktonu. Ten rovněž zapříčil i malou průhlednost vody. Nízké hodnoty pH u rybníka Podsilniční způsobila jednak poloha a charakter rybníka, jednak skutečnost, že byl po celé své hladině zarostlý vodními porosty.



Graf č. 3 Hodny pH v pokusných rybnících v průběhu pokusu

#### 4.1.3 Obsah kyslíku ve vodě

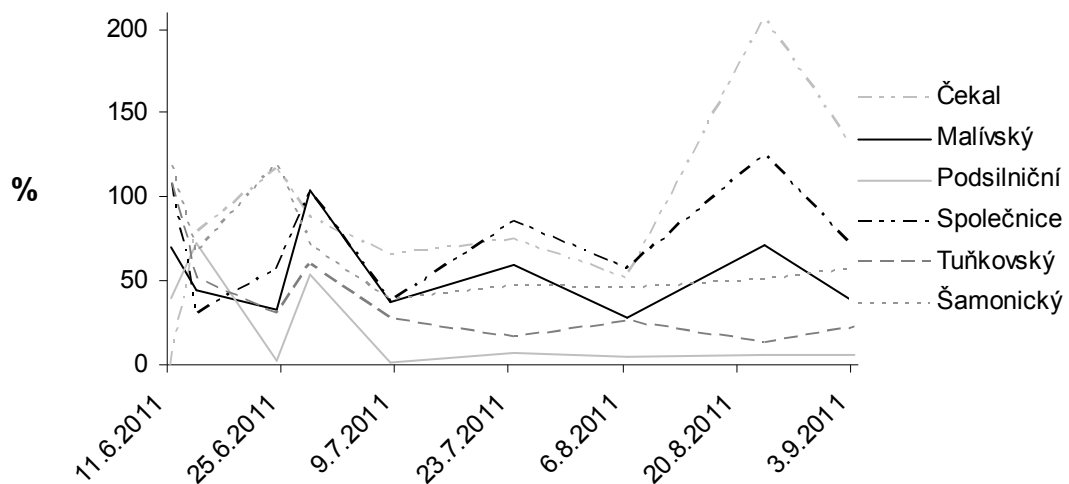
Obsah kyslíku ve vodě byl během celého vegetačního období bez vážnějších kyslíkových deficitů. Nejnižších hodnot dosahoval po dobu hlavního vegetačního růstu rybník Podsilniční. Velmi nízké teploty byly zaznamenány i v rybníku Tuňkovský. Naopak nejvyšší hodnoty ukázal rybník Čekal. Během měsíce srpna a září nedocházelo k ranním deficitům kyslíku z důvodu nižší obsádky ryb a dobrých teplotních poměrů.



Graf č. 4 Obsah kyslíku (mg/l) v pokusných rybnících v průběhu pokusu

#### 4.1.4 Nasycení vody kyslíkem

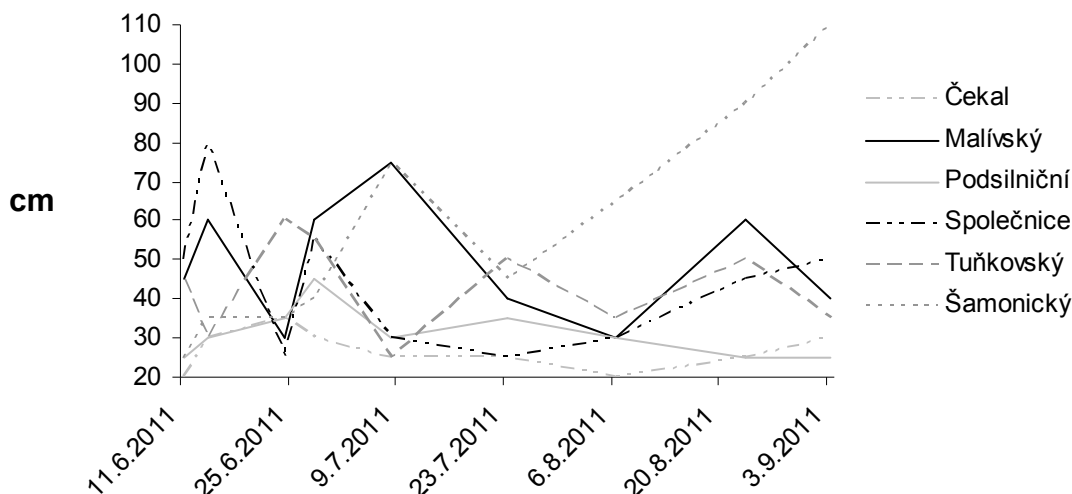
Nasycení vody kyslíkem vychází z aktuálního množství kyslíku rozpuštěného ve vodě ve vztahu k teplotě. Je to pomocný údaj pro přesnější určení podmínek pro rybí obsádky v průběhu vegetačního období. Během pokusů se s kyslíkovými problémy potýkal rybník Podsilniční. U rybníka Čekal docházelo k výkyvu v důsledku prudkých růstů populací planktonu, avšak se zdravotním stavem obsádek zde nebyl problém.



Graf č. 5 Vývoj nasycení vody kyslíkem (%) v pokusných rybnících během experimentu

#### 4.1.5 Průhlednost vody

Průhlednost vody ovlivňoval během celého pokusu vegetační zákal. Nejmenší průhlednost vykazoval rybník Čekal díky vysokému obsahu fytoplanktonu. Ryba zde bez velkých problémů konzumovala krmiva. Vysoká průhlednost u rybníka Šamonický byla způsobena přítomností malého množství fytoplanktonu a hrubého zooplanktonu.



Graf č. 6 Průhlednost vody (cm) na rybnících v průběhu pokusu

#### 4.2 Produkční ukazatele

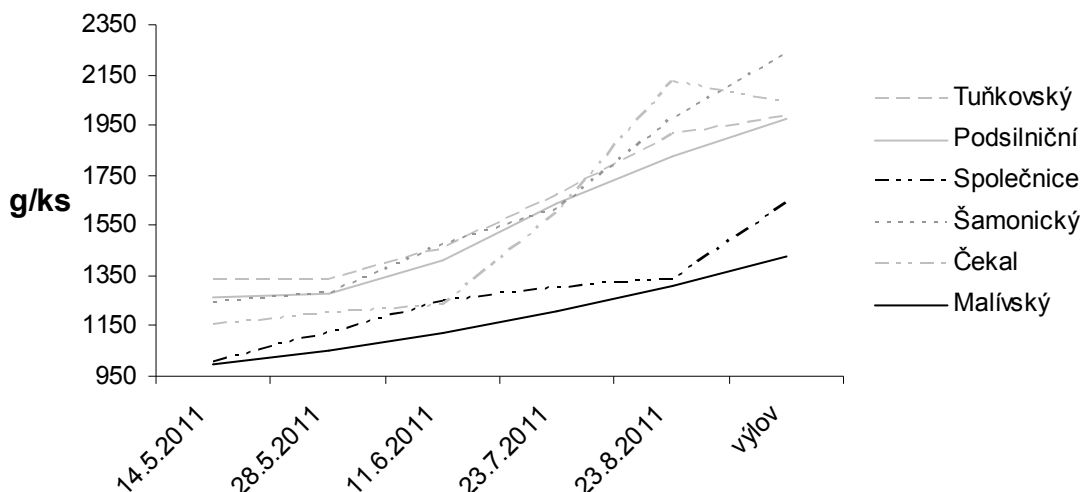
Pokusné rybníky se lovily od 14. do 17. září 2010. Rybník Šamonický dolní byl po celou dobu vegetačního období pokryt hustým porostem růžkatce. Ztráty obsádky na rybníce činily 34,9 %. Avšak vlivem vysokých ztrát dosáhl Šamonický dolní rybník vyšších kusových přírůstků.

Rybník Tuňkovský neměl v průběhu celého sledovaného období žádné problémy. Změnou klimatických podmínek koncem vegetačního období došlo ke snížení příjmu krmiva. Ryby zde dosáhly přírůstku 1 kg. I ztráty byly v normálu, a to 6,4 %.

Zato rybník Společnice dosáhl horšího produkčního výsledku. Na rybníce došlo k vyšším ztrátám, a to 16 %. Část ztrát tvořil úhyn, který byl zaznamenán. I přes nízký přírůstek vykazovaly ryby dobrou kondici.

Velmi úživným a vhodným pro kvalitní chov ryb se svými podmínkami ukázal rybník Čekal. Ryby tu bez problémů konzumovaly směs KP LEN i ke konci vegetačního období, kdy už na některých rybnících došlo k zastavení příjmu krmiva. Na rybníce došlo k vyšším ztrátám a to 13 %.

Malívský byl dalším z rybníků na lesní vodě. Ryby dosáhly nižších přírůstků, ale s dobrou kondicí. Krmena zde byla směs KP LEN. Ztráty se pohybovaly na úrovni 10 %. Jde o poměrně vyšší hodnotu způsobenou menším úhynem obsádky v období vegetačního vrcholu.



