

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Diplomová práce

2012

Miloš Marek

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury

Diplomová práce

Možnosti intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a candáta obecného (*Sander lucioperca*)
ve společné duokultuře

Autor: Bc. Miloš Marek

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.

Studijní program a obor: N4103 Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 2

České Budějovice, 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma „Možnosti intenzivního chovu candáta obecného (*Sander lucioperca*) a okouna říčního (*Perca fluviatilis*) ve společné duokultuře“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii. 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 jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s 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.

.....

podpis

Poděkování

Za všestrannou podporu, cenné rady a za pomoc ohledně získávání materiálu bych chtěl poděkovat zejména vedoucímu mé diplomové práce Ing. Vlastimilu Stejskalovi Ph.D., a mnoha dalším za podporu a motivaci. Vlastní experimentální práce byla 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. Miloš MAREK**
Osobní číslo: **V10N012P**
Studijní program: **N4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Možnosti intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.)
a candáta obecného (*Sander lucioperca*) ve společné duokultuře**
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury**

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

Intenzivní chov okounovitých druhů ryb patří mezi perspektivní směry akvakultury evropské a severoamerické sladkovodní akvakultury, využívající recirkulační systémy s biologickým čištěním vody. Důvodem je především vysoká kvalita jejich masa a s tím související rostoucí zájem trhu. U okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a candáta obecného (*Sander lucioperca*), jež jsou předmětem řešení diplomové práce, doposud nebyla věnována pozornost možnosti chovu těchto ryb v duokultuře v rámci intenzivního chovu v kontrolovaných podmínkách.

Hlavním cílem diplomové práce je posouzení rychlosti růstu (a vhodnosti použití) různých, z hlediska procentického zastoupení obou druhů, doukulturních obsádek okouna a candáta, při jejich chovu v experimentálních podmínkách intenzivní akvakultury. Předpokládá se testování nejméně 3 různých duokulturních obsádek a 2 kontrolních jednodruhových (100% zastoupení candáta a okouna). Chov bude probíhat ve speciálních experimentálních nádržích umožňujících kvantifikaci nespotebovaného krmiva pro hodnocení denního příjmu krmiva. Zde budou založeny vlastní experimentální obsádky. Následovat bude vlastní testování rychlosti růstu včetně její variability, při současném hodnocení příjmu krmiva, přežití, konverze krmiva, výskytu a míry poškození ploutví a sledování kondičních ukazatele.

Hlavní testovanou hypotézou je nalezení rozdílů v růstu a dalších parametrech mezi jednotlivými chovanými obsádkami okouna a candáta. Vlastní experimentální části bude předcházet zpracování literární rešerše k danému tématu.

Příloha zadání diplomové práce

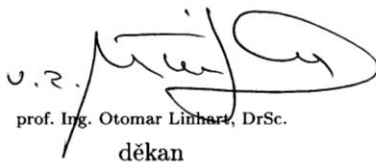
Seznam odborné literatury:

- Craig, J. F., 2000: Percid fishes - systematics, ecology and exploitation. Blackwell, Oxford, 352 p.
- Kestemont, P., Mélard, C., Fiogbé, E.D., Vlavourou, R., Masson, G., 1996. Nutritional and animal husbandry aspects of rearing early life stages of Eurasian perch *Perca fluviatilis*. J. Appl. Ichthyol. 12, 157-165.
- Mélard, C., Kestemont, P., Grignard, J.C., 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factor on growth. J. Appl. Ichthyol. 12, 175-180.
- Alim M.A., Wahab M.A. & Milstein A. (2004) Effects of adding different proportions of the small fish punti (*Puntius sophore*) and mola (*Amblypharyngodon mola*) to a polyculture of large carp. Aquaculture Research 35, 124-133.
- Holm J.C. (1989) Mono- and duoculture of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46, 697- 704.
- Nortvedt R. & Holm J.C. (1991) Atlantic salmon in duoculture with Arctic charr: decreased aggression enhances growth and stocking density potential. Aquaculture 98, 355-361.
- Reddy P.V.G.K., Gjerde B., Tripathi S.D., Jana R.K., Mahapatra K.D., Gupta S.D., Saha J.N., Sahoo M., Lenka S., Govindassamy P., Rye M. & Gjedrem T. (2002) Growth and survival of six stocks of rohu (*Labeo rohita*, Hamilton) in mono and polyculture production systems. Aquaculture 203, 239- 250.
- Papoutsoglou S.E., Petropoulos G. & Barbieri R. (1992) Polyculture rearing of *Cyprinus carpio* (L.) and *Oreochromis aureus* (St.) using a closed circulated system. Aquaculture 103, 311-320.
- Papoutsoglou S.E., Miliou H, Karakatsouli N.P., Tzitzinakis M, Chadio S: Growth and physiological changes in scaled carp and blue tilapia under behavioural stress in mono- and polyculture rearing using a recirculated water system. Aquac. Int., 9, 509-518, 2001.
- Jobling, M., Koskela, J., Pirhonen, J., 1998. Feeding time, feed intake and growth of Baltic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, reared in monoculture and duoculture at constant low temperature. Aquaculture 163, 73-84.
- Matthew, J. F., Noble, Ch., Kagaya, R., Damsgard, B., Purser, G. J., Tabata, M. 2010. Growing amago and rainbow trout in duoculture with self-feeding systems: Implications for production and welfare. Aquaculture 309 (2010) 137-142
- Karakatsouli, N., Papafotiou, P., Papoutsoglou, S.E. 2006. Mono- and duoculture of juvenile sharpnose seabream *Diplodus puntazzo* (Cetti) and gilthead seabream *Sparus aurata* L. in a recirculated water system Aquaculture Research, 2006, 37, 1654-1661
- Bascinar, N., Atasaral Sahin, S., Kocabas, M. 2010. Effect of Duo-Culture on Growth Performance of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) and Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) in Tank Reared Condition. Kafkas Univ Vet Fak Derg 6 (Suppl-B): S249-S254, 2010

Rozsah grafických prací: **15 - 20**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 35**
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**


prof. Ing. Otomar Liňhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Žitná 728/II
359 25 Vodňany (2)


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. ledna 2011

Možnosti intenzivního chovu candáta obecného (*Sander lucioperca*) a okouna říčního (*Perca fluviatilis*) ve společné duokultuře

Anotace:

Hlavním cílem diplomové práce je posouzení rychlosti růstu (a vhodnosti použití) různých, z hlediska procentuálního zastoupení obou druhů, duokulturních obsádek okouna a candáta, při jejich chovu v experimentálních podmínkách intenzivní akvakultury. Předpokládá se testování nejméně 3 různých duokulturních obsádek a 2 kontrolních jednodruhových (100% zastoupení candáta a okouna). Chov bude probíhat ve speciálních experimentálních nádržích umožňujících kvantifikaci nespotřebovaného krmiva pro hodnocení denního příjmu krmiva. Zde budou založeny vlastní experimentální obsádky. Následovat bude vlastní testování rychlosti růstu (vč. variability), při současném hodnocení příjmu krmiva, přežití, konverze krmiva a kondiční ukazatele.

Hlavní testovanou hypotézou je nalezení rozdílů v růstu a dalších parametrech mezi jednotlivými chovanými obsádkami okouna a candáta. Vlastní experimentální částí bude předcházet zpracování literární rešerše k danému tématu.

Klíčová slova: okounoviti, recirkulační systémy, příjem krmiva, růst

Possibilities of intensive breeding of pikeperch (*Sander lucioperca*) and Euroasian perch (*Perca fluviatilis*) in common duoculture

Annotation:

The aim of this thesis is to assess the growth rate (and suitability) of different, (in terms of percentual representation) duoculture stocking of Euroasian perch and pikeperch, when they are breeding in the experimental conditions of intensive aquaculture. It is expected to test at least 3 different duoculture stocking and 2 single (control) stocking (100% representation of pikeperch and Euroasian perch). Culture will take place in special experimental tanks which allow quantification of uneaten feed to counting the daily feed intake. Following the own testing of growth rate (including variability), the evaluation of feed intake, survival, feed conversion, and condition indices will be performed.

The main tested hypothesis is to find differences in growth and other parameters between Eurasian perch and pikeperch stocking. The own experimental testing will be preceded by a literature search on the topic.

Keywords: percids, recirculating systems, feed intake, growth

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled	11
2.1 Obecná biologická charakteristika candáta obecného a okouna říčního	11
2.1.1 Geografické rozšíření a výskyt candáta obecného.....	11
2.1.2 Popis a poznávací znaky	12
2.1.3 Biologie	12
2.1.4 Geografické rozšíření a výskyt okouna říčního	14
2.1.5 Popis a poznávací znaky	15
2.1.6 Biologie	15
2.2 Význam percidů na trhu.....	17
2.2.1 Význam okouna říčního na trhu	17
2.2.2 Význam candáta obecného na trhu	18
2.3 Chov okouna a candáta v intenzivních podmínkách	19
2.3.1 Historie chovu v intenzivních podmínkách	19
2.3.2 Metody odchovu larev a juvenilních ryb	20
2.3.2.1 Kombinace extenzivního odchovu larev v rybnících a následného chovu v intenzivních podmínkách.....	20
2.3.2.2 Intenzivní odchov larev a juvenilních stádií v kontrolovaných podmínkách intenzivních chovů.....	23
2.3.3 Optimální podmínky pro intenzivní chov obou druhů	25
2.4 Výhody intenzivního chovu ryb v duokultuře	26
2.4.1 Vliv duokultury na příjem krmiva a potravní aktivitu chovaných ryb	26
2.4.2 Vliv duokultury na růst chovaných ryb	26
2.4.3 Vliv duokultury na přežití chovaných ryb	28
2.4.4 Vliv duokultury na kondici chovaných ryb	28
2.4.5 Vliv duokultury na chování ryb	29
2.4.6 Vliv duokultury na stres a fyziologické parametry chovaných ryb.....	30
3. Materiál a metodika	31
3.1 Získání a odchov experimentálního materiálu.....	31
3.2 Popis recirkulačního systému pro odchov ryb.....	31
3.3 Popis aparatury pro hodnocení denního příjmu krmiva.....	34
3.4 Vlastní popis experimentu na juvenilních rybách	35

3.5 Produkční ukazatelé použité ke zhodnocení dat	38
4. Výsledky	40
4.1 Kumulativní a celkové přežití ryb během pokusů	40
4.2 Růst průměrné kusové hmotnosti odchovaných ryb za celý pokus	41
4.3 Kondice ryb v průběhu pokusu (Fultonův koeficient).....	44
4.4 Produkční ukazatel specifická rychlost růstu	45
4.5 Produkční ukazatel konverze krmiva.....	46
4.6 Produkční ukazatel efektivnosti krmiva	47
4.7 Příjem krmiva	48
5. Diskuze	50
6. Závěr	54
7. Použitá literatura	55

1. Úvod

Intenzivní chov okounovitých druhů ryb patří mezi perspektivní směry akvakultury evropské a severoamerické sladkovodní akvakultury, využívající recirkulační systémy s biologickým čištěním vody. Důvodem je především vysoká kvalita jejich masa bez obsahu svalových kostic tvaru ‚Y‘ a s tím související rostoucí zájem trhu. U okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a candáta obecného (*Sander lucioperca*), jež jsou předmětem řešení diplomové práce, doposud nebyla věnována pozornost možnosti chovu těchto ryb v duokultuře (společném odchovu dvou druhů) v rámci intenzivního chovu.

Pokusy s intenzivním chovem candáta jsou zaznamenávány již od poloviny devadesátých let (Steffens a kol., 1996; Lappalainen a kol., 2003). Chov candáta je již odedávna doménou zemí střední Evropy (Německo, Rakousko, Polsko a Česká Republika) a Finska. Do nedávna byl nejčastěji praktikován jeho chov v rybníční akvakultuře (Steffens a kol., 1996). Dosud byl trh zásobován většinou candáty původem z lovu z volných vod (jezera, řeky, rybníky) a poměrně málo spíše vůbec, rybami z intenzivních chovů. Jeho dostupnost v obchodech je silně kolísavá (vlivem sezóny) a stejně tak je tomu i s jeho cenou. Z těchto důvodů se začala vyvíjet technologie intenzivního chovu candátů, určených pro pozdější distribuci do obchodní sítě, ale jako hlavní problém se hned na začátku ukázalo, získání jiker a kvalitního plůdku.

Okoun je v České Republice stále v pozici spíše doplňkové ryby, především v rybníčních polykulturách s kaprem, kde není jeho chov nikterak řízen ve smyslu řízené reprodukce či cíleného vysazování. Před několika desítkami let byl dokonce okoun říční v českém rybářství označován za plevelný druh ryby. Se vzestupem poptávky po okounovitých rybách obecně se situace začíná pomalu měnit a některé rybářské podniky se začínají zabývat extenzivním či dokonce intenzivním odchovem okouna (Policar a kol., 2009; Fontaine a kol., 1993; Kestemont a Dabrowski, 1996).

Recirkulační systémy umožňují chovat ryby v optimálních podmínkách z hlediska jejich růstu (optimální teplota pro růst, optimální chemismus vody, kompletní krmné směsi). Nicméně, především investiční náročnost ruku v ruce s nedostatkem informací, určité zatvrzelosti a skepse ze strany současných českých producentů k tomuto způsobu chovu ryb u nás brání širšímu užití recirkulačních systémů pro produkci nejen okouna a candáta, ale i jiných hodnotných druhů ryb. V poslední době se však situace začíná

měnit a v České Republice vzniká několik subjektů, využívajících recirkulaci vody, které s okounem a candátem počítají ve svém výrobním programu.

2. Literární přehled

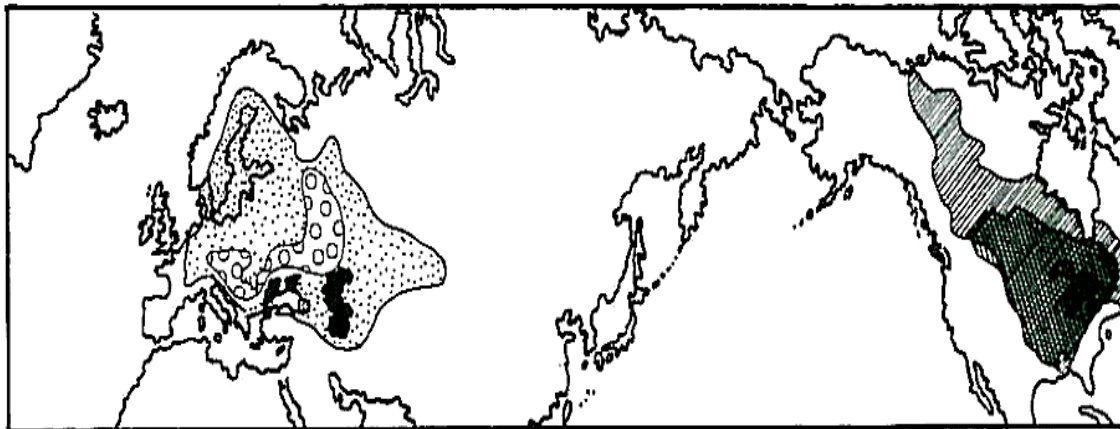
2.1 Obecná biologická charakteristika candáta obecného a okouna říčního

2.1.1 Geografické rozšíření a výskyt candáta obecného

Původní areál rozšíření candáta obecného jsou vody střední a východní Evropy v povodí Volhy, ale chybí v řekách tekoucích do Severního ledového oceánu. Západní hranici tvoří povodí Labe, na severu žije ve vodách jižní části Skandinávie a ve Finsku. Nevyskytuje se v západní Evropě, na jihu v Itálii a na Balkáně, s výjimkou řeky Marica. Je však přítomen v přilehlých částech Asie (Kavkaz a Zakavkazí). Dále pak v povodí Kaspického moře, v přítocích Černého moře včetně severní oblasti Turecka (Obr. 1) (Baruš a Oliva, 1995).

Původně chyběl v západní a jižní Evropě včetně Balkánského poloostrova, kde se vyskytoval jen v přítocích Dunaje a v řece Marica. Podle Berga (1948) žije i ve slaných či brakických vodách (Finský záliv, Azovské moře, Černé moře). Candát obecný byl introdukován do povodí Rýna (1880), později do Francie (Goubier, 1975), okolo roku 1920 je vysazen i ve Švýcarsku a do Bodamského jezera (Volf, 1928), do střední Anglie (Maitland, 1972), rovněž na Pyrenejský poloostrov, do Itálie a na Balkán, takže v současnosti areál rozšíření tohoto druhu zahrnuje podstatnou část Evropy (Banarescu, 1964).

Rovněž podle Hanela a Luska, (2005) byl candát obecný postupně introdukován i do oblastí Evropy, ve kterých se původně nevyskytoval (Azory, Dánsko, Francie, Chorvatsko, Itálie, Nizozemí, Portugalsko, Slovinsko, Španělsko, Švýcarsko a Velká Británie. Proto ho z tohoto důvodu v současné době nalezneme prakticky ve všech evropských vodách. V České republice je candát obecný původním druhem, avšak jeho rozšíření je výrazně ovlivněno umělým vysazováním (Hanel a Lusk 2005). Objevuje se v mnoha lokalitách tekoucích i stojatých vod povodí Labe, Odry a Moravy. Vyhovují mu především větší vodní plochy, proto nachází ideální podmínky v údolních nádržích (Baruš a Oliva, 1995).



= *S. lucioperca*
 = *S. marina*
 = *S. volgensis*
 = *S. canadense*
 = *S. vitreum*

Obr. 1. Rozšíření druhu *Sander* ve světě (Craig, 2000).

2.1.2 Popis a poznávací znaky

Candát obecný je naší největší rybou z čeledi okounovitých. Má protáhlé, zavalitě vřetenovité tělo, pokryté drsnými ktenoidními šupinami. Hlava je klínovitá, oči má velké a sklovité, koncová ústa jsou ozubená. Na konci dolní čelisti vynikají dva velké ostré, tzv. psí zuby, horní čelist zasahuje až za zadní okraj oka. Přední skřelová kost je holá nebo jen v horní části krytá šupinami. Břišní ploutve jsou posunuty dopředu těsně za úroveň prsních ploutví.

Hřbetní část je zelenošedá, případně až téměř modrá, směrem dolů na boky postupně světlejší, stříbřitě zelená. Břicho je žlutobílé až bílé, u některých jedinců poseté temnými skvrnami. Na skřeli za ostnem bývá často namodralá lesklá skvrna. Na hřbetě a na bocích bývá 8-12 černo zelených pruhu, obvykle přecházejících směrem k břichu v nepravidelné skvrnění. Základní zbarvení ploutví je šedavé až zelenavě hnědé; prsní ploutve jsou břidlicovitě šedé, břišní a řitní ploutve mají slabě oranžový nádech. Na hřbetní a ocasní ploutvi jsou tmavé skvrny často uspořádány do řad (Volf, 1928; Dyk, 1956; Oliva a kol., 1968).

2.1.3 Biologie

Candát obecný je poměrně náročný na čistou vodu, vyhovují mu rozsáhlejší vodní plochy s písčito-hlinitým dnem, příliš mu nevyhovuje zabahněné dno. Ve volných

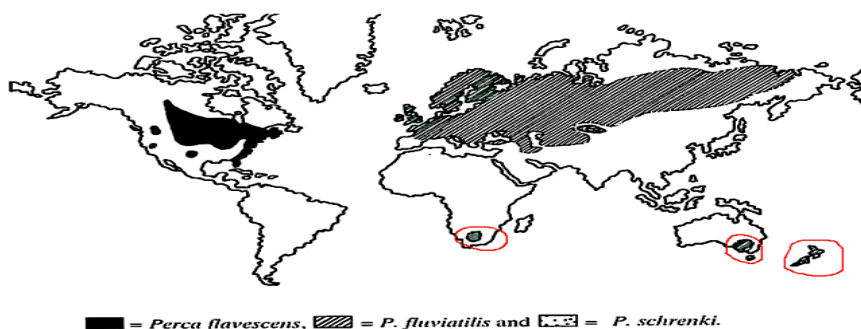
vodách svá stanoviště vyhledává především v hlubší vodě (4-15 m), kde je tvrdé a členitější dno s kameny, pařezy a zatopenými kmeny, či zmoly a sutě. Podle výzkumu se značkováním candáta obecného na údolní nádrži Lipno (Vostradovská, 1974) je hodnocen jako ryba stanovištní, která podniká pouze v období rozmnožování třetí migrace na místa s vhodným typem výtěrového podloží (písek, štěrk, kořenové vlášení trav a keřů). V průběhu roku jeho pohyb slouží k vyhledávání zóny s optimálním obsahem kyslíku. Na podzim a na zimu se přesouvá do větších hloubek (Lelek a kol., 1964). Žije v menších hejnech, které jsou tvořeny přibližně stejně velkými a starými jedinci. Je typickým dravcem a na výhradně dravý způsob výživy přechází již po dosažení velikosti 30-50 cm (Lusk-vlastní pozorování). Vylíhlé larvy tohoto druhu ryb začínají přijímat potravu (drobný zooplankton) již při délce těla 5,8 mm. Při délce 12 mm se začíná místy objevovat raný, neboli larvální kanibalismus (Bastl, 1978). Vylíhlý plůdek se živí nejdrobnějšími vodními ústrojenci, hlavně živočišným planktonem, jemuž zůstává věrný až do stáří jednoho roku. Také se plůdek candáta obecného v prvním období života do velikosti 20 mm živí především zástupci vířníků (*Rotatoria*), klanonožců (*Copepoda*) a lupenonožců (*Phyllopoda*) (Smíšek, 1962). Větší jedinci potřebují jako potravu již větší vodní zvířenu a loví komárovitě a pakomárovitě, jepice i chrostíky a velikostně odpovídající plůdek různých druhů ryb. Podle Sedlára a Žitňana, (1974) na jeden kilogram přírůstku vlastní hmotnosti potřebuje tento druh 3,5 až 6 kg jiných ryb a v dospělosti nejčastěji přijímá takovou kořist, která nepřevyšuje 10-12% jeho objemu. Pohlavně dospívají samci ve stáří 2-4 roků a samice ve stáří 3-5 roků. Tření candáta obecného probíhá od dubna až do června v závislosti na teplotě vody, optimum je 8-14°C. Jikernačka uvolňuje v průměru 100 – 400 tis. drobných jiker. Relativní plodnost činí 150 až 170 tis. kusů jiker na kilogram hmotnosti těla (Dubský a kol., 2003). Candát patří mezi tzv. psamofilní ryby, protože jikry ukládá na kořinky trav a křovin. Samci připravují pro tření 'hnízda' o průměru 40-90 cm. Samec toto hnízdo s jikrami hlídá a ploutvemi ovívá sedimentující kal. Vývoj oplozených jiker trvá při teplotě 8-12°C v rozmezí 15 až 35 dnů. Vylíhnutý plůdek přechází velmi brzy na dravý způsob výživy. Nejčastěji dosahuje v našich podmínkách celkové délky do 80 cm a hmotnost do 6 kg, dorůstá však až do délky i přes 100 cm a hmotnosti okolo 15 kg (Spurný, 1998).

