

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Diplomová práce

Vyhodnocení intenzivního chovu candáta obecného (*Sander lucioperca*) v provozních podmínkách včetně posouzení kvality finálního produktu

Autor diplomové práce: Bc. Dagmara Jablonická
Vedoucí diplomové práce: Ing. Vlastimil Stejskal Ph.D.
Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan Kouřil Ph.D.
Program a obor: Zootechnika, rybářství
Forma studia: Prezenční
Ročník: II. navazující

Místo a rok odevzdání: České Budějovice, 2012

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že, v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své 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 dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 30.dubna 2012

Dagmara Jablonická

Tímto bych ráda poděkovala Ing. Vlastimilu Stejskalovi Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při řešení a zpracování diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Jaroslavu Švarcovi z Olomouce a rybářství Nové Hrady za poskytnuté prostory a ryby pro pokus. Velké díky patří i spolužákům nižšího ročníku za pomoc při zpracování ryb. V neposlední řadě bych ráda poděkovala rodičům, babičce a tetě za finanční a morální podporu a rovněž příteli za trpělivost.

Získané ryby pro pokus byly odchovány v rámci pilotního projektu Ověření technologie produkce tržního candáta obecného v podmínkách recirkulačního systému č. CZ.1.25/3.4.00/10.00318. Práce byla dále podpořena projekty KONTAKT č. ME 10126, NAZV (č. QJ1210013), GAJU(č. 047/2010/Z) a CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024).

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Dagmara JABLONICKÁ**
Osobní číslo: **V10N007P**
Studijní program: **N4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vyhodnocení intenzivního chovu candáta obecného v provozních podmínkách včetně posouzení kvality finálního produktu**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

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

Chov okounovitých druhů ryb v recirkulačních systémech s biologickým čištěním vody patří mezi perspektivní směry akvakultury evropské sladkovodní akvakultury. Důvodem je především vysoká kvalita jejich masa a s tím související rostoucí zájem trhu.

Cílem práce bude vyhodnotit zotechnické ukazatele chovu candáta v provozních podmínkách recirkulačního systému. Budou využity dřívější poznatky z rauného odchovu candáta v rybničních podmínkách a potravní a prostorové adaptace u candáta obecného a okouna říčního. Hodnocen bude růst, přežití, hmotnostní heterogenita a kvalita vody během intenzivního chovu candáta z kategorie juvenilních (adaptovaných ryb) do kategorie tržních ryb. Na závěr bude testována výtěžnost jednotlivých jatečných podílů a budou posouzeny sensorické (vůně, chuť, pachuč, konzistence) vlastnosti tepelně upravených vzorků masa. Dále bude provedeno srovnání chemických (N-látky, tuk, popeloviny, profil masných kyselin) a technologických (textura filet) vlastností ryb vyprodukovaných intenzivním chovem v porovnání s rybami získanými z klasického rybničního chovu.

Vlastní experimentální částí bude předcházet zpracování literární rešerše vztahující s k intenzivnímu chovu candáta a vlastnostem masa intenzivně chovaných ryb.

Rozsah grafických prací: **15-25 tabulek a grafů**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran textu**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.**
Ústav akvakultury
Konzultant diplomové práce: **prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.**
Ústav akvakultury
Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2010**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2012**

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBARSTVÍ A OCHRANY VOD
Záměstí 723/II
389 25 Vodňany (2)


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. ledna 2011

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

- Blanchard G., Druart X., Kestemont P., 2005. Lipid content and fatty acid composition of target tissues in wild Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) females in relation to hepatic status and gonad maturation. *Journal of Fish Biology* 66, 73-85.
- Delwiche, J. F., & Liggett, R. E. (2004). Sensory preference and discrimination of wild-caught and cultured yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of Food Science*, 69, Q144-7.
- Farmer, L. J., McConnell, J. M., & Kilpatrick, D.J. (2000). Sensory characteristics of farmed and wild Atlantic salmon. *Aquaculture*, 187, 105-125.
- Fontaine, P. (2009). Development of European inland fish culture and domestication of new species. *Cahires Agricultures*, 18, 144-147.
- Fuentes, A., Fernandez-Segovia, I., Serra, J. A., & Barat, J. M. (2010). Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. *Food Chemistry*, 119, 1514-1518.
- Gonzales, S., Flick, G. J., O'Keefe, S. F., Duncan, S. E., McLean, E., & Craig, S. R. (2010). Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 420-726.
- Jankowska, B., Zakęś, Z., Żmijewski, T., & Szczepkowski, M. (2010). Fatty acid profile of muscles, liver and mesenteric fat in wild and reared perch (*Perca fluviatilis* L.). *Food Chemistry*, 118, 764-768.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Żmijewski, T., Szczepkowski, M. 2003. A comparison of selected quality features of the tissue and slaughter yield of wild and cultivated pikeperch *Sander lucioperca* (L.). *Eur Food Res Technol.*217:401-405
- Jankowska, B., Zakęś, Z., Żmijewski, T., Szczepkowski, M., & Kowalska, A. (2007). Slaughter yield, proximate composition, and flesh colour of cultivated and wild perch (*Perca fluviatilis* L.). *Czech Journal of Animal Science*, 52, 260-267.
- Lindsay R.C., 1980. Comparative sensory analysis of aquacultured and wild yellow perch (*Perca flavescens*) fillets. *Journal of Food Quality* 3 (4), 283-289
- Lindsay, R. C. (1980). Comparative sensory analysis of aquacultured and wild yellow perch (*Perca flavescens*) fillets. *Journal of Food Quality* 3: 283-289.
- Mélard, C., Kestemont, P., & Grinard, J. C. (1996). Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): Effect of major biotic and abiotic factor on growth. *Journal of Applied Ichthyology*, 12, 175-180.
- Selli, S., Prost, C., Serot, T., (2009). Odour-active and off-odour components in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) extracts obtained by microwave assisted distillation-solvent extraction. *Food Chemistry*, 114, 317-322.
- Yamprayoon', J., & Noohorm, A. (2000). Geosmin and off-flavour in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 9,: 29-41.

Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Cíl práce.....	10
3.	Literární přehled	11
3.1.	Obecná biologická charakteristika candáta obecného	11
3.1.1.	Rozšíření candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>)	11
3.1.2.	Popis candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>).....	11
3.1.3.	Nároky na prostředí, chování, potrava a růst candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>).....	13
3.2.	Význam candáta na tuzemském a zahraničním trhu.....	13
3.3.	Chov candáta v intenzivních podmínkách	14
3.3.1.	Získání chovného materiálu.....	14
3.3.2.	Adaptace na intenzivní chov.....	15
3.3.3.	Intenzivní chov	16
3.4.	Kvalita a složení rybího masa.....	19
3.4.1.	Svalová soustava.....	19
3.4.2.	Složení rybího masa.....	20
4.	Materiál a metodika	25
4.1.	Získání a odchov experimentálního materiálu.....	25
4.1.1.	Ryby z intenzivního chovu	25
4.1.2.	Ryby z extenzivního chovu.....	26
4.2.	Výtěžnost filetu.....	26
4.3.	Textura svaloviny candáta	27
4.4.	Chemické složení svaloviny candáta	28
4.5.	Profil mastných kyselin ve svalovině candáta	29
4.6.	Senzorické posouzení kvality svaloviny candáta.....	29
4.7.	Zpracování dat	31
5.	Výsledky	32
5.1.	Výtěžnost filetu.....	32
5.2.	Textura svaloviny candáta	33
5.3.	Chemické složení svaloviny candáta	34
5.4.	Profil mastných kyselin ve svalovině candáta obecného.....	35

5.5.	Senzorické posouzení kvality svaloviny candáta.....	39
6.	Diskuze	41
7.	Závěr	45
8.	Použitá literatura	47
9.	Seznam tabulek, obrázků a příloh.....	51
10.	Přílohy.....	53

1. Úvod

Candát obecný (*Sander lucioperca*) patří mezi velmi atraktivní ryby z hlediska sportovního rybolovu pro svou náročnost při lovu a následně tedy veliký zážitek z jeho ulovení. V gastronomii je rovněž velmi ceněn pro vysokou kvalitu svaloviny bez svalových „Y“ kostic. Maso je bílé barvy s vynikající texturou a chutí (Hilge a Steffens, 1996).

Již koncem 18. stol. byl na Třeboňsku zaveden jako doplňková ryba do polykultur v kaprových rybnících (Šusta 1884). Pro svou oblíbenost se začal vysazovat i do nově napuštěných nádrží.

Poměrně dlouhá délka jednoho produkčního cyklu v přirozených podmínkách vedla k výzkumu dalších možností chovu směrem k intenzivnímu chovu v uzavřených chovech s patřičným čištěním zpětně používané vody. Chovem v recirkulačních systémech různé konstrukce dochází ke zrychlení růstu a zkrácení produkčního cyklu na 12 až 14 měsíců.

Tato práce porovnává a zároveň poukazuje na případné rozdíly v kvalitě masa mezi dvěma rozdílnými způsoby odchovu (extenzivním a intenzivním) candáta obecného (*Sander lucioperca*). Dále byl sledován i vliv sádkování intenzivně chovaných ryb na kvalitu finálního produktu.

2. Cíl práce

Cílem práce bylo vyhodnotit sensorické, chemické a technologické parametry masa candáta obecného (*Sander lucioperca*) chovaného v intenzivních podmínkách v porovnání s kvalitou svaloviny u candátů chovaných v rybníčních (extenzivních) podmínkách. Během práce byly hodnoceny parametry výtěžnosti, textury a chemického složení (N-látky, tuk, popeloviny). Dále byl stanoven profil mastných kyselin a v neposlední řadě bylo provedeno sensorické hodnocení tepelně upravených vzorků masa.

3. Literární přehled

3.1. Obecná biologická charakteristika candáta obecného

3.1.1. Rozšíření candáta obecného (*Sander lucioperca*)

Původní areál rozšíření candáta obecného (*Sander lucioperca*) byl na západě Evropy ohraničen povodím Labe a Dunaje včetně, na severu zahrnoval úmoří Baltského moře včetně jižních oblastí Švédska a Finska (Spurný, 1998). Na východě žije v povodí Volhy. Je rozšířen v řekách vtékajících do Aralského jezera, dále pak v povodí Kaspického moře, v přítocích Černého moře včetně severní oblasti Turecka. Původně nebyl v západní a jižní Evropě i na Balkánském poloostrově, kde se vyskytoval jen v přítocích Dunaje a v řece Marica. Candát obecný (*Sander lucioperca*) byl introdukován do povodí Rýna (1880), později do Francie, okolo roku 1920 je vysazen i ve Švýcarsku a do Bodamského jezera, do střední Anglie, rovněž na Pyrenejský poloostrov, do Itálie a na Balkán, takže v současné době je areál rozšíření podstatná část Evropy (Banareacu 1964). Candát obecný (*Sander lucioperca*) je druh morfologicky velmi stálý a nevytváří v rámci svého areálu žádné subspecie či jiné formy (Baruš a Oliva 1995).

V České Republice je rozšíření a výskyt candáta obecného (*Sander lucioperca*) v současné době ovlivněn umělým vysazováním. Proto ho můžeme nalézt ve většině stojatých vod – v údolních nádržích mimopstruhových, v jezerech po těžbě šterkopísku, v závlahových nádržích, ale i ve vodách v oblastech původně inundačních území větších řek (Labe, Morava, Dyje, Dunaj aj.). Na území Čech a Moravy je dokumentován výskyt především v řadě údolních nádrží Lipno, Želivka, Mušov, Věstonice, Slapy, Jordán, Seč a další (Baruš a Oliva 1995).

3.1.2. Popis candáta obecného (*Sander lucioperca*)

Vyznačuje se protáhlým robustním tělem torpédovitěho tvaru, z boků mírně zploštělé pokryté drsnými ktenoidními šupinami a klínovitou hlavou. Koncová řídce ozubená ústa mají na čelistech vedle malých i delší zuby. Oči jsou poměrně velké a zvláště utvořeny

na soumravné vidění. V oční komoře je pod sítnicí cévnatka, která je citlivá na světlo, je to tenká vrstva s krystalky guaninu. Světelný paprsek dráždí zrakové tyčinkovité buňky, jak při dopadu, tak i při následném odrazu, tím je umožněno lepší vidění v zakalených vodách, ve větší hloubce a za soumraku, je velmi citlivý na světlo a hluk (Baruš a Oliva 1995). Dvě hřbetní ploutve jsou oddělené mezerou. Břišní ploutve jsou posunuty dopředu těsně za úroveň prsních ploutví. Zadní okraj přední kosti skřelové je obloukovitý.

Zbarvení candáta obecného (*Sander lucioperca*) na hřbetní části je zelenošedé, případně až temně modré, směrem dolů na boky postupně světlejší, stříbřitě zelené. Břicho je žlutobílé až bílé, u některých jedinců poseté skvrnami. V době rozmnožování mají samci temnější zbarvení, zejména břicho bývá tmavé až černé nebo modravě skvrnité či mourovaté, u samic světlejší až čistě bílé (Dyk 1956). Na skřeli za ostnem bývá často namodralá lesklá skvrna. Na hřbetě a na bocích bývá 8 – 12 černozeleňých pruhů, obvykle přecházející směrem k břichu v nepravidelné skvrnění. Základní zbarvení ploutví je šedavě až zelenavě hnědé, prsní ploutve jsou břidlicově šedé, břišní a řitní ploutve mají slabě oranžový nádech. Na hřbetní a ocasní ploutvi jsou tmavé skvrny často uspořádány do řad (Oliva a kol. 1968).

Pohlavní dvojtvárnost není v období mimo rozmnožování mezi samci a samicemi nijak zřetelná. U samic je v období tření v důsledku většího objemu gonád břicho zvětšené a vypouklejší než u samců. Rozdíly ve zbarvení mezi mlíčákem a jikernačkou v tomto období jsou popsány výše. Ale ani tyto znaky nejsou spolehlivé pro rozeznání pohlaví.

Candát pohlavně dospívá ve věku 3 až 5 let a to v závislosti na životních podmínkách. Samci dospívají obvykle o rok dříve než samice. Tření v našich podmínkách probíhá od konce dubna až do června. K výtěru dochází při teplotě vody v rozmezí 10 – 14 °C v dubnu až květnu (Vladikov 1931, Oliva 1953). Jako trdlišť vyhledává nezabahnělá místa s písčitým, šterkovitým či hlinitým dnem, případně s vodními porosty a s hloubkou vody obvykle 0,5 - 2 m (Bastl 1969). Samec před třením buduje hnízda očištěním výtěrového podkladu od nánosů. Výtěr probíhá v párech a samec se po výtěru o vytřené jikry stará (hlídá je a čistí od nánosů) až do vykulení (Dyk 1956).