Graf č. 7 Růstové křivky (g/ks) podle kontrolních odchytů v pokusných rybnících během experimentu

Graf č.7 vychází z průběžných odlovů při jednotlivých kontrolách. U většiny rybníků docházelo k podobnému průběhu růstu. Pouze u rybníka Čekal došlo k prudkému nárůstu v období, kdy se na rybníce vyskytlo větší množství fytoplanktonu a následně nato i zooplanktonu. Ryby velkou měrou přijímaly i přirozenou potravu. Ukázalo se, že to mělo vliv i na příjem a využití předkládaného krmiva.. Ostatní rybníky dosáhly podobných výsledků. Kompletní přehled produkčních ukazatelů je zpracován v (Tab. č. 7)

Tab. č. 7: Výsledky výlovů pokusných rybníků v roce 2010 – I. část

Rybník	krmivo	*výlovek [kg/ha]	Celkový výlovek [kg]	*produkce [kg/ha]	celkový přírůstek [kg]	průměrná hmotnost [g]
Šamonický dolní	tritikale	985	1050	307	328	2230
Tuňkovský	tritikale	1256	2550	580	1177	1985
Společnice	tritikale	906	2100	230	532	1600
Podsilniční	KP Len	750	750	106	106	1975
Čekal	KP Len	1199	1750	521	761	2036
Malívský	KP Len	865	1400	191	309	1430

\*přepočítáno na hektar skutečné vodní plochy

Tab. č. 8: Výsledky výlovů pokusných rybníků v roce 2010 – II. část

Rybník	nasazeno [ks]	sloveno [ks]	kusový přírůstek [g/ks]	ztráty [%]	*KF
Šamonický dolní	722	470	1230	34,9	4,06
Tuňkovský	1373	1285	985	6,4	3,85
Společnice	1568	1316	600	16	3,46
Podsilniční	644	380	975	40,9	4,13
Čekal	989	860	1036	13	3,6
Malívský	1091	974	430	10,7	3,33

\*Fultonův koeficient = stav vyživenosti, optimální hodnota nad 2,7

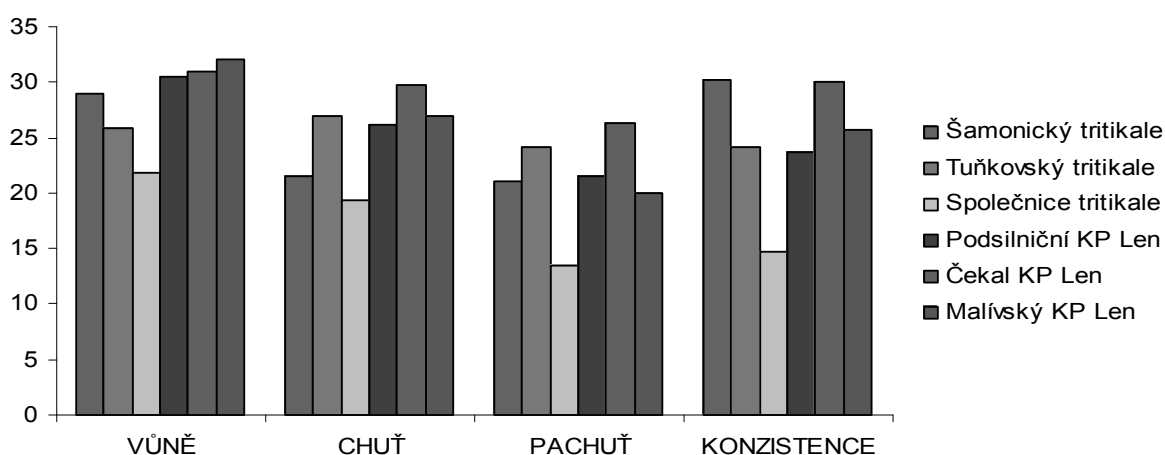
### 4.3 Senzorická analýza

Provedená analýza nevyhodnotila žádný vzorek jako negativní. Rozdíly mezi hodnotiteli a jednotlivými vzorky jsou minimální. Jak vyplývá z přiložených grafů, nejlépe hodnocený byl rybník Společnice. Maso kapra z tohoto experimentu lze považovat za chutné a bez výskytu pachutí způsobených předkládaným krmivem. Organoleptická analýza je považovaná pouze za doplňkový ukazatel kvality masa.

Tab. č. 9: Výsledky sensorické analýzy v roce 2010

Rybník	krmivo	VŮNĚ	CHUŤ	PACHUŤ	KONZISTENCE
Šamonický	tritikale	29*	21,5	21,1	30,2
Tuňkovský	tritikale	25,8	27	24,1	24,1
Společnice	tritikale	21,8	19,4	13,4	14,7
Podsilniční	KP Len	30,5	26,1	21,5	23,7
Čekal	KP Len	31	29,8	26,4	30
Malívský	KP Len	32	26,9	20	25,7

\*nižší hodnota parametru odpovídá příznivějšímu hodnocení



Graf č. 8 Organoleptické hodnocení vzorků svaloviny ryb z jednotlivých pokusných rybníků (nižší hodnota odpovídá příznivějšímu hodnocení)



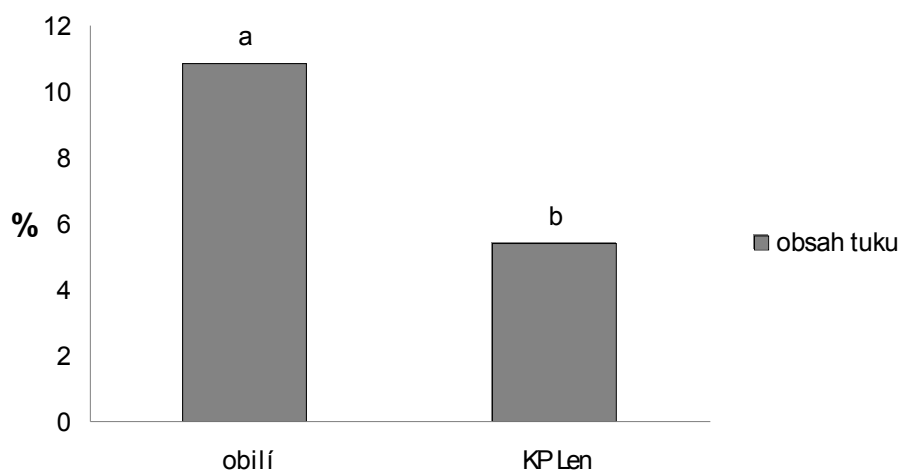
#### 4.4 Obsah tuku a zastoupení mastných kyselin v roce 2010

Signifikantně vyšší obsah tuku byl zaznamenán u ryb přikrmovaných tritikale. Tento rozdíl potvrzuje Studentův t-test na hladině významnosti ( $p < 0,05$ ). Nejnižší obsah tuku byl zaznamenán u ryb z nádrže Čekal, kde byla použita směs KP Len. Nejučtější ryby přikrmované tritikale pocházely z rybníka Šamonický.

Tab. č. 10: Obsah tuku (%) ve filetu kapra přikrmovaného obilovinou nebo krmnou směsí KP Len

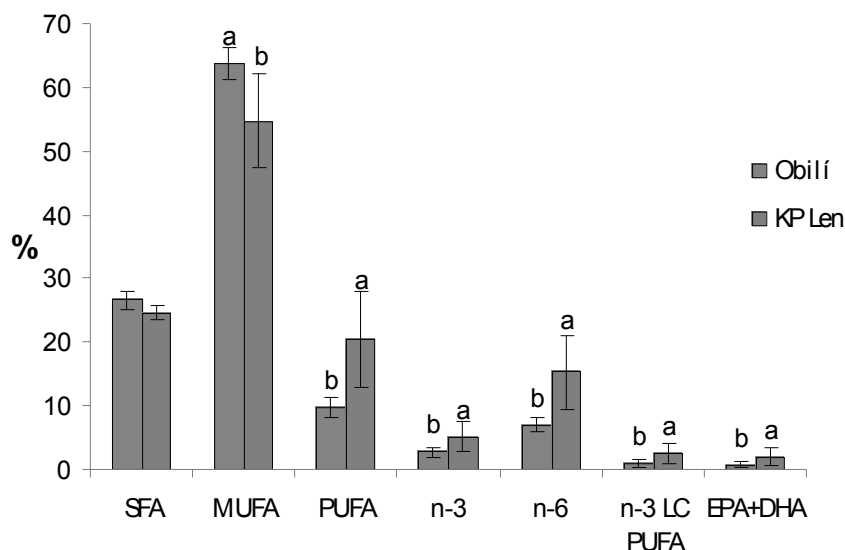
RYBA č.	Obilovina [%]			KP LEN [%]		
	Šamonický	Tuňkovský	Společnice	Podsilniční	Malívský	Čekal
1	13,17	13,07	4,03	2,19	6,79	3,15
2	13,61	10,3	8,97	6,39	3,33	3,55
3	14,9	13,98	6,98	8,12	3,23	6,39
4	15,23	11,61	7,43	5,26	4,36	1,16
5	15,82	11,05	5,14	7,16	6,69	2,9
6	15,48	15,51	8,58	9,18	6,7	5,01
průměr	<b>14,7</b>	<b>12,59</b>	<b>6,86</b>	<b>6,38</b>	<b>5,18</b>	<b>3,69</b>
*sd	<b>1,07</b>	<b>1,96</b>	<b>1,93</b>	<b>2,46</b>	<b>1,73</b>	<b>1,81</b>

\*sd = směrodatná odchylka



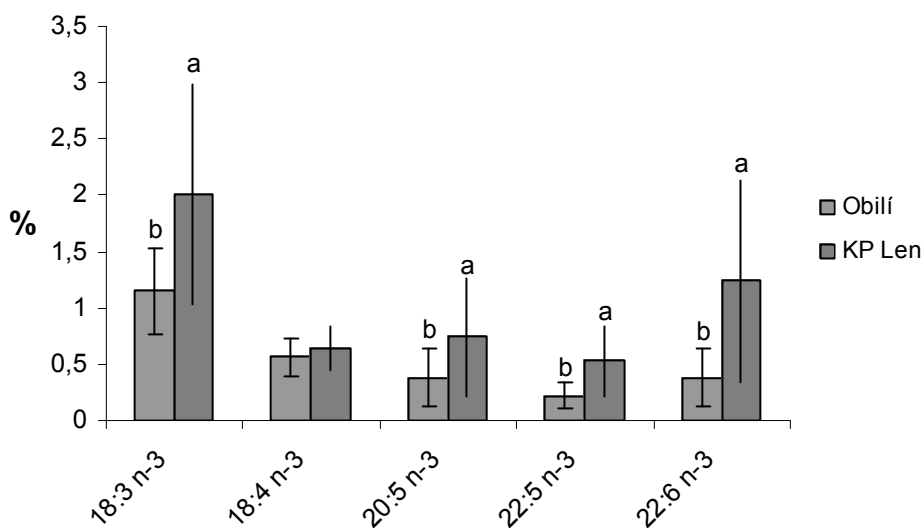
Graf č. 9 Obsah tuku (%) ve filetu kapra přikrmovaného obilovinami nebo krmnou směsí KP Len

Chemickou analýzou kompozice mastných kyselin nebyl prokázán statistický rozdíl mezi skupinami v obsahu SFA. Ryby přikrmované směsí KP Len však vykazovaly prokazatelně nižší obsah MUFA, a především výrazně vyšší obsah PUFA ve srovnání s rybami přikrmovanými tritikale. Kompletní výsledky viz graf č.10.



Graf č. 10 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) v celkovém tuku kapra příkrmovaného obilím nebo krmnou směsí KP Len

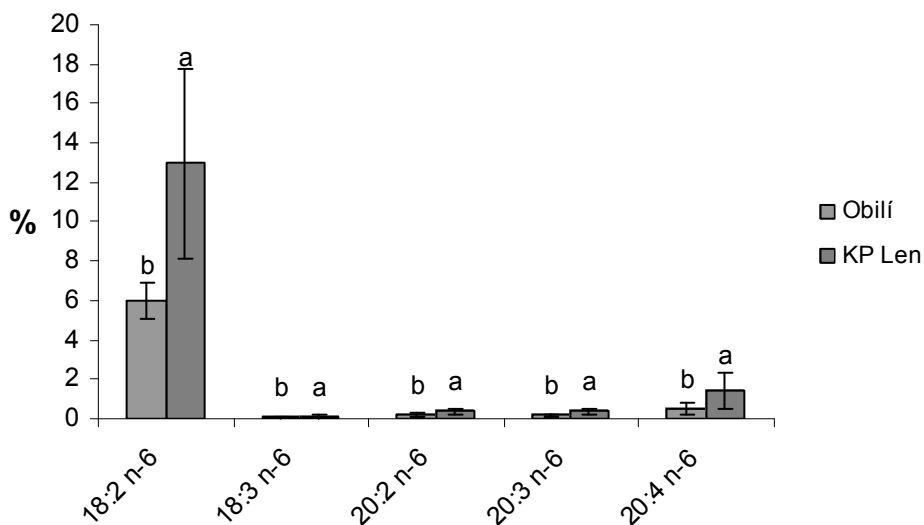
Vysoký obsah alfa-linolenové kyseliny ve směsi KP Len se pozitivně promítl do jejího obsahu v tuku ryb příkrmovaných touto směsí - graf č.11. Vlivem dostatečného příjmu prekurzoru n-3 HUFA v potravě mohli takto chovaní kapři ve zvýšené míře biosyntetizovat n-3 HUFA, což se projevilo v signifikantně vyšším obsahu jednotlivých n-3 HUFA (včetně EPA a DHA) ve svalovém tuku těchto ryb.



Graf č. 11 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-3 v celkovém tuku testovaných ryb příkrmovaných směsí KP Len nebo obilovinou

U skupiny PUFA řady n-6 dosáhla nejvyššího obsahu kyselina linolová u ryb krmených směsí KP Len. Z hlediska lidské výživy to není zcela žádoucí. Kyselina linolová měla celkově nejvyšší obsah ze všech vybraných PUFA jak u skupiny ryb

krmených obilovinou, tak i u směsi KP Len. Oproti ostatním PUFA řady n-6 byl nárůst velice výrazný. Směs KP Len vykazovala statisticky vyšší obsah vybraných PUFA řady n-6, což ukazuje graf č. 12.

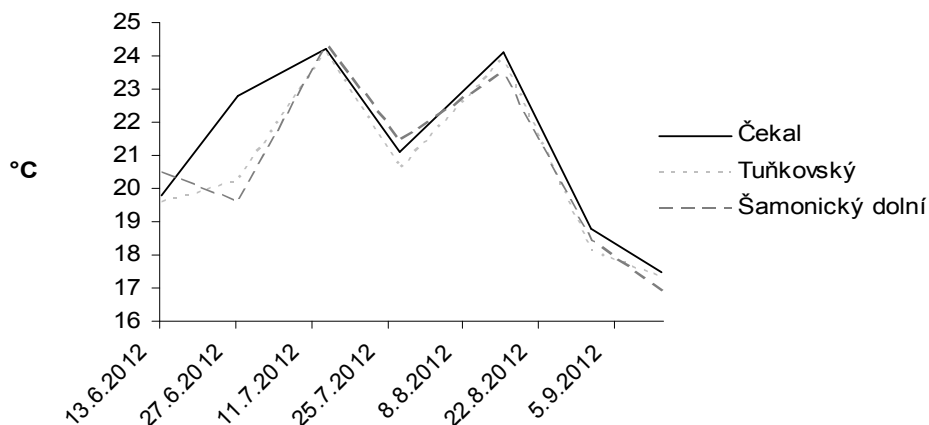


Graf č. 12 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-6 v celkovém tuku testovaných ryb přikrmovaných směsí KP Len nebo obilovinou

## 4.5 Fyzikálně chemické vlastnosti vody 2011

### 4.5.1 Teplota vody

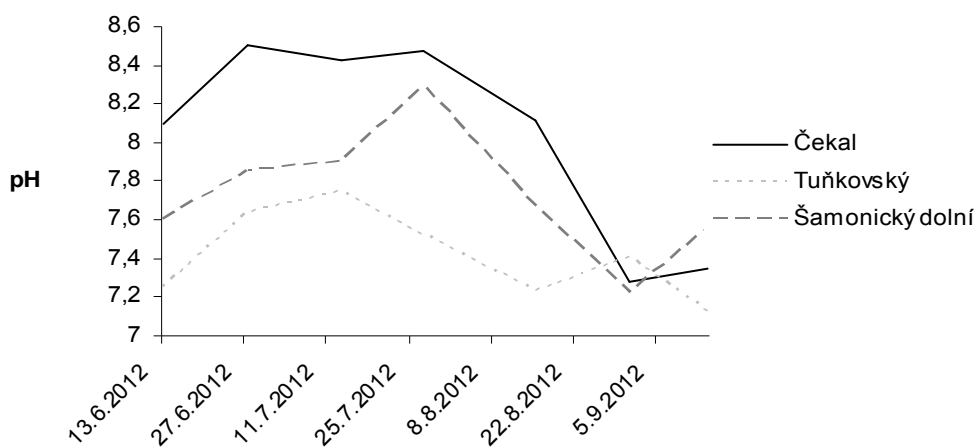
Během pokusu došlo k jednomu výkyvu teploty právě v období vegetačního vrcholu. Výkyv způsobil pokles teplot vzduchu. Teploty byly ve všech sledovaných rybních téměř stejné. Rozdíl činil pouze několik stupňů, a tudíž neměl velký vliv na zhoršení kvality vody.



Graf č. 13 Vývoj teplot vody (°C) v pokusných rybnících během pokusu

#### 4.5.2 Hodnota pH

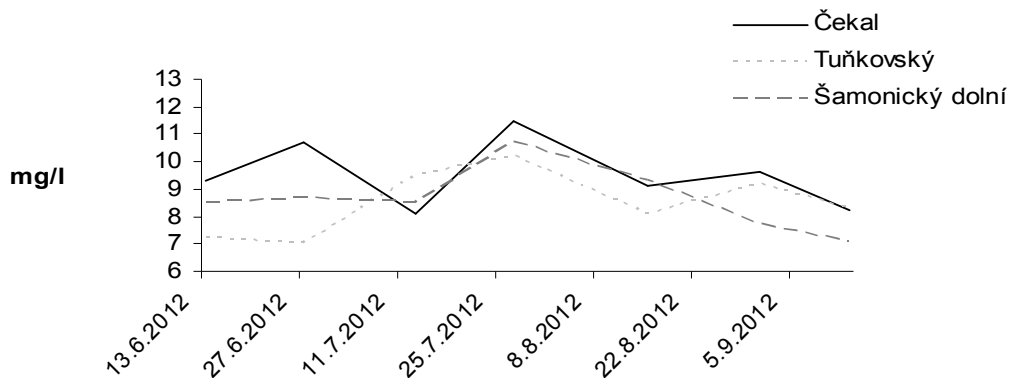
U rybníka Tuňkovský nedošlo v průběhu pokusu k výrazným změnám hodnot pH. U rybníka Čekal došlo ke zvýšení pH od počátku pokusu z důvodu výskytu fytoplanktonu. Ke snížení pH došlo až po vrcholu vegetačního období, kdy se zvýšilo množství hrubého zooplanktonu a ubylo fytoplanktonu. U rybníka Šamonický dolní prudký nárůst hodnoty pH způsobilo zvýšení fytoplanktonu na vrcholu vegetačního období, avšak následný výskyt zooplanktonu vrátil hodnoty brzy do normálu. Nejvyšší hodnoty, které jsme naměřili, neměly však vliv na úhyby obsádek nebo jejich poškození. Vývoj hodnot udává graf č. 14.



Graf č. 14 Vývoj pH vody na rybnících v průběhu pokusu

#### 4.5.3 Obsah kyslíku

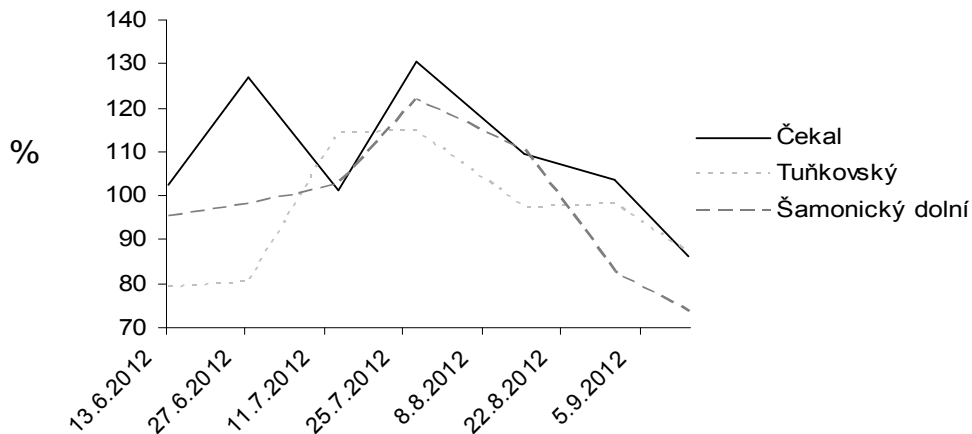
V průběhu celého pokusu se neobjevily nedostatky kyslíku ve vodě. Nedošlo ani k jiným deficitům kyslíku, které by mohly vést k úhynu rybí obsádky. Hodnoty na všech rybnících byly dobré a po většinu celého pokusu nad optimální hodnotou dané pro produkční rybníky v letních měsících. Vysoké hodnoty u rybníka Čekal způsobily vysoký výskyt fytoplanktonu. Průběh hodnot během pokusu ukazuje graf č. 15.



Graf č. 15 Hodnoty vývoje kyslíku (mg/l) v rybních během pokusu

#### 4.5.4 Nasycení kyslíkem

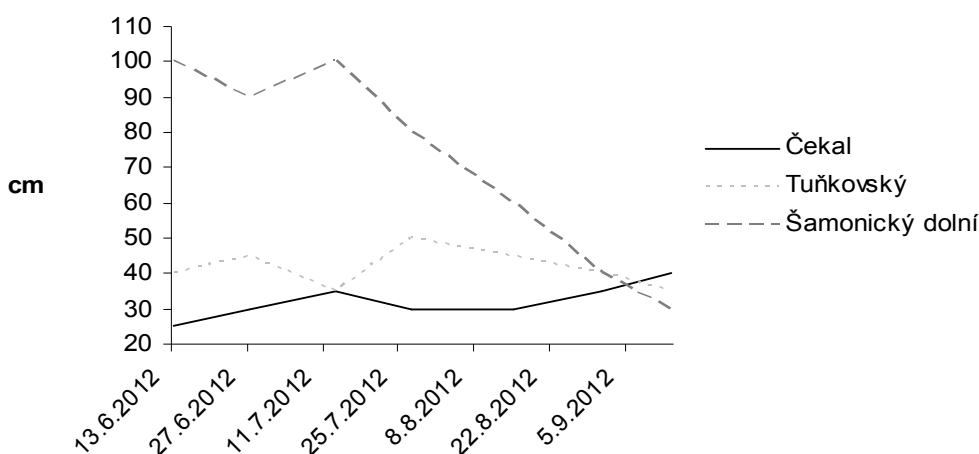
Během celého pokusu byly hodnoty bezproblémové. Často docházelo k přesycení vody, které není vhodné pro vodní organismy. V našem případě se tento velmi častý jev způsobený velkým rozvojem fytoplanktonu týkal rybníka Čekal. Hodnoty však obsádku ryb nějak neohrozily. Vývoj nasycení vody kyslíkem ukazují graf č. 16.



Graf č. 16 Hodnoty vývoje nasycení vody kyslíkem (%) v průběhu pokusu

#### 4.5.5 Průhlednost vody

Průhlednost vody představuje množství světla, které pronikne sloupcem vody. Závisí na barvě a zákalu vody. Měřením v praxi se tento ukazatel často využívá ke stanovení aktuálního stavu vodního prostředí na rybníce. Nižší průhlednost způsobuje vysoký výskyt fytoplanktonu, který může mít vliv na hodnoty pH a na obsah kyslíku ve vodě. Naopak vyšší hodnoty ukazují na menší obsádku ryb a malé množství fytoplanktonu. Při měření průhlednosti vody se zároveň stanoví i její barva. Jde o individuální, velmi subjektivní ukazatel a je potřeba výsledek stanovit přímo při měření. Během pokusu byly naměřeny extrémní hodnoty pouze na rybníce Šamonický dolní. Důvodem byla malá obsádka ryb a intenzivní rozvoj zooplanktonu. Nízké hodnoty průhlednosti na rybníce Čekal způsobil masový výskyt fytoplanktonu. Jakmile došlo k jeho potlačení, rozvojem zooplanktonu se zvýšila i průhlednost vody na optimální hodnoty. Vývoj průhlednosti během pokusu vyjadřuje graf č. 17.



Graf č. 17 Hodnoty průhlednosti vody (cm) během pokusu

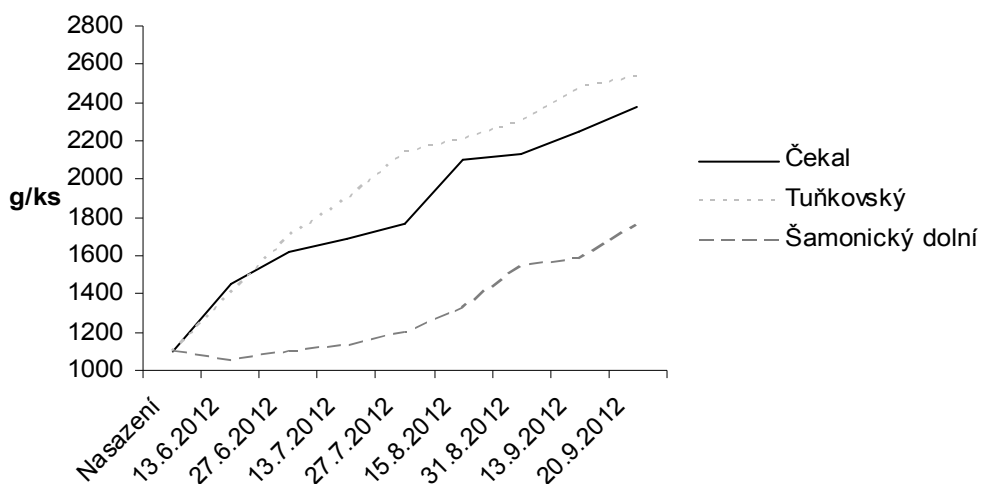
#### 4.6 Produkční ukazatele

Výlov pokusných rybníků proběhl dle plánu v období 20. – 22. září 2011. Rybníky byly sloveny bez komplikací a bez větších ztrát na obsádkách. První v pořadí byl rybník Tuňkovský. Během celého vegetačního období zde nebyly žádné problémy s vlastnostmi vody ani s úhynem ryb. Na přelomu července a srpna zde došlo k většímu výskytu zooplanktonu a předkládané krmivo bylo i nadále bez problému přijímáno.

Ryby měly dostatek přirozené potravy a byly zde zaznamenány nejvyšší kusové přírůstky. Ztráty dosáhly hodnoty 27,5%. Jako krmivo pro tento rybník se zvolila obilovina ( pšenice ). Rybník byl během vegetačního období zčásti porostlý měkkými vodními porosty.

Druhý rybník v plánovaném pořadí byl Čekal. Zde se jako krmivo zvolila testovaná směs KP Len. Rybník dosáhl uspokojivého kusového přírůstku, jak ukazuje tabulka číslo dvanáct (Tab. č. 12). Na rybníce nebyl žádný úhyn pozorován, avšak byly zde poměrně vysoké ztráty, jež činily 21,6 %. I ukazatele kvality vody zde byly dobré. Během celého pokusu zde došlo pouze ke zvýšení hodnoty pH a koncem vegetačního období k rozvoji sinic.

Poslední v pořadí byl rybník Šamonický dolní. Zde byla snížena obsádka ryb oproti předchozím rybníkům, a to na množství 280 ks/ ha. Na ostatních rybnících se nasazení provedlo o velikosti 680 ks/ha. Výsledkem byl menší kusový přírůstek, ale i ryby byly velikostně dosti rozrostlé oproti předchozím rybníkům. Snížená obsádka si nedovedla ze začátku poradit s rozvojem zooplanktonu, a tudíž došlo k měření velkých hodnot průhlednosti. Vzniklé ztráty zde byly poměrně vysoké, a to 25,6%.



Graf č. 18 Průběh růstu (g/ks) v rybnících během pokusu na základě kontrolních odchytů

Tab. č. 11 Produkční ukazatele 2011- část I.

Rybník	krmivo	výlovek [kg/ha]	celkový výlovek [kg]	produkce [kg/ha]	celkový přírůstek [kg]	průměrná hmotnost [g]
Šamonický dolní	Přirozená potrava	365	391	57	61	1754
Tuňkovský	Pšenice	1192	2420	477	968	2530
Čekal	KP Len	1219	1780	504	736	2382

Tab. č. 12 Produkční ukazatele 2011- část II.

Rybník	nasazeno [ks]	sloveno [ks]	přírůstek kusový [g/ks]	ztráty [%]
Šamonický dolní	300	223	654	25,6
Tuňkovský	1320	957	1430	27,5
Čekal	949	745	1282	21,6

#### 4.7 Obsah tuku a zastoupení mastných kyselin v roce 2011

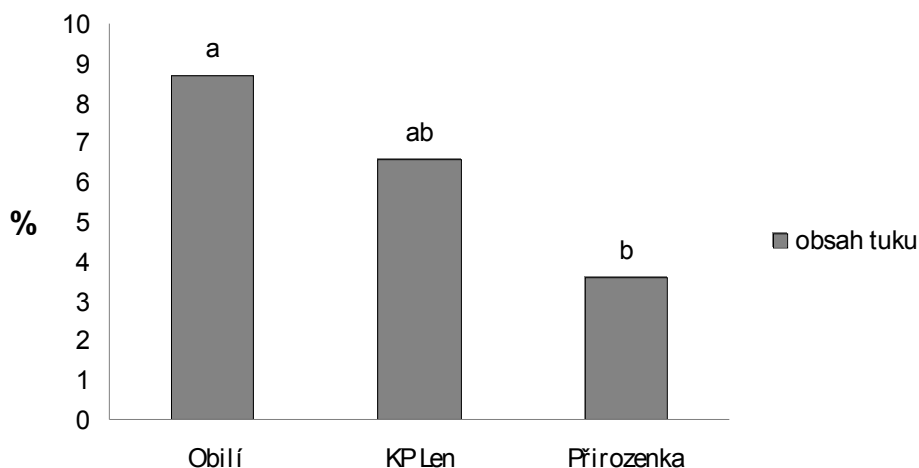
Nejvyšší obsah tuku byl zjištěn, podobně jako v roce 2010 (viz graf č. 9 ), ve svalovině ryb přikrmovaných obilovinami ( graf č. 19 ). Tyto ryby dosáhly zároveň nejvyšší průměrné kusové hmotnosti viz tabulka číslo třináct (Tab. č. 13). Provedená analýza variance (ANOVA) prokázala rozdíl v obsahu tuku mezi rybami přikrmovanými obilovinami a rybami drženými na přirozené potravě ( $p < 0,05$ ). Obsádka přikrmovaná směsí KP Len se v obsahu tuku od ostatních experimentálních skupin statisticky neliší.

Tab. č. 13 Obsah tuků u jednotlivých vzorků ryb

RYBA č.	Obilovina	KP Len	Přirozená potrava
1	14,57	3,96	1,76
2	10,36	5,28	1,29
3	6,25	2,05	3,09
4	6,78	6,08	2,59
5	4,11	12,91	6,85
6	7,91	9,23	6,03
průměr	<b>8,33</b>	<b>6,58</b>	<b>3,6</b>
*sd	<b>3,36</b>	<b>3,65</b>	<b>2,09</b>

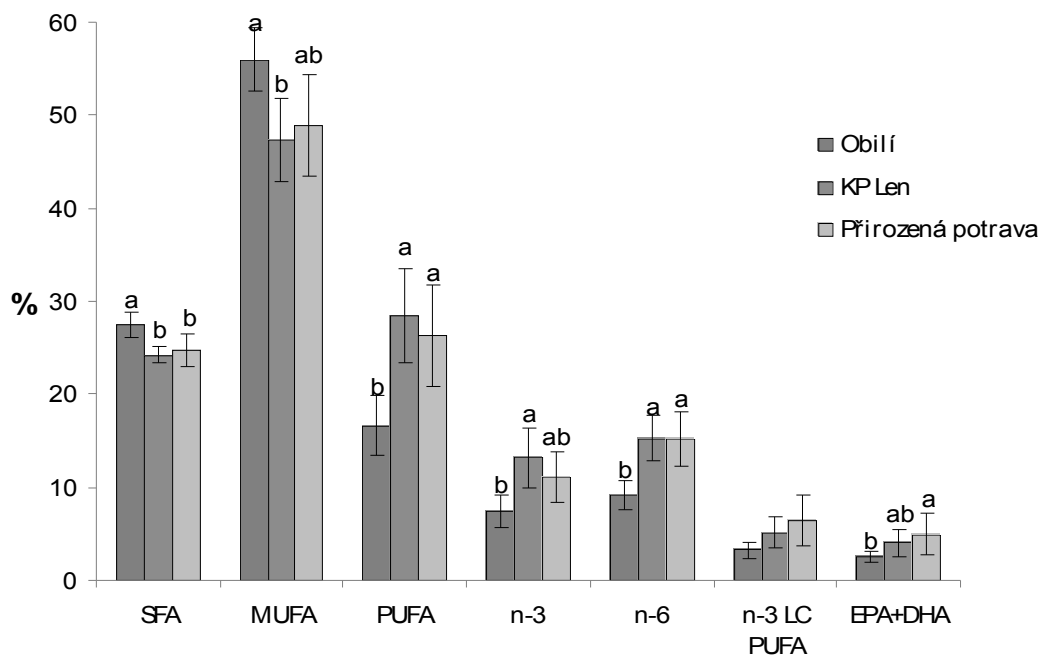
\*sd = směrodatná odchylka





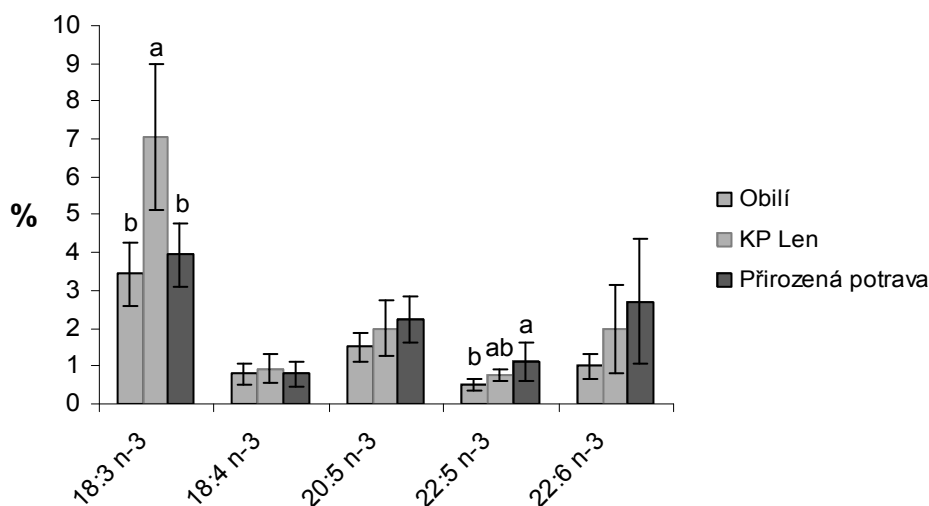
Graf č. 19 Obsah tuků (%) ve svalovině kapra příkrmovaného obilovinou, směsí KP Len a drženého na přirozené potravě

Statistickým porovnáním kompozice mastných kyselin bylo prokázáno, že ryby příkrmované obilovinami vykazují signifikantně vyšší zastoupení SFA v celkovém tuku. Nejnižší obsah MUFA byl zaznamenán u ryb příkrmovaných KP Len ve srovnání s rybami příkrmovanými obilovinou. Ryby držené na přirozené potravě se od zbylých skupin statisticky nelišily. Ryby krmené obilovinami se průkazně lišily od ostatních testovaných skupin v obsahu PUFA. Grafické znázornění výsledků viz graf č. 22.



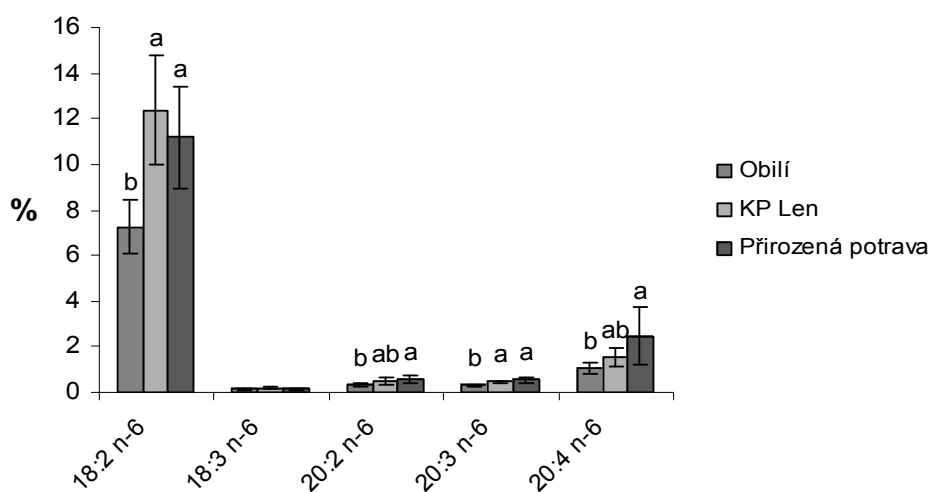
Graf č. 20 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) v celkovém tuku kapra v rámci testovaných skupin příkrmovaných směsí KP Len, obilovinou a držených na přirozené potravě

Graf č. 23 vyjadřuje procentuální zastoupení jednotlivých mastných kyselin řady n-3. Lněné a řepkové komponenty v krmné směsi KP Len jsou zdrojem alfa-linolenové kyseliny a její přítomnost se projeví do celkového obsahu této kyseliny v celkovém tuku kapra. Obsahy dalších vybraných HUFA řady n-3 již nebyly statisticky průkazné kromě DPA ( dokosapentaenová kyselina; 22:5 n-3 ).