Pohlavní dvojtvárnost (dimorfismus) není v období mimo rozmnožování mezi samci a samicemi nijak zřetelná. Samci mají relativně o něco delší párové ploutve než samice (Vladykov, 1931). Samice jsou větší a zaoblenější a samci menší a štíhlejší.

U samic je v období tření v důsledku většího objemu gonád břicho zvětšené a objemnější než u samců. V době rozmnožování mají samci temnější zbarvení, zejména břicho bývá tmavé až černé nebo modravě skvrnité či mourovaté (mramorované), u samic světlejší až čistě bílé (Dyk, 1956; Volf, 1928). Podle zkušeností Luska a Pokorného (vlastní pozorování) však i tyto barevné znaky nejsou spolehlivé.

2.1.4 Geografické rozšíření a výskyt okouna říčního

Okoun říční je rozšířen po celé Evropě s výjimkou Skotska, jižních evropských poloostrovů a Norska. Žije i v celé severní části Asie, patřící k úmoří Severního ledového oceánu (Lusk a kol., 1983). Byl také vysazen na jižní polokouli v Tasmánii a Austrálii (nyní je rozšířen ve Viktorii, Novém jižním Walesu), na Novém Zélandu a do jižní Afriky, kde se však neudržel (Obr. 2) (Rougeot a kol., 2008). Ze čtvrtohorních nálezů je okoun znám z východní části dnešního areálu, východněji od řeky Kolymy (Švátora, 1986). Faktorem, který limituje rozšíření okouna říčního, je teplota. Pro tento druh je horní teplotní hranice 31°C (při této teplotě žije totiž jen několik hodin – laboratorní údaje Weatherley, 1963a,b) a jeho rozšíření je limitováno letní izotermou 16-31°C (Hokanson, 1977). V našich vodách patří k hojně se vyskytujícím druhům. Setkáváme se s ním jak v tekoucích vodách od lipanového až po cejnové pásmo, tak v různých typech stojatých vod, jako jsou tůňe, jezera, pískoviště, údolní nádrže apod. Nejlépe mu vyhovují mírně tekoucí vody s dostatkem přirozených úkrytů. S oblibou vyhledává zarostlé lokality (Dubský a kol., 2003). V tekoucích vodách vytváří někdy místně početnější populace, pouze větší jedinci žijí samotářsky (Lusk a kol., 1983). Do hejna se formuje především přes den, za soumraku se hejno rozpadá. V některých nádržích se dokonce přemnožuje a vytváří zakrslé formy. Nevadí mu ani eutrofní vody (Dubský a kol., 2003).



Obr. 2. Rozšíření rodu *Perca* ve světě (Craig, 2000).

2.1.5 Popis a poznávací znaky

Tělo má vysoké, statné, ze stran zploštělé a v hřbetní partii vyklenuté (Dubský a kol., 2003; Hanel, 1992). Na klínovité hlavě má velké oči a koncová ozubená ústa. *Operculum* (skřelová kost) je ošupené, má jeden plochý trn, *praeoperculum* je v zadu jemně ozubené, na spodním okraji má větší háčkovité zoubky (trny). *Interoperculum* je na dolním okraji jemně ozubené. *Suboperculum* je ošupené, avšak *interoperculum* a pásmo krycích podočnicových kostí je bez šupin, rovněž tak i svrchní strana hlavy (Švátora, 1986). Má dvě hřbetní ploutve, přičemž přední je větší a vyztužená tvrdými 12-16 paprsky a zadní je menší složená pouze z 1-3 tvrdých paprsků a z 12-16 rozvětvených měkkých paprsků (Dubský a kol., 2003).

Přední hřbetní ploutev je šedá a na jejím konci je charakteristická černá skvrna (Lusk a kol., 1983; Hanel, 1992). Prsní ploutve se nachází těsně za hlavou. Břišní ploutve jsou posunuty téměř pod základ ploutví prsních. Řítní ploutev je krátká se 7-10 rozvětvenými paprsky a ocasní jen mírně vykrojená (Dubský a kol., 2003). Břišní, řítní a ocasní ploutve jsou červené (Lusk a kol., 1983; Hanel, 1992). Tělo je převážně žlutozelené až šedé, hřbet je zelenočerný, boky jsou žlutavé až žlutozelené s mosazným leskem, břicho bývá bělavé nebo žlutavé. Na bocích těla je 5-9 hnědých nebo hnědočerných příčných pruhů, nesestupujících hluboko na boky. Pruhy nebývají vždy zřetelné, ale někdy jen slabě naznačené nebo zcela chybí. Vzácně byli pozorováni i okouni žlutě nebo citronově žlutě zbarvení (Švátora, 1986).

2.1.6 Biologie

Okoun říční obývá stojaté i tekoucí vody, žije v říčních ramenech, tůních, rybnících i v přehradních nádržích (Baruš a kol., 1995). Zdržuje se v hejnech a pouze větší jedinci žijí samotářsky (Lusk a kol., 1983). Okouni tvoří hejna až několik set jedinců délkově a věkově rozvrstvená, která se za soumraku rozpadají a za svítání opět formují (Hergenrader a Hasler 1966; Černý 1973, 1975; Siegmund a Wolf 1973). Míra aktivity je přímo závislá na teplotě (Hergenrader a Hesler, 1967; Craig, 1977). Švátora (1986) uvádí, že okouni preferují teplotu 21 – 24°C. Na podzim se okouni stahují do hlubší vody a na jaře se naopak stahují do mělčin nebo někdy migrují proti proudu kvůli tření. V zimním období mladší okouni snižují aktivitu, staří okouni však i v zimě vyhledávají

potravu pod ledem. Častý způsob pohybu okouna spočívá v prudkém střelovitém vyražení kupředu, pak se náhle zastaví a znovu dá do pohybu (Dyk 1944,1956). Okoun je vizuální predátor, tudíž se při lovu potravy orientuje převážně zrakem (Švátora, 1986). První potravu začíná okoun přijímat asi za 2–3 dny od vylíhnutí (Frank, 1960). Potěr se živi drobnými planktonními korýši, později loví larvy hmyzu či potěr různých druhů ryb (Baruš a kol., 1995). Pro počáteční rozkrmování je nutné zvolit vhodnou velikost částic, ta se podle Livertoux (1995) pohybuje okolo 0,2 až 0,4 násobku velikosti ústního otvoru. Potravu vzrostlých okounů tvoří hlavně ryby, běžný je i kanibalismus, přičemž podle Thorpeho (1974) potěr okouna jako potrava může tvořit během léta až 88,6% hmotnosti dospělých ryb. Růstová intenzita je rozdílná a závisí především na množství a kvalitě potravy (Dubský a kol., 2003).

Běžně dorůstá do délky 150 - 250 mm a hmotnosti 250 - 500 g. Ve volných vodách (např. údolní nádrže) může dorůst do délky 500 - 600 mm a hmotnosti 2500 - 4000 g (Dubský a kol., 2003). Od velikosti 15 mm se začíná u tohoto druhu výrazně projevovat kanibalismus (Rougeot a kol., 2008). V některých rybnících a přehradních nádržích v období těsně po napuštění vykazuje tento druh dobrý růst díky dostatku vhodné potravy a malé konkurenci ze strany jiných druhů ryb, protože je většinou v první fázi vývoje nádrží dominantním druhem (Oliva a Holčík, 1965). Okoun říční je druhem, který se v našich vodách úspěšně rozmnožuje přirozenou cestou. Vzhledem ke své dobré rozmnožovací schopnosti dokáže, pokud se dostane například do nově vybudované nádrže, rychle dosáhnout velmi vysoké početnosti. Samci okouna pohlavně dospívají již v prvním až třetím roce, samice ve druhém až čtvrtém roce života. V našich podmínkách probíhá výtěr od dubna do května. Okouni se většinou třou na mělčinách s tvrdým dnem (štěrka, písek) a podél břehů. Samice klade jikry v až dva metry dlouhých pásech na kameny, ponořené větve, kořeny nebo vodní rostliny. Tření probíhá podle lokalit ve vodě s teplotou 5 – 19°C. Podle velikosti samice kolísá plodnost 950 – 300 000 jikrami (Baruš a kol., 1995). Oplozené jikry mají průměr 1,7 – 2,0 mm (Bastl, 1969) a jejich vývoj trvá v závislosti na teplotě 14 – 17 dní. K líhnutí oplozených jiker dochází při teplotě 12°C za 14 – 15 dní, při teplotách pod 10°C až 16 – 33 dní (Swift, 1965; Kokurewicz, 1969). Pohlavní dimorfismus není, s výjimkou předstěrového období, u okouna výrazněji vyvinut (Dubský a kol., 2003). Samice od samců lze rozlišit pouze v období těsně před třením nebo v průběhu tření podle zvětšené břišní dutiny a krátkou dobu po třením podle zvětšené a rozšířené

močopohlavní papily. Tento znak je však po 2-3 týdnech po tření nepatrný (Švátora, 1986).

2.2 Význam percidů na trhu

2.2.1 Význam okouna říčního na trhu

V posledních letech se spotřeba okouna říčního na trhu výrazně zvyšuje. V evropském měřítku je vysoká poptávka (až 10 000 tun za rok) po okouních filetech v alpských zemích uspokojována především lovem z jezer. Celkem je v Evropě ročně vyloveno kolem 25 000 tun okouna (celé ryby). Podle Dyka (1956) se stává velmi atraktivním svým velmi chutným, listkovitým, málo tukem bohatým a kostí snadno zbavitelným masem. Největší nárůst spotřeby byl zaznamenán v zemích alpského regionu, jako jsou Švýcarsko, Francie, Itálie a ve skandinávských zemích, jako je Švédsko a Finsko, kde se v současné době nalézají i farmy s intenzivním chovem okouna říčního.

Tamazout a kol., (2000), Fontaine a kol. (2004) formulovali převažující požadavky trhu na velikost a zpracování tržních okounů říčních v jednotlivých zemích takto:

1. Francie 5 – 10 g celé ryby
2. Švýcarsko (francouzsky mluvící část) 70 – 100 g celé ryby, filety 15 g.
3. Švýcarsko (německy mluvící část) 150 – 200 g, filety 40 g.
4. Skandinávie, Francie, Benelux 300 – 400 g celé ryby, filety 100g

Maso je dodáváno především ve formě chlazených filetů.

V současné době postačují k uspokojení poptávky po tržním okounovi říčním dodávky ze všech evropských zemí. Tyto pochází většinou z tradičního chovu v rybnících nebo z odchytů z jezer. U těchto chovů je však velká různorodost dodávek, způsobená hlavně klimatickými vlivy, což může způsobit v určitých letech nedostatečnou produkci k uspokojení poptávky. Aby se této situaci předešlo, došlo ve Francii, Belgii, Švédsku a i České republice k pokusům s chovem okounů říčních v kontrolovaných podmínkách. V Belgii se využívá okoun říční trvale chovaný v kontrolovaných podmínkách už 4 generace (Rougeot a Mélard, 2008). Produkce

okouna činí v České Republice 22 tun z rybníčního chovu. Největší producenti v Evropě jsou na prvním místě Finsko (17 000 t), dále Rusko (3 500t), Polsko (2 000t) a Estonsko (1 200t).

V zemích jako je Švýcarsko (Percitech S. A.), Francie (Lucas Perches SARL), Dánsko (Bornholms Hatchery Lakseklaekkeri) a Irsko (Clune Fisheris Ltd., PDS Irish Waters Perch Ltd., Ballybay Perch Ltd., KeyWatwer Fisheries Ltd.) je na farmách fungujících na bázi recirkulačních systémů vyprodukováno kolem 315 tun okouna za rok (Toner, 2008; Overton a kol., 2008b; Philipsen, 2008; Öberg, 2008). V omezené míře je okoun chován i jako doplněk sortimentu některých intenzivních farem v České Republice (Pstruhařství Mlýny, Ing, Švarc – chov ryb)

V současné době je okoun říční považován za velmi perspektivní druh pro chov v intenzivní akvakultuře (Malison a kol., 1994; Kestemont a kol., 1996). Dalšími cíli evropských chovatelů je dosáhnout mimo sezonního výtěru a kontinuální produkce okouna říčního v intenzivním chovu, která nebude ovlivněna klimatickými vlivy v rámci ročních období (Rougeot a Mélard, 2008).

V ČR při nasazování obhospodařovaných rybníků můžeme okouna říčního považovat pouze jako doplňkovou „vedlejší“ rybu. To je způsobeno vysokou schopností adaptability, následující dravostí a schopností výtěru (přemnožení). Ve sportovních vodách je však velmi cenným sportovním zážitkem a vyhledávanou trofej pro rybáře. Můžeme jen s očekáváním doufat, že tento skvost našich vod a kulinářského umění, který se těší větší pozornosti spíše v cizích zemích, se dostane i na náš stůl.

2.2.2 Význam candáta obecného na trhu

Díky výborné kvalitě masa s vysokou dietetickou hodnotou patří candát na našem trhu mezi jednu z nejcennějších ryb, hospodářsky velmi významnou a tudíž i rybu poměrně drahou. I přes jeho vysokou cenu na trhu je poměrně žádaným artiklem na tuzemském trhu a hlavně na vývoz do zahraničí. Mezi největší producenty candáta patří v Evropě na prvním místě Rusko (6 000t), druhé Finsko (2 600t) a třetí Estonsko (800t). V českém rybníkářství se produkce candáta pohybuje okolo 50 t ročně (Brožová, 2003), to představuje 0,22 - 0,24% produkce české akvakultury. Takto nízká produkce je i přesto, že je u něho dlouhodobě zajištěna vysoká cena v tuzemsku i v zahraničí. Cena tržního candáta na domácím trhu i na export je okolo 200 Kč/kg (tj. 3,5 vyšší než

u kapra). Po otevření hranic EU (2002) trh v Evropě zaplavil import candáta levného (2-4 Eur/kg) z Ruské federace (celé mražené ryby) a Estonska (chlazené filetované ryby). Nyní se farmářská cena (celé ryby) pohybuje:

0,7 – 1,0 kg	4 Eur
1,0 – 2,0 kg	5-7 Eur
2,0 – 4,0 kg	9 Eur

Stavy úlovků v jezerech kolísají jak v průběhu sezóny tak meziročně. Candát obecný je také vysoce ceněným druhem z hlediska sportovního rybolovu. Jeho úlovky sportovními rybáři dosahují v dlouhodobém průměru okolo 150 tun ročně, což představuje z pohledu výlovku ostatních dravých druhů jeho druhé místo za štikou. Limitujícím předpokladem růstu jeho produkce je v současné době mimo vlastní intenzifikaci v chovu kapra také nedostatek násadového materiálu (Musil, 2006). Výhledem k ceně tržních candátů při zvýšení produkce byť jen o 50%, dojde ke zvýšení produkce ve finančním vyjádření v přibližně 3-4 násobné výši, než by tomu bylo při zvýšení produkce kapra ve stejném objemu.

2.3 Chov okouna a candáta v intenzivních podmínkách

2.3.1 Historie chovu v intenzivních podmínkách

Technologie intenzivního chovu okouna říčního byla v počátcích inspirována chovů okouna žlutého (*Perca flavescens* Mitchill) v severní Americe kde je produkováno kolem 500 tun okouna na farmách v blízkosti Velkých jezer. V roce 1981 byl v Řecku založen podnik s názvem Kefalonia Fisheries, což byl v té době první podnik v oboru akvakultury, který se zabýval chovem mořských okounů (*Dicentrarchus labrax*). Okoun říční byl vybrán jako první druh určený k doplnění spektra chovaných ryb v rámci vnitrozemské akvakultury (Kestemont a Dabrowski, 1996). V severní a západní Evropě je jeho chov spojen hlavně s intenzivním chovem v recirkulačních systémech.

2.3.2 Metody odchovu larev a juvenilních ryb

2.3.2.1 Kombinace extenzivního odchovu larev v rybnících a následného chovu v intenzivních podmínkách

Extenzivní fáze odchovu okouna říčního (*Perca fluviatilis*) je v rybníčních podmínkách, která vychází z metody odchovu plůdku candáta (Musil a Kouřil, 2006). Rybníky by měly být spíše neprůtočné o výměře maximálně do 2,5 ha, dále by měly mít nižší vrstvu sedimentu s dobře utvořenou břehovou partií. Nesmí zde docházet v průběhu odchovu ke kyslíkovým deficitům a zákalům vody. U rybníků by měla být možnost výlovu pod hrází.

Před vysazením larev by měly proběhnout zásahy do rybníčního prostředí jako desinfekce rybníčního dna proti mezihostitelům parazitů. Dále je doporučováno rybníky hnojit kompostem nebo chlévskou mrvou a tím nastartovat rozvoj planktonních organismů, které tvoří významnou složku potravy pro larvy okouna říčního. Nesmí nastat situace přemnožení dravých perlooček, které zfiltrují veškerý drobný plankton tzv. „efekt clear water“, při níž začíná u okouna prudce stoupat kanibalismus podobně jako u candáta (Beeck a kol., 2002).

Do takto připravených rybníků se mohou vysazovat dle Kestemonta (2008) oplozené provazce jiker ve stadiu očních bodů nebo rozplavaný váčkový plůdek. Množství larev se pohybuje v rozmezí 120 – 130 tisíc ks·ha⁻¹. Tato hustota vychází orientačně z chovu candáta obecného (Klimeš a Kouřil, 2003).

Odchov okouna v rybníku trvá různou dobu a závisí na řadě parametrů jako je teplota vody a potravní nabídka a na stadiu plůdku okouna, kterého chceme využívat k adaptaci na intenzivní chov v kontrolních podmínkách. Jednou z možností je odlov ryb ve stadiu rychleného plůdku, to je zhruba odchov v rybníku po dobu 1,5-2 měsíce. Odlov v tomto případě vychází na měsíc červen. Rychlený plůdek dosahuje délky 35-45 mm. U rychleného plůdku je velká výhoda růstové vyrovnanosti, která se s přibývajícím věkem rychle mění. Jednou z příčin je nástup kanibalismu u rozrostlejších ryb okouna říčního (Beeck a kol., 2002). Druhá možnost je odchov ryb do stadia 0+. Tato metoda je podobná jako předchozí s rozdílem přelovení larev na konci vegetačního období. To znamená odlov v měsících září až říjen (Bláha, 2006). Dle Kestemonta (2008) dosahuje okoun délky 90-100 mm.

Extenzivní odchov candáta obecného (*Sander lucioperca*) je ve většině aspektů totožný s extenzivním odchovem okouna. Tato metoda odchovu je patrně nejrozšířenější a vysoce efektivní způsob produkce násadového materiálu v Evropě (Hilge a Steffens, 1996). Při této metodě nasazujeme jikry nebo váčkový plůdek z umělého výtěru do zimovaných a předem vyhnojených rybníků kompostem nebo chlévskou mrvou (Klimeš a Kouřil, 2003). V optimálním případě by 80 – 90% plochy dna rybníka mělo být na suchu a na bahnitě části rybníka aplikovat vápno v dávce 250 – 500 kg·ha⁻¹. Kultivace dna a vápnění jsou doplněny hnojením k podpoře rozvoje planktonu jako potravy plůdku. Zhruba 5 – 10 dní před vysazením jiker nebo 8 – 15 dní před vysazením váčkového plůdku se rybník napustí do 30 – 40% úrovně standardní vodní hladiny. Přítok vody se musí zabezpečit proti vniknutí predátorů (zejména štiky a okouna). Důležitou prevencí ztrát plůdku během odchovu je dokonale utěsnění výpusti rybníka proti uniku váčkového plůdku, jakož i utěsnění sít při odlovu ideálně do beden pod hrází (Kouřil a Hamáčková, 2005).