3.1.3. Nároky na prostředí, chování, potrava a růst candáta obecného (*Sander lucioperca*)

Je poměrně náročný na čistotu vody a na obsah kyslíku, nevyhovuje mu zabahněné dno. Je to původní ryba dolních toků větších řek. Vyhovují mu i větší vodní plochy s hlubokou vodou. Svá stanoviště vyhledává v hlubší vodě, kde je tvrdé a členitější dno s kameny, pařezy a zatopenými kmeny, či zmoly a sutě. Podle výzkumu se značkováním candáta obecného (*Sander lucioperca*) na údolní nádrži Lipno (Vostradovská 1974) je hodnocen jako ryba stanovištní, která podniká pouze v období rozmnožování třecí migrace na místa s vhodným typem výtěrového podloží. V průběhu roku jeho pohyby slouží k vyhledávání zóny s optimálním obsahem kyslíku. Na podzim a na zimu se přesouvá do větších hloubek (Baruš a Oliva 1995).

Candát je ryba žijící v hejnech. Početnost hejna s velikostí jedinců klesá. Hejno tvoří přibližně stejně veliké a staré ryb. Největší jedinci jsou většinou samotáři. Ve večerním období jeho aktivita vzrůstá a právě v tomto období vyjíždí ze svého stanoviště na loviště. Zimní období překonává v hlubší vodě v klidovém stavu podobnému zimnímu spánku (Lelek a kol. 1964).

Candát obecný (*Sander lucioperca*) je dravec, jehož potravu v dospělosti tvoří téměř výlučně ryby. Vylíhlé larvy tohoto druhu ryb začínají přijímat první potravu (drobný zooplankton) již při délce 5,8 mm. Při délce 12 mm se začíná objevovat kanibalismus a pakomárovité, jepice i chrostíky a velikostně odpovídající plůdek různých druhů ryb. Dospělý jedinci jsou výlučně dravci (Baruš a Oliva 1995).

Candát obecný patří původně k teplomilným rybám, ale v důsledku vysazování se vyskytuje i ve vyšších polohách. Jeho růst je podmíněn především dostatkem vhodné potravy v prvním roce života a délkou vegetačního období. Candát patří mezi středněvěké ryby. Nejvyšší prokázaný věk v našich vodách byl 9 let. U tohoto druhu lze počítat s maximálním věkem v rozmezí 15 – 25 let (Baruš a Oliva 1995).

3.2. Význam candáta na tuzemském a zahraničním trhu

V rámci českého trhu s rybami dominují dovezené mořské ryby. Z celkové roční spotřeby 5,7 kg rybiho masa na jednoho obyvatele představují mořské druhy více než 4

kg a zhruba 1,4 kg tvoří maso ze sladkovodních tuzemských ryb (dle aktuálního odhadu Rybářského sdružení ČR).

V dnešní době je celková evropská produkce candáta obecného více než 10 000 t. Mezi největší producenty patří Rusko, Finsko a Estonsko (Fao.org).

Průměrné roční množství ulovených ryb na udici na pstruhových a mimopstruhových vodách v České republice od roku 1990 do roku 2011 bylo 3 040 445,0 kg. Z tohoto množství ulovených ryb bylo pouze 101 255,3 kg candáta obecného o průměrné hmotnosti 1,84 kg. Celková produkce ryb v České republice v roce 2009 byla 24 183 t, odloveno bylo 4 112 t a odchováno v aquakultuře 20 071 t. Celkové množství vyprodukovaných dravých ryb v ČR v roce 2009 bylo 228 t. Množství exportovaných ryb do ČR v roce 2007 bylo 29 092 t a importováno do státu ve stejném roce 106 358 t (Fao.org).

Ve vnitrozemí má rybolov v posledních letech mírnou vzrůstající tendenci v roce 2009 bylo odloveno 10 323 810 t ryb. Celkového množství odloveného candáta na celém světě má klesající, ale v některých letech i stoupající tendenci v roce 2009 bylo uloveno 14 736 t. V rámci aquakultury se množství candáta ve světě zvyšuje, v roce 2009 bylo odchováno 747 000 t (Fao.org).

Cena tržního candáta na trhu v ČR neustále stoupá v dnešní době jeho hodnota činí $300 \pm 50,-$ Kč/kg. Cena nasazovaného candáta u ČRS je do 15 cm 0,30 Kč/cm + 2 Kč/ks dále do hmotnosti 0,5 kg - 150 Kč/kg.

3.3. Chov candáta v intenzivních podmínkách

3.3.1. Získání chovného materiálu

Přirozený výtěr

Při přirozeném výtěru se generační ryby nasazují do rybníka buď v monokulturní obsádce a nebo se přisadí k plůdku nebo násadě kapra. Množství generačních ryb se řídí velikostí rybníka a bývá to do deseti párů na ha. Důležitou podmínkou takového odchovu je kvalitní voda a přítomnost potřebného výtěrového substrátu. Plůdek se loví na podzim nebo na jaře dalšího roku. Nevýhodou této metody je malé množství plůdku bez možnosti kontroly výtěru (Čítek a kol. 1998).

Poloumělý výtěr

Tento způsob výtěru je znám již z dob Josefa Šusty (1881). Jde o metodu, kdy se do výtěrových rybníčků s písčitým dnem uloží na dno výtěrová hnízda na která se později vytírají jednotlivé páry candátů (1 hnízdo = 1 pár). O vytřené jikry na hnízdech se starají samci (hlídají a očišťují jikry). V období očních bodů se hnízda převezou do rybníků, kde dochází k vykulení. Z jednoho hnízda můžeme získat až 7 500 ks plůdku (Kouřil a Hamáčková 2005).

Umělý výtěr

Při této metodě se nejprve vyberou jikernačky a mlíčáci, které jsou před výtěrem umístěny ve žlabech, kde jsou pomocí fotoperiody a teploty připravovány na výtěr. Dále je použito hormonální stimulace s využitím různých přípravků. Injekce probíhá buď v jedné nebo ve více dávkách v určitém časovém odstupu. Umělý výtěr probíhá za anestezie, kdy na oplodnění 100 g jiker je použito mlíčí ze 2 až 3 samců. Inkubace probíhá v Zugských lahvích (Kouřil a Hamáčková 2005).

3.3.2. Adaptace na intenzivní chov

Základem intenzivního chovu je návyk (adaptace) na umělé krmivo, které je komerčně vyráběno.

U candáta je příjem umělého krmiva od samotného počátku nemožné. To je zapříčiněno tím, že larvy nemají při přechodu na exogenní způsob výživy ještě zcela plně vyvinutý gastrointestinální trakt, z toho vyplývá nezastupitelnost živé složky potravy v počátečních dnech odchovu (Baránek, 2008). Proto se často k intenzivnímu chovu využívá rychlený plůdek z rybníků (odchovaný na přirozené potravě). Pro převod se používá komerčně vyráběných krmiv především startérova krmiva pro pstruha. Pro následující odchov se nadále používá krmiv pro pstruha. Zvýšené množství tuku v krmivu se může projevit zvýšeným obsahem tuku ve svalovině, ve vnitřních orgánech a v přítomnosti většího množství viscerálního tuku. Nadbytek tuku v krmivu může vést až k tukové degeneraci jater, což prokázal Grignard a kol. (1996) u okouna říčního.

Hledáním optimálního živinového složení krmiva pro plůdek candáta obecného se zabývali Nyina-Wamwiza a kol. (2005). Nejlepších výsledků bylo dosaženo u krmiva s obsahem 43 % proteinů, 10 % lipidů a 15 % sacharidů.

Firma Biomar v současnosti nabízí kompletní krmný program pro candáta obecného. V chovu candáta mohou být využita následující krmiva: INICIO Plus a INICIO Plus G (velikost granule 0,4 – 2 mm) nebo INICIO 917 (1,1 – 2 mm) a navazující řada EFICO Sigma 870 (3 – 6,5 mm) od Biomaru. Dále TroCo Crumble Select EX (0,3 – 1,5 mm) přes navazující řadu TroCo Pre Grower - 12 Ex (2 mm) až do TroCo Supreme - 16 i 20 EX od firmy Coppens.

3.3.3. *Intenzivní chov*

Candát obecný patří mezi perspektivní sladkovodní ryby a to díky kvalitní a chutné svalovině, tím se dostal do podvědomí i konzumentů. Během roku je ovšem dostupný pouze na jaře a na podzim a to v omezeném množství.

Candát je schopný se v intenzivních chovech adaptovat a velice dobře zužitkovává předkládané krmivo, což vytváří předpoklady pro příznivou ekonomiku chovu (Baránek, 2008). Přesto, ale vzniká spousta otázek, které jsou podmínkou pro dobré zvládnutí chovu a k vyprodukování kvalitní potraviny pro konzumenty nebo násadového materiálu do volných vod. Mezi tyto otázky patří například způsob výtěru, použití hormonální stimulace, prvotní příjem krmiva, naplnění plynového měchýře a mnoho jiných problematik. V dnešní době už můžeme na některé otázky poskytnout odpovědi, ale některé jsou stále ještě ve fázi výzkumu.

Pro intenzivní chov se nejvíce používá rychlený plůdek předem odchovaný v rybnících a tedy plně zvyklý na vnější potravu což má za následek nižší ztráty při dalším intenzivním chovu než při přímém odchovu z vykuleného váčkového plůdku. Rychlený plůdek je ve stáří 1,5 až 2,5 měsíce a u nás se používá plůdek spíše ve velikosti 35 – 40 mm (Kouřil a Klimeš 2003). Tento plůdek je vhodnější pro postupný přechod na komerčně vyráběna krmiva a tedy i následný intenzivní chov. Baránek 2008 a Zienert a Heidrich 2005 zkoušeli převod candáta ročka do intenzivního chovu. Neshledala se ovšem s velkým úspěchem, a proto autoři tuto metodu doporučují pouze

jako alternativu. Pro ČR je tato metoda téměř neuskutečnitelná pro nedostatečné množství Ca1 a následující finanční náročnost.

Jedním z problémů v intenzivním chovu je převod plůdku z přirozené potravy na umělou dietu. Předmětem pokusů bylo, najít vhodnou kombinaci přirozeného a suchého krmiva pro přechod a následný úspěšný příjem diety. Mezi zkoumané kombinace patřili tyto metody 1. přímý převod na suchou dietu, 2. převod s využitím kombinované potravy (suchá dieta a přirozená složka) a za 3. převod s využitím polovlhké krmné směsi. Jako nejúčinnější metoda s vysokým procentem převedených ryb byla stanovena poslední metoda převod s využitím polovlhké krmné směsi. Tato metoda se úspěšně již používá při intenzivním chovu okouna říčního (Mareš a Hillermann, 2002; Stejskal, 2005).

Mezi důležité faktory v intenzivním chovu patří rovněž teplota, intenzita krmení, ale i fotoperioda, hustota obsádky a několik dalších biologických, fyzikálních a chemických aspektů.

Prvními dvěma a zároveň nejdůležitějšími faktory je teplota a frekvence krmení. Od přírodních podmínek se teplota a frekvence krmení liší stálostí během celého roku což tedy následně umožňuje i následný růst bez omezení. Kombinováním teploty a frekvence krmení pro optimální růst se zabýval Wang a kol. (2009). Který prováděl pokus na plůdku o hmotnosti $6,4 \pm 0,4$ g, kdy byly testovány tři teploty 20, 24 a 28 °C při různé intenzitě krmení jedenkrát, třikrát a šestkrát denně za fotoperiody 12 hodin světla a 12 hodin tmy. Použité krmivo bylo CATCO Grower – 12 EX, 1,2 mm od firmy Coppens. Toto krmivo bylo použito pro své chemické složení vyhovující candátovi (45% protein, 15% lipidů). Autor určil jako nejvíce vyhovující teplotu 28 °C s frekvencí krmení třikrát denně. Při této teplotě se dosáhlo nejvyšších výsledků u většiny zkoumaných hodnot (SGR, FI - příjem krmiva, FE - účinnost krmiva). Doporučená dávka při teplotě 28°C jsou 2% hmotnosti obsádky s klesající teplotou se dávka snižuje.

Další řešenou problematikou byla hustota ryb v nádržích hlavně z důvodu velikosti přírůstu obsádky. Negativní vliv velikosti hustoty na míru přežití a kanibalismus nebyl prokázán. Touto problematikou se zabývali SZKUDLAREK a ZAKĘŚ (2007). Pokus proběhl ve dvou fázích. V první části byly ryby nasazeny do 200 l kuželových nádrží o hmotnosti 0,5 mg, délky těla 5,6 mm a o hustotě 25, 50 a 100 ks.l-1 v časovém období 14 dnů. Larvy byly krmeny směsí živé a suché potravy. V této části pokusu nastala dvě období úhynu při přechodu na exogenní výživu a při naplnění plynového měchýře. Na

tuto část navazoval druhý pokus, kdy byly použity ryby z první části. Nasazené ryby byly o hmotnosti 35 mg, délce těla 15,6 mm ovšem s nižší hustotou obsádky a to 6, 10, 15 ks.l-1. Pokus probíhal 21 dní, kdy se ryby krmily pouze suchou dietou se snižující dávkou lipidů z 13% na 10%. Autoři navrhnou počáteční koncentraci larev candáta obecného v recirkulačním systému 100 ks.l-1 mezi 4 a 18 dnem a 15 ks.l-1 v období od 19 dne.

Jedním z kritických faktorů intenzivního chovu je raný kanibalismus, který se vyskytuje již od 10 – 15 dne po jejich vykulení a může působit ztráty a 40% (Mélard a kol., 1995; Vlavanou a kol., 1995; Baras a kol., 2003). Kanibalismus můžeme zmírnit, ale ne úplně odstranit, velikostním tříděním larev a juvenilních ryb, které je v intenzivních chovech candáta obecného realizováno v 14 – 28 denních intervalech. Pro odchov jsou nejvýhodnější krychlové nebo válcovité nádrže s kónickým zúžením, většinou jsou plastové nebo sklolaminátové s objemem vody 300 až 1 000 litrů vody napojené na recirkulační systém. Z důvodu lepší detekce potravy odchovávanými candáty je doporučováno používat pro odchov larev tmavší stěny nádrží (Tamazout a kol., 2000; Strand a kol., 2007).

Techniku krmení je třeba volit tak, aby bylo krmivo aplikováno na co největší plochu nádrže. Pásová samokrmítka se neosvědčila, neboť jejich používání vede ke zvyšování hmotnostní heterogenity v obsádce. Následný nerovnoměrný růst má za následek horší využívání krmiv, zvýšený kanibalismus a v neposlední řadě i zhoršení ekonomických ukazatelů chovu (Policar a kol., 2009).

Pro intenzivní způsob odchovu larev candáta obecného se doporučuje používat počáteční hustoty obsádky 20 – 50 ks.l-1 čerstvě vylíhnutých larev. Počáteční hustotu odchovávaných larev lze zvýšit až na 100 ks.l-1 za předpokladu pozdějšího zředění obsádky. Pro odchov larválních stádií je doporučována teplota 17 °C zajišťující dostatečný růst larev a uspokojivé přežití (omezený rozvoj kanibalismu) na rozdíl od optimální teploty 23 °C, při níž ovšem dochází k silnému rozvoji kanibalismu (Kestemont a kol., 2008). Pro odchov juvenilních stádií je doporučována teplota vody kolem 20 – 23 °C. Nasycení vody kyslíkem je třeba udržovat jak u larev, tak i u juvenilů nad 70 %, což představuje koncentraci kyslíku přibližně nad 6 mg O₂.l-1. Koncentrace amoniaku by neměla v obou případech odchovu přesáhnout 0,2 mg. l-1, v případě dusitanů je limit 0,5 mg. l-1. Pro odchov larev i juvenilů se jeví jako výhodnější mírné

zvýšení salinity vody při jejich odchovu na hodnotu 0,6 – 0,8 g. l-1 (Bein a Ribí, 1994; Overton a kol., 2008).

