



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

J. Mráz, T. Zajíc, L. Wagner, P. Kozák, J. Zrostlík, J. Pícková



FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

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

J. Mráz, T. Zajíc, L. Wagner, P. Kozák, J. Zrostlík, J. Picková

Vodňany

2012

**VYDÁNÍ METODIKY JE USKUTEČNĚNO ZA FINANČNÍ PODPORY PROJEKTU:
OP RYBÁŘSTVÍ PŘÍPRAVA A VYDÁNÍ METODICKÝCH PUBLIKACÍ V ROCE 2012
(CZ.1.25/3.1.00/11.00381)**



**EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ RYBÁŘSKÝ FOND
„Investování do udržitelného rybolovu“**

Obsahová část metodiky je výsledkem řešení projektu:
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz – CENAKVA

(CZ.1.05/2.1.00/01.0024)

Chovatelské a environmentální aspekty akvakultury a hydrocenóz

(GA JU 047/2010/Z)

Využití inovativních biotechnologických a genetických postupů pro produkci kvalitního kapřího masa se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin a jeho účinek na rekonvalescenci pacientů po manifestaci aterosklerózy

(Mze ČR NAZV QH92307)

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

(CZ. 1.25/3.4.00/09.00526)

Praktické ověření vlivu předchozí výživy a délky sádkování na zvyšování úrovně omega-3 mastných kyselin ve svalovině kapra obecného v podmínkách produkčního rybářství

(CZ.1.25/3.4.00/10.00316)



č. 124

ISBN 978-80-87437-64-3

1. ÚVOD DO PROBLÉMU	7
1.1. Civilizační choroby	7
1.2. Lipidy, mastné kyseliny a jejich rozdělení	7
1.2.1. Mastné kyseliny	8
1.2.2. Metabolismus mastných kyselin	10
1.3. Faktory působící na zastoupení mastných kyselin u ryb	11
1.4. Projekt omega-3 kapr	12
2. CÍL	17
3. MÍSTO, KDE SE TECHNOLOGIE OVĚŘOVALA	17
4. POPIS TECHNOLOGIE A VÝSLEDKY	19
4.1. Testování, rok 2010	19
4.1.1. Materiál a metodika	19
4.1.2. Výsledky	24
4.1.3. Závěry	28
4.2. Testování, rok 2011	29
4.2.1. Materiál a metodika	29
4.2.2. Výsledky	32
4.2.3. Závěry	36
4.3. Závěry z obou experimentů	37
5. EKONOMICKÝ PŘÍNOS TECHNOLOGIE PRO PODNIKATELSKÝ SUBJEKT	38
6. UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ PODNIKATELSKÉHO SUBJEKTU	39
7. SEZNAM LITERATURY	40

***Použité zkratky v textu**

MK	mastné kyseliny
omega	označení skupiny mastných kyselin vyjadřující pozici první dvojně vazby v řetězci od methylového konce (omega-3, omega-6, omega-9 atd.). Ekvivalentem je označení n-3, n-6, n-9, atd., které je dále využíváno v textu
SFA	nasyčené mastné kyseliny
MUFA	mononenasyčené mastné kyseliny
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny (více než jedna dvojná vazba)
HUFA	vysoce nenasycené mastné kyseliny s 20 a více atomy uhlíku a se třemi a více dvojnými vazbami
AA	arachidonová kyselina (20:4 n-6)
LA	linolová kyselina (18:2 n-6)
ALA	alfa-linolenová kyselina (18:3 n-3)
DHA	dokosahexaenová kyselina (22:6 n-3)
EPA	eikosapentaenová kyselina (20:5 n-3)

* Více v kapitole o mastných kyselinách

1. ÚVOD DO PROBLÉMU

1.1. Civilizační choroby

Civilizační choroby jsou v současném západním světě zdravotním problémem číslo jedna. Jedná se o onemocnění, mezi která patří desítky chorob, z nichž nejvýznamnější jsou choroby srdce a cév (jako např. ateroskleróza, cévní mozkové příhody, infarkt myokardu, vysoký krevní tlak), obezita, diabetes 2. typu atd. I přes veškeré poznatky moderní medicíny a možnosti léčby zůstávají tato onemocnění stále nejčastější příčinou úmrtí dospělých osob v naší republice.

Významným faktorem ve vývoji a léčbě těchto onemocnění je způsob stravování. Mnoho studií potvrdilo, že konzumace ryb má velice pozitivní vliv v prevenci a léčbě kardiovaskulárních onemocnění a obezity. Ryby, respektive rybí olej, jsou totiž hlavním zdrojem n-3 polynenasycených mastných kyselin (n-3 PUFA), které jsou nepostradatelným stavebním prvkem buněčných membrán, nervových buněk a mozku a jsou zahrnuty v mnoha řídicích funkcích našeho těla. Více o vlivu na lidské zdraví viz práce autorů Simopoulos (2008) a Calder a Yaqoob (2009). V našich podmínkách byly léčebné účinky masa kapra obecného popsány studií Adámkové a kol. (2011), kdy zvýšený příjem tohoto masa (2x týdně 200 g po dobu 4 týdnů) významně zlepšil hodnoty tukového spektra v krvi pacientů po operaci srdce.

Vzhledem k tomu, že spotřeba rybiho masa v České republice je dlouhodobě na velmi nízké úrovni (na obyvatele připadá 5,5 kg rybiho masa za rok, přičemž jen asi 1,1 kg je ze sladkovodních druhů) a že se řadíme již delší dobu na přední místa v žebříčku výskytu kardiovaskulárních onemocnění, může být propagace rybiých výrobků na trhu a dostatečná informovanost veřejnosti významným počinem jak na poli prevence a rekonvalescence těchto chorob, tak na poli marketingu.

1.2. Lipidy, mastné kyseliny a jejich rozdělení

Lipidy jsou široká heterogenní skupina organických látek, které jsou nerozpustné ve vodě, ale rozpouštějí se v nepolárních organických rozpouštědlech. Tyto látky můžeme dále dělit do několika skupin (podle chemického složení):

- a) jednoduché (tuky a oleje, vosky);
- b) složené (fosfolipidy, glykolipidy, lipoproteiny);
- c) prekurzory, deriváty a látky podobných vlastností (mastné kyseliny, glycerol, steroly atd.).

Jejich význam pro živý organismus je nepostradatelný. Rozpouštějí se v nich některé vitamíny (A, D, E, K). Spolupůsobí při tvorbě buněčných membrán a jsou podstatné

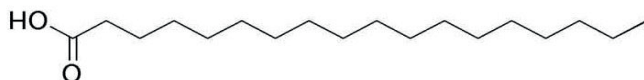
při vzniku důležitých látek, např. testosteronu nebo prostaglandinů. Chrání vnitřní orgány a v neposlední řadě slouží také jako tepelná izolace těla.

1.2.1. Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou základní stavební složkou tuků, olejů a dalších lipidů. Mezi sebou se liší počtem atomů uhlíku v řetězci, přítomností, počtem a polohou dvojných vazeb. Jejich základní rozdělení je následující:

A) **Nasyčené** mastné kyseliny (**SFA**, z anglického saturated fatty acids)

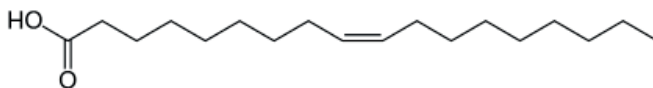
- **žádná dvojná vazba;**
- tuhé skupenství;
- příkladem jejich značného zastoupení jsou tuky živočišného původu (sádlo, máslo).



Obr. 1. Strukturální vzorec nasyčené mastné kyseliny (kyselina stearová).

B) **Mononenasycené** mastné kyseliny (**MUFA**, z anglického monounsaturated fatty acids)

- **jedna dvojná vazba;**
- obvykle jsou tekuté, ale tuhnou při nízkých teplotách;
- převážně rostlinného původu, jejich zdrojem jsou semena, ořechy, plody (olivový olej).



Obr. 2. Strukturální vzorec mononenasycené mastné kyseliny (kyselina olejová).

C) **Polynenasycené** mastné kyseliny (**PUFA**, z anglického polyunsaturated fatty acids)

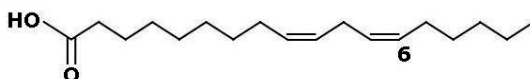
- **dvě a více dvojných vazeb;**
- tekuté skupenství;
- bohatým zdrojem jsou ryby a rostlinné oleje.

Do skupiny PUFA řadíme i tzv. **esenciální mastné kyseliny**, které významným způsobem ovlivňují bezproblémový chod mnohých procesů. Organismus by bez nich nedokázal plnit své funkce, přitom si je však nedokáže vytvořit a jediným zdrojem je pravidelný přísun z přirozených potravinových zdrojů. Tyto esenciální mastné kyseliny se rozdělují na dvě základní skupiny:

1) n-6 PUFA

mají první dvojnou vazbu ze 6. uhlíku (obr. 3);

zdrojem je slunečnice, sója, konopí, kukuřice, bavlník, sezam a jejich oleje; skupina n-6 vzniká prodlužováním řetězce **kyseliny linolové**, zkráceně **LA** (18:2 n-6; obr. 6).



Obr. 3. Strukturální vzorec n-6 mastné kyseliny (kyselina linolová).