Obsádka takto připravených rybníků je podle oborové normy 46 6835 při výměře odchoven do 400 m² 100 000 jiker na každých 100 m² vodní plochy. Při rozloze nad 400 m² pak 50 000 jiker. To dává hustotu nasazení 0,5 – 1 milion jiker na hektar. Rozplavaného plůdku nasazujeme 400 – 600 tisíc kusů na hektar. Přežití plůdku za období 4 – 6 týdnů odchovu je 5 – 10% v případě vysazených jiker a 15 – 40% v případě vysazení rozplavaného plůdku. Stupeň přežití záleží na dostatku velikostně vhodné potravy a optimálním výlovu. Plůdek 4 – 5 cm velký má hmotnost kolem 1 g. V dobře připraveném rybníku lze dosáhnout produkce 50 – 250 kg na hektar. Znamená to, že při nasazování rybníka lze plánovat hustotu obsádky při konečném slovení na úrovni 50 000 – 250 000 ks·ha⁻¹ plůdku. Hektarový výnos rychleného candáta je vždy značně variabilní, ovlivněny jak abiotickými tak biotickými faktory.

Kompletní doplnění rybníka vodou se uskutečňuje 6. – 8. den po zahájení příjmu potravy plůdkem. Doplnková voda zředí obsah rybníka a navíc přinese větší velikosti korýšovitého planktonu (*Cyclops*, *Daphnia*, *Diaptomus*), jehož přemnožení bylo omezeno aplikací esteru kyseliny fosforečné. Planktonní korýši se začnou rychle rozmnožovat, což může být ještě urychleno přenosem (inokulací) druhů *Copepoda* a *Cladocera* z jiných rybníků. Délka odchovu se v závislosti na teplotních a s tím souvisejících i potravních podmínkách pohybuje v rozmezí 1,5 až 2,5 měsíce. V našich podmínkách se tedy plůdek loví většinou v průběhu měsíce června až první poloviny července, kdy již dosahuje celkové délky těla (Lt) 35 – 40 mm (Kouřil a Hamáčková,

2005). Praktickým vodítkem k ukončení odchovu je sledování abundance hrubého (především dafniového) zooplanktonu, který signalizuje potravní podmínky pro obsádku. V případě jeho vymizení se doporučuje plůdek urychleně slovit. V opačném případě se již nevyhneme zvýšeným ztrátám vlivem kanibalismu (Klimeš a Kouřil, 2003). V Polsku se někdy loví rychleny plůdek již ve velikosti okolo 20 – 30 mm s cílem většího kusového výlovku, který dosahuje až $500\ 000\ \text{ks}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Szkudlarek a Zakes, 2002). Před odlovem je hladina vody snížena na 50%. Na odtokovou rouru se instaluje sítěná past. Vysoký tlak vody by mohl citlivý candátí plůdek výrazně poškodit. Plůdek vstupuje do sítě především v noci, kdy na druhé straně také kles obsah kyslíku ve vodě. Je proto nutno zamezit silné koncentraci plůdku v sítěné pasti, plůdek průběžně vyjímat a přemísťovat jej do v blízkosti připravené sítěné klece (oka 2 – 4 mm) nebo do transportních beden, do kterých je přiváděn kyslík.

U odchovaného plůdku ve velikosti 3 – 5 cm ještě většinou nedochází ke kanibalismu, i když s dalším růstem se problémy začínají vyskytovat, zejména pokud je teplota vody vyšší než 16 – 18°C. Třídění plůdku je velmi obtížné, neboť candáta nelze vystavit manipulaci bez vody. Bezpečnou metodou je průběžný přesun ryb do dalšího rybníka a držení plůdku ryb před převozem v sítěných klecích. Bez pozorné a náročné manipulace dochází ke značným ztrátám. Rychleny plůdek může sloužit jak k vysazování do volných vod, tak do rybníků k produkci ročka, nebo dvouleté násady.

Rychleny plůdek candáta se nejčastěji přepravuje v polyetylenových vacích. Vak se naplní z jedné třetiny vodou a zbytek tvoří kyslík. Na jeden vak dáváme nejčastěji 1000 kusů rychleného plůdku. Množství plůdku na jeden vak je ovlivněno délkou přepravy, čím déle, tím menší počet plůdku. Dále se může rychleny plůdek přepravovat v transportních bednách se sycením vody kyslíkem nebo vzduchem. Pro adaptaci plůdku na intenzivní podmínky je využíváno stejných postupů jako v případě okouna.

Následná fáze je převedení (adaptace) vyloveného plůdku, jak rychleného, nebo 0+, na řízenou akvakulturu (intenzivní chov). Adaptaci okouna na chov v intenzivních podmínkách popisuje Stejskal a Kouřil (2006). Na začátku tohoto odchovu se plůdek musí přizpůsobit novým podmínkám jak vlivu nového prostředí, tak i novým potravním možnostem. Velikost převáděného plůdku se pohybuje o délce těla 30-50 mm a hmotnosti 0,3 – 1,5 g, ale bylo prokázáno, že je úspěšné převedení plůdku při hmotnosti 0,3 – 10 g (Stejskal a kol. 2007; Turek, 2006).

Odchovné nádrže pro adaptaci bývají nejčastěji plastové či gumotextilní, přizpůsobené pro dobrou kontrolu ryb a snadné odstranění uhynulých ryb (Policar

a kol., 2009). Teplota vody v odchovných nádržích je doporučena 21-23°C. Při teplotě 21°C se snížila intenzita růstu, ale zároveň se snížil výskyt kanibalismu, který ovlivňuje stupeň přežití. Pokud je teplota nižší než 20°C, nebo vyšší než 25°C, zpomalí se růst a sníží přežití (Kouřil a kol., 2002). Jednou z velkých překážek je odkrmení plůdku v první 10 - 14 dnech, kdy při přímém přechodu z přirozené potravy na suchou dietu nebývají dosahovány dobré výsledky v přežití okounů (Stejskal a kol., 2006). Tento problém byl řešen i u adaptace sumce velkého (*Silurus glanis*), kde bylo užito polovlhkých směsí, které se připravily rozemletím granulovaného krmiva a přidáním vhodného pojiva (Mareš a Jirásek, 1999). Jednodušší postup použil Stejskal (2007), kdy granulované krmivo navlhčil pomocí rozprašovače a po krátkém časovém intervalu se změnila konzistence krmiva (měkne), což je pro počátečný odkrm důležité, poté se mohlo krmivo podávat rybám. Další možností je použití průmyslově vyráběného suchého krmiva ve směsi s larvami pakomárů nebo planktonem. Toto krmivo bylo vyzkoušeno v experimentu rozkrmení candáta obecného (Molnár a kol., 2004). Délka aplikování polovlhkých či různě upravených směsí se pohybuje po dobu 6-10 dní, při dlouhodobém používání těchto směsí hrozí situace přechodu na toto krmivo a k odmítnutí suchých krmiv (Baránek, 2005). Kouřil (2002) uvádí pozvolný přechod z přirozené potravy na suché startérové krmivo pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*), kombinací přirozené a suché diety. Při nedostatku živé potravy se může použít 50% množství suchého krmiva denní krmné dávky. Denní krmnou dávku je vhodné rozdělit do intervalu po dvou hodinách. Po 10-14 denním přechodu se předkládají již pouze startérová krmiva. U intenzivního chovu okouna říčního, se v minulých letech především využívala krmiva od firmy Biomar a firmy DANA FEED.

2.3.2.2 Intenzivní odchov larev a juvenilních stádií v kontrolovaných podmínkách intenzivních chovů

Důležitým krokem v intenzivní technologii chovu okouna říčního a candáta obecného je produkce dostatečného množství rozkrmeného a na startérová krmiva adaptovaného plůdku. V chovu larev těchto druhů je však několik kritických aspektů, které komplikují jejich odchov a zhoršují tím ekonomickou situaci intenzivních chovů tohoto druhu (vyšší náklady na odchov jednoho kusu rozkrmeného a potravně adaptovaného plůdku).

Larvy okouna jsou schopny přijímat potravu 3. den po vykulení (Kestemont, 1996; Baruš a Oliva, 1995) při celkové délce 6,2 - 6,3 mm. Pro okouna v larválním stádiu je charakteristický nedostatečný vývoj gastrointestinálního traktu (jednoduchá anatomická stavba) a nedostatek endogenních trávicích enzymů (absence pepsinu podílejícího se na trávení bílkovin). Role živé potravy je v prvních 30 dnech (do hmotnosti těla 50 mg) po vykulení larev okouna říčního nezastupitelná a rozum výhradně startérovými směsmi (podobně jako u salmonidů) je v této fázi praktický nemožný (Cuvier-Péres a Kestemont, 2000). Proto je okoun říční nucen v těchto fázích přijímat živou potravu zajišťující optimální složení potravy, které je důležité pro normální růst a vývoj larev okouna říčního (Kestemont a kol, 2003).

Okoun patří do skupiny ryb *Physoclisti*, u kterých se uzavírá spojení mezi plynovým měchýřem a jícnem mezi 10-14 dnem po vykulení (v závislosti na teplotě), pozdější naplnění již není možné. Především v intenzivních chovech se však vyskytuje tzv. syndrom nenaplnování plynového měchýře (NGB – non gas-bladder), jenž se může vyskytovat v intenzivním chovu až u 95% obsádky a je tudíž významným problémem v chovu larev okounovitých ryb (Czesny, 2005; Jacquemond, 2004a,b). Plavání jedinců s nenaplněným měchýřem se stává energeticky náročné, což se projeví retardací růstu těchto ryb a následným zhoršením ekonomiky chovu. Navíc plynový měchýř poskytuje oporu pro páteř a ostatní orgány dutiny tělní a jeho absence se projevuje lordózou, kyfózou nebo skoliózou páteře (Jacquemond, 2004a,b). Nicméně tento jev je znám i ve volných vodách, kde se vyskytuje s frekvencí 0,1-8% (Egloff, 1996). Nenaplnění plynového měchýře je většinou vysvětlováno nízkou schopností larev prorazit povrchovou blanku ve vodě s vyšším povrchovým napětím. V intenzivním prostředí recirkulačních systémů je vyšší povrchové napětí způsobeno především uvolněním mastných látek z krmiva do vody. Proto Boggs a Summerfelt (2003) použili při kultivaci larev severoamerického druhu candáta (*Sander viteum*) sběrače tuků. Jiní autoři se pokoušejí o jakési rozrušení povrchové blanky pomocí modifikovaných přítoků či skrápěčů (Barrows a kol., 1993), které jsou konstruovány tak, aby se voda rozstříkala na co nejmenší kapky. Tento systém využívaný u odchovu larev okounovitých ryb může přinést až o 21% vyšší naplnění plynového měchýře u larev odchovávaných v kontrolovaných podmínkách.

Dalším kritickým faktorem intenzivního chovu larev okouna říčního je raný kanibalismus, který se vyskytuje již od 10-15 dne po jejich vykulení a může působit ztráty až 40% (Mélard a kol., 1995; Vlavinou a kol., 1995; Baras a kol., 2003).

V současné době je možno doporučit schéma odchovu larev, při kterém je během 2-4 dne po vykulení zkrmována nejjemnější artémie ($250\ 000\ \text{cyst}\cdot\text{g}^{-1}$), následně v období 5-20 dne jsou zkrmovány artémie větší velikosti. Poté nastává fáze tzv. „co-feeding“, což je společné zkrmování artémie a startérové směsi (od 20 do 25 dne). Od 25 dne je zkrmována pouze startérová směs. Krmivo pro larvální stádia by mělo obsahovat vyšší obsah mastných kyselin, především kyselinu dokosaheptaenovou (DHA) a eikosapentaenovou (EPA). Významný je rovněž obsah vitamínu C jako prevence výskytu malformací.

2.3.3 Optimální podmínky pro intenzivní chov obou druhů

Pro intenzivní způsob odchovu larev okouna říčního se doporučuje používat počáteční hustoty obsádky $20\text{-}50\ \text{ks}\cdot\text{l}^{-1}$ čerstvě vylíhnutých larev. Počáteční hustotu odchovávaných larev lze zvýšit až na $100\ \text{ks}\cdot\text{l}^{-1}$ za předpokladu pozdějšího rozdělení 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 pro růst, která je 23°C , při níž ovšem dochází k silnému rozvoji kanibalismu (Kestemont a kol., 2008). Pro odchov juvenilních stádií je doporučována teplota vody kolem $22\text{-}23^\circ\text{C}$. Nasycení vody kyslíkem je třeba udržovat jak u larev, tak i u juvenilů nad 70%, což představuje koncentraci kyslíku přibližně nad $6\ \text{mg}\ \text{O}_2\cdot\text{l}^{-1}$. Koncentrace amoniaku by neměla v obou případech odchovu přesáhnout $0,2\ \text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, v případě dusitanů je limit $0,5\ \text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Pro odchov larev i juvenilů se jeví jako výhodnější mírné zvýšení salinity vody při jejich odchovu na hodnotu $0,6\text{-}1,8\ \text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Bein a Ribí, 1994; Overton a kol., 2008a). V počáteční fázi odchovu je důležitým parametrem velikost krmných částic, která by neměla přesahovat $200\ \mu\text{m}$. Pro krmení juvenilních ryb okouna říčního jsou využívány granulované krmné směsi primárně určené pro salmonidy. Obsah proteinů v těchto směsích by měl být od 37 do 43% (Fiogbé a kol., 1996). Optimální obsah hrubého tuku je 12%, nicméně tento obsah lze zvýšit až na 18% při použití antioxidantu ethoxyquin bez negativního dopadu na růst ryb.

Pro zajištění nejvyšší rychlosti růstů tržních okounů je fyziologicky nejvýhodnější teplota vody 23°C (vyšší teplota se neprojeví na zvýšení rychlosti růstu). Při zajištění optimálních může chov tržních ryb u okouna říčního probíhat při biomase $60\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$

(Mélard a kol., 1996). Takto intenzivně odchovávané ryby ve hmotnostním intervalu od 20 do 100 g jsou krmeny umělými krmivy o velikosti částic 3,0 mm. Hodnota pH by se měla pohybovat v rozmezí 6 - 7,5. Nasycení vody kyslíkem by nemělo v nádržích poklesnout pod 60%, což představuje přibližně koncentraci $5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$. Akutní toxicita amoniaku (96hLC50) je $0,80 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ N-NH}_3$. Na růst ryb (až 50% snížení rychlosti růstu) však negativně působí již koncentrace $0,03 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ N-NH}_3$ (Vandecan a kol., 2008).

2.4 Výhody intenzivního chovu ryb v duokultuře

2.4.1 Vliv duokultury na příjem krmiva a potravní aktivitu chovaných ryb

Druh, množství a dostupnost potravy jsou důležitými faktory ovlivňujícími růst a velikost jednotlivých ryb. Efektivnost využití živin z potravy na růst je ovlivněna nejen stravitelností a energetickou hodnotou potravy, ale také energetickým výdejem organismu. Rychleji rostoucí jedinci jsou úspěšnější při obhajování svého teritoria a získávají nejen potravní výhodu, ale i lepší tělesnou kondici. Současně ryby s dobrou tělesnou kondicí lépe odolávají predáčnímu tlaku (Metcalfé a Thorpe, 1992).

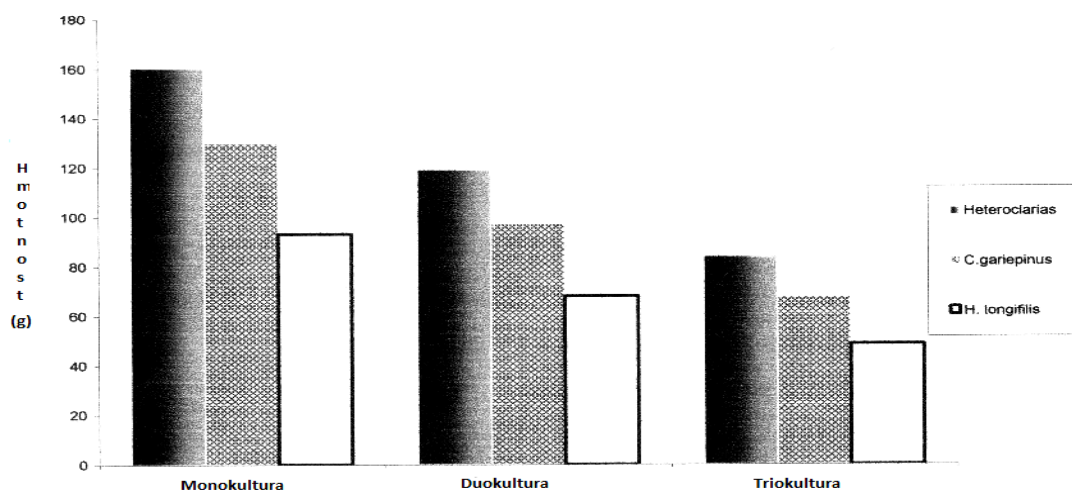
Jobling a kol. (1998) dělal pokus s chovem lososa obecného (*Salmo salar*) a pstruha obecného (*Salmo trutta*) ve společné monokultuře a duokultuře při teplotě 2,7 – 3°C po dobu 3 měsíců. Rychlost příjmu krmiva a růstu byla zpočátku nízká, ale zvyšovala se v průběhu experimentu, což je zvláště patrné u lososa. Ve stejném čase mezidruhové rozdíly v příjmu krmiva a růstu spíše klesaly.

2.4.2 Vliv duokultury na růst chovaných ryb

Růst je velmi důležitý hospodářský, technologický a biologický ukazatel. Rychlost růstu ovlivňují potravní podmínky (frekvence krmení, nutriční složení, stres, kvalita potravy, hustota obsádky, atd.), délka vegetačního období, teplota vody, kyslíkové poměry, zdravotní stav a genetický základ (Baruš a kol., 1995).

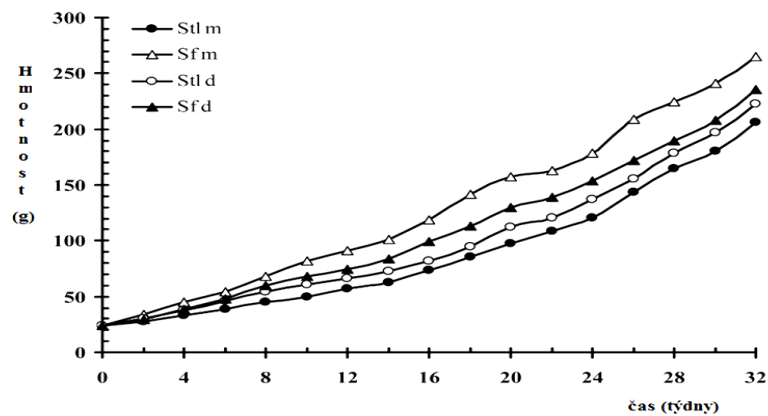
Některé studie, zabývající se růstem ryb, zejména lososovitých v mono a duokulturních obsádkách byly provedeny v minulých letech. Mork (1982), Holm (1989), Nordvedt a Holm (1991) uvádí, že lososovití (losos obecný - *Salmo salar* a siven alpský - *Salvelinus alpinus*) chování v duokultuře měli lepší růst, než ryby

chované v monokultuře. Nicméně, Jobling a kol. (1998) uvádí, že losos chovaný v duokultuře se pstruhem obecným (*Salmo trutta*) nevykazoval výrazně lepší růst, než chovaný v monokultuře. Oproti tomu Adewolu a kol. (2008), kteří prováděli pokus na vliv růstu sumců rodu *Clarias* (*Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* a jejich kříženců *H. longifilis* X *C. gariepinus*) v monokultuře, duokultuře a triokultuře zjistili, že výsledky ukázaly pro tyto dva druhy a jejich hybridy nejlepší růst v rámci monokultury, následovala duokultura a ryby nejpomaleji rostly v triokulturní obsádce (Obr. 3). Každý z druhů a jejich hybridů byli chováni odděleně. V duokultuře byli kombinace *C. gariepinus* s *H. longifilis*, *C. gariepinus* s hybridními sumci, a *H. longifilis* s hybridními sumci v systému trio kultury. Experiment byl proveden v kruhových průtočných nádržích o kapacitě 40 l, kde docházelo denně k 50% výměně vody. V případě monokulturní obsádky čítala nádrž 18 kusů. Do duokultury bylo nasazeno 9 kusů od každého druhu a triokulturní systém byl obsazen šesti kusy od každého druhu.



Obr. 3. Přírůstky sumců, v různých typech společných obsádek (Adewolu a kol. (2008)).

Bascinar (2010) při studii rychlosti růstu v monokultuře a duokultuře sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) a mořského pstruha obecného (*Salmo trutta labrax*) prokázal nevýhodnost tohoto systému chovu pro sivena amerického, jakožto rychleji rostoucí a dominantnější druh (Obr. 4).



Obr. 4: Přírůstky živé hmotnosti (g) experimentálních ryb v průběhu zkušební doby. (Bascinar a kol., 2010).

2.4.3 Vliv duokultury na přežití chovaných ryb

Vzhledem k biologii okouna a candáta je důležité, aby v průběhu odchovu nedocházelo ke kyslíkovým deficitům a dalším vlivům, které by mohly negativně ovlivnit přežití a obou druhů. Většina autorů nezjistila během experimentů významný vliv chovu ryb na přežití. Např. Beacham (1993) v pokusu: Konkurence mezi juvenilny lososa gorbusechi (*Oncorhynchus gorbusecha*) a lososa kety (*Oncorhynchus keta*) a její vliv na růst a přežití.

Oproti tomu Khaval (2007) v pokusu s chovem candáta obecného (*Sander lucioperca*) s čínskými kapry zjistil významné rozdíly ve výsledcích v porovnání s chovy monokultury. Tento chov měl vysoké přežití 93,33% v délce trvání osm měsíců. Mélard a kol. (1996) v experimentu vlivu biotických a abiotických faktorů na růst a přežití juvenilních a adultních okounů říčních (*Perca fluviatilis*) v intenzivním duokulturním chovu zjistil, že celková míra přežití byla 50% po 14 měsících. Toto nízké přežití bylo nejčastěji způsobeno parazity, baktériemi a plísněmi.