3.4. Kvalita a složení rybího masa

3.4.1. Svalová soustava

Obecně u ryb kosterní svalovina vykazuje vyšší míru růstu směrem od larválního vývoje k dospělosti. Zlepšení podmínek odchovu nepřímo zvyšuje podíl svaloviny. Sledujeme-li tvar těla ryby je patrné, že různé svaly vykazují různou alometrii růstu. Je to částečně důsledkem anteroposteriálního gradientu růstu. (Vácha 2000). Vývoj tkání vertebrální osy, který je pozorovatelný v období raného vývoje ryb se promítá i do pozdějšího období, často až do tržní velikosti (Vácha 2000). Jako zdroj pohybu a především z hlediska konzumního má mimořádný význam svalstvo, které je u ryb z největší části uloženo těsně pod kůží (Baruš a Oliva 1995).

Světlá vlákna jsou rozměrově větší, mají glukózový metabolismus pro dodávku energie a jejich odezva kontrakcemi na podněty je rychlá a vysoce intenzivní. Vysoká rychlost kontrakce je umožněna rychlou dodávkou Ca^{2+} , což je umožněno proteinem jako je parvalbumin, který váže Ca^{2+} . Fakt, že světlá vlákna užívají glykogen jako energetický zdroj, je u některých kaprovitých ryb spojen s jeho vyšším obsahem, ale u jiných kaprovitých, tak jako obecně u ryb vůbec, pomalá vlákna obsahují více glykogenu než světlá vlákna díky jejich aktivnímu metabolismu. (Vácha 2000). Tato svalová vlákna se stahují při podráždění rychleji než svalová vlákna červená ale jsou snadno unavitelná. Kromě příčně pruhovaných svalů světlých se vyskytuje v téže skupině také svalstvo zbarveno tmavě červeně (Baruš a Oliva 1995).

Červená vlákna jsou relativně menší velikosti, mají oxidační metabolismus, vysoký obsah aktivních mitochondrií a vyšší aktivitu dehydrogenázy a obsahují více myoglobinu, které dodává svalům zbarvení. Červená svalová vlákna se stahují sice pomaleji, nižší intenzitou a mají delší latenci než vlákna světlá, ale jsou jimi vybaveny svaly dlouhodobě vytrvale pracující. Světlá svalovina, v porovnání s tmavou, je charakterizována vyšší aktivitou ATPázy (Vácha 2000).

3.4.2. Složení rybího masa

Na chemické složení rybí svaloviny má vliv mnoho intravitálně působících faktorů, z nichž nejvýznamnější je druh ryby, její výživa (použité krmivo), věk, pohlaví, stádium pohlavního cyklu, dále pak prostředí, ve kterém ryba žije a další. Rybí maso obsahuje více vody než maso teplokrevných hospodářských zvířat.

Obsah vody

Obsah vody v rybí svalovině zpravidla kolísá v rozmezí 60 – 80 % a je závislý na obsahu tuku, stádiu pohlavního cyklu a také na anatomickém uložení jednotlivých partií svaloviny v téže rybě. Obsah vody v těle se u ryb během roku obvykle zvyšuje s přibližující se dobou tření. Zvýšený obsah vody má následně vliv na senzoryckou jakost rybího masa, neboť je příčinou jeho vodnatější a měkčí konzistence. Zároveň také negativně ovlivňuje údržnost rybího masa, která je u ryb obecně velmi krátká v důsledku snadné mikrobiální degradace (Vácha a Buchtová 2005).

Obsah vody u candáta obecného a pstruha obecného (duhového) je 0,78 % v požitelném podílu, u okouna říčního a štiky obecné je podíl 80 %, lina obecného 77 % a u sumce velkého pouze 72 % (Vácha a Buchtová 2005).

Obsah bílkovin

Bílkoviny rybího masa jsou považovány za plnohodnotné, neboť obsahují všechny esenciální aminokyseliny, a to ve velmi vyváženém příznivém poměru. Do základního obsahu esenciálních aminokyselin patří lyzin, tryptofan, histidin, fenyloalanin leucin, izoleucin, threonin methionin, cystin a valin. Obsah bílkovin kolísá v rybí svalovině nejčastěji v rozmezí 15 – 20 %. U některých druhů ryb může být zjištěné množství i nižší než 15% nebo vyšší než 20 %. Rybí maso obsahuje jen velmi málo pojivových bílkovin a bílkovina elastin v něm není obsažena vůbec. Tato skutečnost je příčinou snadné a rychlé kulinární úpravy rybího masa. Bílkoviny rybího masa jsou navíc lidským organismem velmi dobře stravitelné a využitelné (Vácha a Buchtová 2005).

Obsah bílkovin u candáta obecného a pstruha obecného (duhového) je 19 %, okoun říční, štika obecná a lín obecný mají 18 % a nejmenší množství má opět sumec velký 15 % požitelného podílu. Přísady ve vyrobených krmivech pro okouna se změnilo k lepšímu, aby lépe odpovídaly požadavkům bílkovin a tuků přírodního krmiva okouna.

Tato vylepšená krmiva jsou závěrem studie Browna a kol. (1996), který definoval požadavky na výživu okouna.

Obsah tuků

Rybí tuky patří co do obsahu k nejproměnlivějším složkám rybí svaloviny. Tuky (lipidy) jsou z chemického hlediska estery alkoholů a vyšší mastných kyselin. Alkoholem v lipidech je zejména glycerol, ale také i vyšší alkoholy (Vácha 200). Lipidy u ryb jsou rozdělovány do dvou hlavních skupin fosfolipidy a triglyceridy. Fosfolipidy tvoří integrální součást buněčných membrán a proto jsou často nazývány strukturálními lipidy. Triglyceridy jsou lipidy sloužící pro energetické zásoby v tukových depozitech, obvykle ve zvláštních tukových (apozitních) buňkách s fosfolipidovou membránou a menším obsahem kolagenu. Triglyceridy tvoří depotní tuk (Vácha 2000).

Obsah tuku v těle i ve svalovině se zvětšováním tělesné hmotnosti zvyšuje a je spojen s poklesem obsahu vody. To je obecně platným pravidlem u živých organismů a je to přímým důsledkem zvyšujících se možností tvorby tukových depozit stoupajícím věkem. Existuje rovněž vliv vztahu velikost/růst při němž je různý obsah tuku u ryb stejného věku a různé velikosti. Platí, že jestli je stimulován růst v určitém stadiu vývoje, jak u mladých, tak u tržních ryb, je doprovodným efektem zvýšení obsahu tuku v těle i ve svalovině. Krmivo je hlavním faktorem ovlivňujícím obsah tuku v těle (Vácha 2000). U většiny druhů ryb je tuk přítomný v různém množství ve svalové tkáni a také lokálně uložený pod kůží a ve vnitřnostech. Některé druhy ryb mají tuk soustředěn v játrech, která jsou velká a slouží jako zásobárna energie. K takovým druhům ryb patří například treskovité ryby, jejichž játra obsahují 40 – 65 % tuku, zatímco jejich svalová tkáň je na tuk poměrně chudá (Vácha a Buchtová 2005).

Podle obsahu tuku se ryby dělí na málo tučné do 2 % jsem patří ze sladkovodních ryb štika obecná, candát obecný, okoun říční a lín obecný z mořských ryb pak většina treskovitých. Středně tučné 2 – 10 % jsou ryby kapr obecný a pstruh obecný (duhový). Tučnou rybou s obsahem tuku ve svalovině více než 10 % je úhoř říční (Vácha a Buchtová 2005). Maso volně žijících ryb je pevnější (co se textury týče), což by mohlo být připsáno nižšímu obsahu tuku a vyšší úrovni aktivity (Fuentes a kol. 2010). Rovněž Haard (1992) popisuje u volně žijících ryb štíhlejší vzhled než u chovaných ryb, ovšem velké změny ve velikosti jsou důsledkem úživnosti prostředí a probíhajícího ročního období.

Rybí tuky patří mezi specifické výživové složky ryb. Tato specifčnost spočívá v tom, že rozdíl od tuků teplokrevných jatečných zvířat mají charakteristické uspořádání uhlíkových řetězců mastných kyselin. Mastné kyseliny můžeme rozdělit do tří skupin nasycené mastné kyseliny, mononenasycené mastné kyseliny a polynenasycené mastné kyseliny. Polynenasycené mastné kyseliny dále dělíme na kyseliny n-3 (EPA a DHA) a n-6 (Kalač a Špička 2006). Tyto mastné kyseliny označovány jako kyseliny řady n – 3 (dříve omega – 3), a to podle umístění první dvojně vazby, která se nachází na třetím uhlíkovém atomu od methylového konce kyseliny. Základní kyselinou řady n – 3 je kyselina alfa – linoleová, kterou si dokáží syntetizovat pouze rostliny. Pro člověka jako i pro ostatní živočichy, je kyseliny alfa – linolenová nepostradatelnou exogenní, tj. esenciální složkou potravy. Tato základní kyselina řady n – 3 se v organismu postupně enzymově metabolizuje (elongace a desaturace uhlíkového řetězce) ve vyšší a výše nenasyčené mastné kyseliny, které mají ve svých řetězcích rostoucí počet dvojných vazeb a uhlíkových atomů (Vácha a Buchtová 2005). Všichni obratlovci včetně člověka, ale i ryb, postrádají enzymy, které by z kyseliny olejové vytvářely kyseliny linolovou a alfa- linolenovou. I proto jsou tyto dvě kyseliny pro ryby esenciální. Nezbytnými enzymy (elongasami a desaturasami jsou vybaveny především ty druhy ryb, který mají nízký příjem HUFA v potravě. Obecně platí, že aktivita enzymů je vyšší v řadě n-3 než n-6 viz. příloha č.1. (Kalač a Špička 2006). Tyto proměny v organismu však nejsou vždy dostatečně rychlé a pohotové, a proto je přirozená přítomnost polynenasycených mastných kyselin v potravinách pro živý organismus daleko cennější. Biologický význam těchto polynenasycených mastných kyselin spočívá v počtu dvojných vazeb a v jejich umístění na uhlíkovém řetězci. Biologicky zvláště cenné jsou zejména kyseliny eikosapentaenová (EPA 20:5) a kyselina dokoheptaenová (DHA 22:6).

Tyto polynenasycené mastné kyseliny mají významnou roli především v prevenci srdečních a cévních onemocnění. Zlepšují srdeční akci a snižují riziko vzniku arytmií, které jsou závažné zejména ve vztahu k onemocnění věnčitých cév srdce. Výrazně snižují hladinu cholesterolu a triacylglycerolů, a to zejména u osob, u kterých je jejich hladina zvýšena. Snižuje riziko zvýšení krevního tlaku a mají značný vliv v prevenci diabetu. Podmínkou dosažení tohoto projektivního efektu polynenasycených mastných kyselin je zařazení 2 – 3 rybích jídel za týden (tj. asi 200 – 300 g za týden) nebo požití 2 - 3 g rybího oleje za den (Vácha a Buchtová 2005). Podle Fuentes a kol. (2010) některé mastné kyseliny souvisejí s charakteristickou chutí ryb, jako je kyselina glutamová,

kyselina asparagová, alanin a glycin, které jsou hojnější u intenzivně chovaných mořských okounů (*Dicentrarchus labrax*). Chemické složení u hospodářsky nejvýznamnějších ryb v ČR viz. tabulka č.1.

Tabulka č.1. Chemické složení ve 100 g požitelného podílu a požitelný podíl v % u dravých ryb (Vácha a Buchtová 2005)

Druh ryby	Poživatelný podíl %	Energetická hodnota kJ	Voda g	Bílkoviny g	Tuk g	Popel g
Sumec velký	60	728	72	15	11	1
Pstruh obecný i duhový	50	435	78	19	2	1,2
Štika obecná	55	372	80	18	0,9	1,1
Okoun říční	38	372	80	18	0,8	1,3
Candát obecný	55	393	78	19	0,7	1,2
Lín obecný	45	355	77	18	0,8	1,8

Obsah vitaminů

Ryby jsou významným zdrojem lipofilních vitaminů A a D a také některých hydrofilních vitaminů B komplexu. Obsahy jednotlivých vitaminů v tělech ryb vykazují rozdíly jak mezi jednotlivými druhy ryb, tak také uvnitř jednoho druhu. Obsah vitaminu A v rybách a také vodních savcích je mnohem vyšší než v tělech jatečných zvířat a závisí především na výživě ryb a jejich pohlavním cyklu. Bylo prokázáno, že nejvyšší obsah vitaminů A se nachází v rybách v době tření. Vitamin A se ukládá především v játrech. Významným zdrojem vitaminu A je ze sladkovodních ryb úhoř říční. Vitamin D se ukládá především v lipidech svaloviny a jeho hlavním zdrojem jsou tučné mořské ryby jako jsou sledi, makrely a tuňáci. Libová svalovina obsahuje vitaminu D jen velice málo. Z vitaminů skupiny B je v rybách obsažen zejména vitamin B₁₂ (kobalamin), a to zejména svalovinou sledů a makrel. Tmavě zbarvené maso obsahuje tohoto vitaminu několikanásobně více než bílá svalovina. Tyto dvě mořské ryby a také tuňák a ze sladkovodních ryb pstruh jsou bohatým zdrojem vitaminu B₆ pyridinové deriváty, pyridoxol (pyridoxin), pyridoxal a pyridoxamin. Vitamin B₂ – riboflavin je obsažen zejména v tmavé svalovinu sledů a makrel. Kyselina pantotenová je obsažena v poměrně značných množstvích ve svalovinu sledů a pstruhů. Tmavá svalovina přitom obsahuje 2 – 3x více tohoto vitaminu než svalovina bílá. V tučných rybách se také nachází značné množství kyseliny nikotinové (Vachta a Buchtová 2005).

Množství vitamínů u candáta obecného je následující: A $140 \text{ M.J.}\cdot 100\text{g}^{-1}$, D $0 \text{ M.J.}\cdot 100\text{g}^{-1}$, Tokoferol $0 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, B₁ $0,1 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, B₂ $0,15 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, kys. nikotinová $5 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, kys. pantotenová $2 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, B₆ $0,69 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ a B₁₂ $0,005 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (Vácha a Buchtová 2005).