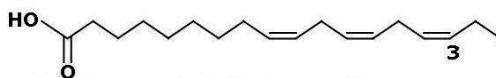
2) n-3 PUFA

mají první dvojnou vazbu ze 3. uhlíku (obr. 4)

zdrojem jsou ryby, len, řepka, sója a jejich oleje, listová zelenina význam pro lidský organismus: snižují srážlivost krve a krevní tlak, omezují vznik kardiovaskulárních chorob včetně arytmií, posilují funkce mozku a nervové soustavy

skupina n-3 mastných kyselin vzniká prodlužováním řetězce kyseliny **alfa-linolenové**, zkráceně označované jako **ALA** (18:3 n-3; obr. 6);

pro běžnou populaci se doporučuje denní příjem 2 g n-3 PUFA ALA (EFSA, 2010).

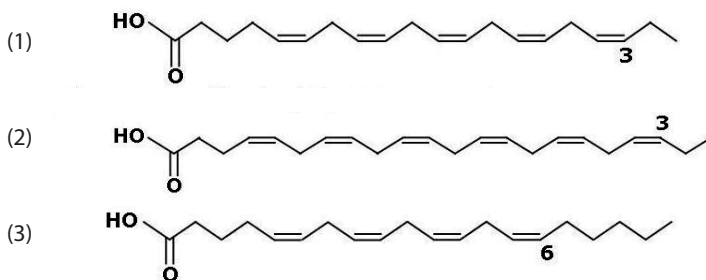


Obr. 4. Strukturální vzorec n-3 mastné kyseliny (kyselina alfa-linolenová).

Organismus, ať už lidský nebo jiný, potřebuje obě tyto skupiny kyselin, záleží však na jejich rovnováze. Nadbytečný příjem n-6 mastných kyselin způsobuje pokles obsahu n-3. Jejich příjem by měl proto být v optimálním poměru, a to cca 1 : 1–1 : 5 ve prospěch n-6 (Dostálová a kol., 2012). V České republice je ale skutečnost v současnosti taková, že tento poměr v lidské stravě dosahuje až k 1 : 40 ve prospěch n-6 kyselin, což je považováno za jednu z příčin vzniku kardiovaskulárních onemocnění.

D) Vysoce nenasycené mastné kyseliny (HUFA, highly unsaturated fatty acids)

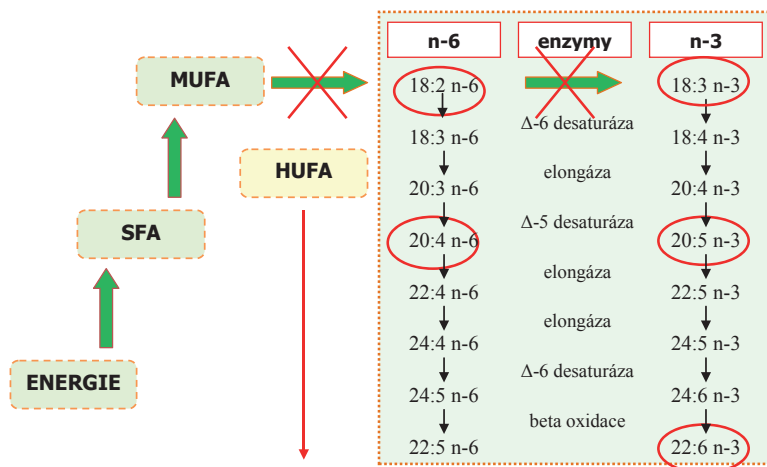
- specifický termín pro PUFA s **20 a více uhlíky a s 3 a více dvojnými vazbami**;
- zástupci jsou kyseliny **eikosapentaenová (EPA, 20:5 n-3)**, **dokosahexaenová (DHA, 22:6 n-3)** a kyselina **arachidonová (AA, 20:4 n-6; obr. 5)**;
- EPA a DHA jsou velmi významné díky svému pozitivnímu vlivu na lidské zdraví, především na kardiovaskulární aparát.
- Pro běžnou populaci se doporučuje denní příjem 250 mg EPA+DHA (EFSA, 2010).



Obr. 5. Strukturální vzorec vysoce nenasycené mastné kyseliny

- 1) kyselina eikosapentaenová;
- 2) kyselina dokosahexaenová;
- 3) kyselina arachidonová.

1.2.2. Metabolismus mastných kyselin



Obr. 6. Metabolismus mastných kyselin.

Zjednodušené schéma metabolismu mastných kyselin je znázorněno na obr. 6. Všechny organismy si dokáží při přebytku energie vytvořit SFA a z nich pak vytvořit MUFA. Rostliny a řasy z nich pak dokáží vytvořit kyselinu linolovou (n-6) a kyselinu alfa-linolenovou (n-3). Žádní obratlovci však nejsou schopni této přeměny a tyto kyseliny jsou pro ně tudíž esenciální. Z kyseliny linolové a alfa-linolenové pak dokáže většina organismů (včetně lidí a ryb) vytvořit pomocí enzymů elongáz a desaturáz další PUFA a HUFA. Schopnost této přeměny je vysoce druhově specifická s tím, že herbivoři (býložravci) většinou mají tuto schopnost nejvyšší, zatímco někteří karnivoři (masožravci) tuto schopnost ztratili úplně (např. štika). U lidí je efektivita této přeměny velmi nízká a doporučuje se proto konzumovat přímo n-3 HUFA.

1.3. Faktory působící na zastoupení mastných kyselin u ryb

Zastoupení mastných kyselin v tuku ryb je ovlivněno mnoha faktory, které jsou vzájemně provázané a velmi úzce spolu souvisí. Jejich shrnutí lze najít v Kalač a Špička (2006), konkrétněji pro kapra obecného jsou popsány v publikaci autorů Mráz a Picková (2011). Pro zjednodušení lze tyto faktory rozdělit na:

a) vnitřní

- druh ryby, genetický původ, pohlaví, typ tkáně, věk ryby, zdravotní stav;

b) vnější

- salinita prostředí, výživa, bioaktivní látky, hladovění (sádkování), teplota prostředí (roční období), zpracování a kuchyňská úprava rybího masa.

Největší vliv na složení mastných kyselin v mase sladkovodních ryb má obecně jejich potrava.

Přirozená potrava

Přirozená potrava ryb (plankton a bentos) je velmi bohatá na n-3 kyseliny a zvláště pak na EPA a DHA a má velmi dobrý poměr n-3/n-6. Je proto hlavním zdrojem těchto látek ve výživě kapra (Mráz a kol., 2012; Mráz a Picková, 2011).

Oleje mořských ryb

Potrava složená z olejů z mořských ryb v sobě obsahuje velké množství n-3 mastných kyselin a zároveň má zachovaný dobrý poměr n-3/n-6. Tyto zdroje olejů jsou ale celosvětově omezené a proto jsou požadavky na rybí olej a rybí moučku, coby komponenty krmných směsí pro chov sladkovodních ryb, stále vyšší a jejich cena stoupá. Na chovatele je tak vyvíjen stále větší tlak, aby rybí moučka a olej byly nahrazovány alternativními, udržitelnými zdroji, především produkty zemědělského hospodaření (Picková a Mörköre, 2007).

Rostlinné oleje

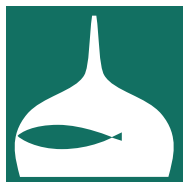
Některé rostlinné oleje jsou bohaté na kyselinu alfa-linolenovou, která je prekurzorem pro další n-3 kyseliny. Jedná se především o oleje lněný, řepkový, sojový a konopný. Proto se tyto oleje používají v krmivech jako náhrada rybího oleje (Picková a Mörköre, 2007).

Využití alternativních zdrojů

Jedná se o cílený lov či chov různých druhů bezobratlých organismů (krill, fyto-zooplankton) a mikroorganismů (bakterie, kvasinky) a jejich následné využití pro výrobu krmiv. Tento druh krmiv není prozatím příliš rozšířený, ale předpokládá se, že se jejich význam bude v budoucnu zvyšovat.

1.4. Projekt omega-3 kapr

Na trhu doposud neexistovalo krmivo určené pro příkrmování kapra, které by zajišťovalo dostatečnou kvalitu tuku s vysokým obsahem n-3 mastných kyselin a s dalšími parametry vhodnými pro zdravou výživu a které by zároveň bylo dlouhodobě ekologicky a ekonomicky udržitelné. Proto Fakulta rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (FROV JU), Institut klinické a experimentální medicíny (IKEM) a společnost Blatenská ryba spol. s r.o., vyvinuly a v praxi ověřily technologii chovu kapra se zvýšeným obsahem omega-3 kyselin.



Obr. 7. *Instituce spolupracující na projektu, zleva: FROV JU, IKEM a Blatenská ryba, spol. s r.o.*

Maso kapra chovaného podle této technologie splňuje parametry obsahu a složení tuku uvedené v tab. 1. Na trhu lze takto upravený rybí produkt identifikovat podle ochranné známky (obr. 28) umístěné na samotném produktu.

Tab. 1. Charakteristika obsahu a složení tuku ve 200g porci kapřího masa se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin.