2.4.4 Vliv duokultury na kondici chovaných ryb

Stupeň vyživenosti nebo relativní robustnost ryb je vyjádřena tzv. "koeficientem kondice" (také známým jako kondiční ukazatel, nebo délko-hmotnostní faktor). Variace v rybím koeficientu kondice v první řadě odráží stav sexuální dospělosti a stupeň

výživy. Stupně kondice se mohou také měnit s věkem ryb a u některých druhů i s pohlavím. Koeficient kondice se obvykle označuje písmenem K, a k jeho zjištění potřebujeme znát hmotnost a délku ryby (Williams, 2000).

Hodnota koeficientu kondice závisí hlavně na bonitě (úživnosti) prostředí, neboť tato hodnota je přímo úměrná přirozenému přírůstku obsádky (Špaček a kol., 1980). Tento koeficient je ovlivněn nasazením svalstva, tukovými rezervami a hmotností orgánů v břiše (Krupauer a Kubů, 1985).

2.4.5 Vliv duokultury na chování ryb

Rychlý růst, koeficient konverze krmiva, minimální krmné ztráty a optimální využití osazení nádrží, jsou nejvíce komerčně důležitá kritéria v chovu ryb. Krmivo, které splňuje kvalitativní potřeby růstu ryb, musí být rovnoměrně rozděleno mezi ryby s cílem zajistit rychlý a jednotný růst. Nerovnoměrný příjem krmiva u jednotlivců v rámci skupiny chovaných ryb, může být příčinou nadměrného konkurenčního chování z důvodu omezených dávek krmiv a vzniku dominantní hierarchie ve skupině. To má za následek rozdíly v individuálních velikostech jednotlivců (Jobling, 1995) a vede ke snížení celkové biomasy v rámci skupiny. Podle některých autorů (Jobling, 1995; Rasmussen a Ostfeld 2000), je dominantní hierarchie nevyhnutelná, pokud jsou jedinci chováni v malých skupinách. Ve většině takových případů, několik aktivních jednotlivců zaujímá vyšší řady hierarchie a je třeba zvýšit krmnou dávku, což vede k nerovnoměrnému příjmu krmiva (Brown a kol, 1992).

Z tohoto důvodu dochází k soubojům jednotlivců a vede k rozdílným velikostem ryb v případě, že není vždy možné krmit mimo krmná místa a také tam, kde jsou vytlačeny menší ryby. Krmná frekvence jednou až třikrát denně menší dávkou krmiva snižuje konkurenci na krmivo a stává se významným faktorem, který by bránil růstu ryb. Z toho vyplývá, že dominantní hierarchie a nerovnoměrné krmení jsou nevyhnutelné, neboť v tomto prostředí, jsou odchovávané dva druhy s podobnými charakteristikami chování.

Nortvedt a Holm (1991) prokázal sníženou agresivitu chování u atlantského lososa (*Salmo salar*) chovaného ve společné duokultuře se sivenem alpským (*Salvelinus alpinus*) v porovnání s monokulturou. Jobling a kol. (1998) prokázal rovněž lepší růst lososovitých (losos obecný – *Salmo salar* a pstruh obecný – *Salmo trutta*) v duokultuře, kvůli snížení úrovně vnitrodruhové agrese.

2.4.6 Vliv duokultury na stres a fyziologické parametry chovaných ryb

Stres je energeticky náročný proces, který má za následek mobilizaci energetických zásob, které umožňují rybě vyrovnat se metabolicky v reakci na přítomnost stresoru. Zvýšenou koncentrací kortizolu v plazmě je známo, že dochází ke zvýšení plazmatických hladin glukózy prostřednictvím řady katabolických, glykolytických a glukoneogenetických vlivů, které působí jako důležitý zdroj energie pro změnu v energetické náročnosti ryb (Schreck, 1982; Barton a Iwama, 1991; Pickering, 1993; Wedemeyer, 1996; Mommsen a kol, 1999). Koncentrace kortizolu v plasmě je měřena jako indikátor stresu u ryb (Pickering, 1993). Obvykle je stres odpověď ryb, charakterizovaná uvolněním katecholaminů, adrenalinů a noradrenalinů z chromafinních a kortikosteroidních hormonů, především kortizolu (Barton a Iwama, 1991; Wendelaar Bonga, 1997; Barton, 2002). Jedou z prvních reakcí chování ryb na jakoukoli formu stresu je přerušení potravní aktivity (Pickering, 1993; Wendelaar Bonga, 1997; Gregory a Wood, 1999). Doba trvání zvýšené hladiny kortizolu v plazmě závisí na závažnosti a délce trvání stresující události. V závislosti na tom se buď vrátí do základní úrovně během pár hodin po akutním stresu, nebo zůstane zvýšená po zbývajících nebo opakujících se stresujících událostech.

Environmentální stresory mohou být klasifikovány buď jako akutní nebo chronické. Akutní stresory jsou krátkodobé, trvající buď minuty, nebo hodiny a vyústí v krátkodobé endokrinní a metabolické změny především díky aktivaci osy HPI a dalším krátkodobým zvýšením hladiny kortizolu cirkulujícího v plazmě (Barton a Iwama, 1991; Pickering, 1993; Wedemeyer, 1996; Wendelaar Bonga, 1997).

Stres se u ryb obvykle vyznačuje řadou chování a fyziologických reakcí zahrnujících aktivaci hypotalamus-hypofýza-interrenal (HPI) osy, které mohou mít za následek snížení počátečního období příjmu krmiva a v dlouhodobém horizontu vést ke zpomalení růstu (Pickering, 1993; Wedemeyer, 1996; Wendelaar Bonga, 1997; McCormick a kol, 1998; Gregory a Wood, 1999; Bernier a Peter, 2001).

3. Materiál a metodika

3.1 Získání a odchov experimentálního materiálu

Odchovaní juvenilní okouni pro tento pokus, pocházeli od zdravotně a kondičně kvalitních generačních ryb, které pocházely z produkčních rybníků Blatec, Nakolický a Byňovský. Generační candáti byli získáni od Klatovského rybářství s.r.o. ze sádek v Prádle. Odtud byly generačky obou druhů při jarních výlovech pečlivě vybírány a transportovány na rybí líheň FROV JU ve Vodňanech. Zde byly vysazeny do zemních sádek, či plastových manipulačních žlabů společně s krmnou rybou. Po cca 1-3 týdenním přechovávání byly ryby použity k umělému výtěru. Vylíhlé larvy byly spočítány objemovou metodou a nasazeny do předem připravených a hnojených rybníků Kamený a Hejškův, kvůli příjmu přirozené potravy v podobě zooplanktonu a zoobentosu. Odtud byl okouní rychlený plůdek po 60 dnech odchovu sloven do odlovných beden pod hrází. Výlov probíhal v ranních až dopoledních hodinách. Na odchovný experimentální systém „Model“ FROV JCU ve Vodňanech byly ryby převezeny v plastových bednách s kyslíkovaním. Zde byly nasazeny do odchovného recirkulačního systému a adaptovány na příjem kompletního granulovaného krmiva. Ryby byly krmeny 6x denně v dávce *ad libitum*, krmivem Biomar Inicio Plus ve složení: dusíkaté látky 52%, lipidy 25%, sacharidy (NFE) 7,4%, vlákninu 0,6%, popeloviny 10%, celkový fosfor (P) 0,9%, hrubou energii (MJ / kcal) 23,6/5633 a stravitelnou energii (MJ / kcal) 21,6/5170. Poté byly ryby (oba druhy) po 40 dnech odchovu převezeny do akvarijní místnosti FROV JU a nasazeny do experimentálních nádrží pro prostorovou adaptaci před vlastním pokusem se společným chovem v obsádkách s různým zastoupením obou druhů.

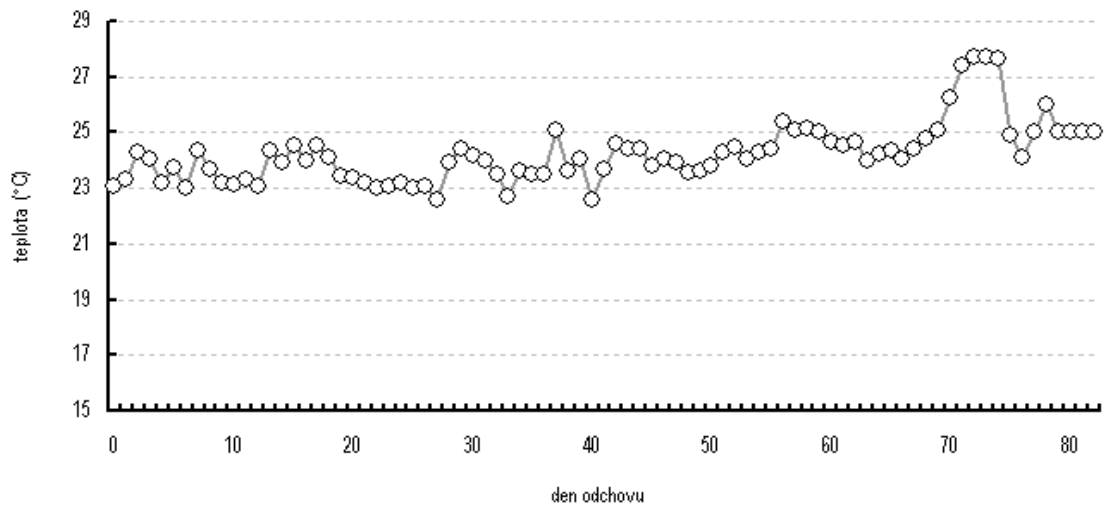
3.2 Popis recirkulačního systému pro odchov ryb

Vlastní experimentální systém byl umístěn v akvarijní místnosti složen z patnácti plastových, lepených akvárií s čelní stěnou ze skla o celkovém objemu 74 l (užitný objem vody v jedné nádrži je 60 l), opatřených kryty a umístěných na kovových stojanech (Obr. 5). Odpadní voda z odchovných nádrží odtékala přepadem a samospádem do mechanického filtru KC-10, kde byly odstraňovány mechanické

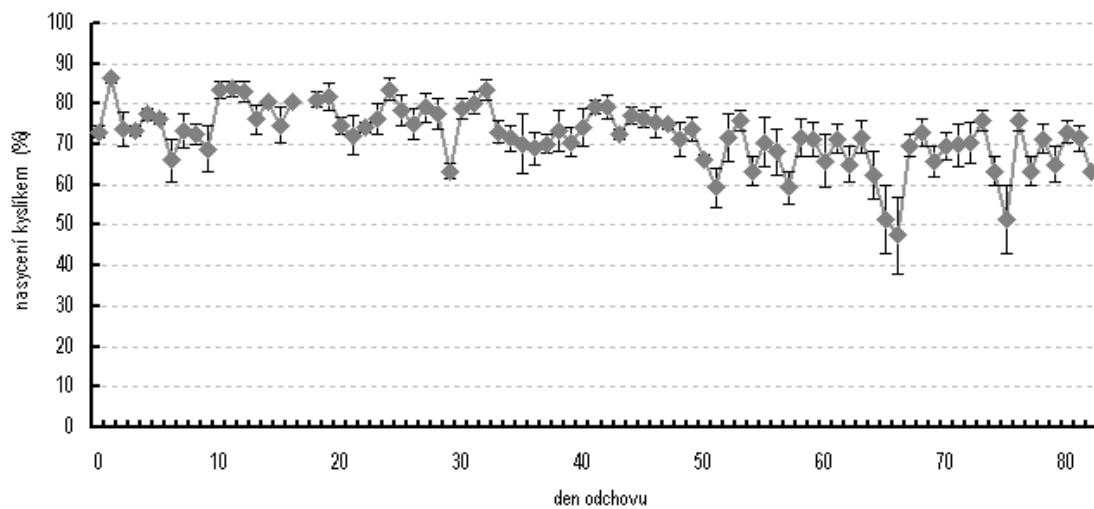
nečistoty a následně do dolní retenční nádrže. Odchovné nádrže měly dvě vlastní filtrační a retenční nádrže o celkovém objemu 3,5 m³. Horní nádrž byla do tří-čtvrtin zaplněna filtračním materiálem (Bioaquavit), na němž jsou aktivní mikroorganismy. Dolní nádrž byla rozdělena přepážkami s molitany. Mezi přepážkami byly prostory, které sloužily jako usazovací nádrže. Tento filtr odbourával odpady látkového metabolismu ryb (toxický NH₃⁻). Odbourávání NH₃⁻ se řadí mezi aerobní (potřeba kyslíku), proto zde byla možnost přívodu kyslíku podle potřeby přes rozvody oxigenace chovného objektu. Voda stékala samospádem do dolní filtrační nádrže a pomocí čerpadla MARINA, typ SMC 1003 HL se voda přečerpává do horní nádrže. Odtud byly vedeny rozvody vody k jednotlivým akváriím ukončené ventily pro regulaci proudu vody. Přítok do každého akvária byl zajištěn ventilem, odtok z akvária přepadem v zadní části. Do tohoto systému bylo napojeno elektrické ohřívání o výkonu 2 kW s možností regulace a dále přídatná jednotka UV filtr. Vzduchování zajišťoval membránový kompresor NITTOLA LH 120 B, kterým je vzduch rozveden trubkami a akvaristickými hadičkami s vzduchovacími kameny do všech nádrží. Údržba recirkulačního systému spočívala v každodenním odstranění kalu z kalové nádrže hadicí a následném doplnění čerstvou pitnou vodou z řádu, nastavenou na příslušnou teplotu. Teplota, při které byly ryby chovány, se pohybovala v průměru okolo 24,3 ± 0,85°C (Obr. 6), nasycení vody kyslíkem bylo v průměru 72,5 ± 8,1% (Obr. 7) a pH hodnota 6,76 ± 0,29 (Obr. 8). Každý osmnáctý den, kdy probíhalo přelovení, pak byly odstraněny nárosty ze skel akvárií a vzduchovacích kamenů. Při tomto úkonu bylo vyměněno tři čtvrtiny objemu vody v systému. Podle potřeby bylo upravováno pH pomocí jedlé sody (NaHCO₃) v intervalu přibližně dvou dnů. Mechanický filtr typ KC 10 byl čištěn tlakovým čističem jednou za čtrnáct dní. Světelný režim v akvarijní místnosti byl 12 hodin světla a 12 hodin tmy, rozsvěcovalo se v 8:00 a zhasíná v 20:00. Teplota v recirkulačním systému byla regulována pomocí topení a klimatizace umístěné v akvarijní místnosti.



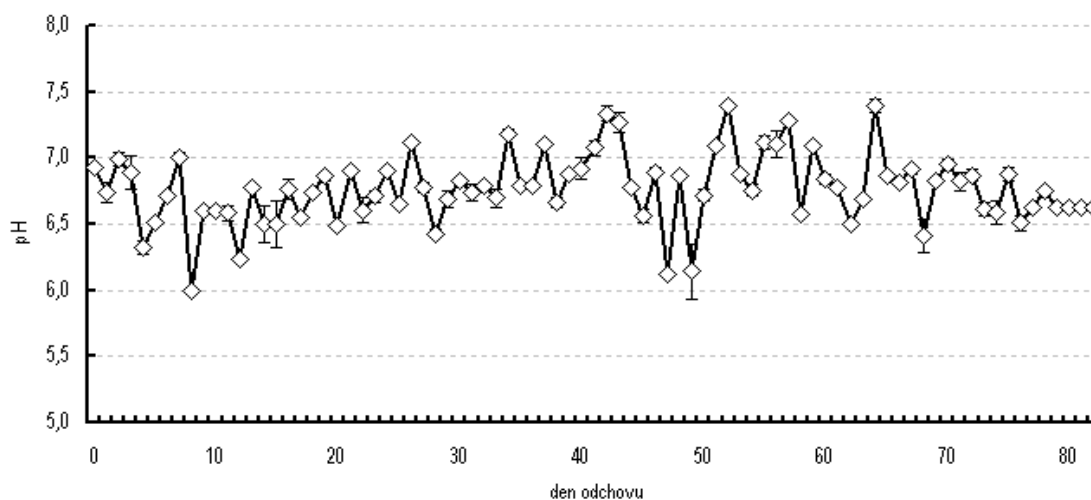
Obr. 5. Pohled na nádrže umístěné na stojanu v akvariijní místnosti.



Obr. 6. Průběh teploty během pokusu s duokulturními obsádkami okouna a candáta.



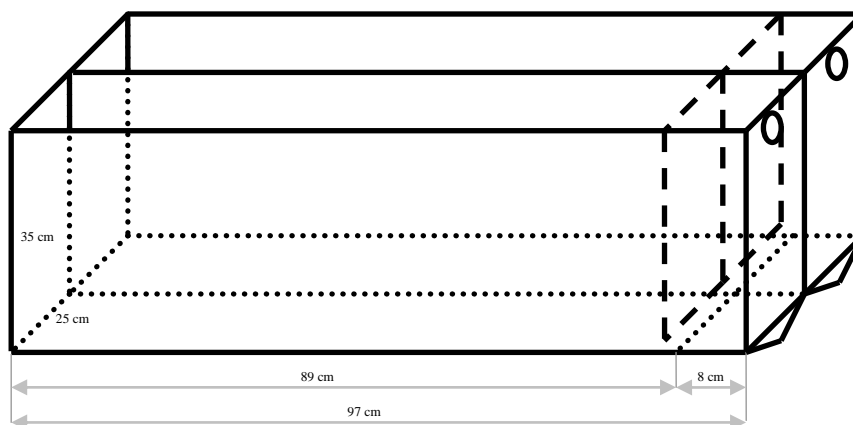
Obr. 7. Průběh nasycení vody kyslíkem během pokusu s duokulturními obsádkami okouna a candáta.



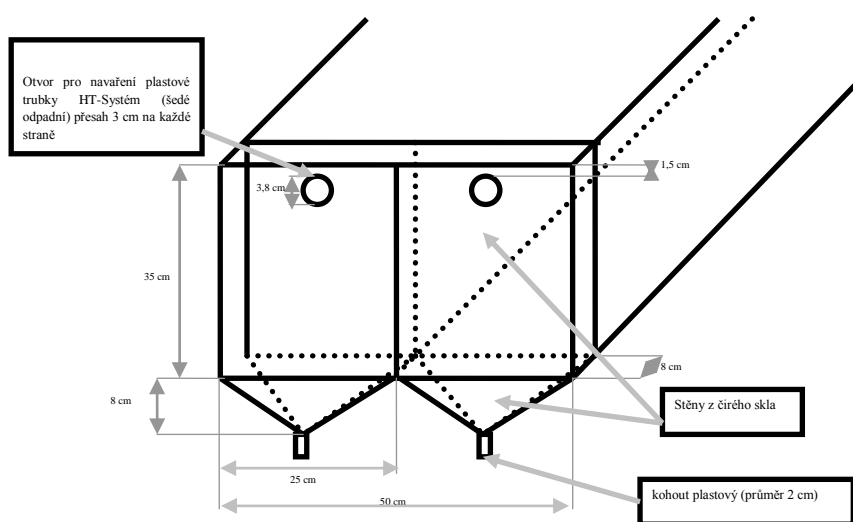
Obr. 8. Průběh pH během pokusu s duokulturními obsádkami okouna a candáta.

3.3 Popis aparatury pro hodnocení denního příjmu krmiva

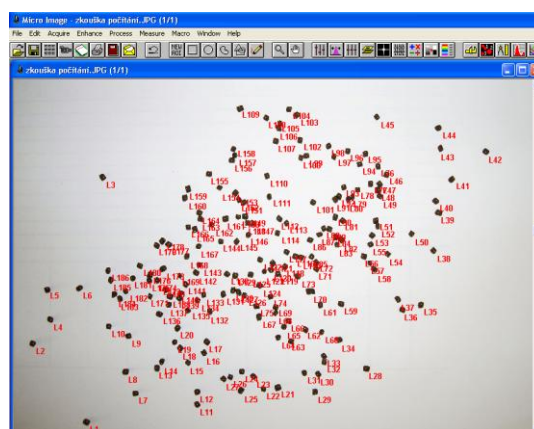
Sběr a hodnocení nespotřebovaných granulí probíhal každý den, vždy dvakrát, a to v 10:30 a 19:30 z výše popsaných nádrží (Obr. 9 a 10). Podle množství nashromážděných granulí z jednoho odběru, se určila možnost, jakou metodou budou tyto granule počítány a vyhodnocovány. V případě, že granulí byl menší počet (Obr. 11), mohly se spočítat manuálně a výsledek počítání byl zaznamenán do předem připraveného dokumentu o hodnocení denního příjmu krmiva. Pakliže bylo granulí větší množství, byly rovnoměrně rozprostřeny na bílý podnos, z důvodu lepšího kontrastu při počítání a došlo k vyfocení těchto granulí. Ke splnění tohoto úkolu bylo využito digitální fotografie. Fotografie byla prováděna pomocí digitálního fotoaparátu Olympus C-7070 Camedia, z něhož byly snímky načteny do programu Olympus MicroImage™ v. 4.0 for Windows a získaná data zpracována v tabulkovém procesoru Excel. Po načtení fotografie do analýzy obrazu bylo možno začít s vlastním vyhodnocováním. Byla zvolena metoda manuálního měření, protože byl na fotografii zachován kontrast mezi granulemi a pozadím. V tomto případě jsme kurzorem myši označovali jednotlivé granule (Obr. 12). Výsledky pak byly pomocí funkce DDE (dynamic data exchange) uloženy do Excelu.