Obsah minerálních látek

Obsah minerálních látek v požitelném podílu činí asi 1 – 2%. Jsou obsaženy zejména v kostech a v nich jsou zastoupeny hlavně vápníkem a fosforem. Drobné svalové kůstky jsou v průběhu některých technologických procesů změkčovány a konzumovány jako součást rybího masa. Stávají se tak pro lidský organismus cenným zdrojem těchto minerálních látek. Mezi polotovary umožňující zvýšit stravou příjem vápníku a fosforu patří také filety z kaprů s prořezanými svalovými kůstkami, které jsou v dnešní době spotřebitelům nabízeny.

Ryb jsou významným zdrojem draslíku, a zejména sladkovodní ryby se vyznačují velmi nízkým obsahem sodíku, takže jsou vhodné pro dietní stravování (Vachta a Buchtová 2005).

Obsah jednotlivých minerálních složek ve svalovině candáta obecného je následující: sodík $53 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, draslík $268 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, vápník $59 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, hořčík $23 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, železo $0,4 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, měď $0,04 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, fosfor $190 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, zinek $0,53 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

4. Materiál a metodika

4.1. Získání a odchov experimentálního materiálu

4.1.1. Ryby z intenzivního chovu

Pro chemické, fyzikální a senzorické hodnocení bylo cílem získat tržní candáty což představuje minimální požadovanou hmotnost 800 g. Ryby byly chovány na recirkulačním systému u firmy Švarc chov ryb na oteplené vodě v nádržích (6 x 8 m³ a 11 x 1 m³). Nedílnou součástí systému byla mechanická a biologická filtrace a kyslíkové směšovače. Na tomto systému probíhal současně odchov úhořího monté (*Anguila anguila*) a sumce velkého (*Silurus glanis*).

Na recirkulační systém byly nasazeny ryby ve stáří deseti měsíců po vykulení. Před tímto nasazením byly ryby chovány rovněž v intenzivních podmínkách recirkulačního systému (po adaptaci na intenzivní chov). Celková hmotnost nasazené obsádky byla 513 kg v počtu 6 000 ks. Na začátku pokusu byla obsádka rozdělena do pěti hmotnostních skupin od 60 do 170 g o celkové délce od 197 do 263 mm.

Celková doba odchovu byla 295 dní, v jeho průběhu bylo provedeno 10 přelovení, kdy se sledovaly biometrické ukazatele odchovávaných ryb (celková délka těla, standardní délka těla, hmotnost), biomasa a počet ryb. Veškerá manipulace s rybami byla provedena po anestezii pomocí rozpuštěného hřebíčkového oleje (0,03 ml·l⁻¹) ve vodě. Ryby byly v rámci každého přelovení tříděny pomocí mechanické třídičky s vyměnitelným roštem nebo ručně. V průběhu kontrolního přelovení se ryby nekrmily.

Během odchovu byly 3 x denně v 8:00, 15:00 a 18:00 h zaznamenávány údaje o množství rozpuštěného kyslíku, teplotě vody a případné ztráty ryb (kusové i hmotnostní). Světelný režim dne začínal v 7:00 h a byl ukončen v 19:00 h v tomto časovém rozmezí bylo rybám předkládáno i krmivo ve čtyřech dávkách v intervalu čtyř hodin. Rybám bylo podáváno krmivo TROCO PRIME18 značky Coppens International (Helmond, Nizozemí) nejprve ve velikosti 3 mm dále pak 4,5 mm, obsah N-látek a tuku byl u obou krmiv stejný 42 % a 18 %. Podávané množství krmiva bylo *ad libitum* aplikované ručně na hladinu vody. Nutriční a energetické složení viz. tabulka č.2..

Tabulka č.2. Krmivo firmy Coppens International b. v. (Helmond, Nizozemí) použité během odchovu candátů. Hodnoty deklarované výrobcem.

název krmiva	TROCO PRIME-18
hmotnostní interval	do 120
granulace	3,0 a 4,5 mm
N-látky (%)	42
tuk (%)	18
vláknina (%)	1,8
popeloviny (%)	6,0
energie hrubá (MJ)	21,6
energie vstřeb. (MJ)	19,6
energie metab. (MJ)	17,6
vit. A (IU/kg)	15 000
vit. D3 (IU/kg)	2 000
vit. E (mg/kg)	200
vit. C (mg/kg)	150
fosfor (%)	0,9
vápník (%)	1,0
sodík (%)	0,2

4.1.2. Ryby z extenzivního chovu

Plůdek candáta obecného byl získán umělým výtěrem. Výtěr a inkubace proběhly na líhni v Nových Hradech. Vykulený plůdek byl převezen na rybník Žár, kde byl nasazen a odchováván pouze na přirozené potravě (zpočátku zooplankton později krmné ryby). Ve věku 3 + byly ryby na podzim sloveny a použity pro senzorické hodnocení.

4.2. Výtěžnost filet

U obou skupin, jak z intenzivního chovu tak i z extenzivního, proběhlo vyláčení trávicího traktu po dobu dvou dnů. Vyláčené ryby, z intenzivního chovu a z rybníčních podmínek, byly mezi sebou porovnávány. Pro zjištění hodnot výtěžnosti byly ryby usmrceny v souladu s vyhláškou Mze č. 245/1996 Sb. U takto usmrcených ryb byly zjištěny biometrické údaje (celková délka a délka těla v mm, celková hmotnost v g). Dalšími zjišťovanými údaji byli hmotnosti: vykuchané ryby bez vnitřností, hlavy

odříznuté tak aby pletenec prsní ploutve zůstal u těla, kůže i se šupinami, ploutve oddělené při bázi, fileta bez kůže a zbytek trupu (po filetaci bez vnitřností, hlavy a ploutví). Mezi získanými hodnotami byla i hmotnost vnitřností z vykuchané ryby, ale i jednotlivé orgány tedy: střevo, játra, slezina, gonády a periviscerální tuk.

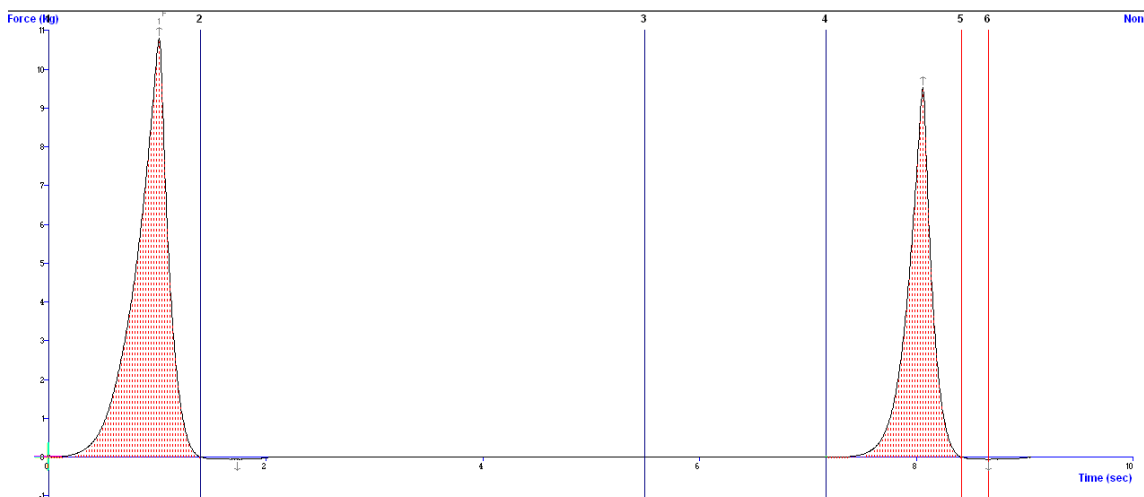
Pro určení délkových rozměrů bylo použito měřítko s nejmenší měřenou délkou 1 mm a pro zjištění hmotnosti, váhy značky Kern s přesností na 0,01 g a 0,1g. Získaná rybí svalovina po filetaci byla rozdělena na tři díly směsných vzorků (pro základní chemickou analýzu, mastné kyseliny a texturu) uzavřených v polyetylenových sáčcích, označených číslem, skupinou a typem pro určenou zkoušku. Jednotlivé vzorky byly chlazeny v termonádobách s drceným ledem.

4.3. Textura svaloviny candáta

Pro hodnocení textury byly použity ryby z intenzivního chovu Ing. Jaroslava Švarce, které byly porovnávány s rybami z rybničního (extenzivního) chovu. Z těchto dvou skupin bylo celkem odebráno 40 vzorků (20 vzorků z každé skupiny). Vzorek byl odebrán z hřbetní části filetu v čtvercovém tvaru 50 x 50 mm. Vzorek byl uskladněn po dobu hodiny v izotermické nádobě při teplotě 10 °C.

Měření textury syrových filet candáta bylo provedeno pomocí textuometru TA.XT Plus (Godalming, England). Nastavení přístroje proběhlo pomocí metodiky (Cepák, Vácha a Vejsada 2009). Použitým typem sondy byla válcová P 75 určená pro měření u ryb. Jednotlivé měřené vzorky svaloviny byly pokládány na plochu kůží směrem dolů (kůže byla odstraněna). Před každým měřením byla sonda opláchnuta pomocí destilované vody a očištěna papírovým ubrouskem. Vytvoření a uložení testu proběhlo rovněž dle metodiky (Cepák, Vácha a Vejsada 2009).

Výsledkem testu byla tabulka hodnot podle kterých byl sestaven graf. Pomocí naměřených dat se dále vypočítávali mechanické ukazatele kvality rybí svaloviny. Mezi primární ukazatele patřila: tvrdost (hardness) – H, která je znázorněna jako nejvyšší vrchol křivek, soudržnost (cohesiveness) – což je podíl ploch jednotlivých křivek - A_2 / A_1 a elasticita (springiness) – která je podílem jednotlivých časů měřených při jednotlivých cyklech T_2 / T_1 poslední hodnotou byl sekundární ukazatel a to gumovitost (gumminess) – součin tvrdosti a soudržnosti (pro polotuhé vzorky).



Obr. č.1. Výsledná křivka textuometru (osa x doba měření 10 s, na ose y jednotky tlaku)

4.4. Chemické složení svaloviny candáta

Pro chemickou analýzu byly použity vzorky odebrané z filetu bez kůže dle metodiky uvedené výše v kapitole 4.2.. Chemický rozbor obsahoval tato stanovení N – látky, obsah tuku ve svalovině a obsah popelovin. Celkem bylo porovnáno 7 vzorků od každé skupiny (n=14).

Stanovení N – látek bylo provedeno metodou stanovení veškerého amino - dusíku podle Kjeldahla na přístroji Kjeltec. Vzorek byl mineralizován varem v kyselině sírové za přídavku katalyzátoru. Dusíkaté látky byly převedeny na formu síranu amonného, z něhož byl po zalkalizování hydroxidem sodným uvolněn amoniak, který byl po vydestilování s vodní parou jímán do předlohy s kyselinou sírovou. Přebytek nespotřebované kyseliny byl stanoven titrací hydroxidem sodným. Po odečtení vytitrovaného množství kyseliny od původního množství kyseliny bylo zjištěno množství kyseliny, které zreagovalo s amoniakem ze vzorku. Pro výpočet množství dusíku bylo použito stechiometrické vyjádření reakčního děje. Destilace byla provedena na přístroji Kjeltec system 1002 Distiling unit. Obsah dusíkatých látek byl vypočten násobením koeficientem 6,25.

Stanovení tuku bylo provedeno extrakcí podle Soxhleta. Tuk byl po odstranění obsahu vody sušením extrahován rozpouštědlem (petroléterem), které bylo odpařeno a tuk zvážěn.

Procento obsahu tuku (x) bylo vypočteno: $X = 100 * [(e - p) / n]$

kde: X - obsah tuku v původním vzorku (%)

e - hmotnost patrony před extrakcí (g)

p - hmotnost patrony po extrakci (g)

n - původní navážka (na stanovení obsahu vody) (g)

Pro stanovení popelovin byl vzorek spálen za stanovených podmínek při teplotě 550 °C do konstantní hmotnosti. Dále byl zjištěn rozdíl mezi hmotností vzorku před spálením a po spálení. Ze získaného rozdílu byl zjištěn obsah popelovin v mase.

4.5. Profil mastných kyselin ve svalovině candáta

Vzorky svaloviny získané dle metodiky uvedené výše v kapitole 4.2. byly analyzovány na spektrum mastných kyselin. Stanovení probíhalo metodou plynové chromatografie na přístroji Varian 3300 (30 x 0,53 mm) a 0,25 µm tloušťce filmu (OMEGAWAX 530). Analýza probíhala při počáteční teplotě 170 °C, rychlosti ohřevu 3 °C.min⁻¹, konečné teplotě 240 °C, teplotě nástřiku 250 °C a teplotě detektoru 250 °C. Jako nosný plyn byl použit dusík (3 ml. min⁻¹). Celková doba analýzy byla 30 min. Přítomnost a množství dané mastné kyseliny byla vyjádřena načítáním jednotlivých vrcholů (píků). Během analýzy bylo postupováno podle metodiky Javorský a Krečmer (1987). Celkem bylo porovnáno 10 vzorků od každé skupiny (n=20). Z takto naměřených hodnot a specifikovaných skupin mastných kyselin byly počítány indexy aterogenicity (AI) a thrombogenicity (TI).

$$AI = [12:0 + (4 * 14:0 + 16:0)] / [(PUFA_{n-6+n-3}) + 18:1 + \text{další MUFA}]$$

$$TI = [14:0 + 16:0 + 18:0] / [0,5 * 18:1 + 0,5 * \text{další MUFA} + 0,5 * n-6PUFA + 3 * n-3PUFA + (n-3PUFA * n-6PUFA)]$$

4.6. Senzorické posouzení kvality svaloviny candáta

Při senzorickém hodnocení byly porovnány tři skupiny ryb (celkem 30 ryb). První skupina byla chována v intenzivních podmínkách (podmínky chovu viz. výše), druhá rovněž z intenzivních podmínek stejně jako první ovšem po ukončení chovu byla dále sádkována 10 dní v pitné vodě. Poslední skupina byla kontrolní a ryby pocházely

z rybničních podmínek. Vzorčky byly naporcovány z candátího filetu bez kůže, zastoupeny byly všechny partie candátího trupu kromě ocasní části. Časový odstup mezi přípravou a sensorickou zkouškou nebyl větší než tři hodiny, kdy po tuto dobu byly ryby uchovávány v izotermické nádobě při teplotě 5 °C.

Takto upravené vzorky byly dány zhruba do poloviny objemu uzavíratelných sklenic (vzorkovnic), které byly označeny třímístným kódem. Připravené vzorkovnice se vložily do předem vyhřáté elektrické trouby značky Mora na 250 °C na dobu 20 min. Vzorčky masa byly vařeny ve vlastní šťávě bez přidání ochucovadel.

Senzorické hodnocení bylo prováděno pomocí panelu 11 lidí, kteří byli od sebe vizuálně odděleni pomocí dřevěných desek do jednotlivých boxů. Mezi dílčími ochutnávkami bylo pro neutralizaci chuťových receptorů podáváno pečivo k zajištění a voda nebo destilát (bez příchutě) k zapití.