	Průměr	Minimum	Maximum
Obsah tuku	15 g	6 g	20 g
Nasycené mastné kyseliny (SFA)	3 g	2 g	4 g
Mononenasycené mastné kyseliny (MUFA)	6 g	4 g	8 g
Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA)	3 g	1,5	3,5 g
n-3 PUFA*	1 g	0,7 g	1,2 g
n-3/n-6	1/1,75	1/1,5	1/2
n-3 HUFA	500 mg	250 mg	800 mg
EPA + DHA	300 mg	200 mg	400 mg

* včetně n-3 HUFA

Originální receptura krmné směsi pro kapra obecného je chráněna užitným vzorem č. 21926, registrovaným u Úřadu průmyslového vlastnictví (Mráz a kol., 2011a) a celý postup technologie jeho chovu pak patentem č. 302744, registrovaným u Úřadu průmyslového vlastnictví (Mráz a kol., 2011b).



Obr. 8. Užitný vzor + patentová listina.

Technologie musí splňovat určité požadavky popsané níže:

- Způsob chovu kapra

Pro chov kapra podle této technologie, kdy je dosahováno vyššího obsahu n-3 masných kyselin, je využíváno úživných rybníků. Jedná se o polointenzivní způsob chovu s maximálním využitím přirozené rybníční potravy (plankton, bentos) při nižších obsádkách. Přirozená potrava je totiž bohatým zdrojem n-3 mastných kyselin, přede-

vším EPA a DHA. Dá se tedy jednoduše říci, že čím větší je podíl přírůstku z přirozené potravy, tím je lepší výsledné složení tuku v masě ryby. Hmotnost násady (v kg.ha⁻¹) by neměla přesáhnout 2,3násobek hmotnosti obsádky odpovídající přirozené produktivitě rybníka, přičemž přírůstek z přirozené potravy tvoří alespoň polovinu celkového přírůstku kapra.

- Vhodné krmivo

a) Přirozená potrava

Jak již bylo uvedeno výše, čím větší je podíl přirozené potravy na přírůstku, tím lepší je výsledné složení tuku v masě ryb. Proto je kladen důraz na co největší rozvoj přirozené potravy a její podíl na celkovém přírůstku.

b) Krmiva s prekurzory HUFA

Vlastnosti směsi tvořící doplňkové krmivo pro kapra jsou založeny na optimální kombinaci obsahu řepkových výlisků a extrudovaného lněného semene, které krmivu dodávají poměrně levný a hlavně bohatý zdroj kyseliny alfa-linolenové (18:3 n-3), která zvyšuje obsah n-3 kyselin a je prekurzorem pro syntézu n-3 HUFA (EPA a DHA). Jako další velmi významné faktory pro růst kapra a syntézu EPA a DHA je dodržení optimálního poměru n-3 a n-6 mastných kyselin ve směsi, pohybujícího se v rozmezí 1 : 1 až 2 : 1 a dostatečný obsah esenciálních mastných kyselin, které předchází ukládání SFA a MUFA ve svalovině kapra.

Složení krmné směsi je uvedeno v tab. 2. Takto upravené krmivo se rybám podává ve formě granulí (potápivé, tlakem lisované, velikost 4 x 15 mm), aby nedocházelo ke ztrátám a separaci jednotlivých složek směsi.

Tab. 2. Receptura a nutriční složení krmné směsi (Užitný vzor č. 21926; Mráz a kol., 2011a) využitelná při technologii chovu kapra se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin (podle patentu č. 302744; Mráz a kol., 2011b).

Komponent krmné směsi	Složení směsi v hmotnostních %	Rozmezí v hmotnostních %
Řepkové výlisky	15	12–20
Extrudované lněné semeno	15	10–20
Lněný olej	0	0–4
Řepkový olej	0	0–4
Pšenice + mouka + otruby	55	50–60
Kukuřice	6,5	6–15
Sojový šrot	6,5	5–10
Vápenec	1,5	1–2
Premix pro kapra Carp 0,3	0,3	0,3
Wafolin	0,2	0,2
Vlhkost	11,4	
N-látky	18,5	
Tuk	7,4	
BNLV	51,2	
Popeloviny	5	
Vláknina	6,5	

- Sádkování (hladovění)

Před distribucí kapra do obchodní sítě je potřeba provést krátkodobé sádkování. Během sádkování se kapr zbaví zbytků potravy z trávicího traktu a senzoryckými nepříjemných „pachutí“. Během tohoto období také dochází ke spotřebě energetických zásob (snížení hmotnosti) u kapra a s tím souvisí změny v množství i složení tuku. Při odbourávání tělního tuku se nejprve spotřebovává tuk obsahující mastné kyseliny SFA a MUFA a to znamená, že se zvyšuje relativní podíl PUFA (Tocher a kol., 1989). Sádkování je prováděno v závislosti na teplotě vody po dobu 2–4 týdnů v sádkách (220 °D), kde je dostatečný přítok kvalitní čisté kyslíkaté vody.

- Zpracování masa kapra pro prodej

Zpracování masa spočívá v tom, že kapr je po výlovu a zabití vyfiletován nebo půlen. Poté je odříznut proužek z břišní partie (obr. 9), kde se ukládá nejvíce zásobního tuku. Tato břišní část obsahuje především zásobní tuky bohaté na SFA a MUFA a má velmi málo n-3 PUFA (Mráz a Picková, 2009). Odstraněním zajistíme podstatně vyšší procentuální příjem n-3 PUFA v jednotlivé porci masa.

Pokud je však ryba chovaná pouze s využitím přirozené potravy nebo dosahuje ve filetu nižšího obsahu tuku než 5% (tzn. kapři zpravidla do hmotnosti cca 2,5 kg), není třeba tento krok aplikovat.



Obr. 9. Filet kapra s odříznutou břišní částí (Foto: T. Zajíc).

• Způsob přípravy

Jedním z klíčových faktorů, který je potřeba také zmínit, a který ovlivňuje výsledné zastoupení mastných kyselin v konzumovaných rybách, je finální zpracování rybího produktu a jeho úprava v kuchyni. Důležité je dodržet zásady hygieny při zpracování, především hlídání čerstvosti a skladovací teploty, protože tuk je náchylný k oxidaci.

Pro kuchyňskou úpravu se doporučuje připravovat ryby při teplotách nižších, kolem 65–70 °C uvnitř porce. Podstatné je především používání správných olejů, např. při smažení. Podle studie Sampels a kol. (2009), která sledovala změny ve složení mastných kyselin před a po zpracování, bylo zjištěno, že poměr mezi n-3 a n-6 kyselinami byl po použití nevhodného tuku a nevhodné kuchyňské úpravy až 400x nižší v neprospěch n-3 mastných kyselin než u čerstvých ryb. Vhodné je tedy používat olej s žádoucím poměrem n-3/n-6 PUFA, např. nejlépe dostupný řepkový olej. Jako naprosto nevhodné se jeví použití slunečnicového oleje, který obsahuje vysoké množství n-6 PUFA.

Příklad provedení:

- 1) *Chovný rybník o rozloze dvou hektarů s průměrnou přirozenou produktivitou 250 kg.ha⁻¹ je na začátku dubna nasazen obsádkou tříletého kapra obecného o průměrné kusové hmotnosti 1 kg v hustotě obsádky 500 ks.ha⁻¹.*
- 2) *Plánováno je, aby ryby během jedné vegetační sezóny přirostly v průměru 1 kg, celkem tedy 500 kg.ha⁻¹. Celkově je na rybníce plánováno zkrmit 1 000 kg krmné směsi na 1 ha při plánovaném krmném koeficientu 2 a celkovém přírůstku 500 kg.ha⁻¹. Násadový materiál by měl pocházet pokud možno z jednoho zdroje. Ryby musí být v dobrém zdravotním a výživovém stavu (Fultonův koeficient nad 2,7). Rybník je napájen vodou z potoka tak, aby docházelo k doplňování množství odpařené vody a zároveň nedocházelo k vyplavování planktonu.*

- 3) *Ryby jsou v průběhu vegetační sezóny přikrmovány třikrát týdně granulovanou krmnou směsí (tab. 2). Velikost krmné dávky se pohybuje mezi jedním až třemi procenty aktuální hmotnosti obsádky a upravuje se v závislosti na teplotě vody, nasycení kyslíkem a množství dostupné přirozené potravy.*
- 4) *Na konci října je obsádka rybníka vylovena a převezena na sádky. Ryby jsou sádkovány v závislosti na teplotě vody po dobu 2–4 týdnů (220 °D).*
- 5) *Po sádkování jsou ryby zpracovávány na filety. Při zpracování rybí suroviny na filet je u ryb o hmotnosti >2,5 kg z břišní části odříznutím odstraněn zásobní tuk (Mráz a kol., 2011; Zajíc a kol., 2011).*

2. CÍL

Cílem této ověřené technologie je jednak poskytnout výrobním rybářským podnikům propracovaný technologický postup a informace nezbytné pro efektivní chov kapra obecného se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin a dále podat návod na jeho správné zpracování a způsob přípravy, který zabezpečí zachování a plné využití těchto n-3 mastných kyselin ve výživě člověka, při co možná nejnižších nákladech.

Domníváme se, že pro českou populaci je nesporně důležité zvýšit příjem rybího masa pro jeho nesporné kvality. Kvalitní rybí surovina a hlavně obsah n-3 PUFA tak najde možnost využití nejen pro široké spektrum spotřebitelů, ale také v léčebném a rekonvalescenčním procesu, jak jsme popsali výše. Chovatelé ryb (rybářské podniky) budou moci získat marketingový argument, kdy český kapr bude před veřejností identifikován jako dieteticky vysoce hodnotná potravina a tím se tržní hodnota produktu i konkurenceschopnost oboru rybníkářství v Čechách zvýší.