Obr. 9. Boční pohled na experimentální chovnou nádrž



Obr. 10. Pohled zezadu na experimentální chovnou nádrž



Obr. 11 a 12. Pohled na granule ležící na podnosu při manuálním počítání a výstup z programu pro manuální počítání granulí z digitální fotografie v programu MicroImage™ v. 4.0

3.4 Vlastní popis experimentu na juvenilních rybách

V období průběhu pokusu od 24. 9 2011 do 22. 12. 2011, cca 82 dnů (pokus byl rozdělen do pěti období po osmnácti dnech), bylo založeno pět experimentálních rybích obsádek ve třech opakováních, celkem tedy 15 akvárií o jednotném užitém objemu 60 l, kde byli okouni a candáti rozděleni v takto procentuálním zastoupení:

1. skupina 100% Oř	270 ryb
2. skupina 50% Oř a 50% Ca	270 ryb
3. skupina 25% Oř a 75% Ca	270 ryb
4. skupina 75% Oř a 25% Ca	270 ryb
5. skupina 100% Ca	270 ryb

Dohromady tedy 1350 kusů ryb (675 kusů okouna a 675 kusů candáta). Průměrná hmotnost nasazených ryb se pohybovala u okounů okolo $11,4 \pm 2,6$ g a u candátů $11,4 \pm 2,4$ g. Teplota vody v odchovných nádržích měla průměrnou hodnotu $24,3 \pm 0,9^\circ\text{C}$ a množství procentuálního nasycení kyslíkem ve vodě $81,0 \pm 5,4\%$. V den nasazení a během kontrolních přelovení nebyly ryby krmeny. Ke krmení bylo použito krmivo značky Biomar, kompletní krmná směs INICIO PLUS o velikosti granule 2 mm. Toto krmení obsahovalo: dusíkaté látky 52%, lipidy 25%, sacharidy (NFE) 7,4%, vlákninu 0,6%, popeloviny 10%, celkový fosfor (P) 0,9%, hrubou energii (MJ/kcal) 23,6/5633 a stravitelnou energii (MJ/kcal) 21,6/5170. Krmná směs byla složena z následujících komponentů: rybí moučky (LT 94 Special), rybího oleje, pšenice, vitamínů a minerálů. Ryby byly pravidelně krmeny pětkrát denně, a to v 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 a 19:00. Denní navážka suchého krmiva činila první čtyři dny 30 g a poté byla navýšena na 50 g. Krmivo bylo rybám zkrmováno postupně v menších dávkách *ad libitum*, aby nedocházelo zbytečně ke ztrátám a nenakrmenosti ryb. Zbytek suchých nespotřebovaných granulí byl zvážen a zaznamenán zůstatek do protokolu o krmném dni.

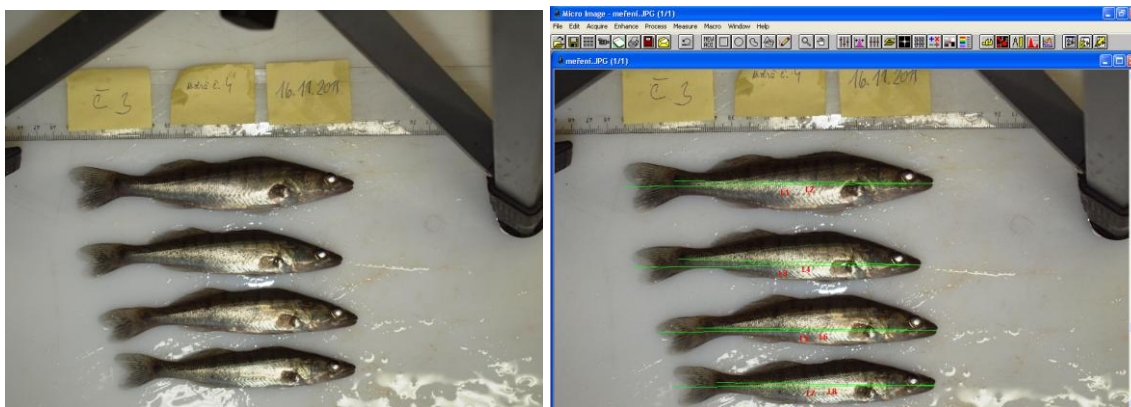
Kvantifikace přebytečného nespotřebovaného krmiva z nádrže, v podobě nabotnalých granulí, byla prováděna následně asi půl hodiny po krmení tak, že v zadní části nádrže, kde byly granule nashromážděny ve vymezeném prostoru (viz popis aparatury pro hodnocení denního příjmu krmiva), byl otevřen vypouštěcí ventil ve spodní části a granule spolu s vodou a drobnými exkrementy, byly jímány do nádoby určitého objemu. Následně se voda z nádoby přelila přes síto, čímž došlo k oddělení

granulí od vody. Takto oddělené granule se umístily na bílý podnos, kde mohlo být provedeno jejich spočítání (přímo na místě, nebo s využitím fotografického záznamu a následného vyhodnocení analýzou obrazu) a následné zaznamenání do předem připravených protokolů. Po skončení tohoto úkonu byla ve všech nádržích měřena teplota, pH a koncentraci kyslíku pomocí přenosného multimetru (HACH HQ40d multi). Každodenně byla prováděna vizuální kontrola zdravotního stavu, a zda nedošlo k úhynu některých ryb. V případě úhynu, byla ryba zvážena, zaznamenána a odečtena od celkové biomasy.

Každý osmnáctý den (0, 18, 36, 54, 72, 82), bylo prováděno kontrolní přelovení a biometrické měření ryb. V tento den byla částečně vypuštěna nádrž a vyloveny ryby pomocí sítky pro akvaristické účely. Vylovené ryby byly umístěny do vaniček s anestetikem v podobě hřebíčkového oleje ($0,03 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$) z důvodu šetrnější a bezpečnější manipulace (Obr. 13). Během přelovení byla u zástupného vzorku 25 ryb (z každé nádrže) zjištěna individuální hmotnost ryb na digitální váze (KERN A SOHN GmbH, typ Eletronic Balance). U dalších 20 ryb byla zjištěna jak individuální hmotnost, tak byly ryby ležící na boku foceny (Obr. 14) pro pozdější provedení kompletní biometriky (Obr. 15), jako je celková délka – CD (mm) měřeno od začátku rypce ryby po konec ocasní ploutve a délka těla – Tl (mm) od začátku rypce po konec ocasního násadce. Fotoaparát byl umístěn na stativu, ve vzdálenosti 30 cm od vzorku, aby byla zachována stejná velikost a rozlišení fotografie. Zvážené ryby byly šetrně vrácené zpět do nádrže. Navíc byla zjišťována celková biomasa ryb v nádrži.



Obr. 13. Pohled na vaničky s rybami v anestetiku



Obr. 14 a 15. Candáti při pořizování digitální fotografie pro celkovou biometriku a měření délky ryb z digitální fotografie v programu MicroImage™ v. 4.0

3.5 Produkční ukazatelé použité ke zhodnocení dat

Ze získaných biometrických dat, přežití a biomasy byly vyhodnoceny parametry kumulativního přežití (%), průběh průměrné hmotnosti odchovaných ryb (g), SGR, FCR a FCE, podle následujících vzorců:

1. kumulativní přežití všech ryb za celý pokus (%)

podle (Fiogbé a Kestemont, 2003)

- Přežití se vypočítá podle vzorce: $P (\%) = 100 - \left(\frac{100}{P_{nas} * P_{vyl}} \right)$

Kde: P_{nas} ...počet nasazených ryb

P_{vyl} ...počet vylovených ryb

2. průběh průměrné kusové hmotnosti odchovaných ryb za celý pokus, rozdělené na jednotlivé období (g)

- za jednotlivé období se zvažila biomasa všech akvárií a zjistila průměrná hmotnost jednoho jedince, poté se jednotlivé hmotnosti v průběhu období zaznamenaly do grafu u všech hustot

3. FC – Fultonův koeficient

podle (Policar a kol., 2007)

- Nejpoužívanější vzorec je: $K = \frac{100\,000 \cdot W}{L^3}$
- Hodnota Fultonova koeficientu závisí hlavně na bonitě (úživnosti) prostředí, neboť tato hodnota je přímo úměrná přirozenému přírůstku obsádky (Špaček a kol., 1980). Tento koeficient ovlivňuje nasazení svalstva, tukové rezervy a hmotnost orgánů v břiše.

4. SGR – specifická rychlost růstu

podle (Stejskal a Kouřil, 2006)

- (specifická rychlost růstu za celý pokus v $\% \cdot \text{den}^{-1}$) = $[(\ln W_t - \ln W_0) \cdot t^{-1}] \cdot 100$

5. FCR – koeficient konverze krmiva

podle (Stejskal a Kouřil, 2006)

- (krmný koeficient konverze krmiva za celý pokus) = $F / (W_t - W_0)$
- vyjadřuje, kolik musí ryba přijmout množství krmiva, aby dosáhla jednotky hmotnosti. (Obvykle se vyjadřuje v kg krmiva na přírůstek ryb o 1 kg)

6. FCE – efektivita krmení

podle (Fiogbé a Kestemont, 2003)

- (hodnota přírůstku z jednotky krmiva za celý pokus) = $1 / \text{FCR}$
- produkční ukazatel efektivnosti krmiva zhodnocuje, o kolik ryba přiroste, když přijme danou jednotku krmiva.

Vysvětlivky: W t - hmotnost biomasy ryb na konci pokusu

W0 - hmotnost biomasy ryb na začátku pokusu

W - hmotnost ryby v gramech

L - celková délka těla ryby v milimetrech

t - počet dnů za celý pokus

F - spotřeba krmiva za dobu pokusu

Tyto koeficienty a ukazatelé popsané výše v bodech byly vypočteny pomocí zjištěných dat, získaných z kontrolních přelovení na konci každého chovného období.

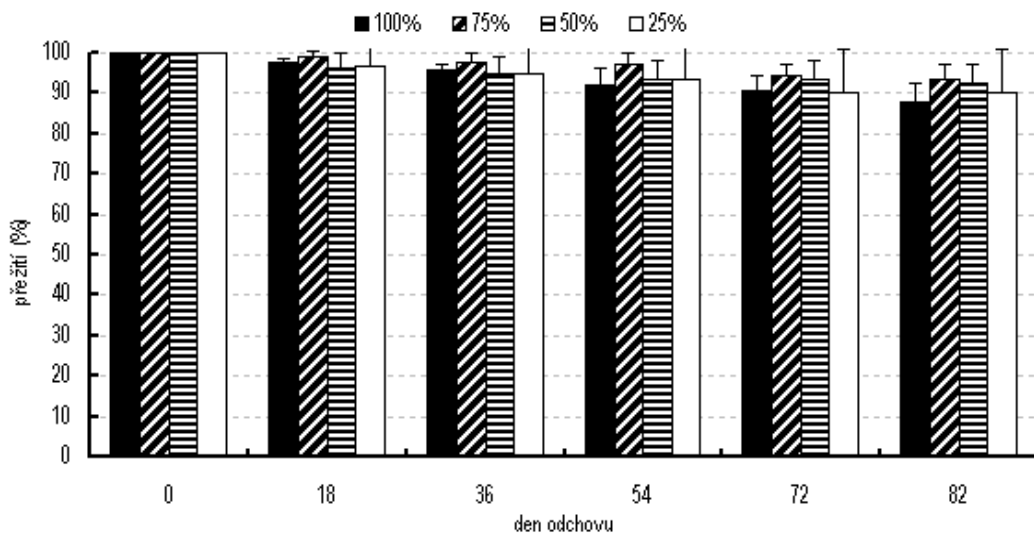
Jednotlivé hodnoty FC, SGR, FCR, FCE, přežití a příjmu krmiva u dané skupiny ryb jsou vyjádřeny jako průměr \pm směrodatná odchylka ze všech tří opakování a graficky vyhodnoceny v průběhu celého pokusu. Růstová a kondiční data pro každou skupinu jsou vyjádřeny jako průměr \pm směrodatná odchylka od 135 ks individuálně měřených a vážených ryb. Důležitá a zároveň vypovídající data experimentu byly porovnány analýzou variance ANOVA. Předtím se otestovala variance rozptylu pro ANOVU Cochran testem. Rozdíly hodnot mezi sledovanými skupinami byly zpracovány Tukeyho HSD testem a znázorněny pomocí symbolů v grafech. Test byl při obvyklé hladině významnosti $p < 0,05$. Pro hodnocení přežití (%) byla použita *arcsin* transformace.

4. Výsledky

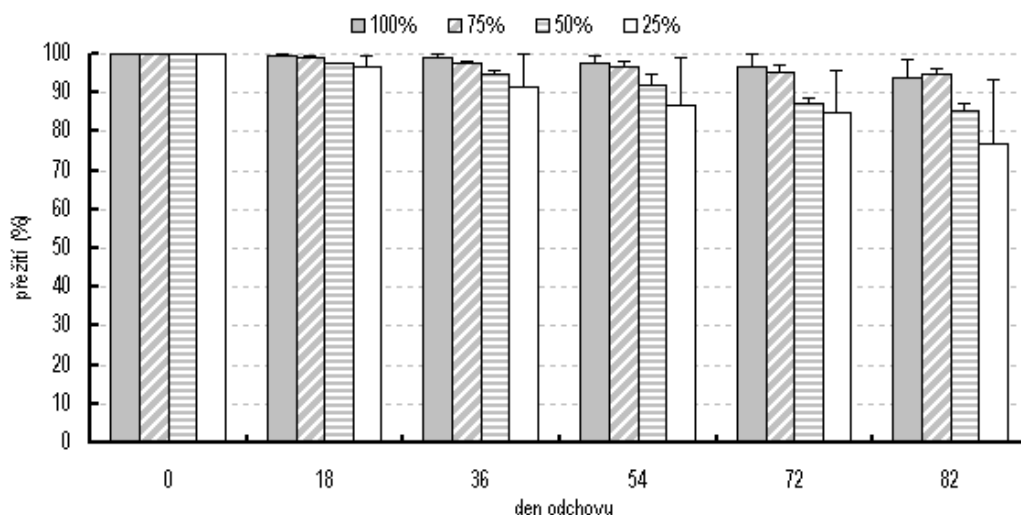
4.1 Kumulativní a celkové přežití ryb během pokusů

Vlastní pokus začal 24. 9. 2011, kdy byla akvária doplněna rybami do požadovaného počtu a procentuálního zastoupení obsádky. Přelovování bylo prováděno každý 18. den. Údaje o kumulativním přežití jsou znázorněny a statisticky porovnány mezi sebou (Obr. 16 a 17). Během odchovu nebyl prokázán vliv ($p < 0,05$) společného chovu v duokulturních obsádkách na přežití okouna ani candáta.

Z grafu je patrné, že okouni vykazovali vysoký stupeň přežití nad 90%. Nejlepší přežití na konci pokusu vykazovali okouni v obsádce s 25% přísazením candáta a nejmenší v monokulturním 100% zastoupením, tedy v monokultuře. Rozdíly mezi jednotlivými obsádkami nejsou statisticky prokazatelné ($p < 0,05$). Z grafu (Obr. 17) je zřejmé, že candáti vykazovali nejlepší přežití v obsádce s 25% okouna. Naopak velmi nízké přežití bylo v obsádce se 75% zastoupením okouna. Podobně jako u okouna, nejsou rozdíly statisticky prokazatelné.



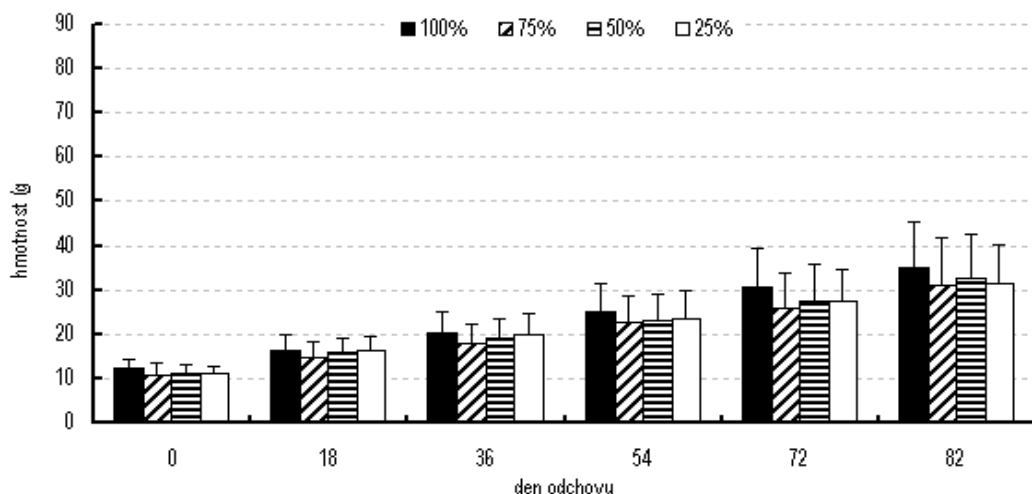
Obr. 16. Průběh přežití okouna říčního v průběhu chovu v různých duokulturních obsádkách.



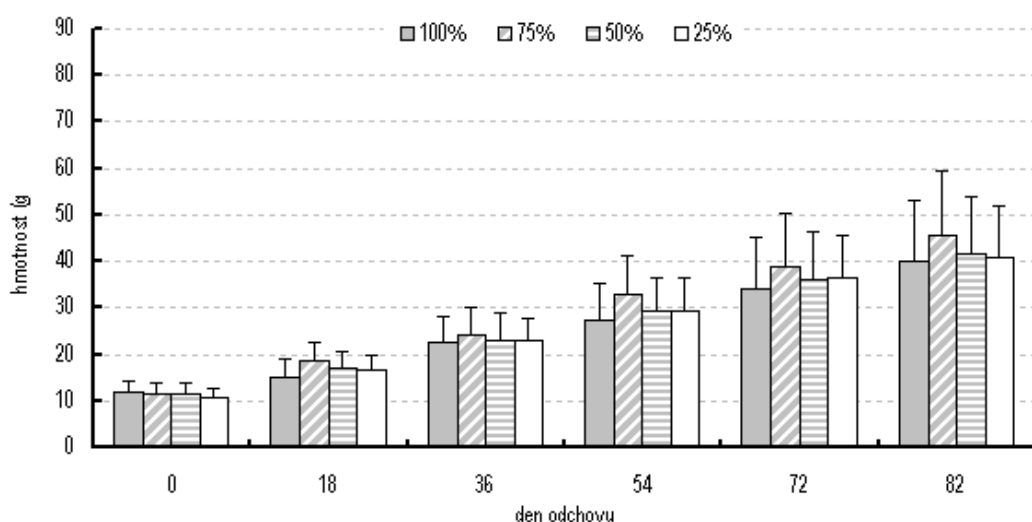
Obr. 17: Průběh přežití candáta obecného v průběhu chovu v různých duokulturních obsádkách.

4.2 Růst průměrné kusové hmotnosti odchovaných ryb za celý pokus

Průběh růstu průměrné kusové hmotnosti okounů (Obr. 18) a candátů (Obr. 19) je vykreslen v grafech. Na začátku pokusu byly nasazeny do všech akvárií přibližně stejně rozrostlé ryby o průměrné hmotnosti $11,4 \pm 2,6\text{g}$ u okouna a $11,4 \pm 2,4\text{g}$ u candáta.



Obr. 18. Růst průměrné kusové hmotnosti okouna říčního v průběhu pokusu s různými duokulturními obsádkami.

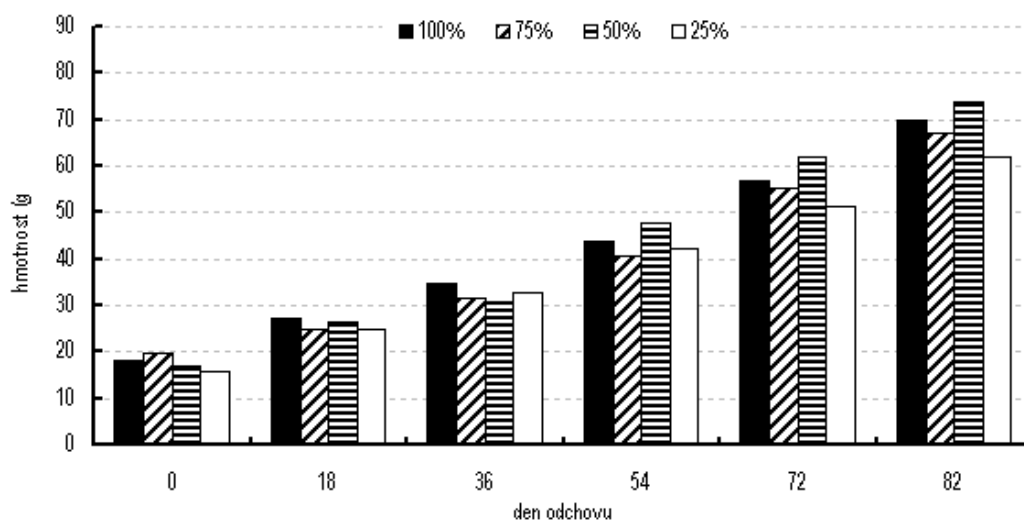


Obr. 19. Růst průměrné kusové hmotnosti candáta obecného v průběhu pokusu s různými duokulturními obsádkami.