Senzorické hodnocení bylo provedeno ve třech opakováních pro každou skupinu, to znamená 33 hodnocení pro každou skupinu. Sledovanými znaky byly vůně, chuť, pachů a konzistence. Hodnocení vzorků proběhlo značením na nestrukturované hédonické stupnici, kdy každý znak měl svou úsečku. Při vyhodnocování se vycházelo z milimetrové vzdálenosti od začátku úsečky, kdy její počátek znamenal nejlepší hodnocení pro danou vlastnost a naopak konec nejhorší kvalitu. Nejlepší byl tedy vzorek, který měl nejmenší počet bodů po součtu všech znaků. Vyhodnocování probíhalo dvěma způsoby. Nejprve byl hodnocen každý znak samostatně mezi jednotlivými skupinami a dále skupiny mezi sebou (extenzivní, intenzivní sádkovaný a nesádkovaný).

Další součástí sensorického hodnocení bylo stanovení kvality svaloviny pomocí preferenční zkoušky. Tato zkouška vycházela z předcházejícího hodnocení sensorické zkoušky. Byla tedy provedena rovněž 11 lidmi, u třech skupin ryb (extenzivní chov, intenzivní chov sádkované a nesádkované ryby) a za stejných podmínek. Rozdíl při hodnocení vzorku spočíval v přiřazení čísla 1 až 3 (to odpovídalo počtu 3 vzorkům). Nejlepší vzorek byl hodnocen číslem 1 a naopak nechutný číslem 3. Tato zkouška byla taktéž provedena ve třech opakováních. Vyhodnocení bylo provedeno podílem sečtených čísel u stejných skupin od různých hodnotitelů s celkovým počtem vzorku.

4.7. Zpracování dat

Důležitá a zároveň vypovídající data experimentu byly porovnány analýzou variance ANOVA. Předpoklady pro ANOVU byly otestovány Cochran-Hartley-Bartlet testem. Rozdíly hodnot mezi sledovanými skupinami byly zpracovány Tukeyho HSD testem a znázorněny pomocí symbolů v grafech. Pro data ze sensorické analýzy nebyly splněny předpoklady, proto byl použit Kruskal-Walisův mediánový test. Testy byly provedeny při hladině významnosti $p < 0,05$. Data o procentech a koeficientech byla ošetřena *arcsin* transformací. Data jsou prezentována jako průměr \pm S.D.

5. Výsledky

5.1. Výtěžnost filet

Skupina odchovávaná v intenzivních podmínkách se při porovnávání lišila od skupiny chované v extenzivních podmínkách v celkové hmotnosti těla 554 g (INT) a 440 g (EXT), což odpovídalo rybám ve věku 1+ (16 měsíců) v intenzivních podmínkách a 3+ v extenzivních podmínkách. Z hodnot, které byly získány podle metodiky viz. výše kapitola 4.2. byly dále vypočítány podíly jednotlivých částí k celkové hmotnosti těla.

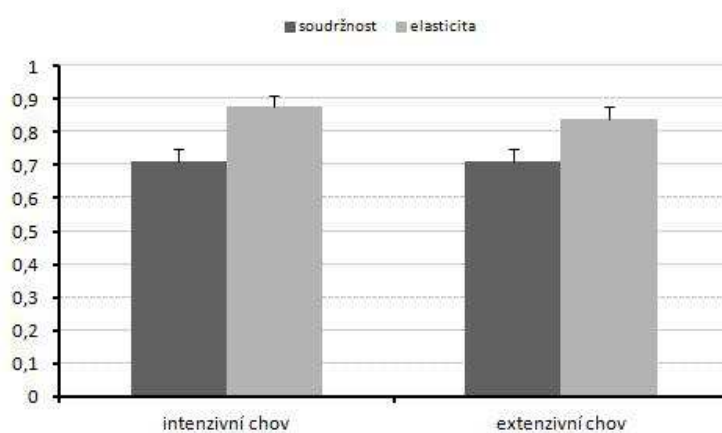
V tabulce č.3. je porovnání jedlých a nejedlých částí. Významný rozdíl byl u podílu opracovaného trupu a filet vůči celé rybě s vyššími hodnotami pro extenzivní chov. V intenzivním chovu byl výrazně větší podíl tuku oproti extenzivnímu chovu až pětinašobně.

Tabulka č.3. Jednotlivé ukazatele výtěžnosti u ryb z intenzivního a extenzivního chovu (hodnoty jsou v procentech). Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) jsou označeny hvězdičkou.

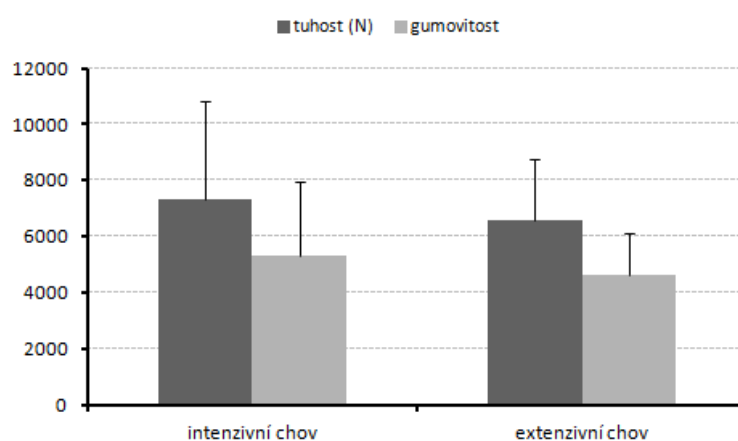
podíl (%)	intenzivní chov				extenzivní chov			
	průměr	SD	max	min	průměr	SD	max	min
kuchaná ryba	93,2	1,7	95,2	90,9	94,8*	1,4	96,9	91,5
opracovaný trup	57,0	2,3	60,8	53,8	64,3*	1,5	66,2	61,8
filety	39,9	2,3	43,3	35,9	48,7*	1,5	50,8	46,6
hlava	23,6*	1,6	26,5	21,2	21,2	1,6	23,8	18,4
skelet	14,4*	0,8	15,9	12,9	12,8	1,2	14,3	10,5
kůže	11,5*	0,8	13,1	10,1	8,3	0,7	9,7	7,4
vnitřnosti	6,1*	1,5	8,7	4,2	4,4	0,8	5,4	2,8
ploutve	2,7	0,3	3,2	2,4	2,8	0,3	3,2	2,2
střeva	1,8	0,2	2,1	1,5	2,0	0,3	2,7	1,7
játra	0,78	0,15	1,01	0,47	1,20*	0,22	1,58	0,88
gonády	0,38	0,34	0,87	0,00	0,70	1,10	3,77	0,05
viscerální tuk	2,50	1,25	4,71	0,55	0,49	0,20	0,75	0,07
slezina	0,12*	0,03	0,17	0,08	0,06	0,02	0,11	0,03

5.2. Textura svaloviny candáta

Podle hodnot znázorněných v obr. č.2. a 3. si můžeme povšimnout stejných nebo v setinách se lišících výsledků u soudržnosti a elasticity pro oba chovy. Rozdíly však nejsou statisticky významné. Tuhost je sice v průměru o 1 000 N vyšší u ryb chovaných v intenzivních podmínkách v porovnání s rybami z extenzivního chovu, avšak opět bez statistické průkaznosti. Rovněž mírně vyšší hodnoty jsou i u gumovitosti (5 334 INT) na rozdíl od (4 644 EXT), opět bez statistické průkaznosti.



Obr. č.2. Porovnání soudržnosti a elasticity svaloviny u ryb z intenzivního a extenzivního chovu. Data jsou prezentována jako průměr \pm S.D.



Obr. č.3. Porovnání tuhosti a gumovitosti svaloviny u ryb z intenzivního a extenzivního chovu

5.3. Chemické složení svaloviny candáta

V tabulce č.4. můžeme porovnat množství tuku obsaženého ve svalovině candáta původem z mezi oběma chovy. Ten je u ryb z intenzivního chovu o $0,30 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ vyšší než v extenzivním chovu. Rozdíl mezi chovy ovšem není tak výrazný v porovnání s rozdílem, které nám ukazuje tab. č.3.. Zastoupení N – látek a popelovin je u obou skupin téměř stejné.

Tabulka č.4. Základní chemické ukazatele svaloviny candáta z různého chovu. Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) jsou označeny hvězdičkou.

		Intenzivní chov				Extenzivní chov			
		průměr	S.D.	max	min	průměr	S.D.	max	min
N-látky	%	20,4*	0,3	20,7	20,1	19,3	0,5	19,7	18,7
tuk	g/100g	0,8	0,1	0,8	0,7	0,5	0,2	0,7	0,3
popel	g/100g	1,2*	0,0	1,2	1,2	1,1	0,0	1,1	1,1

5.4. Profil mastných kyselin ve svalovině candáta obecného

Mastné kyseliny byly rozděleny v tab. č.5. na nasycené mastné kyseliny (bez dvojných vazeb), mononenasycené mastné kyseliny (s jednou dvojnou vazbou) a polynenasycené mastné kyseliny (dvě a více dvojných vazeb). Pomocí sumárních součtů jednotlivých skupin byly vypočítány indexy AI a TI.

Celkový součet všech zastoupených mastných kyselin pro oba chovy se nijak výrazně nelišil. Ovšem v jednotlivých skupinách se určitá množství lišila. U mononenasycených mastných kyselin obr. č.6. byly hodnoty výrazně vyšší v intenzivním chovu. U polynenasycených mastných kyselin obr. č.7. tomu bylo naopak a hodnoty jsou tedy vyšší v extenzivním chovu. Rovněž celkové zastoupení n-3 kyselin obr. č.4 je vyšší v extenzivním chovu.

Indexy AI jsou pro oba chovy téměř stejné (0,38 INT) a (0,36 EXT). U indexu TI je rozdíl poněkud vyšší (0,38 INT) a (0,23 EXT). I přesto indexy odpovídají hodnotám pro rybí svalovinu.

Tab. č.5. Porovnání profilu nasycených mastných kyselin (SFA) ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

vzorec MK	Intenzivní chov				Extenzivní chov			
	průměr	SD	max	min	průměr	SD	max	min
C14:0	3,42*	0,35	3,95	2,77	1,91	0,31	2,49	1,58
isoC15:0	0,12	0,02	0,15	0,09	0,47*	0,13	0,66	0,21
C14:1n5	0,21	0,04	0,28	0,17	0,18	0,06	0,28	0,1
C15:0	0,32	0,01	0,33	0,3	0,83	0,05	0,93	0,76
C16:0	18,37*	1,07	19,48	16,41	16,96	0,96	18,25	14,57
isoC17:0	0,11	0,01	0,12	0,09	0,36*	0,05	0,43	0,24
C17:0	0,56	0,04	0,63	0,49	1,62*	0,24	1,85	1,2
C18:0	2,09	0,6	3,26	1,32	6,23*	0,74	6,96	4,55
C19:0	0,05	0,01	0,08	0,04	0,31*	0,03	0,35	0,24
C20:0	0,11	0,01	0,12	0,1	0,27*	0,02	0,32	0,24
C22:0	0,05	0,14	0,45	nd	0,06	0,01	0,07	0,05

Tab. č.6. Porovnání profilu mononenasycených mastných kyselin (MUFA) ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

<u>vzorec MK</u>	Intenzivní chov				Extenzivní chov			
	průměr	SD	max	min	průměr	SD	max	min
isoC16:1	0,07	0,01	0,08	0,06	0,28	0,06	0,38	0,18
C16:1	0,46	0,03	0,5	0,41	0,49	0,01	0,5	0,47
C16:1	0,50	0,02	0,54	0,47	0,93	0,16	1,22	0,76
C16:1n7 cis	7,12	0,86	8,23	5,74	6,47	1,23	8,14	5,1
C16:1	0,18	0,01	0,19	0,17	0,31*	0,03	0,36	0,26
C17:1n7 cis	0,36	0,04	0,41	0,3	1,22*	0,2	1,58	1,03
C18:1 trans	0,09	0,01	0,1	0,08	0,29*	0,07	0,37	0,17
C18:1n9 cis	27,17*	1,11	28,59	25,21	13,63	2,37	18,64	11,21
C18:1n7 cis	2,03	0,06	2,14	1,93	2,83	0,45	3,82	2,42
C18:1	0,15	0,01	0,18	0,13	0,14	0,03	0,19	0,10
C19:1	0,11	0,05	0,22	0,06	0,38*	0,10	0,57	0,24
C20:1n9 cis	2,16*	0,27	2,66	1,67	0,6	0,14	0,86	0,50
C22:1n9 cis	1,26	0,27	1,79	0,99	nd	nd	nd	nd
C24:1n9 cis	0,15	0,02	0,19	0,12	0,45*	0,10	0,54	0,28

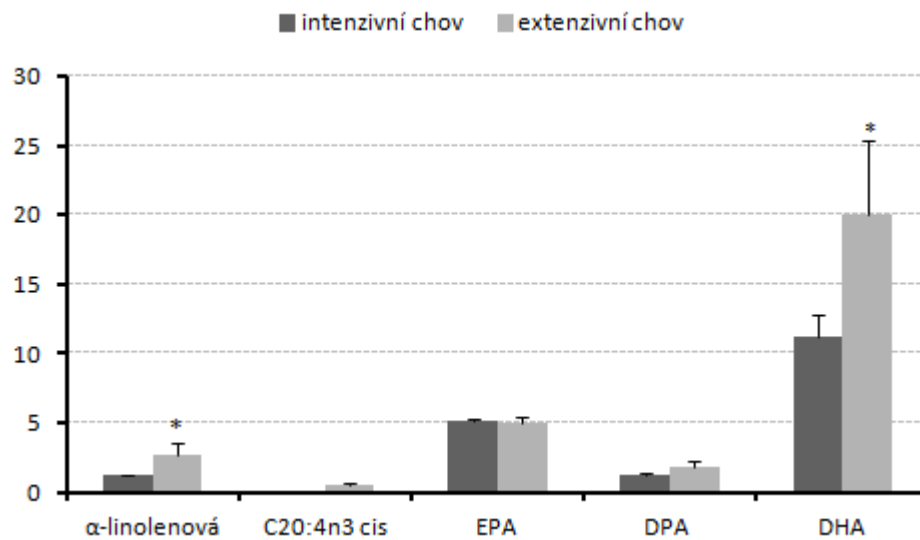
Tab. č.7. Porovnání profilu polynenasycených mastných kyselin (PUFA) ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

<u>vzorec MK</u>	Intenzivní chov				Extenzivní chov			
	průměr	SD	max	min	průměr	SD	max	min
C16:2	0,25	0,05	0,33	0,19	0,17	0,04	0,24	0,14
C18:2t	0,10	0,02	0,13	0,07	0,17	0,03	0,23	0,13
C18:2n6 cis	10,87*	0,53	11,78	10,30	4,12	1,16	5,70	2,88
C18:3n6 cis	0,15	0,02	0,17	0,11	0,26*	0,05	0,36	0,20
C18:3n3 cis	1,21	0,10	1,39	0,99	2,68*	0,84	4,17	1,71
C18:4	1,20*	0,18	1,47	0,81	0,67	0,14	1,01	0,51
C20:2n6 cis	0,19	0,01	0,21	0,16	0,29*	0,06	0,40	0,22
C20:3n6 cis	0,09	0,04	0,19	0,07	0,29*	0,04	0,37	0,22
C20:4n6 cis	0,43	0,13	0,70	0,26	3,66*	0,84	5,46	2,57
C20:4n3 cis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,17	0,78	0,31
C20:5n3 cis	5,07	0,28	5,69	4,73	5,01	0,46	5,51	3,98

C22:3	0,06	0,01	0,08	0,03	0,09	0,03	0,16	0,06
C22:4	0,13	0,04	0,23	0,08	0,76*	0,12	0,95	0,58
C22:5n6 cis	0,23	0,03	0,30	0,20	1,83*	0,54	2,34	0,87
C22:5n3 cis	1,31	0,09	1,46	1,19	1,88	0,34	2,69	1,61
C22:6n3 cis	11,28	1,45	14,38	9,35	20,00*	5,32	25,93	10,24
C24:5	0,09	0,01	0,11	0,08	0,13	0,02	0,16	0,09
C24:6	0,12	0,04	0,17	0,04	0,30*	0,05	0,38	0,22

Tab. č.8. Porovnání zastoupení významných skupin mastných kyselin a jejich poměrů ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

	Intenzivní chov				Extenzivní chov			
	průměr	SD	max	min	průměr	SD	max	min
Σ SFA	25,20	1,20	26,55	23,17	29,02*	1,20	29,96	25,91
Σ MUFA	42,00*	2,19	45,35	38,14	28,20	4,16	36,78	23,49
Σ PUFA	32,80	1,27	35,72	31,22	42,77*	3,75	46,86	34,64
Σ ω3	18,88	1,62	22,52	16,89	30,03*	4,69	34,82	20,93
Σ ω6	11,97	0,47	12,82	11,33	10,46	1,27	12,83	9,03
ω3:ω6	1,58	0,17	1,93	1,39	2,94*	0,71	3,55	1,84
EPA:DHA	0,45*	0,05	0,55	0,40	0,27	0,07	0,39	0,19
Σ cis	71,09*	1,12	73,36	69,92	65,69	0,92	68,19	64,94
Σ trans	0,19	0,02	0,22	0,16	0,46*	0,09	0,55	0,31



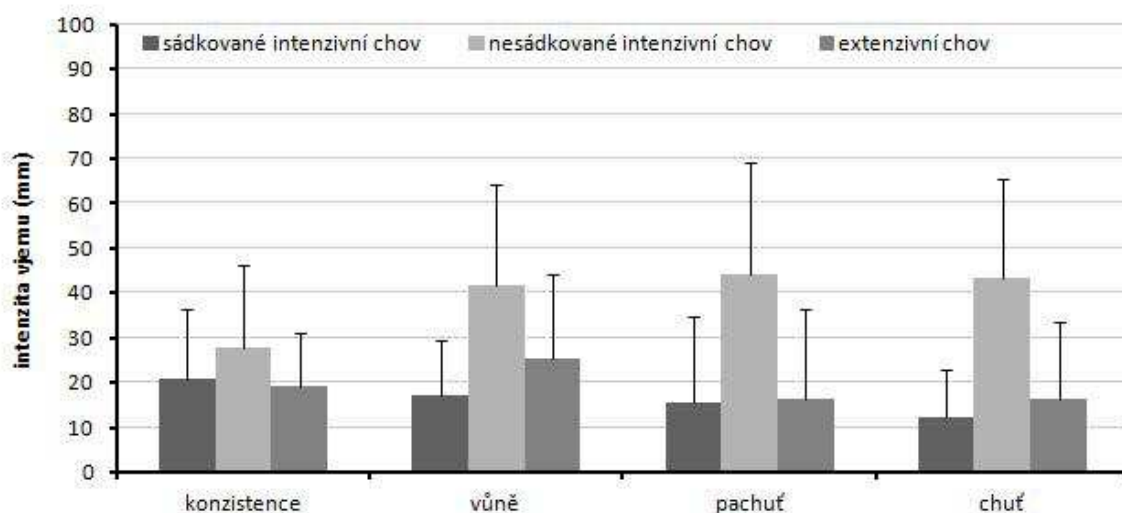
Obr. č.4. Porovnání významných polynenasycených mastných kyselin (omega 3 mastné kyseliny) mezi intenzivním a extenzivním chovem hodnoty jsou v %

5.5. Senzorické posouzení kvality svaloviny candáta

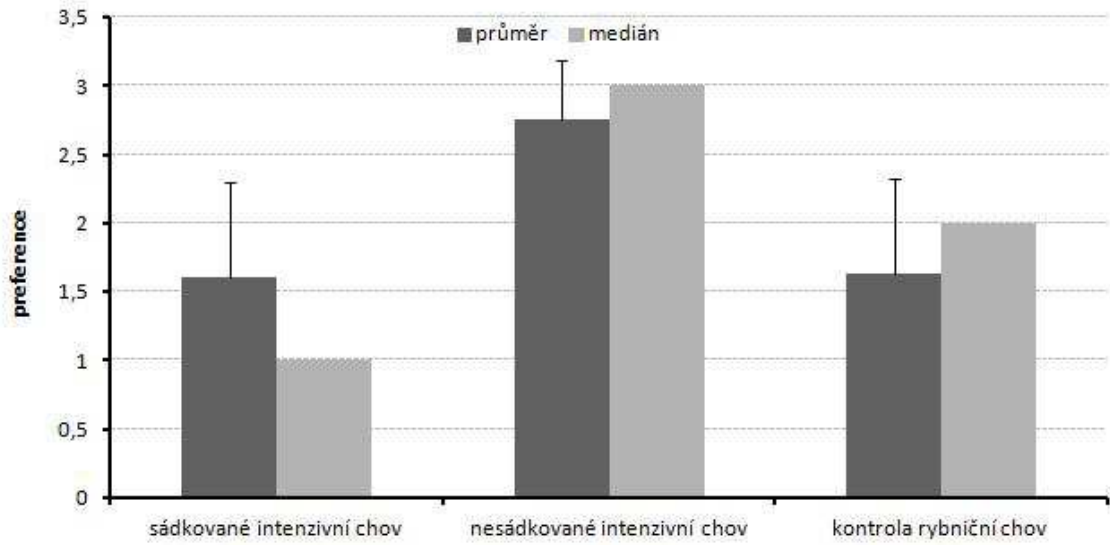
Obr. č.5. hodnotí senzorickou kvalitu masa ve specifických ukazatelích tou je konzistence, vůně, chuť a pachut'. V tomto hodnocení se mezi sebou porovnávaly ryby z chovu: intenzivního (sádkované a nevysádkované viz.výše kap. 4.6.) a extenzivního (kontrola).

Na obr. č.5. si můžeme povšimnout, že mezi skupinou s extenzivního chovu a sádkovanou skupinou z intenzivního chovu se získané výsledky nijak zvlášť nelišily. Daleko významnější rozdíly byly mezi rybami z intenzivního chovu v porovnání se skupinami ryb z intenzivního chovu ovšem vysádkovanými rybami a extenzivního chovu.

Rovněž v obr. č.6. u preferenční zkoušky je opticky viditelný rozdíl mezi intenzivním chovem nevysádkovaných ryb v porovnání s kontrolou (extenzivní chov) a intenzivním chovem (vysádkované ryby).



Obr. č.5. Senzorické hodnocení (konzistence, vůně, pachut' a chuť)u třech skupin sádkované ryby z intenzivního chovu, nesádkované z intenzivního chovu a extenzivní chov



Obr. č.6. Sensorické hodnocení (preferenční zkouška) vliv sádkovaných a nesádkovaných ryb vůči kontrole

6. Diskuze

Cílem této práce bylo zjistit a kvantifikovat rozdíly v chemických (N-látky, tuk, lipidy a zastoupení mastných kyselin), technologických (textura svaloviny, podílové zastoupení jedlých a nejedlých částí) a sensorických ukazatelích mezi rybami chovanými v extenzivních (EC) a intenzivních podmínkách (IC). Dále ověřit vliv sádkování na sensorické hodnocení kvality masa.

V prezentované práci byl zjištěn vyšší podíl jednotlivých částí ať už u jedlých nebo nejedlých částí ryb v extenzivním chovu u výtěžnosti. Tento výsledek je do jisté míry překvapivý jelikož počáteční hmotnost u ryb byla rozdílná o 100 g ve prospěch intenzivního chovu. Další vliv by mohla mít nerovnováha příjmu a výdeje energie, kdy v přírodních podmínkách je candát obecný nucen si sám potravu vyhledávat a tím vynakládá velkou energii pro zachování svých fyziologických funkcí a následně nižší množství zbude pro nárůst svalové hmoty. Toto potvrzuje i množství viscerálního tuku, kdy u ryb z extenzivního chovu je hodnota výrazně nižší než u chovu intenzivního. Jelikož v intenzivních podmínkách nemusí ryba vynakládat energii pro získání potravy a tím se tuk hromadí v těle. Nicméně v prezentované práci bylo nižších hodnot výtěžnosti dosaženo u ryb původem z intenzivního chovu, což spíše ukazuje na nedostatek ve výživě (velikost krmné dávky) v posuzovaném chovu.

V hodnocení textury masa byly pozorovány rozdíly, ale pouze ve dvou parametrech ze čtyř hodnocených. Vyšší hodnoty byly prokazatelně v intenzivním chovu v tuhosti a gumovitosti. U soudržnosti a elasticity byly hodnoty stejné nebo téměř podobné mezi intenzivním a extenzivním chovem. Ve studii Periago a kol. (2005) při hodnocení textury mořského okouna (*Dicentrarchus labrax*) byly veškeré texturní vlastnosti (tuhost, elasticita, gumovitost a soudržnost) vyšší pro mořské okouny z volných vod. Díky této studii nebyl prokázán vztah mezi kvalitou masa a nutriční hodnotou krmiva. Texturu zpravidla ovlivňuje především genetický základ a vnější faktory (režim krmení a pohyb).

Dalšími hodnotami zjištěnými v průběhu této práce byly chemické parametry svaloviny candáta. Bylo zjištěno množství tuku ve svalovině intenzivně chovaných ryb 0,77 g/100 g a u extenzivně chovaných ryb 0,47 g/100 g. Rozdíl nebyl nijak zvláště výrazný jelikož tuk se prvotně ukládal v dutině tělní a ne ve svalovině ryb. V množství mastných kyselin byly zjištěny významné rozdíly. U nasycených mastných kyselin

(SFA) sice nebyl mezi chovy statisticky prokazatelný rozdíl v intenzivním chovu (IC) bylo 25,2 % a v extenzivním chovu (EC) 29,02 %, ale u mononenasycených mastných kyselin (MUFA) byly hodnoty prokazatelně vyšší u IC 48 % na rozdíl od EC s obsahem 28,2 % tento rozdíl způsobila především mastná kyselina C18:1n9 cis. V celkovém procentuálním zastoupení PUFA (polynenasycené mastné kyseliny) byly výsledné hodnoty u chovaných ryb opačné než u MUFA a to pro IC byly naměřené hodnoty 32,8 % a v EC 42,77 %. Tento rozdíl byl způsoben především množstvím z řady n-3 DHA s větším zastoupením pro extenzivní chov 20 % a dále mastná kyselina řady n-6 kys. linolová s větším zastoupením v intenzivním chovu 10 %. Tato množství jsou odpovídající pro extenzivní a intenzivní chov. A tedy tyto výsledky jsou odpovídající výsledkům zahraničním, ale i místním studiím. V naměřeném množství N-látek a popelovin nebyl mezi IC a EC významné statistické rozdíly. Alasalvar (2002) studie potvrdily, že složení mastných kyselin v intenzivním chovu a v extenzivním chovu je rozdílný, hlavním příčinou je potrava. Grigorakis (2007) v extenzivním chovu je větší podíl kyseliny linolové (18:2 n-6) což je ovlivněno dietními oleji v krmivu. V extenzivním chovu je vyšší množství kyseliny arachidonové což je odůvodněno rostlinou složkou. Při porovnání prezentované práce se zahraničními studiemi můžeme pozorovat shodu ve složení jednotlivých mastných kyselin mezi extenzivními a intenzivními chovy. Tedy zastoupení MUFA je větší u intenzivního chovu, PUFA jsou naopak více zastoupeny u extenzivních chovů. Dále zastoupení n-3 PUFA a podíl mezi n-3 a n-6 je rovněž vyšší pro extenzivní chovy.

V pokusu Jankowska a kol. (2003) proběhlo hodnocení množství viscerálního tuku a zastoupení mastných kyselin u candáta obecného. Hodnocení probíhalo mezi candáty z přirozených podmínek jezera v porovnání s rybami krmenými přirozenou potravou (potravní ryby plotice, perlín) a umělou potravou (granulovaná krmiva). Největší množství viscerálního tuku bylo prokazatelně u ryb krmených granulovaným krmivem 2,87 % a naopak nejnižší množství u ryb z jezera 0,96 %. V prezentované práci bylo množství tuku rovněž vyšší v intenzivním chovu 2,50 % a méně v extenzivním chovu 0,49 %. Nejnižší množství MUFA bylo u ryb žijících v přírodních podmínkách jezera 21,36 % ovšem nejnižší množství PUFA 41,06 % bylo opačně u ryb chovaných na granulovaném krmivu. Tyto údaje se taktéž shodují s naměřenými hodnotami v prezentované práci a to nejnižší množství MUFA 28,2 % v extenzivním chovu, ale naopak nejnižší množství PUFA bylo u ryb v intenzivním chovu 32,8 %. Rozdíl v

poměru celkového množství mezi n-3 a n-6 PUFA nebyl zjištěn. Poměr n-3 a n-6 PUFA v prezentované práci byl vyšší u ryb z extenzivního chovu 2,94 než v intenzivním chovu 1,58. V obsahu proteinu a minerálních látek nebyly významné rozdíly. Rovněž v prezentované práci nebyl významný rozdíl v obsahu minerálních látek a popelovin mezi extenzivním a intenzivním chovem.

Ve studii Jankowska a kol. (2010) byly porovnávány mastné kyseliny u dvou skupin okouna říčního. První byla z volných vod a druhá z intenzivních podmínek. Ve studii bylo prokázáno u obou skupin stejné celkové množství nasycených mastných kyselin (SFA) a nenasyčených mastných kyselin (UFA). Ovšem u skupiny ryb volně žijících bylo stanoveno nižší množství MUFA a vyšší podíl PUFA. Dále ve studii Stejskal a kol. (2011) bylo provedeno sensorické hodnocení, textura a zastoupení mastných kyselin na filetech okouna říčního (*Perca fluviatilis*) z extenzivních a intenzivních podmínek o hmotnosti 120 – 150 g (tržní hmotnost). U sensorických vlastností (chuť, pach, vůně a konzistence) nebyl mezi chovy významný rozdíl. Textura (tuhost, pružnost, soudržnost a gumovitost) měla lepší výsledky v extenzivním chovu než intenzivním. Okouni ze skupiny intenzivního chovu měly nižší obsah nasycených mastných kyselin (SFA), vyšší obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA) a vyšší obsah mononenasycených mastných kyselin (MUFA) ve srovnání s extenzivním chovem.

V práci Jankowska a kol. (2007) hodnotí jatečnou hodnotu masa sumce velkého (*Siluris glanis*) krmeného přirozenou potravou a granulovaným krmivem. Dosažené hodnoty jsou u proteinu a popelovin dvakrát vyšší u ryb krmenými granulami. Množství tuku u sumců krmených granulami je ovšem až šestkrát vyšší 18 % než u ryb krmených přirozenou potravou 2,96 %. Výsledné hodnoty jsou vyšší pro sumce chované v intenzivních podmínkách. Příčinou by mohlo být špatné zastoupení jednotlivých látek a energie v podávaném krmivu.

Ve studii Periago a kol. (2005) byl hodnocen mořský okoun (*Dicentrarchus labrax*) v intenzivním chovu v porovnání s okounem z volných vod. U intenzivně chovaných okounů byl prokázán vyšší obsah proteinů. Množství tuků mezi oběma skupinami nebyl významně rozdílný. Ale i přes to byl podíl nasycených a mononenasycených mastných kyselin vyšší u extenzivně chované skupiny. Zastoupení polynenasycených mastných kyselin bylo vyšší u ryb z intenzivního chovu.

V prezentované práci byly při sensorickém hodnocení posuzovány tři skupiny candáta obecného. První skupina byla z přirozeného prostředí, další dvě skupiny byly

odchovány v intenzivních podmínkách ovšem jedna byla po určitou dobu sádkována a druhá nikoliv. Posuzovanými parametry byly konzistence, vůně, chuť a pachut'. Mezi skupinou z přirozených podmínek a z intenzivního chovu s vysádkovanými rybami nebyl statisticky významný rozdíl. Ovšem od těchto předchozích dvou skupin se výrazně lišila skupina ryb z intenzivního chovu s nevysádkovanými rybami. Rovněž v rámci preferenční zkoušky byl významný rozdíl mezi skupinami ve prospěch přirozeného chovu a intenzivního chovu s vysádkovanými rybami. Ve vyhodnocení textury byl shledán významný rozdíl v tuhosti a gumovitosti ve prospěch ryb z extenzivního chovu. V parametrech soudržnosti a elasticity byly hodnoty pro ryby z obou chovů stejné nebo podobné. Získané hodnoty, které jsou si velice blízké, vypovídají o dobře zvládnutém postupu v intenzivním chovu a kvalitě umělé potravy, blížící se potravě přírodní.

Ve studii Farmer a kol. (2000) byl sensoricky posuzován losos atlantský (*Salmo salar*) z farmových chovů v porovnání z přirozených podmínek v oblasti Severního Irsku. I v tomto případě losos získaný odlovem z řek měl vyšší hodnocení vůně, chuti a pachut'. Textura u farmově chovaného lososa měla horší výsledky než z přirozeného prostředí.

Delwiche a kol. (2006) prováděly preferenční zkoušku u candáta obecného chovaného v intenzivním a extenzivním chovu, a dále u okouna rovněž z extenzivního a intenzivního chovu. Nejlépe byl hodnocen candát z extenzivního chovu dále pak okoun z extenzivního chovu, okoun z intenzivního chovu a na posledním místě byl candát z intenzivního chovu. Mezi okounem a candátem z extenzivního chovu nebyl prokázán významný rozdíl.

Diler a kolektiv (2004) prováděly preferenční zkoušku u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) ryby byly rozděleny do třech skupin. Dvě byly krmeny dietou z toho do jedné bylo přidáno červené barvivo. Obě tyto skupiny byly hodnoceny vůči kontrole krmenou přirozeným krmivem. Mezi jednotlivými skupinami nebyl zjištěn významný statistický rozdíl.

7. Závěr

V diplomové práci byly vyhodnoceny senzorycké, chemické a technologické parametry kvality masa candáta obecného (*Sander lucioperca*). Získané hodnoty byly porovnávány mezi dvěma skupinami a to rybami z intenzivního chovu s chovem v extenzivních podmínkách.

Mezi chemické parametry patřily N – látky, tuk, popeloviny a procentuální zastoupení mastných kyselin v tuku. U dusíkatých látek byl rozdíl pouze 1% ve prospěch intenzivního chovu. V dalších parametrech (tuk a popeloviny) byly rovněž hodnoty vyšší, ale ne nějak zvláště výrazně. U nasycených mastných kyselin byl významný rozdíl v extenzivním chovu u kyselin palmitové a myristové, kyselina stearová byla vyšší v intenzivním chovu ostatní byly zastoupeny v malém množství s nepatrnými rozdíly. U mononenasycených kyselin byl nejvyšší podíl kyseliny C 18:1n9 cis pro intenzivní chov. Největší zastoupení u polynenasycených omega 3 mastných kyselin byl v extenzivním chovu u kyseliny α -linolenové a u n6 mastných kyselin rovněž v extenzivním chovu u kyseliny DHA. Indexy AI a TI se téměř nelišily a odpovídaly hodnotám pro rybí svalovinu.

Mezi technologické ukazatele patřila výtěžnost a textura. Výtěžnost byla u extenzivního chovu vyšší i přes hmotnostní rozdíl 100 g ve prospěch intenzivního chovu. V intenzivním chovu bylo prokázáno ukládání periviscerálního tuku s podílem 2,5% a v extenzivním chovu pouze 0,5%. Textura se lišila pouze v parametrech tvrdosti a gumovitosti ve prospěch vyšších hodnot pro intenzivní chov. Ostatní ukazatele soudržnost a elasticita byly v obou chovech stejné.

U senzoryckých vlastností byla přidána pro porovnání ještě jedna skupina. Porovnávaly se tedy mezi sebou tyto tři skupiny: ryby z extenzivního chovu (kontrola) s intenzivním chovem nesádkovaných ryb a intenzivním chovem sádkovanými rybami. Hodnotícími parametry byly chuť, pachů, konzistence a vůně. V těchto hodnotících ukazatelích nebyl výrazný rozdíl mezi kontrolou a vysádkovanými rybami vůči těmto dvěma skupinám byl významný rozdíl u skupiny s nevysádkovanými rybami. U preferenční zkoušky byly rovněž kontrola a vysádkované ryby lépe hodnoceny než ryby nevysádkované.

Z hodnotících parametrů můžeme tedy usoudit, že rozdíly mezi těmito dvěma chovy nejsou tak velmi výrazné ovšem je dobré ryby po intenzivním chovu vysádkovat.

Výsledky rovněž potvrdily, že maso intenzivně chovaných ryb lze pozitivně ovlivnit z hlediska příznivějšího obsahu mastných kyselin. Významnou kladnou vlastností pro intenzivní chov je dosažení tržní velikosti candáta obecného již ve stáří 16 měsíců. Tím se tedy cyklus růstu v intenzivních podmínkách zkrátí, o více jak polovinu času, na rozdíl od dosažení tržní velikosti v rybníce (extenzivní chov).

8. Použitá literatura

- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*. 79, 145–150 s.
- Banarescu, P., 1964. Pisces – Osteichthyes. *Fauna Republicii Populare Romine* 13. Ed. Acad. RPR, Bucursti, 959 s.
- Baránek, V., 2008. Možnosti intenzivního odchovu plůdku a násadového materiálu candáta obecného (*Sander lucioperca*). *Doktorská disertační práce, MZLU Brno*, 104 s.
- Baras, E., Kestemont, P., Mélard, C., 2003. Effect of stocking density on the dynamics of cannibalism in sibling larvae of *Perca fluviatilis* under controlled conditions. *Aquaculture* 219, 241 – 255 s.
- Baruš, V., Oliva, O. [ads.] a kol. 1995. Mihulovci. Petromyzontes a ryby, Osteichthyes (1) a (2). *Fauna ČR a SR, Academia Praha.*, sv. 28/1a 28/2, 624 a 698 s.
- Bastl, I., 1969. Spawning of pike – perch (*Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)) in bottom nests in condition of the Orava reservoir (Northern Slovakia). *Práce Labor. Rybářstva SAV*, 2, 159 – 184 s.
- Bein, R., Ribí, G., 1994. Effects of larval density and salinity on the development of perch larvae (*Perca fluviatilis*). *Aquatic Science* 56, 97 – 105 s.
- Brown, P.B., Dabrowski, K., Garling, D.L., 1996. Nutrition and feeding of yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of Applied Ichthyology* 12:171–174.
- Cepák, M., Vácha, F., Vejsada, P., 2009. Měření profilu textury masa kapra obecného. *FROV JU Vodňany, edice Metodik*, č. 93, 23 s.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F. 1998. *Rybníkářství*. Nakladatelství Informatorium, Praha 1998 123 – 127 s.
- Delwiche, J.F., Liggett, R.E., Wallat, G., 2009. Consumer percepti on of cultured Yellow perch (*Perca flavescens*) and its market competitors. *Journal of Food Science* 71, 579-582 s.
- Demaison, L., Moreau, D., 2002. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease-related mortality: a possible mechanism of action. *Cellular and Molecular Life Sciences* 59, 463-477 s.
- Diler, I., Gokoglu, N., 2004. Investigation of the sensory properties of the flesh of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets with astaxanthin, shrimp waste meal and red pepper meal. *European Food Research and Technology*, 219, 217-222 s.
- Dyk, V., Podubský, V., Štědranský, E., 1956. *Základy našeho rybářství*. SZN, Praha, 521 s.
- Farmer, L.J., McConnell, J.M., Kilpatrick, D.J., 2000. Sensory characteristics of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) *Aquaculture*, 187, 105-125 s.

- Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Serra, J. A., Barat, J. M., 2010. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. *Food Chemistry* 119, 1514-1518 s.
- Grignard, J.C., Mélard, C., Kestemont, P., 1996. A preliminary study of parasites and diseases of perch in intensive culture system. *Journal of Applied Ichthyology* 12, 195-199 s.
- Grigorakis, K., 2007. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review. *Aquaculture* 272, 55–75 s.
- Haard, N.F., 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured Fish. *Food Research International* 25, 289-307 s.
- Hilge, V., Steffens, W., 1996. Aquaculture of fry and fingerling of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) - a short review. *Journal of Applied Ichthyology* 12, 167-170 s.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., Szczepkowski, M., 2003. A comparison of selected quality features of the tissue and slaughter yield of wild and cultivated pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)). *European Food Research and Technology* 217, 401–405 s.
- Jankowska, B., Zakęś, Z., Żmijewski, T., Szczepkowski, M., 2003. Fatty acid profile and meat utility of wild and cultured zander, (*Sander lucioperca* (L.)). *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 6, 1-7 s.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., Szczepkowski, M., 2010. Fatty acid profile of muscles, liver and mesenteric fat in wild and reared perch (*Perca fluviatilis* L.). *Food Chemistry* 118, 764–768 s.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., Ulikowski, D., Kowalska, A., 2007. Slaughter value and flesh characteristics of European catfish (*Silurus glanis*) fed natural and formulated feed under different rearing conditions. *European Food Research and Technology* 224, 453-459 s.
- Javorský, P., Krečmer, F., 1987. Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, 2 díl, 4 část, 90–94 s.
- Kalač, P., Špička, J., 2006. Složení lipidů sladkovodních ryb a jejich význam v lidské výživě. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 57 s.
- Kestemont, P., Rougeot, C., Musil, J., Toner, D., 2008. Larval and juvenile production. In: *Farming of Eurasian perch*, Special publication BIM no. 24, Dublin, Ireland, 30 – 41 s.
- Klimeš, J., Kouřil, J., 2003. Odchov rychleného plůdku a ročka candáta obecného v rybnících. *Buletin VÚRH JU Vodňany* 39, 153-158 s.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., 2005. Metody poloumělé a umělé reprodukce candáta obecného (*Sander lucioperca*) a odchovu juvenilního plůdku v rybnících. *Bulletin VURH JU Vodňany* 41, 121-127 s.
- Lelek, A., Bezděk, R., Libosvářský, J., Macháček, Z., Peňáz, M., 1964. Observations of fish under ice in winter. *Ekologia Polska* 12, 305 – 312 s.

- Mareš, J., Hillermann, J., 2002 Použití polovlhkých směsí v chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* (L.)). In: . V. České ichtyologické konference, Brno 2008 Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Ústav rybářství a hydrobiologie, 187-191 s. ISBN 80-7157-614-X.
- Mélar, C., Kestemont, K., Baras, E., 1995. Premiers résultats de l'élevage intensif de la perche européenne (*Perca fluviatilis*) en bassin: effet de la température et du tri sur la croissance. Bulletin Française de la Pêche et Pisciculture 336, 19-27 s.
- Musil, J., Kouřil, J., 2006. Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících. Edice Metodik (Technologická řada), VÚRH JU Vodňany, 16 s.
- Nyina-Wamwiza, L., Xu, X.L., Blanchard, G., Kestemont, P., 2005. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) fingerlings. Aquaculture Research 5, 486-492 s.
- Oliva, O., Hrabě, S., Lác, J., 1968. Stavovce Slovenska I. Ryby, obojživelníky a plazy. Ryby Pp.16 – 227. Vyd. SAV, Bratislava, 389 s.
- Overton, J.L., Bayley, M., Paulsen, H., Wang, T., 2008. Salinity tolerance of cultured Eurasian perch, (*Perca fluviatilis* L.): Effects on growth and on survival as a function of temperature. Aquaculture 277, 282 – 286 s.
- Periago, M.J., Ayala, M.D., Lo'pez Albors, O., Abdell, I., Martinez, C., Garcia Alcazar, A., Ros, G., Gil, F., 2005. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture. 249, 175– 188 s.
- Polícar, T., Stejskal, V., Bláha, M., Alavi, S.M.H., Kouřil, J., 2009. Technologie intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis*). Edice Metodik (Technologická řada), VÚRH JU Vodňany, 50 s.
- Polícar, T., Toner, D., Alavi, S.M.H., Linhart, O., 2008. Reproduction and Spawning. In: Farming of Eurasian Perch Volume 1. Juvenile production (Rougeot C., Toner D. eds), Special publication 24, 22-29 s.
- Rybářské sdružení České republiky. Rybářské sdružení České republiky [online]. České Budějovice, 19.1.2012 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.cz-ryby.cz/index.php>
- Spurný, P., 1998. Ichthyologie (systematická část). MZLU Brno, 138 s.
- Stejskal, V., 2005. Intenzivní odkrm okouna říčního peletovanými krmivými. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta, katedra Rybářství. České Budějovice. 75 s.
- Stejskal, V., Vejsada, P., Cepák, M., Špička, J., Vácha, F., Kouřil, J., Polícar, T., 2011 Sensory and textural attributes and fatty acid profiles of fillets of extensively and intensively farmed Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). Food Chemistry, 129, 1054–1059 s.

- Strand, A., Alanara, A., Staffan, F., Magnhagen, C., 2007. Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile eurasian perch, (*Perca fluviatilis* L.) Aquaculture 272, 312-318 s.
- Suerette, M.E., Edens, M., 2004. Dietary eicosanoid oil increases plasma and neutrophil long-chain (n-3) fatty acids and lowers serum triacylglycerols in hypertriglyceridemic humans. Journal of Nutrition 134, 1406-1411 s.
- Světlička, M., 2009. Intenzivní odkrm plůdku candáta obecného (*Stizostedion lucioperca*). České Budějovice, Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 59 s.
- Szkudlarek, M., Zakes, Z., 2007. Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, (*Sander lucioperca* (L.)), larvae under controlled conditions. Aquaculture International 15, 67-81 s.
- Šusta, J., 1884 (1937). Výživa kapra a jeho družiny rybníčné. Nezměněný otisk k vydání z r. 1884, vydaný Čs. Akad. Zeměděl. (1937), s poznámkami B. Dvořáka a K. Schaferny, 224 s.
- Tamazouzt, L., Dubois, J.P., Fontaine, P., 2000. Tank wall colour and light level effect growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis* L.). Aquaculture 182, 85-90 s.
- Vácha, F., 2000. Zpracování ryb. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 104 s..
- Vácha, F., Buchtová, H., 2005. Komodity akvakultury. 1. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 150 s.
- Vlavanou, R.S., Mason, G., Moreteau, J.C., 1995. Canibalism among intensive cultured perch (*Perca fluviatilis*) populations. Abstracts Percis, Second International Percid Fish Symposium, FGRFI Helsinki, Finland, 78 s.
- Vostradovská, M., 1974. Výsledky individuálního značkování cejna (*Abramis brama* L.), lina (*Tinca tinca* L.), okouna (*Perca fluviatilis* L.) a candáta (*Stizostedion lucioperca* L.) v údolní nádrži Lipno. Živočišná Výroba, 19, 641-650 s.
- Wang, N., XU, X., Kestemont, P., 2009. Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). Aquaculture 289. 70 – 73 s.

9. Seznam tabulek, obrázků a příloh

Tabulky

Tabulka č.1. Chemické složení ve 100 g požitelného podílu a požitelný podíl v % u dravých ryb (Vácha a Buchtová 2005)

Tabulka č.2. Krmivo firmy Coppens International b. v. (Helmond, Nizozemí) použité během odchovu candátů. Hodnoty deklarované výrobcem.

Tabulka č.3. Jednotlivé ukazatele výtěžnosti u ryb z intenzivního a extenzivního chovu (hodnoty jsou v procentech). Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) jsou označeny hvězdičkou.

Tabulka č.4. Základní chemické ukazatele svaloviny candáta z různého chovu. Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) jsou označeny hvězdičkou.

Tab. č.5. Porovnání profilu nasycených mastných kyselin (SFA) ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

Tab. č.6. Porovnání profilu mononenasycených mastných kyselin (MUFA) ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

Tab. č.7. Porovnání profilu polynenasycených mastných kyselin (PUFA) ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

Tab. č.8. Porovnání zastoupení významných skupin mastných kyselin a jejich poměrů ve svalovině candáta chovaného v extenzivním a intenzivním chovu. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkou.

Obrázky

Obr. č.1. Výsledná křivka textuometru (osa x doba měření 10 s, na ose y jednotky tlaku)

Obr. č.2. Porovnání soudržnosti a elasticity svaloviny u ryb z intenzivního a extenzivního chovu. Data jsou prezentována jako průměr \pm S.D.

Obr. č.3. Porovnání tuhosti a gumovitosti svaloviny u ryb z intenzivního a extenzivního chovu

Obr. č.4. Porovnání významných polynenasycených mastných kyselin (omega 3 mastné kyseliny) mezi intenzivním a extenzivním chovem hodnoty jsou v %

Obr. č.5. Sensorické hodnocení (konzistence, vůně, pachů a chuť) u třech skupin sádkované ryby z intenzivního chovu, nesádkované z intenzivního chovu a extenzivní chov

Obr. č.6. Sensorické hodnocení (preferenční zkouška) vliv sádkovaných a nesádkovaných ryb vůči kontrole

Přílohy

Příloha č.1. Biosyntéza mastných kyselin řady $n - 3$ a $n - 6$ (Demaison, 2002; Surette a Edens, 2004)

Příloha č.2. Zabití candáta obecného tupým úderem do hlavy

Příloha č.3. Vážení candáta obecného pomocí váhy značky Kern

Příloha č.4. Vážení candáta obecného pomocí váhy značky Kern

Příloha č.5. Naporcovaný candát obecný filet, skelet po filetování, ploutve, kůže se šupinami, vnitřnosti a hlava

Příloha č.6. Vzorek svaloviny candáta obecného pro analýzu zastoupení mastných kyselin

Příloha č.7. Vzorek pro chemickou analýzu základního chemického složení (N-látky, tuky, popeloviny)

Příloha č.8. Vzorek svaloviny na texturu

Příloha č.9. Texturometr značky TA.XT. plus

Příloha č.10. Mechanické měření textury svaloviny pomocí texturometru

Příloha č.11 Termobedna pro uložení vzorků v chladu mezi přípravou a analýzami

Příloha č.12. Candáti určený pro senzoryckou zkoušku

Příloha č.13. Příprava vzorků pro senzoryckou analýzu

Příloha č.14. Vzorky označené třímístným kódem

Příloha č.15. Elektrická trouba pro úpravu vzorku na senzoryckou analýzu

Příloha č.16. Pečivo, destilát (bez příchutě) a voda pro neutralizaci chutě mezi jednotlivým hodnocením vzorků

Příloha č.17. Ukázka hédonické stupnice pro senzoryckou analýzu

Příloha č.18. Oddělení hodnotitelů do jednotlivých boxů při senzorycké zkoušce

10. Přílohy

Příloha č.1. Biosyntéza mastných kyselin řady $n - 3$ a $n - 6$ (Demaison, 2002; Surette a Edens, 2004)

$n-6$			$n-3$	
linolová (LA)	18:2		18:3	α -linolenová (ALA)
	↓	$\Delta-6$-desaturáza	↓	
γ -linolová (GLA)	18:3		18:4	Oktadekatrienová (stearidonová)
	↓	elongáza	↓	
dihomo-GLA	20:3		20:4	Eikosatetraenová
	↓	$\Delta-5$-desaturáza	↓	
arachidonová (AA)	20:4		20:5	eikosapentaenová (EPA)
	↓	elongáza	↓	
adernová	22:4		22:5	dokosapentaenová (DPA)
	↓	elongáza	↓	
tetrakosatetraenová	24:4		24:5	Tetrakosapentaenová
	↓	$\Delta-6$-desaturáza	↓	
tetrakosapentaenová	24:5		24:6	Tetrakosahexaenová
	↓	β-oxidace	↓	
dokosapentaenová	22:5		22:6	Dokosahexaenová (DHA)



Příloha č.2. Zabití candáta obecného tupým úderem do hlavy



Příloha č.3. Měření candáta obecného pomocí pevného měřidla



Příloha č.4. Vážení candáta obecného pomocí váhy značky Kern



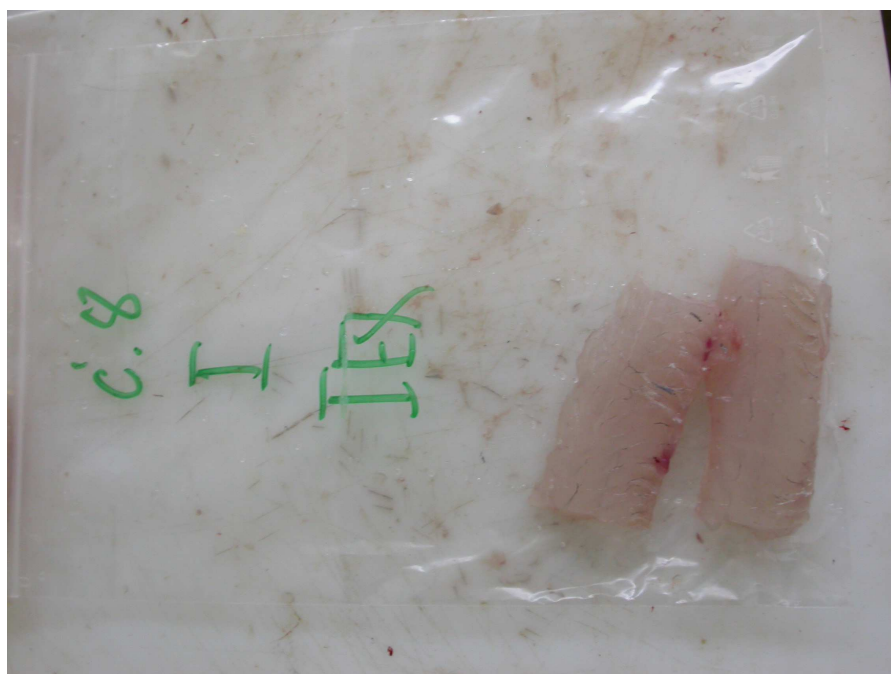
Příloha č.5. Naporcovaný candát obecný filet, skelet po filetování, ploutve, kůže se šupinami, vnitřnosti a hlava



Příloha č.6. Vzorek svaloviny candáta obecného pro analýzu zastoupení mastných kyselin



Příloha č.7. Vzorek pro chemickou analýzu základního chemického složení (N-látky, tuky, popeloviny)



Příloha č.8. Vzorek svaloviny na texturu



Příloha č.9. Texturometr značky TA.XT. plus



Příloha č.10. Mechanické měření textury svaloviny pomocí texturometru



Příloha č.11 Termobedna pro uložení vzorků v chladu mezi přípravou a analýzami



Příloha č.12. Candáti určený pro senzorickou zkoušku



Příloha č.13. Příprava vzorků pro senzoryckou analýzu



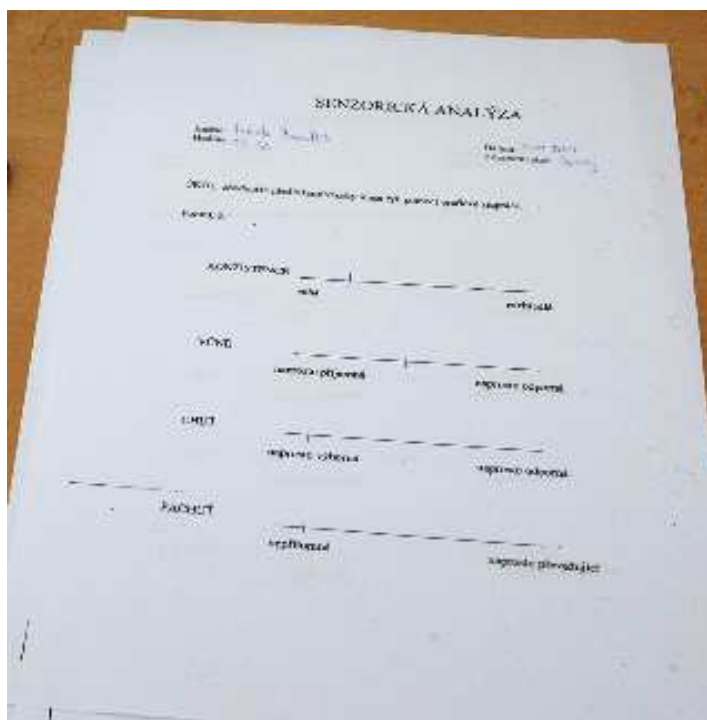
Příloha č.14. Vzorky označené třímístným kódem



Příloha č.15. Elektrická trouba pro úpravu vzorku na senzickou analýzu



Příloha č.16. Pečivo, destilát (bez příchutě) a voda pro neutralizaci chutě mezi jednotlivým hodnocením vzorků



Příloha č.17. Ukázka hédonické stupnice pro senzoričnou analýzu



Příloha č.18. Oddělení hodnotitelů do jednotlivých boxů při senzoričnou zkoušce

Vyhodnocení intenzivního chovu candáta obecného (Sander lucioperca) v provozních podmínkách včetně posouzení kvality finálního produktu

Význam candáta obecného v posledních letech velice stoupá. Hlavní příčinou zvýšeného zájmu veřejnosti je kvalitní svalovina, velmi dobrá chuť, snadná umělá reprodukce a dobré přírůstky v intenzivním chovu. Cílem této práce bylo vyhodnotit sensorické, chemické (profil mastných kyselin, N-látky, tuk, popeloviny) a technologické (textura masa) parametry masa candáta obecného chovaného v intenzivních podmínkách a porovnat s rybami z rybníčního (extenzivního) chovu.

Z výsledků sensorické analýzy vyplývá, že sádkované ryby původem z intenzivních podmínek se výrazně nelišily od ryb z rybníčních podmínek, naopak nesádkované ryby z intenzivních podmínek byly ve všech parametrech (chuť, vůně, pachů, konzistence) hodnoceny výrazně hůře, než ryby sádkované a ryby z extenzivních podmínek. Pokud jde o zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin, nebyl shledán významný rozdíl v obsahu nasycených mastných kyselin mezi skupinami (intenzivní sádkované, intenzivní nesádkované a extenzivní). Ovšem výrazně se lišilo zastoupení mononenasycených mastných kyselin, kdy v intenzivním chovu bylo až 42 % oproti rybníčnímu chovu s 28 %. U polynenasycených mastných kyselin tomu bylo opačně a to v intenzivním chovu 33 % a v rybníčním 43 %. V zastoupení základních chemických ukazatelů N – látky, tuk a popeloviny nebyly statisticky významné rozdíly. Při hodnocení textury měli ryby z intenzivního chovu vyšší nebo stejné hodnocení jako z extenzivního chovu, ale nebyly zde významné rozdíly.

Klíčová slova: sensorické analýza, výtěžnost filet, chemické složení, profil mastných kyselin, textura masa

Evaluation of the intensive culture of pikeperch (*Sander lucioperca*) under commercial-scale conditions including the quality of the final product

The importance of pikeperch increased during last years. The main reason of high public interest is muscle quality, very good taste, easy artificial reproduction and good growth in intensive culture. The aim of this study was to evaluate the sensory, chemical (fatty acid profile, N-substances, lipid, ash) and technological (texture of meat) parameters of meat of pikeperch reared in intensive culture and compared with the fish from the pond (extensive) culture.

The results of sensory analysis showed that that stored fish originating from intensive culture differed significantly compare to the pond-cultured fish. Conversely, the non-stored fish showed worse results in all parameters (taste, flavour, aftertaste, consistency) compare with both stored intensively cultured and extensive cultured fish. In case of content of fatty acids, no difference among groups was found for saturated fatty acid (stored, non-stored, pond-cultured fish). On the other hand, intensively cultured fish represent 42% of mono-unsaturated fatty acids compared with 28 % of pond cultured fish. On the contrary, intensively cultured fish represent 33% of the polyunsaturated fatty acids compared with 43% of pond cultured fish. No significant difference was found for basic chemical parameters N - substances, lipids and ash. Likewise, no significant difference was found for meat texture between groups.

Key words: sensory analysis, fillet yield, chemical composition, fatty acid profile, the texture of meat