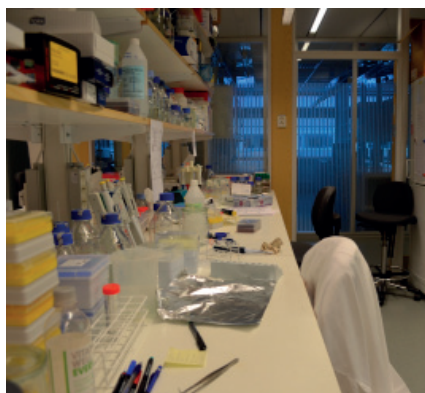
3. MÍSTO, KDE SE TECHNOLOGIE OVĚŘOVALA

Technologie byla postupně vyvíjena v letech 2009–2011 ve spolupráci Jihočeské univerzity, Fakulty rybářství a ochrany vod (FROV JU) ve Vodňanech a společnosti Blatenská ryba, spol. s r.o. pod záštitou projektu NAZV QH92307. Poté byla technologie ověřována v praxi v rámci dvou pilotních projektů.

Pro testování technologie bylo vybráno 6 rybníků společnosti Blatenská ryba, spol. s r.o. Všechny rybníky byly před provedením experimentů zimovány, v zimním období bylo provedeno meliorační vápnění. Na jaře proběhlo u všech rybníků hnojení chlévskou mrvou pro maximální rozvoj a využití přirozené potravy, čímž se rybníky připravily k nasazení ryb.

Sádkování se uskutečnilo v sádkách Jihočeské univerzity, Fakulty rybářství a ochrany vod (FROV JU) ve Vodňanech.

Analytická část experimentů (analýza lipidů v rybím masu a krmivu) probíhala na Švédské zemědělské univerzitě v Uppsale (SLU; Švédsko).



Obr. 10. Rybníky rybářství Blatenská ryba, spol. s r.o. (Foto: T. Zajíc); Sádky FROV JU Vodňany (Foto: T. Zajíc); laboratoř Švédské zemědělské univerzity v Uppsale (Foto: J. Mráz).

4. POPIS TECHNOLOGIE A VÝSLEDKY

4.1. Testování, rok 2010

V roce 2010 byl zahájen první provozní experiment „*Praktické ověření technologie chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin.*“ pro ověření popisované technologie. Cílem tohoto projektu bylo otestovat nový způsob chovu kapra a porovnat ho s klasickým kaprem přikrmovaným obilovinami. Účelem bylo zjistit, zda má technologie vliv na:

- 1) kvalitu vody a zdravotní stav ryb;
- 2) produkční ukazatele (růst, konverze krmiva, přežití);
- 3) senzoryckou kvalitu masa;
- 4) obsah a kvalitu tuku.

4.1.1. Materiál a metodika

Pokusné rybníky, vegetační sezóna a sádkování

Pro pokus bylo proto vybráno a v dubnu 2010 nasazeno 6 vyhovujících rybníků společnosti Blatenská ryba, spol. s r.o. (viz obr. 11). Rybníky byly nasazeny tříletou násadou kapra obecného ze stejného zdroje/sádky o průměrné hmotnosti 1 000 g v množství 650–680 ks.ha⁻¹.

Rybníky byly rozděleny do dvou skupin podle způsobu krmení (tab. 3). Jedna skupina byla během vegetační sezóny přikrmována krmnými obilovinami a druhá skupina nově vyvinutou krmnou směsí KP Len (20 % hmotn. extrudované lněné semeno, 12 % řepkové výlisky).



Tuňkovský

+49° 21' 30. 33", +14° 0' 22. 69"



Čekal

+49° 21' 41.70", +14° 6' 18. 26"



Šamonický dolní

+49° 21' 38.56"; +14° 1' 21.40"



Podsilniční

+49° 21' 12.21"; +14° 1' 39.26"



Společnice

+49° 23' 43.93"; +14° 7' 4.80"



Malívský

+49° 23' 27.16"; +14° 1' 27.50"

Obr. 11. Pokusné rybníky s GPS souřadnicemi jejich polohy (Foto: J. Mráz).



Obr. 12. Sádky Rojice, nasazení ryb 8. 4. 2010 (Foto: P. Kozák).

Tab. 3. Rozloha, krmivo a nasazení rybníků v pokusu.

Rybník	*Výměra (ha)	Krmivo	Nasazeno (kg.ha ⁻¹)	Průměrná kusová hmotnost (g)	Nasazeno celkem (ks) / (kg)
Šamonický dolní	1,07	obiloviny	675	1 000 ± 191	722 / 722
Tuňkovský	2,03	obiloviny	680		1 373 / 1 373
Společnice	2,32	obiloviny	680		1 568 / 1 568
Podsilniční	0,96	KP Len	675		644 / 644
Čekal	1,46	KP Len	680		989 / 989
Malivský	1,62	KP Len	675		1 091 / 1 091

* Počítána pomocí analýzy obrazu, vystihuje rozlohu vodní plochy (plocha rybníka využitelná rybí obsádkou).

Od začátku května 2010 se začalo s postupným předkládáním krmiva na všech rybnících. Ryby byly krmeny 3x týdně (pondělí, středa, pátek). Příkrmování bylo prováděno podle sestaveného krmeného plánu, kde byla zohledněna velikost obsádky a požadavek na zdvojnásobení hmotnosti násadových ryb.

Tab. 4. Spotřeba krmiva v jednotlivých měsících v průběhu sezóny.

Měsíc	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
Krmná dávka (%)	5	20	30	35	10

Od poloviny května až do výlovu probíhal na všech rybnících vždy 1x za 14 dní cyklus pravidelných kontrol, kdy bylo prováděno měření fyzikálně-chemických vlastností vody (teplota, pH, obsah kyslíku, nasycení vody kyslíkem, barva a průhlednost). Byla také sledována dynamika druhového a velikostního složení planktonu a v neposlední řadě kontrola růstu a zdravotního stavu ryb odchycem do vrhací sítě (vnější kontrola ryby a kontrola vnitřních orgánů pomocí pitvy).



Obr. 13. Kontrolní den – odchyt ryb vrhací sítí (Foto: T. Zajíc); kapr (2,42 kg) odchycený na rybníce Čekal (Foto: T. Zajíc).

Výlovy, sádkování, vzorkování

Výlovy rybníků probíhaly v průběhu září 2010. Ryby byly sádkovány po dobu 14 dnů, poté byly odebrány ryby potřebné pro analýzy, zabity a vyfiletovány. Levý filet s kůží byl připraven pro analýzy zastoupení mastných kyselin (zabalen do hliníkové fólie, označen, zmrazen tekutým dusíkem a uložen do hlubokomrazicího boxu s teplotou $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do odeslání do Švédska). Pravý filet z kapra byl určen pro senzorickou analýzu.



Obr. 14. Odběr vzorků svaloviny a filetování kapra v prostorách FROV JU ve Vodňanech (Foto: T. Zajíc).

Senzorická analýza

Podstatou bylo porovnání senzorické (organoleptické) kvality vzorků. Hodnocení se provádělo v panelu deseti osob. Tyto osoby byly náležitě proškoleny, byly v dobrém zdravotním stavu a před samotnou analýzou nekouřili a nejedli, pít mohli pouze čistou vodu. Každý hodnotitel měl k dispozici svoji kóji s věcmi potřebnými na analýzu, protokol, vzorky ve vzorkovnici, pečivo a sklenku neochuceného alkoholu/sklenku neochucené vody pro zneutralizování chuti.

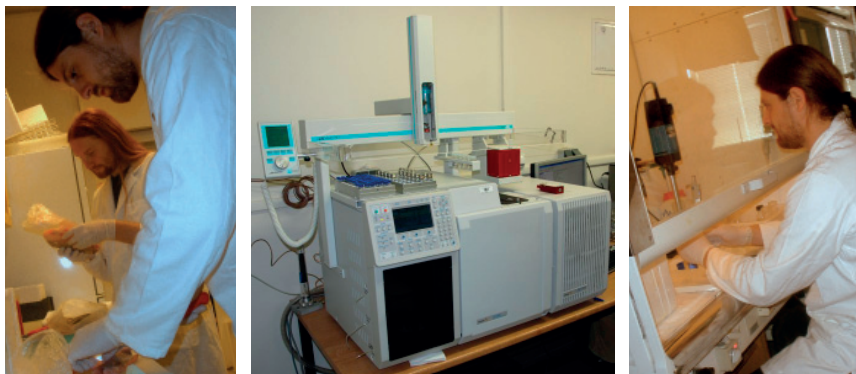
Vzorek ryby byl předložen tepelně upraven (20 minut při teplotě 180 °C) bez jakýchkoli dochucovacích prostředků (včetně soli) v neprodyšně uzavřené nádobce označené třímístným číslem. Každá vzorkovnice obsahovala poměrnou část trupu z přední a střední části, bez ocasního násadce. Byly sledovány čtyři jakostní znaky, a to vůně, chuť, pachut' a konzistence. Ty se pak zaznamenávaly do připraveného protokolu do nestrukturované úsečky, kde vzdálenost více vpravo znamenala hodnocení méně příznivé.



Obr. 15. Kóje a průběh senzoričké analýzy (Foto: J. Mráz).

Analýza složení lipidů

Jak již bylo zmíněno, tato analýza byla provedena na SLU, Uppsala, Švédsko. Vzorky byly rozmixovány na stolním kutru a z výsledné směsi byl odebrán reprezentativní vzorek pro analýzu. Analýzy lipidů v rybím mase a krmivu byly provedeny podle metodiky popsané v Mráz a Picková (2009). Vzorky byly extrahovány hexan-isopropylalkoholem (Hara a Radin, 1978). Mastné kyseliny byly metylovány (Appelqvist, 1968) a analyzovány plynovou chromatografií (Varian CP3800, Stockholm, Švédsko) vybavenou plameno-ionizačním detektorem a split injektorem (50 m délka x 0,22 mm průměr x 0,25 μ m tloušťkou filmu BPX 70) a osazenou kapilární kolonou (SGE, Austin, TX, USA) (Fredriksson-Eriksson a Pickova, 2007). Mastné kyseliny byly identifikovány pomocí porovnání retenčního času se standardem GLC-461 (Nu-check Prep).



Obr. 16. Analýzy lipidů a plynový chromatograf (Foto: J. Mráz).

4.1.2. Výsledky

Výsledky projektu z hlediska vlivu na:

1) Kvalitu vody a zdravotní stav

Použitá technologie neměla statisticky signifikantní vliv na kvalitu vody, ani na zdravotní stav rybí obsádky. Pozorované rozdíly byly dány pouze typem rybníka. Detailní výsledky jsou uvedeny v technické zprávě (Zajíc a Mráz, 2010).

2) Produkční ukazatele (růst, konverze krmiva, přežití)

Výlovy pokusných rybníků proběhly v polovině září 2010 bez problémů a beze ztrát.

Na některých rybnících došlo během vegetačního období k dosti vysokým ztrátám rybí obsádky (tab. 5). Pravděpodobným důvodem nebylo použití dané technologie, ale vysoké ztráty jsou přičítány úhynu, kdy se jednalo o nepříznivé podmínky rybníční vegetace (rybníky Šamonický dolní a Podsilniční), zvýšenému tlaku rybožravých predátorů a případnému pytláctví (rybník Čekal).

Na základě dosažených výsledků lze říci, že použití krmné směsi KP Len nijak negativně neovlivnilo růst ryb, jejich kondici ani celkovou produkci rybníka ve srovnání s běžně využívaným příkrmováním pomocí obilovin.

Tab. 5. Výsledky výlovů pokusných rybníků.

Rybník	Krmivo	*Výlovek (kg.ha ⁻¹)	*Přírůstek (kg.ha ⁻¹)	Průměrná hmotnost (g)**	Kusový přírůstek (g)	Ztráty (%)
Šamonický dolní	obiloviny	985	307	2 230 ± 312	1230	34,9
Tuňkovský	obiloviny	1256	580	1 985 ± 254	985	6,4
Společnice	obiloviny	906	230	1 600 ± 248	600	16,0
Podsilniční	KP Len	750	106	1 975 ± 298	975	40,9
Čekal	KP Len	1199	521	2 036 ± 156	1036	13,0
Malívský	KP Len	865	191	1 430 ± 301	430	10,7

* Přepočítáno na hektar skutečné vodní plochy

** průměr ± směrodatná odchylka

3) Senzorickou kvalitu masa

Rozdíly mezi jednotlivými hodnotiteli a rybníky nebyly signifikantně významné. Žádný vzorek nebyl hodnocen negativně, maso bylo klasifikováno jako chutné, s dobrou konzistencí svaloviny a bez přítomnosti pachutí a nežádoucích pachů (tab. 6).

Tab. 6. Výsledky senzorické analýzy (průměr* ± SD).

Rybník	Krmivo	Vůně	Chuť	Pachuť	Konzistence
Šamonický dolní	obiloviny	29,0 ± 6,2	21,5 ± 12,2	21,1 ± 15,2	30,2 ± 17,9
Tuňkovský	obiloviny	25,8 ± 18,6	27,0 ± 25,7	24,1 ± 22,0	24,1 ± 16,6
Společnice	obiloviny	21,8 ± 14,8	19,4 ± 14,6	13,4 ± 15,0	14,7 ± 16,5
Podsilniční	KP Len	30,5 ± 20,4	26,1 ± 19,0	21,5 ± 24,9	23,7 ± 22,7
Čekal	KP Len	31,0 ± 19,8	29,8 ± 23,5	26,4 ± 20,6	30,0 ± 19,4
Malívský	KP Len	32,0 ± 23,1	26,9 ± 25,1	20,0 ± 26,7	25,7 ± 24,1

* nižší hodnota parametru odpovídá příznivějšímu hodnocení

4) Obsah a kvalita tuku

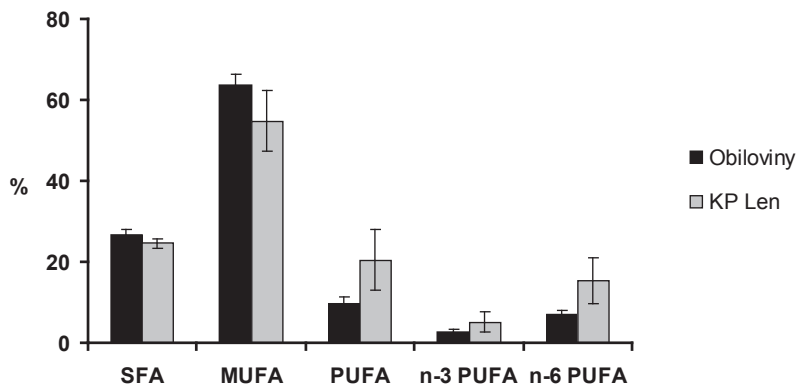
Z tab. 7 je patrné, že signifikantně více tuku obsahují ryby přikrmované obilovinami. Toto tvrzení potvrzuje i provedený t-test ($p < 0,001$). Nejméně tuku bylo zjištěno v maso kapra z rybníka Čekal (krmivo KP Len), naopak nejvyšší hodnoty dosahuje svalovina kapra z rybníka Šamonický dolní (obiloviny).

Tab. 7. Obsah tuku ve filetu kapra z pokusných rybníků.

Ryba č.	OBILOVINY (%)				KP LEN (%)	
	Šamonický	Tuňkovský	Společnice	Podsiliční	Malívský	Čekal
1	13,17	13,07	4,03	2,19	6,79	3,15
2	13,61	10,30	8,97	6,39	3,33	3,55
3	14,90	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	2,90
6	15,48	15,51	8,58	9,18	6,70	5,01
Průměr	14,70	12,59	6,86	6,38	5,18	3,69
*sd	1,07	1,96	1,93	2,46	1,73	1,81

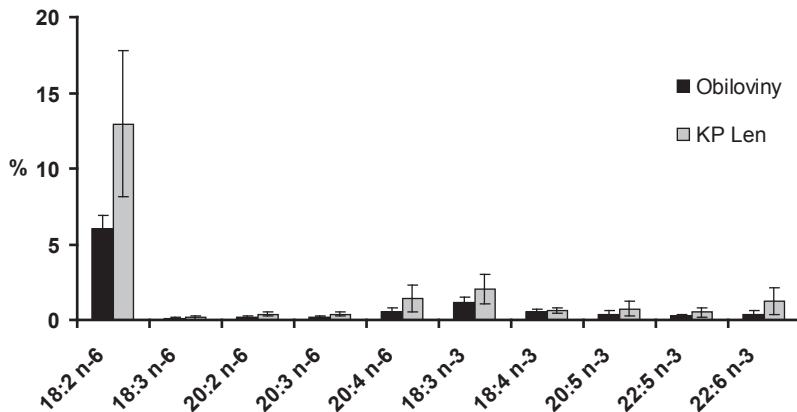
*sd = směrodatná odchylka

Analýzou zastoupení mastných kyselin bylo zjištěno, že mezi skupinami není rozdíl v obsahu SFA, ale že ryby přikrmované krmnou směsí KP Len dosahují signifikantně nižšího zastoupení MUFA a především výrazně vyššího obsahu PUFA ve svalovině. Všechny tyto rozdíly jsou potvrzeny statistickými testy na hladině významnosti $p < 0,01$. Kapr přikrmovaný směsí KP Len dosahuje v průměru 2x vyššího obsahu PUFA (obr. 17), dále obsahuje 2x větší množství kyselin skupiny n-3. Vysoký obsah n-6 PUFA je z hlediska výsledků experimentu nežádoucí. K tomuto nárůstu došlo v tomto roce vlivem vysokého obsahu těchto kyselin v krmné směsi KP Len. Příčinou bylo použití nevhodné odrůdy lnu firmou, která směs KP Len připravovala.



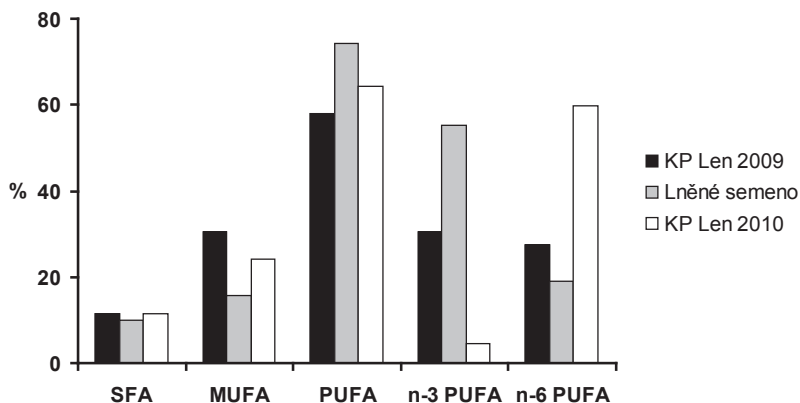
Obr. 17. Porovnání zastoupení mastných kyselin ve svalovině kapra mezi testovanými skupinami.

Svalovina kapra přikrmovaného směsí KP Len vykazuje přibližně dvojnásobná množství jednotlivých PUFA. Jedinou výjimkou je DHA (dokosahexaenová kyselina), kdy rozdíl oproti rybám přikrmovaným obilovinami je 3,3násobný, což je výsledek pozitivní. Pro lepší představu jsou rozdíly znázorněny v obr. 18.



Obr. 18. Zastoupení PUFA ve svalovině experimentálního kapra.

Z obr. 19 lze vyčíst, že (oproti testovací směsi z roku 2009) došlo vlivem použití nevhodné odrůdy lnu k obrácení poměru n-3/n-6 v krmné směsi. Pro porovnání je ve stejném grafu uveden výsledek zastoupení mastných kyselin pro lněné semeno vhodné odrůdy, která měla být použita jako přísada do krmné směsi KP Len 2010. Pokud by byla krmná směs vyrobena zcela podle požadavků, lze se domnívat, že výsledky projektu by byly ještě přesvědčivější. Především by se zvýšila hodnota poměru n-3/n-6 a celkový obsah PUFA, především n-3 PUFA.



Obr. 19. Zastoupení mastných kyselin v použitých krmivech.

4.1.3. Závěry

Během testování technologie došlo k několika problémům. Na některých rybnících byly zaznamenány vysoké ztráty a objednaná krmná směs nebyla zcela v souladu s požadavky. I přes tato úskalí bylo dosaženo hlavního cíle, totiž dosáhnout v praktických podmínkách významného zvýšení n-3 mastných kyselin ve svalovině kapra obecného. V průměru bylo toto zvýšení 1,8násobné, a u nejlepšího rybníka dokonce až 2,8násobné. Během pokusu bylo vyzorováno a následně analýzou potvrzeno, že pokud je krmná směs KP Len aplikována do velmi úživného rybníka, kde není během vegetačního období problém s příjmem potravy obsádkou (rybník Čekal), pak lze dosáhnout obsahu PUFA přes 25%, ve srovnání s 10% PUFA u ryb přikrmovaných obilovinami. Kyseliny EPA a DHA, které bývají v literatuře uváděny jako nejdůležitější, mají taktéž významně vyšší zastoupení ve svalovině kapra, na kterém je testována krmná směs KP Len. Krmná směs KP Len není ekologickou zátěží pro rybníční prostředí, protože obsahuje výhradně přírodně blízké a snadno rozložitelné komponenty. Taktéž nebyl zjištěn negativní vliv na růst nebo kondiční stav obsádky.

4.2. Testování, rok 2011

V roce 2011 bylo v rámci pilotního projektu („*Praktické ověření vlivu předchozí výživy a délky sádkování na zvyšování úrovně omega-3 mastných kyselin ve svalovině kapra obecného v podmínkách produkčního rybářství*“) zahájeno další provozní testování pro ověření technologie. Cílem bylo dokázat, že sádkování má pozitivní efekt na kvalitativní vlastnosti masa kapra obecného. Zjišťoval se vliv použití technologie na:

- 1) kvalitu vody (fyzikálně-chemické vlastnosti vody);
- 2) produkční ukazatele (růst, konverze krmiva, přežití);
- 3) sádkování a následný obsah a kvalitu tuku kapra.

4.2.1. Materiál a metodika

Pokusné rybníky a vegetační sezóna

Do třech pokusných rybníků – Tuňkovský, Šamonický dolní a Čekal (obr. 11) – byla v dubnu 2011 nasazena obsádka kapra obecného ve stáří 3 roky. Jednalo se o šupinatého užitkového hybrida jednotného původu s průměrnou hmotností 1 100 gramů. Ryby byly umístěny na sádkách Rojice (Blatenská ryba spol. s r. o.). Výše obsádky pro rybníky Čekal (KP Len) a Tuňkovský (obiloviny) byla stanovena na 650 ks.ha⁻¹. Šamonický dolní byl nasazen obsádkou 280 ks.ha⁻¹ (tab. 8). Rozdíl v hustotě obsádek byl dán faktem, že pro první (růstovou) fázi projektu byl dán cíl v podobě dosažení podobných průměrných hmotností ryb při výlovu. Pokud by byl rybník Šamonický dolní nasazen stejnou hustotou a nedocházelo by k příkrmování, výsledná hmotnost by byla nesrovnatelně nižší v porovnání s dalšími dvěma nádržemi.

Tab. 8. *Výměry a nasazení pokusných rybníků.*

Rybník	Krmivo	Skutečná výměra (ha)	Nasazeno (ks.ha ⁻¹)	Průměrná kusová hmotnost (g)	Nasazeno celkem (ks) / (kg)
Tuňkovský	obilí	2,03	650	1 100 ± 253	1 320 / 1 452
Čekal	KP Len	1,46	650		949 / 1 044
Šamonický dolní	přirozená potrava	1,07	280		300 / 330

S příkrmováním na obou nádržích se začalo v květnu 2011 a probíhalo 3x týdně, dávky krmiva byly aktuálně upravovány podle momentálních podmínek. Na rybníce Čekal byla použita pro příkrmování experimentální krmná směs KP Len, chráněná pa-

tentem (tab. 2). Na rybníce Tuňkovský se přikrmovalo obilovinami (pšenice). Rybník Šamonický dolní byl ponechán bez přikrmování, pouze s využitím přirozené potravy (plankton, bentos).

V květnu jsme začali s pravidelnými kontrolními dny. V jejich rámci byly měřeny základní fyzikálně-chemické vlastnosti vody (teplota, pH, obsah kyslíku, barva, průhlednost), kontrolovalo se množství a složení přirozené potravy a byly odebírány vzorky pro vyšetření aktuálního zdravotního stavu obsádek.



Obr. 20. Měření fyzikálně-chemických vlastností vody a odchycený kapr z rybníka Tuňkovský (Foto: T. Zajíc).

Výlovy

První („růstová“) fáze provozního testování byla ukončena v září 2011, kdy proběhly výlovy experimentálních rybníků. Při výlovu byly obsádky zváženy a spočítány.



Obr. 21. Výlov rybníka Tuňkovský, září 2011 (Foto: J. Mráz).

Sádkování

Z každého rybníka byly náhodně vybrány ryby pro další fázi pokusu zaměřenou na sádkování. Ryby byly převezeny na FROV JU do Vodňan, kde byly skupinově označeny a umístěny do sádky o rozměrech 10 x 4 x 1 m se stálým přítokem čisté vody z řeky Blanice a s možností kontroly teploty vody (dataloger Minikin i-line, EMS Brno). Přítok vody byl seřízen na spodní, aby nedocházelo k vysakování ryb, které bylo zpočátku pozorováno, zejména kvůli vysoké teplotě vody, která byla v den nasazení ryb do sádky 18 °C. Po celou dobu sádkování byla hlídána kvalita vody a 1x za 14 dnů proběhla vizuální kontrola zdravotního stavu sádkovaných ryb a byly odebírány vzorky ryb. Experiment trval celkem 10 týdnů.

Vzorkování

Odběry vzorků byly prováděny při nasazení pro kontrolu výchozího složení svaloviny a dále během vegetační sezóny. Při ukončení pokusu byly odebrány vzorky na analýzu tuků. Filety byly připraveny stejně jako v předchozím experimentu.



Obr. 22. Filetování ryb a vzorky svaloviny před zamrazením v tekutém dusíku (Foto: J. Mráz).

Stanovení výtěžnosti

Cílem stanovení výtěžnosti bylo zjistit případné změny ve výtěžnosti filet během „vylehčování“ ryb při dlouhodobém pobytu v sádce (hmotnost filetu s kůží zbavené šupin / hmotnost ryby). Filetování bylo prováděno ručně, spolu s odběrem vzorků na chemickou analýzu.

Chemická analýza tuků

Postup analytické části experimentu byl stejný jako v předchozím roce a probíhal taktéž na stejném místě, na Švédské zemědělské univerzitě v Uppsale (SLU).

4.2.2. Výsledky

Výsledky pilotního projektu z hlediska vlivu na:

1) Kvalitu vody (fyzikálně-chemické vlastnosti vody)

Použitá technologie neměla statisticky signifikantní vliv na kvalitu vody, ani na zdravotní stav rybí obsádky. Pozorované rozdíly byly dány pouze typem rybníka. Detailní výsledky jsou uvedeny v technické zprávě (Zajíc a Mráz, 2011).

2) Produkční ukazatele (růst, konverze krmiva, přežití)

Při výlovehy rybníků nedošlo k žádným problémům a výlovy proběhly beze ztrát s dobrou kondicí ryb. U všech rybníků byly zaznamenány nezvykle vysoké ztráty (21–25 %). Úhyn nebyl pozorován, proto nejpravděpodobnější alternativou se zdá být pytláctví a aktivita predátorů (vydry), jejíž přítomnost je v dané oblasti prokázána. Vedle přirozených ztrát (cca do 10%) nebylo nalezeno jiné vysvětlení. Všechny rybníky také leží v lokalitách, kde je pytláctví velmi „atraktivní“. Vzhledem k tomu, že rybníky byly nasazeny skutečně kusově přesně a zároveň se nejednalo o vysoké obsádky, lze usuzovat, že i upytláčené řádově desítky kusů ryb se negativně promítnou do produkčních ukazatelů.

Tab. 9. Výsledky výlovů pokusných rybníků.

Rybník	Krmivo	*Výlovek (kg.ha ⁻¹)	*Přírůstek (kg.ha ⁻¹)	Průměrná hmotnost (g)	Kusový přírůstek (g)	Ztráty (%)
Tuňkovský	obilí	1 179	464	2 530 ± 410	983	27,5
Čekal	KP Len	1 198	483	2 382 ± 371	946	21,5
Šamonický dolní	přirozená potrava	352	44	1 754 ± 471	211	25,67

* Přepočítáno na hektar skutečné vodní plochy

3) Sádkování a následný obsah a kvalitu tuku

a) Teplota

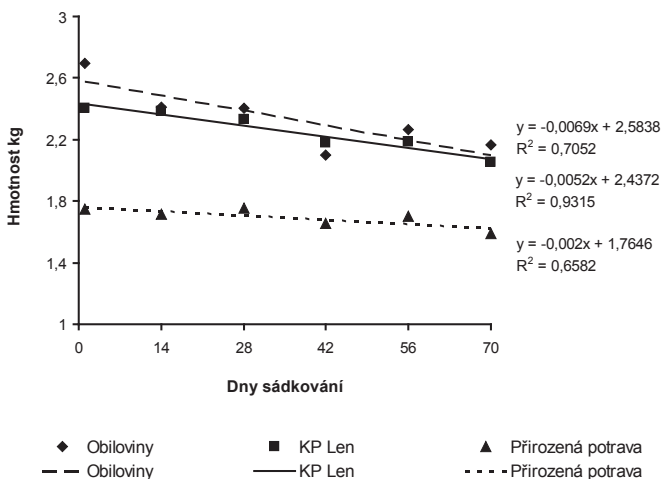
Během celého procesu sádkování byla měřena teplota vody v sádkách. Ačkoli sádkování probíhalo poměrně dlouhou dobu, byly zaznamenány minimální úhyny ryb.



Obr. 23. Teplotní křivka znázorňující pokles teploty vody v sádce během experimentu.

b) Vylehčování (ztráta hmotnosti)

Je známým faktem, že obsádka kapra během sádkování postupně ztrácí část hmotnosti, tzv. vylehčuje. Změny v hmotnosti jsou znázorněny na obr. 24. Během 10 týdnů sádkování vylehčily ryby z rybníka Tuňkovský (pšenice) z původní průměrné hmotnosti o 9,1% (z 2 530 g na 2 300 g), ryby z rybníka Čekal (KP Len) o 13,9% (z původních 2 382 g na 2 052 g) a ryby ze Šamonického dolního (přirozená potrava) o 9,6% (z 1 754 g na 1 585 g).



Obr. 24. Vylehčování ryb během sádkování.

c) Výtěžnost

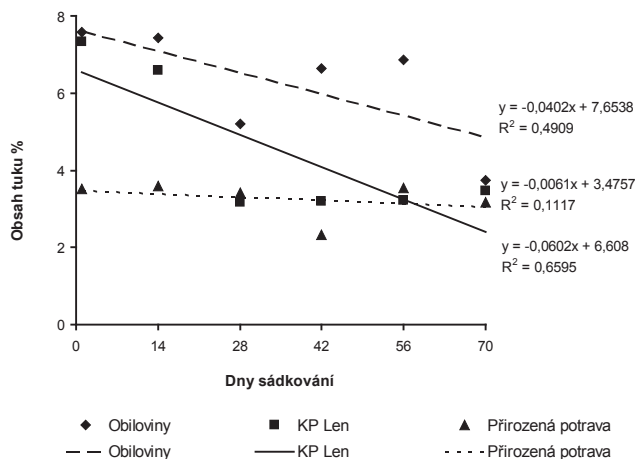
Výtěžnost filet u ryb, které byly přikrmovány směsí KP Len (rybník Čekal) a obilím (rybník Tuňkovský) se zvýšila během prvních 14 dní sádkování (tab. 10) a následně víceméně lineárně klesala až do ukončení pokusu. Vysvětlením může být, že na počátku sádkování (respektive při výlovu), měly ryby ještě naplněný zažívací trakt krmivem. To znamená, že hmotnost vnitřností byla logicky vyšší a procentický podíl filet úměrně nižší. Po vyláchnění hodnota výtěžnosti tedy krátkodobě stoupala, aby ji později začalo negativně ovlivňovat vylehčování obsádky.

Tab. 10. Výtěžnost filet kapra podle skupin během sádkování.

Datum	Tuňkovský (%)	Čekal (%)	Šamonický dolní (%)
20. 9.	49,3	48,9	42,7
4. 10.	51,1	50,3	42,2
17. 10.	46,5	48,5	45,1
1. 11.	48,7	46,6	45,4
14. 11.	48,7	45,6	47,0
30. 11.	45,7	44,5	43,1
PRŮMĚR	48,3	47,4	44,3

d) Obsah tuku

Ryby chované na přirozené potravě (rybník Šamonický dolní) vykazovaly velmi nízký obsah tuku a také jeho nejmenší ztráty během sádkování oproti rybníkům přikrmovaným (rybník Čekal a Tuňkovský), kde byl obsah tuku významně vyšší (obr. 25).



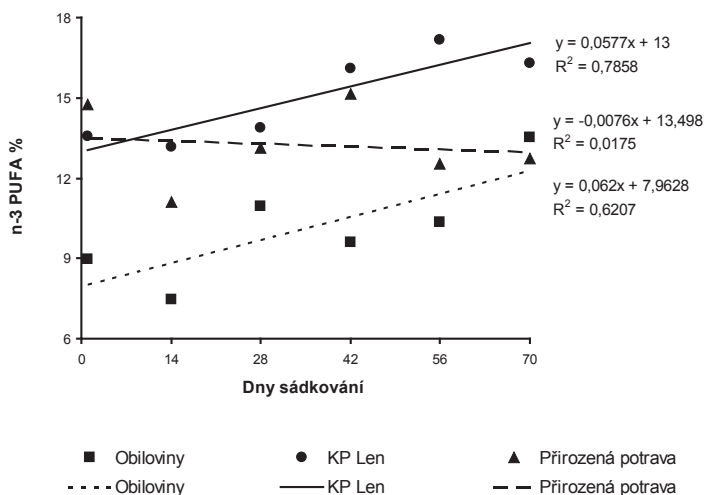
Obr. 25. Změny v obsahu tuku ve filetu během sádkování.

e) Zastoupení mastných kyselin

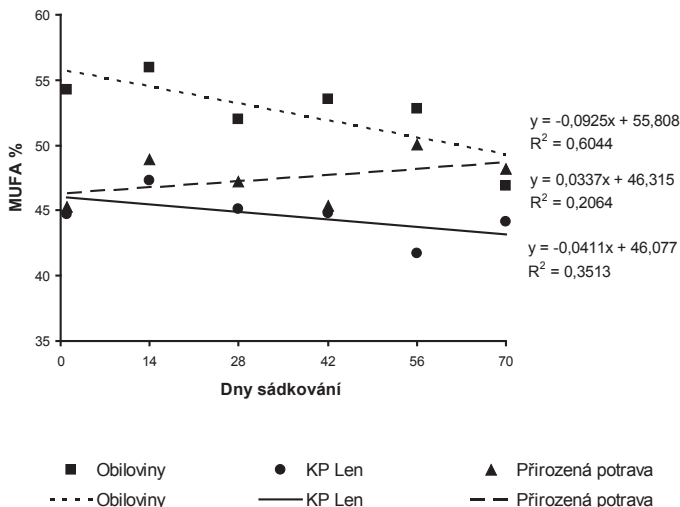
V průběhu sádkování dochází, vedle ztrát na hmotnosti a tuku, také ke změnám v zastoupení mastných kyselin v lipidech.

U rybníka s přirozenou potravou (Šamonický dolní) docházelo vlivem minimálních změn v množství tuku také k minimálním změnám v jeho složení. Zastoupení mastných kyselin se ale u ostatních skupin (Čekal a Tuňkovský) měnilo – podíl MUFA pomalu klesal a zároveň se podíl n-3 PUFA pomalu zvyšoval.

V zásadě platí fakt, že s ochlazující se vodou a bez přístupu k potravě jsou v těle metabolizovány na energii nejprve MUFA. Zatímco obsah MUFA vlivem metabolické aktivity klesá, relativní podíl PUFA se zvyšuje. Jednak proto, že PUFA nejsou primárně spotřebovávány jako zdroj energie a jednak z důvodu klesající teploty. Rybí organismus musí reagovat na ochlazení prostředí a mění proto složení buněčných membrán. V těch se začíná zvyšovat podíl PUFA, protože tyto kyseliny lépe zajišťují fluiditu („tekutost“) těchto membrán (mají nižší teplotu tuhnutí). Tento trend je viditelný v obrázku č. 26 a 27.



Obr. 26. Procentický obsah n-3 PUFA v tuku kapra během sádkování.



Obr. 27. Procentický obsah MUFA v tuku kapra během sádkování.

4.2.3. Závěry

Testováním bylo prokázáno, že použití krmné směsi KP Len nijak negativně neovlivňuje růst, zdravotní stav a přežití chovaných ryb.

Z výše uvedených výsledků dále vyplývá, že ryby chované na přirozené potravě sice vykazují vynikající zastoupení mastných kyselin v procentech, ale díky nízkému obsahu tuku se může objevit problém, že jejich tuk neobsahuje dostatečné absolutní množství sledovaných mastných kyselin (limitujícím faktorem pro naplnění podmínek patentu č. 302744 je právě obsah tuku). Oproti tomu bylo prokázáno, že ryby krmené směsí KP Len mají jednoznačně vylepšené zastoupení mastných kyselin ve srovnání s obilovinami a obsah tuku je dostatečný. Ryby přikrmované pšenicí mohou vykazovat rovněž vysoká množství n-3 mastných kyselin (v mg), ale pouze za cenu vysokého obsahu tuku, který je nad maximální hranicí tolerance (více než 10 %).

4.3. Závěry z obou experimentů

Vyhodnocení výše popsaných experimentů přineslo výsledky, ze kterých lze pro produkční sféru vyvodit několik doporučení:

Důležité je zdůraznit, že krmná směs KP Len je **doplňkové** krmivo pro přikrmování kapra v rybnících a že **primárním zdrojem výživy je přirozená potrava**.

- **Vyvarovat se použití odrůd Inu LOLA, JANTAR a AMON**, které mají jiné zastoupení MK, než je u Inu obvyklé. Důležitý ukazatel je především poměr n-3 a n-6 PUFA, který je ve správné odrůdě vždy ve prospěch n-3 PUFA. Odrůdy Lola, Jantar a Amon se pěstují z důvodu vyšších výnosů a stability proti oxidaci, ale z hlediska lidské výživy jsou naprosto nevhodné. Vhodný je obsah n-3 PUFA min. 30% nebo více. Nechat si dodavatelskou firmou domluvené složení deklarovat, popř. udělat analýzu zastoupení MK ve směsi ještě před začátkem přikrmování.
- Sledovat zdravotní stav a vývoj růstu obsádky během vegetačního období a podle aktuální situace **uzpůsobovat krmnou dávku**. Klást velký **důraz na rozvoj přirozené potravy**.
- **Není vhodné sádkovat kapra se zvýšeným obsahem n-3 PUFA příliš dlouhou dobu**, jako optimální se jeví podle teploty vody 2–4 týdny (220 °D). Složení mastných kyselin se sice neustále zlepšuje, ale klesající obsah tuku toto zlepšení vyjádřené v absolutních hodnotách postupně degraduje.
- Na základě výsledků projektů doporučujeme, aby obsádky kapra se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin byly loveny na podzim mezi posledními nebo aby po 14 dnech sádkování byly zpracovány na výrobky.
- U ryb chovaných na přirozené potravě doporučujeme několik týdnů před výlovem aplikovat **kondiční přikrmování směsí KP Len** za účelem zvýšení obsahu tuku ve filetu.

5. EKONOMICKÝ PŘÍNOS TECHNOLOGIE PRO PODNIKATELSKÝ SUBJEKT

Technologie je určena především pro rybářské podniky a chovatele, zabývající se produkcí kapra obecného. V posledních letech je vyvíjen tlak na chovatele, aby zvyšovali a deklarovali kvalitu rybího masa. Účelem technologie je proto produkce kapra s vysokou a definovatelnou kvalitou masa. Jelikož je správný profil mastných kyselin velmi důležitý pro prevenci a léčbu kardiovaskulárních chorob, má kapr se zvýšeným obsahem n-3 mastných kyselin vysoký potenciál být zajímavou surovinou na českém trhu. A jako produkt uspokojující jednu z nejdůležitějších potřeb zákazníka „jíst zdravě“ ještě zvyšuje atraktivnost této suroviny. Při aplikaci této technologie se sice zvyšuje cena ryby řádově o 15–20 % (10 Kč.kg⁻¹) vlivem vyšších nákladů na krmení, ale zároveň významně stoupá dietetická hodnota masa. Rybářský podnik, který začne uplatňovat tuto technologii v praxi, tak automaticky získává významnou marketingovou a reklamní výhodu a tím i zvýšení svých tržeb.

6. UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ PODNIKATELSKÉHO SUBJEKTU

Od 1. prosince 2011 je tento produkt ve volném prodeji. Technologický postup je již patentován, „omega-3 kapr“ v dubnu 2012 obdržel kombinovanou ochrannou známku. Produkce se naplno rozjela v roce 2012, od kdy mohou tohoto kapra koupit i běžní zákazníci v maloobchodních sítích.



Obr. 28. Ochranná známka + produkty označené ochrannou známkou (Foto: V. Nebeský).

7. SEZNAM LITERATURY

- Adámková, V., Kačer, P., Mráz, J., Suchánek, P., Picková, J., Králová Lesná, I., Skibová, J., Kozák, P., Mařatka, V., 2011. The consumption of the carp meat and plasma lipids in secondary prevention in the heart ischemic disease patients. *Neuroendocrinology Letters* 32 (Suppl. 2): 17–20.
- Appelqvist, L.A., 1968. Rapid methods of lipid extraction and fatty acid methyl ester preparation for seed and leaf tissue with special remarks on preventing accumulation of lipid contaminants. *Arkiv för kemi* 28: 551–570.
- Calder, P.C., Yaqoob, P., 2009. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes. *Biofactors* 35: 266–272.
- Dostálová, J., Dlouhý, P., Tláškal, P., 2012. Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. Společnost pro výživu [online] Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/rubrika-dokumenty/konecne-zneni-vyzivovych-doporuceni.html>, [převzato 2012-11-09].
- 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.
- Hara, A., Radin, N.S., 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytical Biochemistry* 90: 420–426.
- Kalač, P., Špička, J., 2006. Složení lipidů sladkovodních ryb a jejich význam v lidské výživě. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 57 s.
- Mráz, J., Picková, J., 2009. Differences between lipid content and composition of different parts of filets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 35 (4): 615–623.
- Mráz, J., Picková, J., 2011. Factors influencing fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) muscle. *Neuroendocrinology Letters* 32 (2): 3–8.
- Mráz, J., Picková, J., Kozák, P., 2011a. Krmivo pro kapra obecného. Užitný vzor č. 21926. Úřad průmyslového vlastnictví.
- Mráz, J., Picková, J., Kozák, P., 2011b. Krmivo pro kapra obecného a způsob chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin. Patent č. 302744. Úřad průmyslového vlastnictví.
- Mráz, J., Máchová, J., Kozák, P., Picková, J., 2012. Lipid content and composition in common carp - optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems. *Journal of Applied Ichthyology* 28 (2): 238–244.

- Pickova, J., Mörköre, T., 2007. Alternate oils in fish feeds. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109 (3): 256–263.
- Sampels, S., Strandvik, B., Pickova, J., 2009. Processed animal products with emphasis on polyunsaturated fatty acid content. *European Journal of Lipid Science and Technology* 111 (5): 481–488.
- Simopoulos, A.P., 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* 233: 674–688.
- Tocher, D.R., Carr, J., Sargent, J.R., 1989. Polyunsaturated fatty acid metabolism in fish cells: differential metabolism of (n-3) and (n-6) series acids by cultured cells originating from freshwater teleost fish and from a marine teleost fish. *Comparative Biochemistry and Physiology* 94 (2): 367–374.
- Zajíc, T., Mráz, J., 2010. Praktické ověření technologie chovu kapra obecného se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin. Technická zpráva pilotního projektu CZ. 1.25/3.4.00/09.00526, 35 s.
- Zajíc, T., Mráz, J., 2011. Praktické ověření vlivu předchozí výživy a délky sádkování na zvyšování úrovně omega-3 mastných kyselin ve svalovině kapra obecného v podmínkách produkčního rybářství. Technická zpráva pilotního projektu CZ.1.25/3.4.00/10.00316, 31 s.
- Zajíc, T., Mráz, J., Kozák, P., Picková, J., 2011. Možnosti produkce sladkovodních ryb s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin. *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 112, 36 s.

Externí odborný oponent**prof. Ing. Pavel Kalač, CSc.**

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta, katedra aplikované chemie
Studentská 13, 370 05 České Budějovice*

Interní odborný oponent**Ing. Jan Másilko**

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod, Ústav akvakultury
Husova třída 458/102, 370 05 České Budějovice*

Ověření a uplatnění technologie v roce 2012

Blatenská ryba, spol. s r.o., Na příkopech 747, Blatná 388 01

Adresa autorského kolektivu

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

V edici Metodik (Technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, www.frov.jcu.cz

Redakce: RNDr. Bořek Drozd, Ph.D., Ing. Blanka Vykusová, CSc., Zuzana Dvořáková

Náklad: 200 ks, vytištěno v roce 2012, 1. vydání

Grafický design a technická realizace: Jesenické nakladatelství Jena Šumperk



FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ RYBÁŘSKÝ FOND

„Investování do udržitelného rybolovu“



ISBN 978-80-87437-64-3