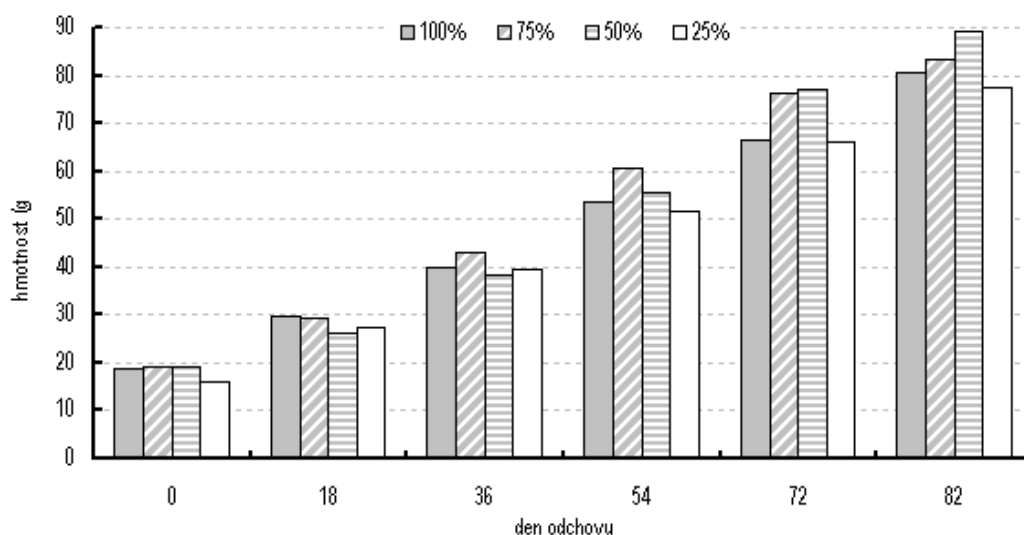
Pro okouna jako druh byla největší průměrná kusová hmotnost zaznamenána v monokulturní obsádce 100% okouna a nejmenší v obsádce s 25% zastoupením candáta. Rozdíly mezi jednotlivými obsádkami nejsou statisticky prokazatelné ($p < 0,05$) během celého odchovu.

Největší průměrné kusové hmotnosti dosahoval candát v obsádkce s 25% zastoupením okouna a nejmenší ve 100% nasazení. Rozdíly mezi jednotlivými skupinami nejsou statisticky prokazatelné ($p < 0,05$) v průběhu celého odchovu.

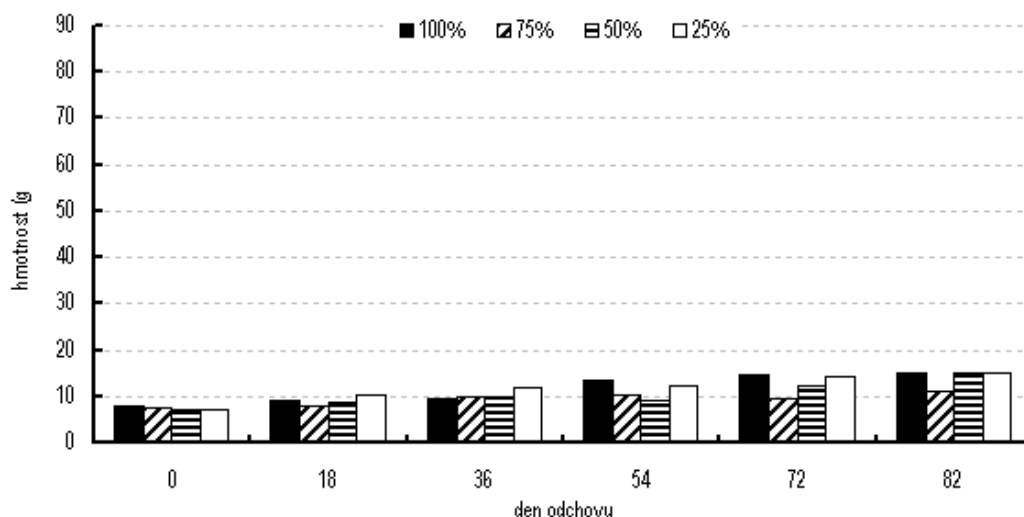
Maximální růstový potenciál za období vlastního pokusu s duokulturními obsádkami je pro okouna říčního vykreslen v grafu (Obr. 20) a pro candáta obecného v grafu (Obr. 21). Obrázek znázorňuje, že největší individuální hmotnost byla zaznamenána u obsádky s obsazením 50% candáta a nejmenší u obsádky se 75% candáta



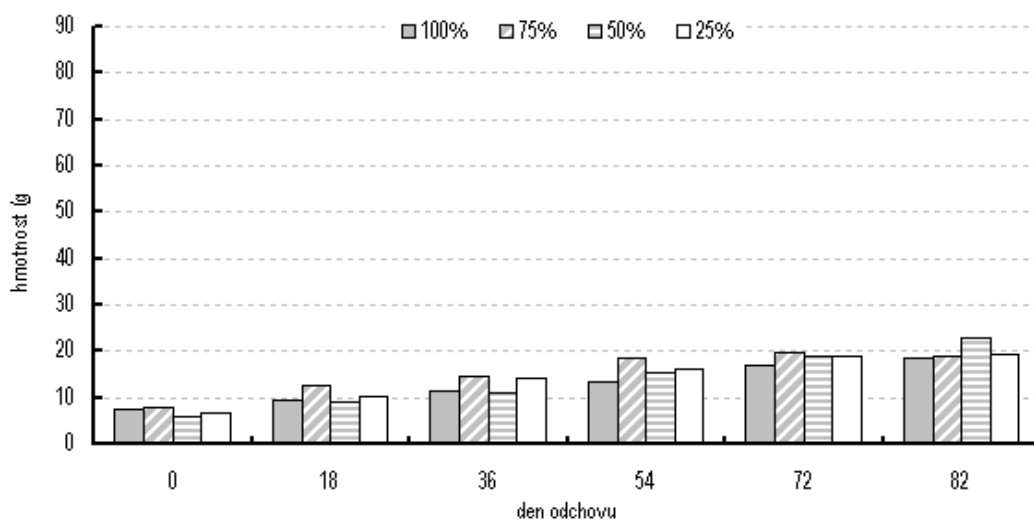
Obr. 20. Maximální růstový potenciál okouna říčního v průběhu pokusu s různými duokulturními obsádkami.



Obr. 21. Maximální růstový potenciál candáta obecného v průběhu pokusu s různými duokulturními obsádkami.



Obr. 22. Minimální růstový potenciál okouna říčního v průběhu pokusu s různými duokulturními obsádkami.

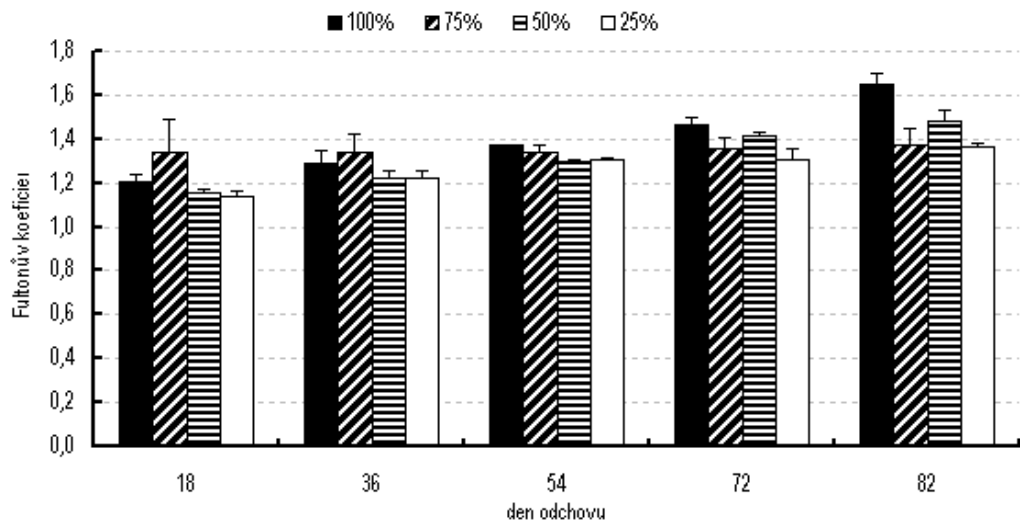


Obr. 23. Minimální růstový potenciál candáta obecného v průběhu pokusu s různými duokulturními obsádkami.

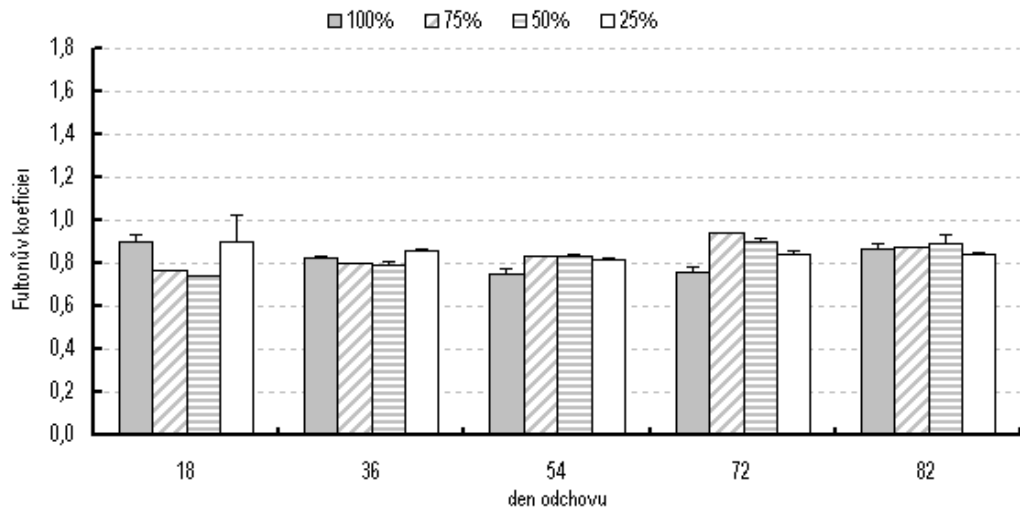
4.3 Kondice ryb v průběhu pokusu (Fultonův koeficient)

Kondice okounů, vyjádřená pomocí Fultonova koeficientu nevykazovala v průběhu odchovu statisticky prokazatelné rozdíly s výjimkou posledního přelovení, kdy v monokultuře okouna dosáhla signifikantně ($p < 0,05$) vyšších hodnot v porovnání

s ostatními obsádkami (Obr. 24). U candáta nebyly shledány statisticky významné rozdíly v průběhu celého odchovu (Obr. 25).



Obr. 24. Kondice okounů odchovávaných v různých duokulturních obsádkách za celé období odchovu.

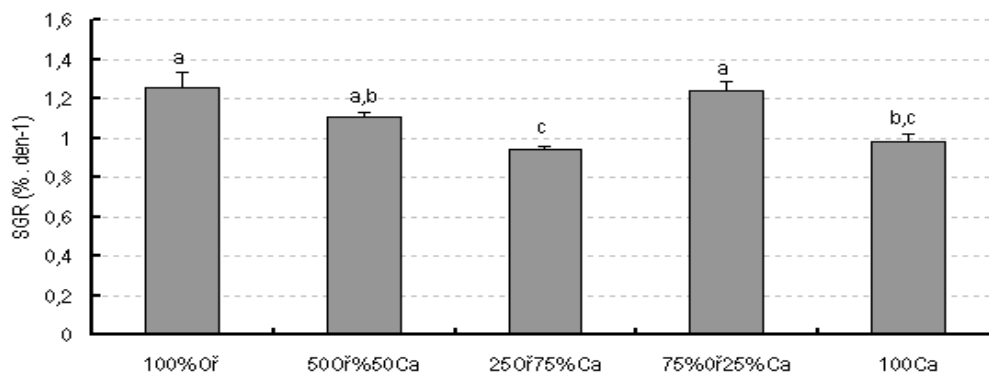


Obr. 25. Kondice candátů odchovávaných v různých duokulturních obsádkách za celé období odchovu.

4.4 Produkční ukazatel specifická rychlost růstu

Produkční ukazatel specifické rychlosti růstu obsádek okouna říčního a candáta obecného za celé pokusné období, které trvalo 82 dní je znázorněn v grafu (Obr. 26).

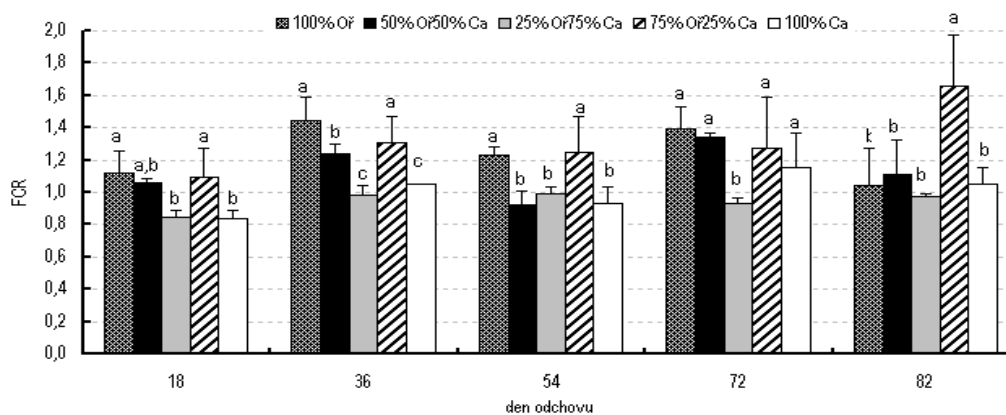
Nejrychlejšího růstu dosahovaly ryby v monokultuře okouna (100%Oř) a v obsádce 75%Oř25%Ca. Rozdíly v růstu byly signifikantní (ANOVA, Tukey test, $p < 0,05$).



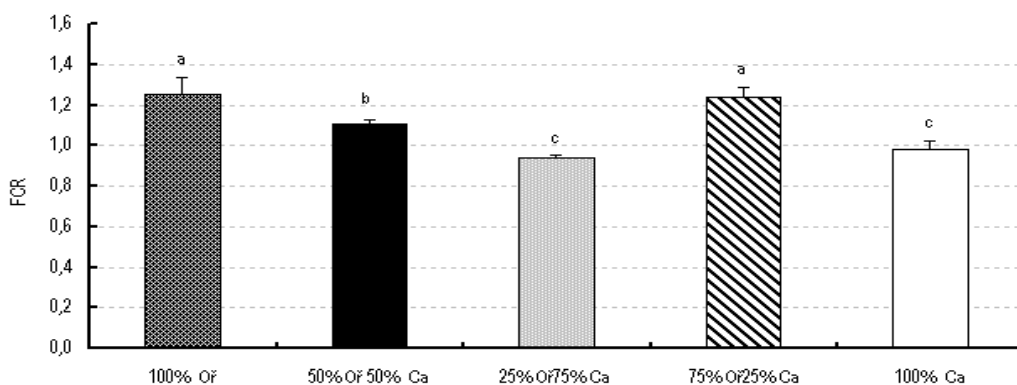
Obr. 26: Specifická rychlost růstu okouna říčního za období vlastního pokusu. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

4.5 Produkční ukazatel konverze krmiva

V průběhu celého odchovu bylo dosahováno nejlepší konverze krmiva u obsádek 25%Oř75Ca a 100% Ca. Naopak tomu bylo u obsádky 100%Oř a 75%Oř25Ca (Obr. 28). Průběžně dosahované hodnoty konverze krmiva se promítly i do celkového hodnocení za celou dobu odchovu (Obr. 29), kde byly sledovány významné rozdíly (ANOVA, Fisherův test, $p < 0,05$).



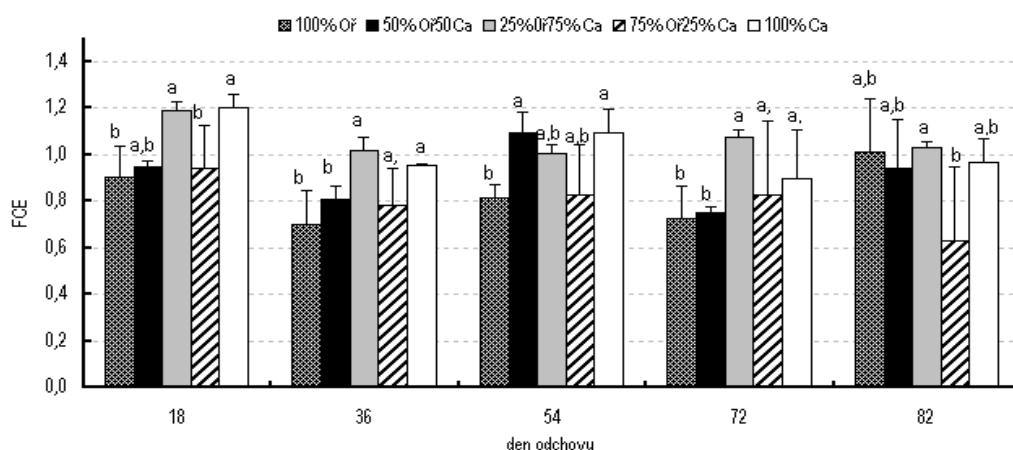
Obr. 28. Vývoj koeficientu konverze v jednotlivých duokulturních obsádkách v průběhu odchovu. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.



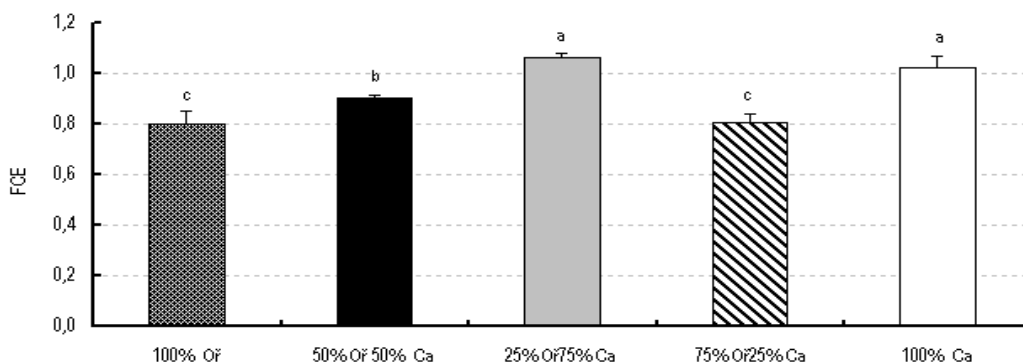
Obr. 29. Konverze krmiva u jednotlivých duokulturních obsádek za celé období vlastního pokusu. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

4.6 Produkční ukazatel efektivity krmiva

V průběhu celého odchovu bylo dosahováno nejlepší efektivity krmení u obsádek 25%Oř75Ca a 100% Ca. Naopak tomu bylo u obsádky 100%Oř a 75%Oř25Ca (Obr. 30). Průběžně dosahované hodnoty konverze krmiva se promítly i do celkového hodnocení za celou dobu odchovu (Obr. 31), kde byly shledány významné rozdíly (ANOVA, Fisherův test, $p < 0,05$).



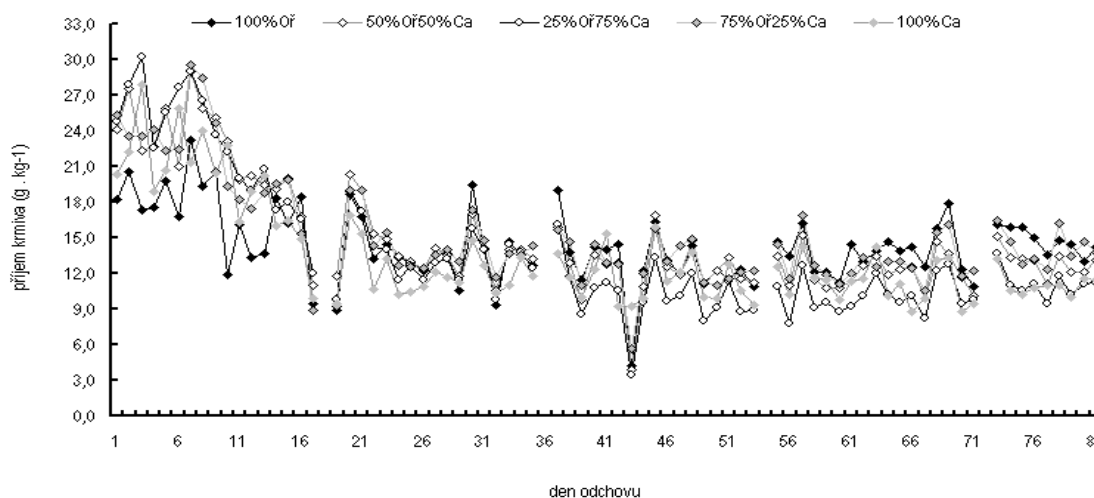
Obr. 30. Vývoj efektivity krmení v jednotlivých duokulturních obsádkách v průběhu odchovu. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.