Graf č. 23 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-3 v celkovém tuku testovaných ryb přikrmovaných směsí KP Len, obilovinou a držných na přirozené potravě

Prekurzor mastných kyselin řady n-6 ( kyselina linolová ) je signifikantně nejvíce zastoupen v tuku ryb přikrmovaných směsí KP Len a ryb z přirozených podmínek ve srovnání s rybami přikrmovanými obilovinami. Tento trend je viditelný i u dalších kyselin řady n-6 (graf č. 24).



Graf č. 22 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-6 v celkovém tuku testovaných ryb přikrmovaných směsí KP Len, obilovinou a držných na přirozené potravě

## 5. DISKUSE

Chov kapra v rybnících je ovlivněn v průběhu vegetačního období mnoha faktory. Jedním z nejdůležitějších faktorů podle Hartmana a kol. (1998) je teplota vody, která má vliv na další fyzikálně chemické vlastnosti vody jako je obsah a nasycení vody kyslíkem. Vysoké teploty a nízká hladina kyslíku ve vodě způsobují snížení příjmu a využití krmiva. Deficity kyslíku v letním období mohou často vést k úhynu větších částí obsádek. V roce 2010 byl největší problém ve výkyvech teplot, a to až o deset stupňů. To vedlo ke snížení příjmu potravy a mělo za následek velké rozdíly v celkových přírůstcích na rybnících. V roce 2011 měly teploty již lepší průběh. Růst ryb byl celkově lepší, tudíž celkové přírůstky vyšší. Dalším z faktorů, které významně ovlivňují přírůstek ryb, je přirozená produkce rybníka. Při sestavování velikosti obsádek a plánování krmných dávek se počítalo s tím, že na konci pokusu měly ryby mít dvojnásobnou hmotnost. Proto rybníky Společnice a Malívský dosáhly nižšího kusového přírůstku oproti ostatním rybníkům. Nižší přírůstek lze přisoudit lesnímu charakteru rybníků, které jsou zpravidla méně úživné. U ostatních rybníků bylo dvojnásobného zvýšení průměrné kusové hmotnosti dosaženo jak v roce 2010, tak i v roce 2011.

Rybníky Tuňkovský a Čekal měly srovnatelné podmínky - ryby zde byly přikrmovány a zároveň měly velký dostatek přirozené potravy. Testovaná směs KP Len na rybníce Čekal neměla žádný vliv na zdravotní stav a nestandardní růst. Lze ji hodnotit jako vhodnou ke krmení. V rybníce Tuňkovský vykazovala obilovina standardní a předpokládané výsledky přírůstku ryb. U rybníka Šamonický dolní je možné sledovat nejvyšší přírůstky v období vegetačního vrcholu. Ryby si v tomto období začínají vytvářet zásoby na zimu a jejich hmotnost se zvyšuje díky vyššímu ukládání tuku. Přírůstek byl optimální na rybník, kde se nepřikrmuje. Velikost je tedy závislá na množství a dostupnosti přirozené potravy. Během celého vegetačního období vykazoval rybník Šamonický dolní dostatek zooplanktonu.

Obsah tuků v rybím těle ovlivňuje mnoho faktorů. Jedním z nich může být genetické pozadí. Studie provedená Kocourem a kol. (2007) prokázala vysokou genetickou korelaci mezi velikostí těla a obsahem tuků. V letech 2010 a 2011 měly nejvyšší obsah tuku ve svalovině ryby s nejvyšší průměrnou hmotností. V obou letech

se vždy jednalo o skupiny přikrmované pouze obilovinou. Guler (2008) popsal roční období jako jeden z dalších faktorů ovlivňujících obsahy tuků. Nejnižších obsahů se dosahuje v letním období. S příchodem podzimu se obsah zvyšuje a nejvyššího se dosahuje v zimním období. Pokus probíhal hlavně v letním období a ukončen byl začátkem podzimu. Výzkum ukázal, že celkové obsahy tuků se dají považovat za uspokojivé. Ryby netrpěly hladem a nedošlo u nich ani k žádnému výrazně nižšímu úbytku obsahů tuků. Mráz (2011) udává, že použitím pšenice se může v některých případech zvýšit celkový obsah lipidů až dvojnásobně.

Obsahy skupin jednotlivých mastných kyselin se mohou lišit podle druhů ryb. Ackman (1989) uvádí, že obsah SFA u většiny druhů ryb tvoří méně než 30 % z celkového obsahu tuku. V roce 2010 a 2011 nedošlo v žádné sledované skupině k překročení této hodnoty a ani mezi skupinami nebyly prokázány žádné statisticky významné rozdíly. U všech testovaných skupin se obsah SFA pohyboval v rozmezí od 24 % do 28 %.

Nejvíce je zastoupena MUFA, a to až 60 %. Zajíc a kol. (2011) uvádí, že obsah MUFA ve svalovině kapra zvyšuje obilovina jako doplňková strava. Ve sledovaném pokusu z let 2010 a 2011 byly zjištěny u testovaných skupin nejvyšší obsahy 55 % a 60 % této látky. Krmivo KP Len mělo obsah nižší, a to 55% v roce 2010 a 47 % v roce 2011. Nejmenší obsah ze všech skupin měly ryby, které v roce 2011 přijímaly pouze přirozenou potravu. MUFA podle Hendersona (1996) vznikají desaturací SFA zpravidla ze stravy bohaté na energii. Jiné studie (Guler, 2008, Kolakowska a kol., 2000) uvádějí, že kyselina linolová je ze všech mastných kyselin nejvíce zastoupena ve svalovině kapra. Nejvyššího zastoupení dosáhla zmíněná kyselina v roce 2010 u použitého krmiva KP Len, a to 13 %. Takto vysoký obsah lze přičíst špatně zvolené odrůdě lnu přidávané do vyráběné směsi. Ryby přikrmované obilovinami měly signifikantně nižší obsahy v obou letech, a to 5 % v roce 2010 a 7,5 % v roce 2011. Ryby držené na přirozené potravě dosáhly obsahu 11%. Steffens (1995) uvádí obsah kyseliny ve svalovině kapra přijímajícího přirozenou potravu 15,3 %, což je v porovnání s námi poměrně velký rozdíl.

Beiniarz, a kol., (2000) uvádí, že ve svalovině kapra je celkový obsah PUFA velmi variabilní, pohybuje se v rozmezí 11 % - 15 %. Nižší obsah MUFA ve svalovině

má zpravidla vliv na vyšší hodnoty PUFA. V roce 2010 dosáhla skupina obilovin celkového obsahu PUFA necelých 10 %, naopak v roce 2011 byl obsah již na úrovni 17 %. Na tyto rozdíly mohlo mít vliv hned několik činitelů. Tím nejhlavnějším byla rozdílnost v množství přijímané přirozené potravy. Adámek a kol. (2004) a Příkryl (1984) popisují plankton a bentos jako hlavní složky přirozené potravy za velice bohatý a cenný zdroj PUFA. Toto zjištění nám potvrzuje skupina ryb, která v roce 2011 přijímala pouze přirozenou potravu a dosáhla vysokého obsahu PUFA, a to až 26 %. Směs KP Len dosáhla v roce 2010 podílu 20 % z celkového obsahu a v roce 2011 dokonce 28 %, což byl nejvyšší obsah ze všech sledovaných skupin za oba dva roky.

PUFA řady n-3 jsou velice důležité z hlediska lidské výživy a jejich celkový obsah je důležitým faktorem při hodnocení výsledků účinnosti krmiva. Obsah a složení ovlivňuje krmivo a přirozená potrava. Mráz (2011) uvádí, že plankton a bentos jsou bohatým zdrojem n-3 PUFA a zejména pak EPA a DHA. Plankton má rovněž vhodný poměr n-3/n-6. V použité směsi KP Len je hlavní složkou extrudované lněné semínko. Bell a kol. (2003) říká, že lněný olej je vhodná náhrada za rybí moučky a oleje díky vysokému obsahu  $\alpha$ -linolenové kyseliny 18:3 (n-3) a vhodnému poměru n-3 / n-6, který je ve prospěch n-3. V roce 2010 došlo při výrobě směsi KP Len k použití nevhodné odrůdy lnu, a to LOLA a JANTAR. Tyto dvě odrůdy jsou používány pro své vysoké výnosy. Jejich složení je však jiné, než je pro len typické, a také mají nízký obsah n-3 PUFA. Pro vhodné použití by měl být obsah n-3 PUFA minimálně 30 %. I přesto bylo dosaženo v roce 2010 velmi pozitivních výsledků u směsi KP Len v porovnání se skupinou ryb příkrmovaných obilovinou. V roce 2011 byla již směs KP Len sestavena z vhodných odrůd lnu. Obsah n-3 PUFA byl již 13 %, což je velice uspokojivé při porovnání s rokem 2010, kdy obsah činil pouhých 5 %. Výrazné zlepšení lze zaznamenat i ve skupině obilovin, kde z původních 3 % v roce 2010 obsah v roce 2011 stoupl na 7 %. Skupina ryb držena pouze na přirozené potravě měla obsah nižší než směs KP Len, a to 11%. Obsah EPA a DHA ve svalovině kapra je velice důležitý pro spotřebitele, neboť vyšší obsah uvedených mastných kyselin pozitivně působí jako prevence vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Celkově nejvyšší obsah měly ve svalovině ryby držené na přirozené potravě v roce 2011, a to 2,2 % EPA a 2,7 % DHA. Směs KP Len dosáhla stejného obsahu EPA a DHA, v roce 2011 se jednalo o 2 %. Nejnižší obsah ve svalovině měly ryby krmené obilovinami, a to pouhé 1,5 % EPA a

1 % DHA. Steffens (1995) uvádí obsahy EPA 3,3 % a DHA 1 % u kapra drženého na přirozené potravě. U ryb příkrmovaných obilovinami dosáhl obsah 1,9 % EPA a pouhých 0,4 % DHA.

PUFA n-6 a jejich vyšší obsah ve svalovině je méně žádoucí. V dnešní stravě je podle Simopoula (2008) převaha n-6 až několikanásobná. Tento jev působí na vznik řady chorob. V roce 2010 použitím špatných odrůd lnu došlo k navýšení obsahu n-6 PUFA na úkor n-3 PUFA a celkový poměr vyzněl ve prospěch PUFA řady n-6. Mezi hlavní zástupce patří kyselina arachidonová a její vyšší obsah ve svalovině ryb je podle Andrade a kol. (1995) charakteristický pro sladkovodní ryby. Ze všech testovaných skupin bylo nejvyššího zastoupení kyseliny arachidonové dosaženo u ryb držených na přirozené potravě v roce 2011. Šlo o 2,5 %, což ukazuje velice pěkný výsledek. Směs KP Len vykazovala v obou letech obsah na úrovni 1,5 %. Nejnižší zastoupení měly ryby krmené obilovinami, a to v obou letech. Zastoupení kyseliny arachidonové u těchto ryb bylo v roce 2010 0,5 % a v roce 2011 1 %.

## 6. ZÁVĚR

Rybníky pro chov kapra se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin lze nasazovat stejným množstvím obsádek jako rybníky s klasickým polointezifikačním systémem hospodaření, a to v obsádce 650 – 700 K<sub>3</sub>/ha vodní plochy při použití násady o průměrné hmotnosti 1 kg do rybníka s přirozenou produkcí 200 – 300 kg/ha.

Násadový materiál by měl pocházet pokud možno z jednotného zdroje a ryby musí být v dobrém zdravotním stavu.

Použití krmné směsi KP Len nijak negativně neovlivňuje zdravotní stav a přežití chovaných ryb.

Skupina ryb příkrmovaných obilovinou může vykazovat rovněž vysoká množství n-3 mastných kyselin, ale pouze za cenu vysokého obsahu tuku, který je nad maximální hranicí tolerance (více než 10 %).

Obsah tuku je limitujícím faktorem podmínek patentu č.302744. Ryby drženy během vegetačního období na přirozené potravě vykazují kvalitní kompozici mastných kyselin v procentech, ale díky nízkému obsahu tuku ve svalovině se může objevit problém, že jejich tuk neobsahuje dostatečné množství sledovaných mastných kyselin v miligramech. U směsi KP Len bylo prokázáno vylepšení kompozice mastných kyselin ve srovnání s obilovinami.

Při výrobě krmné směsi KP Len je potřeba se vyhnout použití odrůd LOLA a JANTAR, které mají nevhodnou kompozici mastných kyselin, jež je pro len obvyklé. Důležitým ukazatelem je poměr n-3/n-6 PUFA, který by měl ve správné odrůdě být ve prospěch n-3 PUFA.

Příkrmování obsádek se provádí stejným způsobem jako u obilovin. Měla by být snaha na rozvoji přirozené produkce a podle toho upravovat krmné dávky. Toto opatření by mělo přispět ke zlepšení kvality a ekonomiky chovu.

Sledovat zdravotní stav obsádky a vývoj růstu během vegetačního období a podle aktuální situace uzpůsobovat krmnou dávku.

Při použití směsi KP Len pro příkrmování obsádek nedochází k výskytu nežádoucích chutí produkovaného kapra, které bylo potvrzeno organoleptickou zkouškou.

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



## 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

**Ackman, R.G.**, 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. Progress in food and nutrition science 13, 161- 289.

**Adámek, Z., Musil, J., Soukup, I.**, 2004. Diet composition and selectivity in Perch (*Perca fluviatilis*) and its competition with adult fish and Carp (*Cyprinus carpio*) stock in pond culture. Agriculturae conspectus scientificus 69, 21-27.

**Adámková, V., Kačer, P., Mráz, J., Suchánek, P., Picková, J., Králová Lesná, I., Skibová, J., Kozák, P., Mařatka, V.**, 2011. The consumption of the carp meat and plasma lipids in secondary prevention in the heart ischemic disease patients. Neuroendocrinology Letters 32 (suppl. 2), 17-20.

**Andrade, A. D., Rubira, A. F., Matsushita, M., Souza, N.E.**, 1995. Omega-3 fatty acids in freshwater fish from South Brazil. Journal of the American Oil Chemists Society, 72(10), 1207–1210.

**Appelqvist, L.A.**, 1968. Rapid methods of lipid extraction and fatty acid methyl ester preparation for seed and leaf tissue with special remarks on preventing accumulation of lipid contaminants. Arkiv för kemi. 28, 551-570.

**Bieniarz, K., Koldras, M., Kaminski, J., Mejza, T.**, 2000. Fatty acids and cholesterol in some freshwater fish species in Poland. Folia Universitas Agriculturae Stetinensis, 27, 21–44.

**Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R.**, 2002. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. J. Nutr. 131, 1535–1543.

**Bell, J.G., Handerson, J., Tocher, R.D., McGhee F., Dick R.J., Porter P.S., Sarget R.**, 2002. Substituting Fish Oil with Crude Palm Oil in the Diet of Atlantic Salmon

(*Salmo salar*) Affects Muscle Fatty Acid Composition and Hepatic Fatty Acid Metabolism. *Nutrient Requirements.*, 222 - 230.

**EFSA, 2009.** Scientific Opinion of the Panel on Dietetic products, Nutrition and Allergies on a request from European Commission related to labelling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids. *The EFSA Journal*, 1176–1187.

**Fredriksson-Eriksson, S., Pickova, J., 2007.** Fatty acids and tocopherol levels in M-longissimus dorsi of beef cattle in Sweden a comparison between seasonal diets. *Meat Science* 76, 746-754.

**Frej, D., 2004.** Zdravé tuky omega, Praha: EB, první vydání, 166s, ISBN 80-903234-1-3.

**Guler, G.O., Kiztanir, B., Aktumsek, A., Cital, O.B., Ozparlak, H., 2008.** Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and  $\omega 3/\omega 6$  ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Besehir Lake (Turkey). *Food Chemistry* 108, 689-694.

**Hara A., Radin, N.S., 1978.** Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytic Biochemistry*. 90, 420-426.

**Hartman, P., Příkryl, I., Štědranský, E., 1998.** Hydrobiologie. Informatorium, Praha, 335 s.

**Henderson, R. J., 1996.** Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. *Arch. Anim. Nutr.* 49, 5–22

**Kocour, M., Mauger, S., Rodina, M., Gela, D., Linhart, O., Vandeputte, M., 2007.** Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. *Aquaculture* 270, 43–50.

**Kolakowska, A., Szczygielski, M., Bienkiewicz, G., Zienkiewicz, L.,** 2000. Some fish species as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* Vol. 30 No. 2 pp. 59-70.

**Kmínková, M., Winterová, R., Kučera, J.,** 2001. Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Czech Journal of Food Science* 19, 177-181

**Mareš, J.,** 2005. Složení rybího masa a některé zdravotní aspekty jeho konzumace. *Potravinářské revue*, 2 (1) : 20 - 25

**Mourek, J.,** – *Mastné kyseliny omega-3, Zdraví a vývoj*, Praha: Triton, 2007, první vydání, 174s, ISBN 978-80-7254-917-7.

**Mráz, J., Picková, J.,** 2009. Differences between lipid content and composition of different parts of fillets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 35(4), 615-623

**Mráz, J., Schlechtriem, Ch., Olohan, L.A., Fang, Y., Cossins, A.R., Zlabek, V., Pickova, J.,** 2010. Sesamin as a potential modulator of fatty acid composition in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Research* 41, 851-861.

**Mráz, J., Picková, J.,** 2011. Factors influencing fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) muscle. *Neuroendocrinology Letters* 32 (suppl. 2), 3-8.

**Mráz, J., Picková, J., Kozák, P.,** 2011. Krmivo pro kapra obecného. Užité vzor č. 21926, Úřad průmyslového vlastnictví.

**Murray, R., K. a kol.** - *Harperova Biochemie*, Praha: H&H, 2002, třetí vydání, 872 s, ISBN 80-7319-013-3.

**Pickova, J. & Mórköre, T.** (2007). Alternate oils in fish feeds. *European Journal of Lipid science and Technology* 109 (3), 256-263.

**Pérez F., Ruano J., Perez P., Lopez J.,** 2007. The influence of olive oil on human health. *Molecular Nutrition and Food Research*. 51 (10), 1199 – 1208.

**Torstensen, B.E., Espe, M., Sanden, M., Stubhaug, I., Waagbø, R., Hemre, G.-I., Fontanillas, R., Nordgarden, U., Hevrøy, E.M., Olsvik, P., Berntssen, M.H.G.,** 2008. Novel production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) protein based on combined replacement of fish meal and fish oil with plant meal and vegetable oil blends. *Aquaculture* 285, 193–200.

**Příkryl I.,** 1984. Abundance and biomass of some important components of zooplankton community as function of fish stock weight in ponds with prevalence of stocking and marketable carp. *Papers of RIFH Vodnany* 13, 3-20.

**Sargent J.R.,** 1997. Fish oil and human diet. *British Journal of Nutrition*. 78 (1), 5 – 13.

**Simopoulos, A.P.,** 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.* 233, 674–688.

**Stránský, M.,** 2007. Mýty a fakta o cholesterolu. *Výživa a potraviny*, 62, č. 1, s. 12 – 13.

**Steffens, W., Wirth, M., Rennert, B.,** 1995. Effects of adding various oils to the diet on growth, feed conversion and chemical composition of carp (*Cyprinus carpio*). *Animal nutrition* 47, Issue 4.

**Steffens, W.,** 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture* 151, 97-119.

**Vácha, F., Vejsada, P., Hůda, J., Hartvich, P.,** 2007. Influence of supplemental cereal feeding on the content and structure of fatty acids during long-lasting storage of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture International* 15, 321-329.

**Velíšek, J.** – *Chemie potravin*, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotních oborů, 2006, první vydání, 164s, ISBN 80-7013-435-6.

**Vrablík, M.**, 2007. Omega – 3 mastné kyseliny a kardiovaskulární onemocnění. Interní medicína pro praxi 9, 262 - 264

**Williams Ch.**, 2000. Dietary fatty acids and human health. Ann. Zootech. 49, 165–180.

**WHO/FAO**, 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO technical report series. 916, 1–150.

**Zajíc, T., Mráz, J., Kozák, P., Picková, J.**, 2011. Možnosti produkce sladkovodních ryb s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin. Edice Metodik (technologická řada), FROV JU Vodňany, č. 112, 34 s

## **8. SEZNAM TABULEK A GRAFŮ**

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

Obr. č. 2 Biosyntéza mastných kyselin řady n - 3 a n – 6 (převzato Zajíc a kol., 2011)

Tab. č. 1 Světová produkce olejů (v mil. tun)

Tab. č. 2 Garantované obsahy tuků a mastných kyselin ve dvousetgramové porci kapřího masa

Tab. č. 3 Přehled velikosti rybníků a plánované obsádky na jednotlivé rybníky v roce 2010

Tab. č. 4 Propočet krmných dávek na jednotlivých rybnících v roce 2010

Tab. č. 5 Přehled velikosti rybníků a plánované obsádky na jednotlivé rybníky v roce 2011

Tab. č. 6 Propočet krmných dávek na jednotlivých rybnících v roce 2011

Tab. č. 7 Výsledky výlovů pokusných rybníků v roce 2010 – I. část

Tab. č. 8 Výsledky výlovů pokusných rybníků v roce 2010 – II. část

Tab. č. 9 Výsledky senzorické analýzy v roce 2010

Tab. č. 10 Obsah tuku ve filetu kapra z pokusných rybníků

Tab. č. 11 Produkční ukazatele 2011- část I

Tab. č. 12 Produkční ukazatele 2011- část II

Tab. č. 13 Obsah tuků u jednotlivých vzorků ryb

Graf č.1 Zastoupení mastných kyselin (%) u vybraných rostlinných olejů

Graf č. 2 Teplota vody (°C) v pokusných rybnících v průběhu pokusu

Graf č. 3 Hodny pH v pokusných rybnících v průběhu pokusu

Graf č. 4 Obsah kyslíku (mg/l) v pokusných rybnících v průběhu pokusu

Graf č. 5 Vývoj nasycení vody kyslíkem (%) v pokusných rybnících během experimentu

Graf č. 6 Průhlednost vody (cm) na rybnících v průběhu pokusu

Graf č. 7 Růstové křivky (g/ks) podle kontrolních odchyť v pokusných rybnících během experimentu

Graf č. 8 Organoleptické hodnocení vzorků svaloviny ryb z jednotlivých pokusných rybníků (nižší hodnota odpovídá příznivějšímu hodnocení)

Graf č. 9 Obsah tuku (%) ve filetu kapra příkrmovaného obilovinami nebo krmnou směsí KP Len

Graf č. 10 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) v celkovém tuku kapra příkrmovaného obilím nebo krmnou směsí KP Len

Graf č. 11 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-3 v celkovém tuku testovaných ryb příkrmovaných směsí KP Len nebo obilovinou

Graf č. 12 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-6 v celkovém tuku testovaných ryb příkrmovaných směsí KP Len a obilovinou

Graf č. 13 Vývoj teplot vody (°C) v pokusných rybnících během pokusu

Graf č. 14 Vývoj pH vody na rybnících v průběhu pokusu

Graf č. 15 Hodnoty vývoje kyslíku (mg/l) v rybnících během pokusu

Graf č. 16 Hodnoty vývoje nasycení vody kyslíkem (%) v průběhu pokusu

Graf č. 17 Hodnoty průhlednosti vody (cm) během pokusu

Graf č. 18 Průběh růstu (g/ks) v rybnících během pokusu na základě odchytů

Graf č. 19 Obsah tuků (%) ve svalovině kapra příkrmovaného obilovinou, směsí KP Len a drženého na přirozené potravě

Graf č. 20 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) v celkovém tuku kapra v rámci testovaných skupin příkrmovaných směsí KP Len, obilovinou a držených na přirozené potravě

Graf č. 21 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-3 v celkovém tuku testovaných ryb příkrmovaných směsí KP Len, obilovinou a držených na přirozené potravě

Graf č. 22 Zastoupení mastných kyselin (v % z identifikovaných) řady n-6 v celkovém tuku testovaných ryb příkrmovaných směsí KP Len, obilovinou a držených na přirozené potravě.

## 9. PŘÍLOHY

Foto č. 1 Odběr vzorků svaloviny



Foto. č. 2: Vážení a nakládání ryb na sádkách Rojice – 8.4.2010





Foto č. 3 Odchycený kapr na rybníce Čekal, srpen 2010



Foto č. 4: Výlov rybníka Tuňkovský v roce 2011



## 10. ABSTRAKT

Cílem mé diplomové práce bylo ověřit technologii chovu kapra obecného (*Cyprinus carpio*) se zvýšeným obsahem omega 3 mastných kyselin. Technologie byla testovaná v letech 2010 a 2011. Pro pokus v roce 2010 se použila směs KP Len a obilovina. V roce 2011 byly ryby rozděleny na tři skupiny. První skupina se krmila směsí KP Len, druhá obilovinu a třetí byla držena na přirozené potravě. Pokus probíhal v provozních podmínkách českého rybářství. V průběhu celého vegetačního období se v rámci pravidelných kontrol sledoval průběh růstu a měřily se parametry kvality vody. Hlavními sledovanými parametry byl obsah tuku a kompozice mastných kyselin. Směs KP Len dosáhla signifikantně vyššího obsahu PUFA než skupina ryb přijímající obiloviny, a to jak v roce 2010, tak i 2011. Při porovnání skupin ryb krmených směsí KP Len a přijímající přirozenou potravu v roce 2011 nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly PUFA. Nejvyššího obsahu EPA a DHA v roce 2010 dosáhly ryby přikrmované směsí KP Len. Naopak v roce 2011 signifikantně nejvyšší obsah byl zjištěn ve svalovině ryb držných na přirozené potravě.

**Klíčová slova:** Kapr obecný, technologie, PUFA, kyselina alfa – linolenová

## ABSTRACT

The aim of my thesis was to verify the technology of rearing common carp (*Cyprinus carpio*) with increased levels of omega 3 fatty acids. The technology was tested in 2010 and 2011. A mixture of KP Len and cereal was used for the experiment in 2010. In 2011, the fish were divided into three groups. The first group was fed a mixture of KP Len, the second a type of cereal, and the third was kept on natural feed. The technology was carried out under the conditions of the Czech fishery industry. During the entire growing period the course of growth was monitored as part of the framework of regular checks and the parameters of the quality of water was measured. The main descriptive characteristics was the fat content and composition of fatty acids. The combination of KP Len achieved a significantly higher content of PUFA than the group of fish receiving cereals in 2010 and in 2011. When comparing groups of fish fed a mixture of KP Len and those fed natural feed in 2011, no statistically significant differences in PUFA were detected. In 2010 the fish fed a mixture of KP Len reached the highest content of EPA and DHA. On the contrary, in 2011 the significantly highest content was detected in the muscle of fish kept on natural feed.

**Keywords:** Common carp, technology, PUFA, alfa – linolenic acid