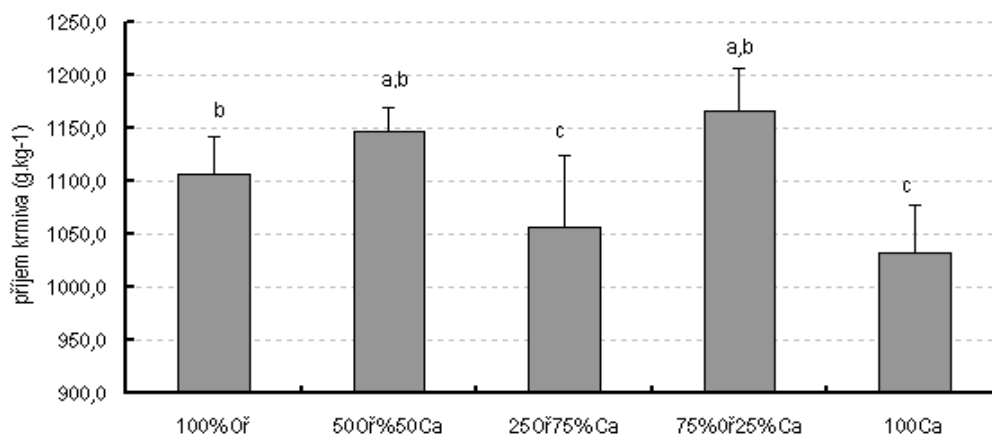
Obr. 31. Efektivita krmení u jednotlivých duokulturních obsádek za období vlastního pokusu. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

4.7 Příjem krmiva

Denní příjem krmiva, vyjádřený v množství krmiva přijatého na jednotku obsádky (kg), vykazoval v různých duokulturních obsádek za období vlastního pokusu výrazné mezidenní výkyvy (Obr. 32). Z grafu je patrné, že takto vyjádřený příjem krmiva měl klesající tendenci v průběhu odchovu. Celkový příjem krmiva za dobu trvání pokusu, včetně statisticky významných rozdílů (ANOVA, Fisherův test, $p < 0,05$) vyjadřuje graf (Obr. 33).

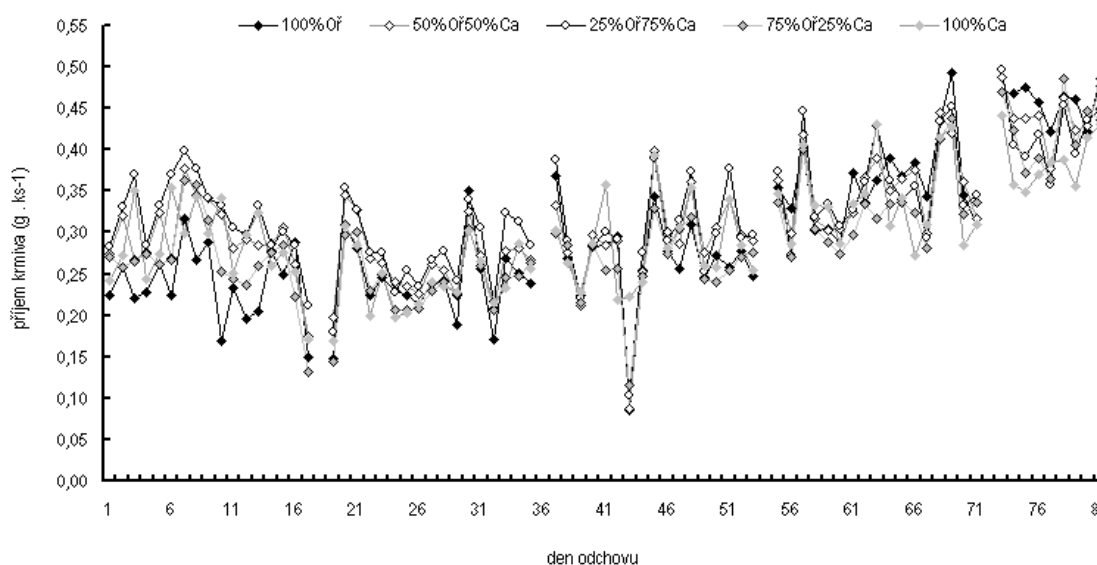


Obr. 32. Znázornění průběhu denního příjmu krmiva vstaženého k biomase obsádky ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) za období vlastního pokusu pro jednotlivé duokulturní obsádky.

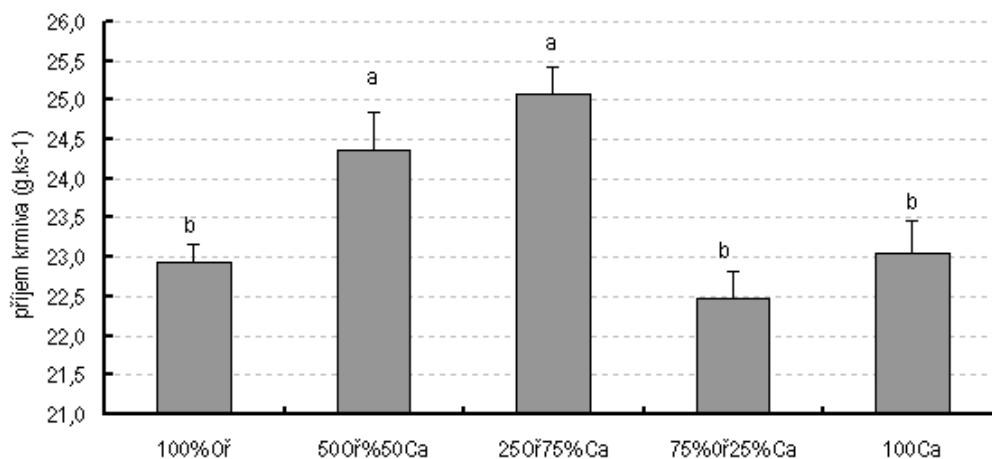


Obr. 33. Celkový příjem krmiva vstažený k biomase obsádky ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) za období vlastního pokusu pro jednotlivé duokulturní obsádky. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

Denní průměrný individuální příjem krmiva, vyjádřený v množství krmiva přijatého na jednotku obsádky (ks), vykazoval v různých duokulturních obsádkách za období vlastního pokusu výrazné mezidenní výkyvy (Obr. 34). Z grafu je patrné, že takto vyjádřený příjem krmiva měl stoupající tendenci v průběhu odchovu. Celkový příjem krmiva za dobu trvání pokusu, včetně statisticky významných rozdílů (ANOVA, Fisherův test, $p < 0,05$) vyjadřuje graf (Obr. 35).



Obr. 34. Znárodnění průběhu denního průměrného individuálního příjmu krmiva vstaženého k početnosti obsádky ($\text{g}\cdot\text{ks}^{-1}$) za období vlastního pokusu pro jednotlivé duokulturní obsádky.



Obr. 35. Celkový průměrný individuální příjem krmiva vstažený k početnosti obsádky ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) za období vlastního pokusu pro jednotlivé duokulturní obsádky. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

5. Diskuse

Hlavním cílem diplomové práce bylo posouzení rychlosti růstu (a vhodnosti použití) různých, z hlediska procentuálního zastoupení obou druhů, duokulturních obsádek okouna a candáta, při jejich chovu v experimentálních podmínkách intenzivní akvakultury. Byly testovány 3 různé duokulturní obsádky a 2 kontrolní jednodruhové (100% zastoupení candáta a okouna). Chov probíhal ve speciálních experimentálních nádržích umožňujících kvantifikaci nespotřebovaného krmiva pro hodnocení denního příjmu krmiva. Zde byly založeny vlastní experimentální obsádky. Následovalo vlastní testování rychlosti růstu (vč. variability), při současném hodnocení příjmu krmiva, přežití, konverze krmiva a kondiční ukazatele.

Jedním z kritérií, kterým se hodnotil vliv procentuálního zastoupení na přežití, bylo kumulativní přežití. Na konci našeho experimentu bylo kumulativní přežití u obsádky 100%Oř $87,78 \pm 4,8\%$; u obsádky 50%Oř50%Ca pro okouna $92,59 \pm 4,57\%$; u obsádky 50%Oř50%Ca pro candáta $85,19 \pm 2,1\%$, u obsádky 25%Oř75%Ca pro okouna $90,0 \pm 10,8\%$; u obsádky 25%Oř75%Ca pro candáta $94,76 \pm 1,35\%$, u obsádky 75%Oř 25%Ca pro okouna $93,33 \pm 4,1\%$; u obsádky 75%Oř25%Ca pro candáta $76,67 \pm 16,5\%$ a u obsádky 100%Ca $94,07 \pm 4,48\%$. Nejmenší hodnota kumulativního přežití je tedy

u obsádky 75%Oř25%Ca pro candáta, a to $76,67 \pm 16,5\%$, což mohlo být způsobeno úhynem candáta z důvodu vyskočení z nádrže, kanibalismem, nebo špatnou adaptací z anestezie po vážení. Nicméně během pokusu nebyl prokázán vliv duokulturních obsádek na přežití ryb v porovnání s monokulturními obsádkami chovanými ve stejných podmínkách. Naopak Beacham (1993) prokázal vliv, především konkurenční na přežití lososů v duokultuře. Fiogbé a Kestemont (2003) prováděli experiment na okounech o různé hmotnostní velikosti v řízených podmínkách. Okouni byli předem adaptováni na podmínky akvakultury a na suché krmivo. Jednou z hmotnostních skupin ryb byla průměrná hmotnost 18,9 g. Tito okouni byli umístěni na odchovné nádrže s teplotou vody 23°C o hustotě $7,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ po dobu 28 dnů. Přežití těchto okounů bylo vysoké a to až $96,2 \pm 0,9\%$. Fontaine a kol. (2001) provedl pokus s okouny o počátečních hmotnostech 33,1 - 35,9 g po dobu 10 týdnů v řízených podmínkách. Zkoumal vliv tukování krmiv na růst a produkční účinnost. Rozděлил ryby do skupiny podle obsahu tuku v krmivu (A-11,7; B-15; C-19,3%). Okouni byli rozmístěni na obdélníkové odchovné nádrže o hustotě $5,98 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Teplota vody se pohybovala 22-23°C. Ryby byly krmeny suchou dietou Biomar dvakrát denně do zřejmé sytosti ryb. Přežití u těchto okounů bylo na konci odchovu $92 \pm 2,9\%$. Khaval (2007) v pokusu s chovem candáta obecného (*Sander lucioperca*) s čínskými kapry v rybníční polykultuře zjistil významné rozdíly ve výsledcích v porovnání s chovy monokultury. Tento chov měl vysoké přežití 93,33% v délce trvání osm měsíců. Mélard a kol. (1996) v experimentu o vlivu biotických a abiotických faktorů na růst a přežití juvenilních a adultních okounů říčních (*Perca fluviatilis*) v intenzivním duokulturním chovu zjistil, že celková míra přežití byla 50% po 14 měsících. Toto nízké přežití bylo nejčastěji způsobeno parazity, bakteriemi a plísněmi. Při porovnání našich výsledků s výsledky výše zmíněných autorů je přežití okouna říčního a candáta obecného v námi testovaných obsádkách vysoké.

Dále sledovaným ukazatelem byl průběh průměrných hmotností za celý vlastní pokus (82dny). Nasazení okouni měli průměrnou hmotnost $11,4 \pm 2,6 \text{ g}$ a candáti $11,4 \pm 2,4 \text{ g}$. Na konci pokusu byli okouni a candáti rozrostlí v jednotlivých procentuálních zastoupeních takto: skupina 100%Oř $35,2 \pm 10,2 \text{ g}$; skupina 50%Oř 50%Ca pro okouna $32,5 \pm 9,9 \text{ g}$; skupina 50%Oř50%Ca pro candáta $41,6 \pm 12,4 \text{ g}$; skupina 25%Oř75%Ca pro okouna $31,3 \pm 9,1 \text{ g}$; skupina 25%Oř75%Ca pro candáta $45,7 \pm 13,8 \text{ g}$; skupina 75%Oř25%Ca pro okouna $31,1 \pm 10,6 \text{ g}$; skupina 75%Oř25%Ca pro candáta $40,8 \pm 11,4 \text{ g}$ a skupina 100%Ca $40,2 \pm 13,1 \text{ g}$. Celý experiment lze zhodnotit tak, že nebyl prokázán vliv duokultury na růst obou druhů v porovnání s monokulturními obsádkami.

Naproti tomu Nortved a Holm (1991) prokázali vyšší růst lososa a sivena v duokultuře v porovnání s monokulturami obou druhů. Opačný efekt měla duokultura u sumců rodu *Heteroclarias* a *Clarias* (Adewolu a kol., 2008). Fiogbé a Kestemont (2003) (popsáno výše) uvádí ve svém experimentu u nasazených okounů o průměrné hmotnosti 18,9 g a o hustotě obsádky $7,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ odchovaných po dobu 28 dnů tyto hodnoty: finální hmotnost v rozmezí 19,41 g až 24,6 g. Toto rozmezí hodnot bylo způsobeno různou denní krmnou dávkou, kterou vypočítali procentuálně z celkové biomasy ryb. Při porovnání mých výsledků s hodnotami od Fiogbého a Kestemonta (2003) jsem nejprve teoreticky prodloužil jeho dobu odchovu pomocí výpočtu, aby byly podmínky podobné. Při srovnání těchto dat byla konečná hmotnost okounů u Fiogbého a Kestemonta větší než v našem pokusu. Tento rozdíl konečných kusových hmotností byl nejspíše způsoben množstvím předkládaným krmením, rozdílnou počáteční hustotou ryb a dalšími faktory vstupujícími do pokusu.

Stav vyživenosti (kondice ryb) se pohyboval na konci našeho experimentu u jednotlivých druhů takto: u obsádky 100%Oř $1,65 \pm 0,04$; u obsádky 50%Oř50% Ca pro okouna $1,49 \pm 0,05$; u obsádky 50%Oř 50%Ca pro candáta $0,90 \pm 0,04$; u obsádky 25%Oř75%Ca pro okouna $1,36 \pm 0,02$; u obsádky 25%Oř75%Ca pro candáta $0,87 \pm 0,01$; u obsádky 75%Oř25%Ca pro okouna $1,37 \pm 0,07$; u obsádky 75%Oř25%Ca pro candáta $0,84 \pm 0,01$ a u obsádky 100%Ca $0,87 \pm 0,02$. Z výsledku je zřejmé, že okouni měli lepší vyživenostní stav, což je dáno jinou morfologií těla v porovnání s candátem. Stejskal a kol. (2009) prováděl experiment na okounu říčním v intenzivních podmínkách. Sledoval růst u skupin monosexní populace (jickernačky) a bisexní populace po dobu 126 dní. Okouni měli průměrnou hmotnost 2,05 g a byli umístěni na 50 litrové nádrže o hustotě $2,9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Koeficient kondice ryb se u obou skupin pohyboval $1,30 \pm 0,13$. Při srovnání mých výsledků s uvedeným autorem byly koeficienty vyživenosti u okouna o několik desetin nižší než u mých výsledků. Tento rozdíl mohl vzniknout odlišnou technikou krmení a odlišnými podmínkami obou chovů. Tento ukazatel poukazuje na zdravotní a kondiční stav ryb, který se nevhodnými podmínkami zhoršuje.

Dalším sledovaným ukazatelem byla specifická rychlost růstu za období vlastního pokusu (SGR). V našem experimentu se tento ukazatel u jednotlivých skupin pohyboval takto: skupina 100%Oř $1,06 \pm 0,08\% \cdot \text{den}^{-1}$; skupina 50%Oř50%Ca pro okouna $1,17 \pm 0,02\% \cdot \text{den}^{-1}$; skupina 50%Oř50%Ca pro candáta $1,32 \pm 0,04\% \cdot \text{den}^{-1}$; skupina 25%Oř75% Ca pro okouna $1,11 \pm 0,16\% \cdot \text{den}^{-1}$; skupina 25%Oř75%Ca pro candáta 1,49

$\pm 0,05\% \cdot \text{den}^{-1}$; skupina 75%Oř25%Ca pro okouna $1,12 \pm 0,13\% \cdot \text{den}^{-1}$; skupina 75%Oř25%Ca pro candáta $1,25 \pm 0,26\% \cdot \text{den}^{-1}$ a skupina 100%Ca $1,3 \pm 0,02\% \cdot \text{den}^{-1}$. Stejskal a kol. (2009) již ve výše popsáném experimentu zaznamenal hodnoty specifické rychlosti růstu u monosexní $2,09 \pm 0,01\% \cdot \text{den}^{-1}$ a bisexní $1,87 \pm 0,06\% \cdot \text{den}^{-1}$. Bascinar (2010) při studii rychlosti růstu v monokultuře a duokultuře sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) a mořského pstruha obecného (*Salmo trutta labrax*) prokázal nevýhodnost tohoto systému chovu pro sivena amerického, jakožto rychleji rostoucí a dominantnější druh. Adewolu a kol. (2008), kteří prováděli pokus na vliv růstu sumců rodu *Clarias* (*Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* a jejich kříženců *H. longifilis* X *C. gariepinus*) v monokultuře, duokultuře a triokultuře zjistili, že výsledky ukázaly pro tyto dva druhy a jejich hybridy nejlepší růst v rámci monokultury, následovala duokultura a ryby nejpomaleji rostly v triokulturní obsádce

Větší specifické rychlosti růstu oproti hodnotám v mém experimentu má opět vliv mnoho parametrů, jedním z nich je námi sledovaná počáteční hustota a v tomto případě i monosexní obsádka ryb, která má rychlejší růst. Tato specifická rychlost růstu je o několik desetin vyšší, než rychlost růstu v mém experimentu.

Ukazatel konverze krmiva (FCR) se v mém pokusu pohyboval u jednotlivých skupin takto: skupina 100%Oř: $0,93 \pm 0,11$; skupina 50%Oř50%Ca: $0,87 \pm 0,02$; skupina 25%Oř75%Ca: $0,69 \pm 0,03$; skupina 75%Oř25%Ca: $0,90 \pm 0,15$ a skupina 100%Ca: $0,69 \pm 0,04$. Stejskal a kol. (2009) uvádí konverzi krmiva u monosexní obsádky $1,5 \pm 0,1$ a u bisexní $1,7 \pm 0,1$. Při porovnání našeho pokusu s výše zmíněným autorem se konverze krmiva pohybovala o několik desetin rozdílně. Obsádky 100%Ca a 25%Oř75%Ca měla nejlepší konverzi krmiva oproti všem obsádkám, což lze vysvětlit i dokladovaným nejnižším denním příjmem krmiva v těchto skupinách. Je pravděpodobné, že v ostatních skupinách (s větším podílem okouna) ryby větší část energie přijaté v krmivu investovaly do intraspecifických a interspecifických interakcí v rámci obsádky.

Šestáým sledovaným ukazatelem byl produkční ukazatel efektivnosti krmiva (FCE) a v mém pokusu u jednotliv skupin se pohyboval takto: skupina 100%Oř 1,09 jednotek přírůstku, skupina 50%Oř50%Ca 1,15 jednotek přírůstku, skupina 25%Oř75%Ca 1,45 jednotek přírůstku, skupina 75%Oř25%Ca 1,14 jednotek přírůstku a skupina 100%Ca 1,46 jednotek přírůstku. Z těchto údajů vyplývá, že největší přírůstky měla skupina 100%Ca a nejmenší 100%Oř při podávání stejného množství krmiva. Tento ukazatel prakticky koresponduje s ukazatelem FCR.

6. Závěr

V intenzivním chovu se musí dodržet u každé ryby specifický technologický postup, aby ryba měla co nejvhodnější podmínky pro její efektivní chov (nejlepší přežití, rychlý a dobrý růst, dobré využití krmiva, dobré využití chovných prostorů atd.).

Poptávka po okounovi i candátovi se v poslední době zvýšila. Z tohoto důvodu začalo testování chovů v řízených podmínkách, aby se uspokojila poptávka po tomto artiklu, kterou nedokáže odlov z volných vod uspokojit.

Hlavním cílem diplomové práce bylo zjistit a posoudit rychlost růstu (a vhodnost použití) různých, z hlediska procentuálního zastoupení obou druhů, duokulturních obsádek okouna a candáta, při jejich chovu v experimentálních podmínkách intenzivní akvakultury pro efektivní chov. Při posuzování těchto faktorů bylo zjištěno, že testované procentuální složení obsádek nemá prokazatelný vliv na kumulativní přežití a růst ryb. Proto lze využití duokulturních obsádek velikostně vyrovnaných juvenilních candátů a okounů doporučit především tam, kde není možnost chovat oba druhy odděleně. Potencionální využití tak mohou tyto obsádky najít především u malochovatelů, kteří nemají dostatečné množství samostatných nádrží (okoun i candát se musí v průběhu odchovu poměrně často třídit). Jinými uživateli mohou být větší producenti, u kterých candát a okoun tvoří pouze doplňkovou složku sortimentu chovaných ryb.

Zároveň je však nutné počítat v obsádkách s vyšším podílem okouna se sníženou konverzí krmiva a zvýšeným příjmem krmiva. Chov v duokultuře rovněž nepůsobí výrazné změny v kondici ryb.

Nakonec bych chtěl zdůraznit budoucí stoupající význam řízeného chovu ryb v recirkulačních systémech. Stejně tak stoupající produkci okounů říčních a candátů obecných odchovaných v těchto systémech.

7. Použitá literatura

- Adewolu, M. A., Ogunsanmi, A. O., Yunusa, A., 2008. Studies on Growth Performance and Feed Utilization of Two Clariid Catfish and their Hybrid Reared Under Different Culture Systems. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol. 23 No.2 (2008), pp.252-260
- Banarescu, P., 1964: Pisces – Osteichthyes. Fauna Republicii Populare Romine 13. Ed. Acad. RPR, Bucuresti, 959 s.
- Bascinar, N., Atasaral, S. S., Kocabas, M., 2010. Effect of Duo-Culture on Growth Performance of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) and Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) in Tank Reared Condition. 16 (Suppl-B): S249-S254, 2010
- 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
- Baránek, V., Mareš, J., Prokeš, M., Jirásek, J., Spurný, P., 2005. Převod rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) na umělou dietu (předběžné výsledky). In: Spurný, P., (Eds.), Sborník referátů VIII. České ichtyologické konference, Brno, Česká Republika, 221-225.
- Barrows, F. T., Zitzow, R. E., Kindschi, G. A., 1993. Effects of surface water spray, diet, and phase feeding on sim bladder inflation, survival, and cost of production of intensively rezed larval walleyes. *The Progressive Fish-Culturist*, 55, 224-228
- Barton, B. A. and Iwama, I. K. (1991). Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases*, 1, 3-26.
- Barton, B. A. (2002). Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, 42, 517-525.
- Baruš, V., Oliva, O., a kol., 1995: Mihulovci a ryby (2). Academia, Praha, pp. 234-246.
- 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.
- Bastl, I., 1978: Raný vývoj zubáca obyčajného *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) v podmienkach Oravskej údolnej nádrži. *Biol. Práce SAV*, 24 (3): 99-181.
- Beacham, T. D., 1993. Competition between juvenile pink (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) and its effect on growth and survival. *Canadian Journal of Zoology*, 1993, 71(6): 1270-1274, 10.1139/z93-174

- Beeck, P., Tauber, S., Kiel, S., Borcharding, J., 2002. 0+ perch predation on 0+ bream: a case study on a eutrophic gravel pit lake. *Freshwater Biology* 47, 2359–2369.
- Bein, R., Ribí, G., 1994. Effects of larval density and salinity on the development of perch larvae *Perca fluviatilis*. *Aquatic Science* 56, 97-105.
- Berg, L. S., 1948: Ryby presnych vod SSSR i sopredel'nykh stran. Izd. AN SSSR, Moskva.
- Bernier, N. J. and Peter, R. E. (2001). The hypothalamic-pituitary-interrenal axis and the control of food intake in teleost fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 129B, 639-644.
- Boggs, CH. T., Summerfelt, R. C., 2003. Enhancing gas Bladder inflation in larval walleye: Comparison of two methods for removing an oily film from the water surface of culture tanks. In: Barry, T. B., Malison, J. A., (Eds.) Percis III – The Third International Percid Fish Symposium, Madison, USA, 19-20
- Brown, G. E., Brown, J. A., Srivastava RK: The effect of stocking density on the behavior of Arctic char (*Salvelinus alpinus* L). *J Fish Biol*, 41, 955-963, 1992.
- Craig, J. F., 1977: Seasonal changes in the day and night activity of adult perch, *Perca fluviatilis* L. *J. Fish Biol.*, 11: 161 – 166 s.
- Craig, J. F., 2000. Percid fishes: Systematic, Ecology and Exploitation. Fish and Aquatic Resources series 3, Blackwell Science Eds., 352 p.
- Cuvier-Péres, A, Kestemont, P., 2002. Development of some digestive enzymes in Eurasian perch larvae *Perca fluviatilis*. *Fish Physiology and Biochemistry* 24, 279-285.
- Czesny, S. J, Graeb, B. D. S., Dettmers J. M., 2005. Ecological consequences of sim bladder noninflation for larval yellow pech. *Transaction of the American Fisheries Society* 134, 1011-1020
- Černý, K., 1973: Pohybová aktivita plůdku některých druhů ryb v přirozených podmínkách Kličavské údolní nádrže. *Acta Mus. Reginae – hradecensis, S. A., Sci. Natur.*, 14: 105-120.
- Černý, K., 1975: Vývoj plotice obecné, tlouště a perlína s ekologickými poznámkami o raných vývojových stádiích plotice a okouna. *Kand. Práce PřF UK Praha*: 1-373.
- Dyk, V., 1944 Naše ryby. Nakl. Promberger, Olomouc. 1. vyd. 1944, 317 pp., 60 obr., 12 barev. Tabulí, 32 kříd. Příloh
- Dyk, V., 1956. Naše ryby. SZN, Praha. 339 s.
- Egloff, M., 1996. Failure of sim bladder inflation of perch, (*Perca fluviatilis* L.) found in natural populations. *Aquatic Sciences* 58, 15-23
- Fiogbé, E. D., Kestemont, P., Mélard, C., Micha J. C., 1996. The effects of dietary crude protein on growth of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). *Aquaculture* 144, 239-249.
- Fiogbé, E. D., Kestemont, P., 2003. Optimum daily ratio for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. *Aquaculture* 216, 243-252.
- Fontaine, P., Tamazouzt, L., Terver, D., Georges, A., 1993. Actual state of production of perch: problems and prospects. Mass rearing potentialities of the common perch under controlled

- conditions. In: E. A. S. (ed.): Aquaculture of freshwater species. Workshop on aquaculture of freshwater species except Salmonids, E. A. S. spec. pub. 20, 46–48.
- Fontaine, P., Mélard, C., Kestemont, P., 2004. The intensive culture of the Euroasian perch and pikeperch. In: Land Fisheries, Budapest (Maďarsko), PROFER Workshop, CD ROM: 31p.
- Fontaine, P., Migaud, H., 2004. Brevet national N 0304904, Procédé pour Induire la Reproduction Chez les Poissons D'eau Douce par Variations de Température et de Périodes D'éclairément.
- Frank, S., 1960. Růst lína obecného a okouna říčního ve Slapské údolní nádrži. Věst. Čs. spol. zool., 24, 3: 258 – 270.
- Gregory, T. R. and Wood, C. M. (1999). The effects of chronic plasma cortisol elevation on the feeding behaviour, growth, competitive ability and swimming performance of juvenile rainbow trout. *Physiological and Biochemical Zoology*, 72, 286-295.
- Goubier, J., 1975: Biogéographie, biométrie et biologie du sandre, *Lucioperca lucioperca* (L.), osteichthyen percidé. Ph. D. Thesis. Univ. Claude Bernard, Lyon (sec. Collette B. B. et Banarescu P. 1977)
- Hanel, L., 1992. Poznáváme naše ryby. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha. 288 s.
- Hanel, L., 2005: Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana / Fishes and lampreys of the Czech Republic, ZO ČSOP Vlašim, 2005
- Hergenrader, G. L., Hasler, A. D., 1966: Diel activity and vertical distribution of yellow perch (*Perca fluviatilis*) under the ice. J. Fish. Res. Board Can., 23: 449-509.
- Hergenrader, G., L., a Hesler A. D., 1967: Seasonal Changes in swimming rates of yellow perch in Lake Mendota as measured by sonar. Trans. Am. Fish. Soc., 96: 373 – 382 s.
- Hokanson, K. E. F., 1977: Temperature requirements of some percids adaptations to the seasonal temperature cycle. J. Fish. Res. Bd. Canada, 34: 1524-1550.
- Holčík, J., P. Banarescu and D. Evans, 1989. General introduction to fishes. p. 18-147. In J. Holčík (ed.) The freshwater fishes of Europe. Vol. 1, Part 2. General introduction to fishes, Acipenseriformes. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden. 469 p.
- Holm, J. C (1989). Mono-and duo culture of juvenile Atlantic salmon (*salmon salar*) and Arctic char (*salvelinus alpinus*) Can. J.Fish. Aquatic Sci. 46, 697-704
- Jacquemond, F., 2004a. Sorting Eurasian perch Fingerlings (*Perca fluviatilis* L.) with and without functional sim bladder using tricaine methane sulfonate. Aquaculture 231, 249-262.
- Jacquemond, F., 2004b. Separated breeding of perh fingerlings (*Perca fluviatilis* L.) with and without initial inflated sim bladder: comparison of sim bladder development, skelton conformation and growth performances. Aquaculture 239, 261-273
- Jobling M: Feeding of char in relation to aquaculture. Nord. J. Freshw. Res., 71, 102-112, 1995.

- Jobling, M., Koskela, J., Pirhonen, J. (1998). Feeding time, feed intake and growth of Baltic Salmon, *Salmon Salar* and brown trout *Salmon trutta*, reared in monoculture and duoculture at constant low temperature. *Aquaculture* 163 73-84
- Kestemont, P., Dabrowski, K., 1996. Recent advances in the aquaculture of Percid fish. *Journal of Applied Ichthyology* 12, 137–200.
- Kestemont, P., Mélard, C., 2000. Chapter 11 – Aquaculture. In: Craig, J. F. (ed.). *Percids Fishes – Systematics, Ecology and Exploitation Fish and Aquatic Resources Series 3*, Blackwell Sciences, 191-224.
- Kestemont, P., Jourdan, S., Houbart, M., Mélard, C., Paspatis, M., Fontaine, P., Cuvier, A., Kentouri, M., Baras, E., 2003. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture* 227, 333-356.
- Kestemont, P., Rougeot, C., Musil, J., Toner, D., 2008. Larval and Juvenile Production. In: Rougeot, C., Toner, D. (Eds): *Farming of Eurasian Perch*, Special publication BIM no. 24, Dublin, Ireland, 30-41.
- Khaval, A., 2007. Experiments on polyculture of *Sander lucioperca* with chinese carp. *Inland waters aquaculture research center, Bandar Anzali, Iran. Iranian scientific fisheries journal* 2007; 16(1):39-48.
- Klimeš, J., Kouřil, J., 2003. Odchov rychleného plůdku a ročního candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. *Bulletin VURH Vodňany* 1-2, 43-48.
- Kokurewicz, B., 1969: The influence of temperature on the embryonic development of the perch *Perca fluviatilis* L. and *Lucioperca lucioperca* L. *Zool. Polon.*, 19(1): 47-66
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Lepič, P., Mareš, J., 2002. Poloumělý a umělý výtěr okouna říčního a odchov jeho raného plůdku. *Edice metodik VÚRH JU Vodňany* 68: 1 – 12.
- Kouřil, J., Hamáčková, J. 2005. Metody poloumělé a umělé reprodukce candáta obecného (*Sander lucioperca*) a odchov jeho plůdku v rybnících. *Bull. VURH JU Vodňany*, 41 (3): 122-127
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. *Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany*, 40 s.
- Krupauer, V., Kubů, F., 1985. *Kapr obecný*. Nakl. Naše vojsko, Praha. 201 pp.
- Krupauer, Čítek, Kubů: *Rybníkářství*, Informatorium Praha, 1993
- Lappalainen, J., Dörner, H., Wysujack, K. (2003). Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.))- a review. *Ecology of Freshwater Fish* 12: 95-106.
- Lelek, A., Bezdek R., Libosvářský J., Macháček Z., Penáz M., 1964: Observations on fish under ice in winter. *Ekol. Polska*, 12 (16): 305-312.
- Livertoux, E., 1995: *La Perche fluviatile (Perca fluviatilis): Sa Biologie, Son Elevage*. Dipl. Prace la Faculte de medicine de Nantes 33 – 43s.

- Lusk, S., Baruš, V., Vostradovský, J., 1983. Ryby v našich vodách. Academia nakladatelství ČSAV, Praha. 212 s.
- Maitland, P. S., 1972: A key to the freshwater fishes of the British Isles with notes on their distribution and ecology. Freshw. Biol. Assoc. Sci. Publ., No 27, 135 s.
- Malison, J. A., Procarione, L. S., Barry, T. P., Kapuscinski, A. R., Kayes, T. B., 1994. Endocrine and gonadal changes during the annual reproductive cycle of the freshwater teleost fish, *Stizostedion vitreum*. *Fish Physiol. Biochem.* 13 (1994), pp. 473–484.
- Mareš, J., Jirásek, J., 1999. Použití polovlhkých krmných směsí při odchovu plůdku sumce velkého (*Silurus glanis* L.) v chovu okouna. In: Spurný, P., (Eds) „50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“, Brno, Česká Republika, 143-147.
- McCormick, S. D., Shrimpton, J. M., Carey, J. B., O’Dea, M. F., Sloan, K. E., Moriyama, S. and Björnsson, B. T. (1998). Repeated acute stress reduces growth rate of Atlantic salmon parr and alters plasma levels of growth hormone, insulin-like growth factor I and cortisol. *Aquaculture*, 168, 221-235.
- Mélard, C., Kestemont, K., Baras, E., 1995. Premiers résultats de l’élevage intensif de la perche européenne (*Perca fluviatilis* L.) en bassin: Effet de la température et du tri sur la croissance. Bulletin Française de la Peche et Pisciculture 336, 19-27
- Mélard, C., Kestemont, P., Grignard, J. C., 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch *Perca fluviatilis*: Effect of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of Applied Ichthyology* 12, 175-180.
- Metcalf, N. B., Thorpe, J. B., 1992. Early predictors of life history events: the link between first feeding date, dominance and seaward migration in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J. Fish Biol.* 41(Suppl. B), 93-99.
- Molnár, T., Hancz, Cs., Bódis, M., Müller, T., Bercsényi, M., Horn, P., 2004. The effect of initial stocking density on growth and survival of pike-perch fingerlings reared under intensive conditions. *Aquaculture International* 12, 181-189.
- Mommsen, T. P., Vijayan, M. M. and Moon, T. W. (1999). Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9, 211-268.
- Mork, O. J., (1982). Growth of three salmonid species in mono and double culture (*Salmo salar* L., *S. trutta* L. and *S. gairdneri* Rich) *Aquaculture* 27, 141-147
- Musil, M. 2006, Metody odchovu nasadového materialu candata obecného (*Sander lucioperca* L.) v rybníčních podmínkách České republiky – kratky souhrn, *Bull. VURH JU Vodňany*, 42 (1): 38 – 44
- Musil, M., Kouřil, J. 2006, Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech.

- Nordvedt, R., Holm, J. C. (1991). Atlantic salmon in duoculture with Arctic charr decreased aggression enhances growth and stocking density potential. *Aquaculture* 98, 355-361
- Oliva, O., Holčík J., 1965: The estimation of the fish population in the Klíčava valley reservoir. *Věst. Čs. spol. zool.*, 29, 3: 249-254.
- Oliva, O. et Balon, E., 1968: Survey of the results of the Czechoslovak ichthyology and herpetology in the last 23 years (1945-1967). *St. knihovna ČSSR, Novinky literatury, ř. biol., Bibliografie čs. ichthyol. a herpetol. literatury*, 1968 (3-4), pp. 65-69.
- Overton, J. L., Bayley, M., Paulsen, H., Wang, T., 2008a. Salinity toleranc of cultured Eurasian perch, (*Perca fluviatilis* L.): Effects on growth and on survival as a fiction of temperature. *Aquaculture* 277, 282-286.
- Overton, J. L., Paulsen, H., Kucharczyk, D., Szczerbowski, A., 2008b. Bornholm Salmon hatchery. control of out-of-season spawning of Eurasian perch. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.). *Percid Fish Culture – From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium*, 40–43.
- Öberg, O., 2008. Perch farming, Swedish experience. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N. (eds.): *Percid Fish Culture – From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium*, 71–74.
- Philipsen, A., 2008. Excellence Fish: production of pikeperch in recirculating system. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N. (eds.). *Percid Fish Culture – From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium*, 67.
- Pickering, A. D. (1993). Growth and stress in fish production. *Aquaculture*, 111, 51-63.
- Pokorný, J., Adámek, Z., Dvořák, J., Šrámek, V., 1998. *Pstruhařství*. Informat. Praha, 242 s.
- Polícar, T., Kouřil J., Stejskal V., Hamáčková J. 2007. Induced ovulation of perch (*Perca fluviatilis* L.) by preparations containing GnRH α with and without metoclopramide. *Cybium*, in press
- Polícar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Lepičová, A., Musil, J., Kouřil, J., 2007. Effects of shorttime *Artemia* spp. Feeding in larvae and different rearing environments in juveniles of common barbel (*Barbus barbus*) on their growth and survival under intensive controlled conditions. *Aquatic Living Resources*, 20: 175-183 (IF=0,831).
- Polícar, T., Toner, D., Alavi, S. M. H., Linhart, O., 2008a. Reproduction and Spawning. In: Rougeot, C., Toner, D. (eds.). *Farming of Eurasian Perch, Special publication BIM 24, Dublin, Ireland*, 22–29.
- Polícar, T., Stejskal, V., Bláha, M., Alavi, S. M. H., Kouřil, J., 2009. Technologie intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis*). *Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeská univerzita - Vodňany*.

- Rasmussen R. S, Ostefeld T. H: Effect of growth rate on quality traits and feed utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture*, 184, 327-337, 2000.
- Rodger, H., Toner, D., Vandecan, M., 2008. Fish Health. In: Rougeot, C., Toner, D., (eds.). Farming of Eurasian Perch, Special publication BIM 24, Dublin, Ireland, 52-61.
- Rougeot, C., Fontaine, P., Mandiki, S. M. N., 2008. Perch Description and Biology, In: Rougeot, C., Torner, D. (eds): Farming of Euroasian Perch, Special publication BIM 24, Dublin, Ireland, 12 – 15.
- Rougeot, C., Mélard, C., 2008. Genetic Improvement of Growth. In: Rougeot, C., Torner, D. (eds): Farming of Euroasian Perch, Special publication BIM, 24. 42 – 51.
- Sedlár J. et Žitňan R., 1974: Zubáč obyčejný. Vyd. Obzor, Bratislava, 97 pp
- Schreck, C. B. (1982). Stress and rearing of salmonids. *Aquaculture*, 28, 241-249.
- Siegmund, R., Wolf, D. L., 1973: Laboruntersuchungen und Freiwasserbeobachtungen zur Schwimmaktivität einheimischer Süßwasserfische. *Fischereiforschung*, 11: 107-116.
- Smíšek, J., 1962: Výzkum prirodzenej potravy a rust candáta obecného v prvom roku jeho vývoje. *Živociš. Výroba*, 35: 429-436.
- Spurný, P., 1998: Ichthyologie (obecná část). Ichthyologie (systematická část). *Skripta MZLU Brno*, 280 s.
- Steffens, W., Geldhauser, F., Gerstner, P., Hilge, V. (1996). German experiences in the propagation and rearing of fingerling pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Annales Zoologici Fennici* 33: 627-634.
- Stejskal, V., Kouřil, J., 2006. Potravní adaptace plůdku okouna na podmínky intenzivního chovu. *Bulletin VÚRH Vodňany* 42(1): 18-24.
- Stejskal, V., Polícar, T., Musil, J., Kouřil, J., 2007. Adaptace různých velikostí plůdku okouna říčního na umělé krmivo. *Bulletin VÚRH Vodňany* 43, 41-46.
- Swift, D. R., 1965. Effect of temperature on mortality and rate of development of the eggs of the pike (*Esox lucius* L.) and the perch (*Perca fluviatilis* L.). *Nature*, London, No 206. 528.
- Szkudlarek, M., Zakes Z. 2002. The effect of stock density on the effectiveness of rearing pikeperch *Sander lucioperca* (L.) summer fry. *Archives of Polish Fisheries* 10 (1): 115-119
- Špaček a kol., 1980. Speciální chov hospodářských zvířat – 2. SZN, Praha, Příroda, Bratislava.
- Švátora, M., 1981. Složení třetího hejna a populační plodnost okouna. *Sborník referátů IS Slov. zool. spol. – Reprodukce, genetika a hybridizace ryb, Vodňany*. 57 – 61.
- Švátora, M., 1986. Okoun říční. *Naše vojsko*, Praha, 82 s.
- Tamazouzt, L., Chatain, B., Fontaine, P., 2000. Tank wall colour and light level affect growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis* L.) *Aquaculture* 182, 85-90.
- Thorpe, J. E., 1974: Trout and perch populations at Loch Leven. Kinross. *Proc. R. Soc. Edinburgh, Sect. B, Biol.*, 74: 295-313.

- Toner, D. Fontaine, P., 2008. Introduction. In: Rougeot, C., Torner, D. (eds.). Farming of Eurasian Perch, Special publication BIM 24, Dublin, Ireland, 8–11.
- Turek, J., 2006. Poloprovozní intenzivní odchov okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v recirkulačním systému. Diplomová práce, ZF JU, České Budějovice, 67.
- Vandecan, M., Gbamou, P., Mélard, C., 2008. Ammonia toxicity in percids. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N. (eds.). Percid Fish Culture – From Research to Production, Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium, 138-139.
- Vladykov, V., 1931: Poissons de la Russie Sous-Carpathique (Tchécoslovaquie). Mém de la Soc. Zool. de la France XXIX, 217-374, Paris
- Vlavanou, R., Masson, G., Moreteau, J. C., 1995. Cannibalism among intensit cultured perch *Perca fluviatilis* populations. Abstracts Percis, Second International Percid Fish Symposium, FGRI Helsinki, Finland, 78 p.
- Volf, F., 1928: Biologie a hospodárský význam candáta obecného. Zprávy výzk. ústavu zemědělských, Praha, s. 35-68.
- Vostradovská, M., 1974: Výsledky individuálního značkování cejna (*Abramis brama* L.), lína (*Tinca tinca* L.), okouna (*Perca fluviatilis* L.) a candáta (*Stizostedion lucioperca* L.) v údolní nádrži Lipno. Živoc. výroba, 19 (9): 641-650.
- Weatherley, A. H., 1963a: Zoogeography of *Perca fluviatilis* (Linnaeus) and *Perca flavescens* (Mitchill) with special reference to the effects of high temperature. Proc. Zool. Soc. Lomdon, 141: 557-576.
- Weatherley, A. H., 1963b: Thermal stress and interrenal tissue in the perch, *Perca fluviatilis* (Linnaeus). Proc. Zool. Soc. Lomdon, 141:527-555
- Wedemeyer, G. A. (1996). Basic Physiological Functions *In: Physiology of Fish in Intensive Culture Systems*, 10-59, Chapman and Hall, London.
- Wendelaar Bonga, S. E. (1997). The stress response in fish. *Physiolog. Reviews*, 77, 591-625.
- Williams, J. E., 2000. The Coefficient of Condition of Fish. Chapter 13 *in* Schneider, James C. (ed.) 2000. Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor