

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury/výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Intenzivní chov juvenilních okounů (*Perca fluviatilis*)
v kontrolních podmínkách se speciálním zaměřením na
hustotu odchovaných okounů**

Autor: Jan Matoušek

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.

Místo a rok odevzdání: České Budějovice, 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra rybářství a myslivosti
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan MATOUŠEK**

Studijní program: **B4103 Zootechnika**

Studijní obor: **Rybářství**

Název tématu: **Intenzivní chov juvenilních okounů říčních (*Perca fluviatilis*) v kontrolovaných podmínkách se speciálním zaměřením na hustotu odchovávaných okounů**

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

Okoun říční jako jeden z nových významných druhů intenzivní evropské akvakultury je převážně chován v recirkulačních systémech intenzivních chovů ryb v západní Evropě (Švýcarsko, Francie, Irsko a Švédsko). Cílem těchto chovů je kontinuální a kvalitně vyrovnaná produkce tržních okounů o maximální hmotnosti 100 gramů. Aby tyto chovy byly perspektivní a ekonomicky účinné, musí zajišťovat rychlý růst a vysoké přežití odchovávaných okounů.

Tyto chovy z tohoto důvodu mají vysokou pořizovací hodnotu a proto musí mít v průběhu odchovu vysokou efektivitu. Proto je snaha, co nejvíce využít odchovné plochy těchto chovů. Z tohoto důvodu se testují u různých věkových kategorií různé hustoty odchovávaných okounů říční v kontrolovaných podmínkách.

Cílem této práce bude u juvenilních ryb (hmotnost 20 - 30 gramů) otestovat různé hustoty odchovávaných okounů. V průběhu práce bude sledován vliv různé hustoty okounů na jejich produkční parametry v průběhu jejich odchovu.

Rozsah grafických prací: **podle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

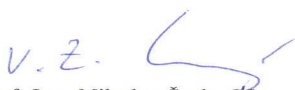
- Ashe, D.A., 1997. *Cultivating perch. Aquaculture explained*, Bord Iascaigh Mhara (Irish Sea Fisheries Board) Ed 20, 47 p.
- Hillermann, J., 2002: Možnosti intenzivního chovu plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.), disertační práce, MZLU Brno, 140 s.
- Kestemont, P., Mélard, C. 2000. Chapter 11- Aquaculture. In : Craig, J.F. (Ed.) *Percid Fishes- Systematics, Ecology and Exploitation*. Blackwell Science, Oxford. pp. 191-224
- Kestemont, P., Jourdan, S., Houbart, M., Mélard, C., Paspatis, M., Fontaine, P., Cuvier-Peres, A., Kentouri, M., Baras, E., 2003. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae : biotic and abiotic influences. *Aquaculture* 227, 333-356
- Kouřil J., Hamáčková J., Lepič P., Mareš J., 2002. Poloumělý a umělý výtěr okouna říčního a odchov jeho raného plůdku. *VÚRH JU, Vodňany, edice Metodik*, 68: 12 p
- Mélard, C., Kestemont, P., Grignard, J.C., 1996b. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth. *J. Appl. Ichthyol.* 12, 175-180.
- Torner, D. a Rougeot, C., 2008. *Farming of Eurasian Perch* (Rougeot C., Torner D. eds), Special publication BIM, 80 pp.
- Wang, N., Eckmann, R., 1994. Effect of temperature and food density on egg development, larval survival and growth of perch (*Perca fluviatilis* L.). *Aquaculture* 122, 323 - 333

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Policar, Ph.D.**
Katedra rybářství a myslivosti


Konzultant bakalářské práce: **Ing. Vlastimil Stejskal**
Katedra rybářství a myslivosti

Datum zadání bakalářské práce: **21. dubna 2008**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2010**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 25. března 2009

Anotace:

Perch is one of the important species reared in intensive conditions. This method of breeding is performed in recirculating systems of intensive rearing of fish mainly in Western Europe. The aim of these breeding is to produce the high quality market of perch throughout the year. In order to achieve that breeding are effective, it is necessary to ensure rapid growth and high survival of perch. The aim of this study was to determine the effective use of rearing areas of these systems. It means to find the optimum density of fishes in rearing tanks.

PROHLÁŠENÍ :

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU (viz. opatření rektora R 83). Zveřejnění je elektronickou formou v databázi STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum :

Podpis studenta :

.....

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Tomáši Policarovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce. Dále děkuji pracovníkům VÚRH JU Vodňany. Jmenovitě pak Ing. Vlastimilovi Stejskalovi, Ph.D., Ing. Jitce Hamáčkové, Ing. Pavlu Lepičovi a Petře Martínkové za pomoc při prováděných pokusech a za jejich rady pro mojí bakalářskou práci.

Obsah

1. Úvod	8
2. Literární přehled	9
2.1 Rozšíření okouna říčního, taxonomické zařazení	9
2.2 Obecná charakteristika okoun	10
2.2.1 Popis okouna.....	10
2.2.2 Biologie okouna.....	11
2.2.3 Rozmnožování.....	12
2.3 Význam okouna na trhu	13
2.4 Chov okouna v intenzivních podmínkách	15
2.4.1 Generační ryby okouna říčního využívané k reprodukci.....	15
2.4.2 Umělý výtěr.....	16
2.4.3 Poloumělý výtěr.....	18
2.4.4 Inkubace jiker a přeprava larev.....	19
2.4.5 Odchov ranných stádií larev okouna říčního.....	19
2.4.6 Odchov okouna v intenzivních podmínkách do tržní velikosti.....	23
3. Metodika a Materiál	25
3.1 Získání a odchov pokusného materiálu (okouna říčního)	25
3.1.1 Umělý výtěr na rybochovném zařízení FROV JU, VÚRH Vodňany.....	25
3.1.2 Inkubace a rozplavání larev.....	26
3.1.3 Vysazení a odchov rozplavaných larev v rybníčních podmínkách.....	26
3.1.4 Nasazení ryb na recirkulační systém v rybochovném objektu.....	27
3.2 Hlavní část experimentu	29
3.2.1 Nový recirkulační systém, začátek chovu 12.12. 2008.....	29
3.2.2 Vlastní pokus na plně adaptovaných okounech.....	32
3.2.3 Produkční ukazatelé použité ke zhodnocení dat.....	35

4. Výsledky	42
4.1 Kumulativní přežití	42
4.2 Fultonův koeficient	43
4.3 Průběh hmotností odchovaných okounů říčních v experimentu	44
4.4 Produkční ukazatel specifická rychlost růstu (SGR)	46
4.5 Produkční ukazatel konverze krmiva (FCR)	47
4.6 Produkční ukazatel efektivnosti krmiva (FCE)	48
4.7 Vizuelní posouzení poškozených ploutví	49
5. Diskuze	56
6. Závěr	59
7. Použitá literatura	60

1. Úvod

V dnešní době stoupá obliba okouních filet pro dobré vlastnosti masa. Produkce okounů je především založena na produkci ryb z volných vod jako jsou například jezera. V důsledku intenzivních odlovů klesá biomasa a produkce okounů z volných vod. Přirozená produkce okouna ve volných vodách nestačí pokrýt nároky na dostatečné množství ryb na trhu. Tím klesá biomasa okouna v jezerech (Kestemont a Dabrowski, 1996). Z tohoto důvodu poptávka po této rybí delikatese převyšuje nabídku. Aby se tento problém vyřešil, začal v posledních 20 letech výzkum, pro zvýšení produkce okouna říčního v řízených intenzivních podmínkách (Watson, 2008).

V západní Evropě vznikají nové rybí farmy. Nejpropracovanější intenzivní odchov se nachází v Irsku, také můžeme najít farmy ve Švýcarsku, Francii, Dánsku nebo Švédsku (Toner, 2008).

Další výhodou intenzivního odchovu okouna říčního je zlepšení a udržení stejné kvality masa po celý rok (Watson, 2008). V intenzivním chovu je snahou přizpůsobit podmínky odchovu tak, aby byl chov okouna ekonomicky co nejefektivnější. To znamená přizpůsobit technologický postup odchovu, biologickým podmínkám a nárokům okouna říčního pro jeho dobré přežití a růst. To například zahrnuje typ odchovných nádrží, průtok vody nádrží, kvalitu vody (teplota, pH, množství kyslíku rozpuštěného ve vodě, zdravotní nezávadnost vody), světelnou intenzitu, typ krmiva a technologii krmení, hustotu ryb na nádrž atd. - popsáno v metodice (Policar a kol., 2009).

Cílem této práce je pokus, který hodnotil vliv různých hustot okouna říčního v průběhu jeho odchovu na jeho růst, přežití, využitelnost předkládaných krmiv a stupeň poškození ploutví odchovaných ryb.

2. Literární přehled

2.1 Rozšíření okouna říčního (*Perca fluviatilis*), taxonomické zařazení

Existují tři druhy *Perca*, které si jsou velmi biologicky podobné: *Perca fluviatilis* Linné (okoun říční), *Perca flavescens* Mitchill (žlutý okoun říční) a *Perca schrenki* Kessler (Balkhush říční) (Craig, 2000).

Geografické rozšíření okouna je omezené teplotou, avšak toleruje široké spektrum prostředí (Oliva a Baruš, 1995). Okoun říční je rozšířen v celém severním mírném pásu. Vyskytuje se v Evropě, ve velké části Asie a také v Severní Americe (Craig, 2000). Byl také vysazen na jižní polokouli v Tasmánii, Austrálii, na Novém Zélandu a též v jižní Africe, kde se ovšem neudržel (Oliva a Baruš, 1995).

Jedná se o sladkovodní druh, který se také vyskytuje v brakických vodách. V České republice okoun hojně obývá, jak tekoucí vody, tak i stojaté vody jako jsou rybníční soustavy či jezera (až do hloubky 40 m.) (Oliva a Baruš, 1995). Okoun patří mezi nejhojnější druh ryb v povodí Labe, Odry a Moravy. V letech 1946-2005 byl výskyt okouna zaevidován v 527 mapovacích čtvercích v povodí Labe, Odry i Moravy a to v nadmořské výšce od 130 do 802 m n. m (Hanel a Lusk, 2005). Nejvíce mu vyhovuje prostředí pomalu tekoucích vod s dostatkem úkrytů a vodním rostlinstvem (Švátora, 1986).

Taxonomicky je okoun říční (*Perca fluviatilis*) zařazen dle (Oliva a Baruš, 1995).

Kmen : Strunatci (*Chorvata*)
Podkmen : Obratlovci (*Vertebrata*)
Třída : Ryby (*Osteichthyes*)
Nadřád : Kostnatí (*Teleostei*)
Řád : Ostnoploutví (*Perciformes*)
Podřád : Okounovci (*Percoidei*)
Čeleď : Okounovití (*Percidae*)
Podčeleď : Okouni (*Percinae*)
Rod : Okoun (*Perca*)

2.2 Obecná charakteristika okouna

2.2.1 Popis okouna

Tělo okouna je vysoké, ze stran mírně zploštělé a ve hřbetní partii vyklenuté. Největší výška těla je nad základnou břišních ploutví a v průběhu života se mění (Švátora, 1986).

Hlava je poměrně malá, kuželovitého tvaru. Ústa má koncová, silně ozubená. Zuby jsou drobné ve tvaru hřebíků a jsou rozmístěny v několika řadách na kosti mezičelistní, radličné, na kostech patrových a vnějších křídlových (Rougeot a kol., 2008). Toto uspořádání zubů souvisí s druhem přijímané potravy.

Žaberní aparát se skládá ze čtyř žaberních oblouků. Tyto oblouky nesou žaberní lístky, které umožňují výměnu plynů mezi vodou a krví. Dále se pomocí žaberního aparátu zachytává planktonní potrava. Žábry jsou krytá skřetovými víčky, po okraji pilovitá, konec zakončený dlouhým trnem (Švátora, 1986; Rougeot a kol., 2008).

Oči má velké, výrazné, pohyblivé všemi směry a jsou umístěné uprostřed hlavy (Dubský a kol., 2003).

Šupiny jsou střední, hřebenité, na povrchu drsné. Tento typ šupin je nazýván ktenoidní (Egert a kol., 1984).

Typické pro okounovité jsou dvě hřbetní ploutve. Přední je větší a je vyztužena tvrdými paprsky. Zadní je menší a má pouze měkké paprsky. Prsní ploutve jsou umístěny hned za hlavou. Břišní ploutve jsou posunuty dopředu, pod základnu ploutví prsních. Řitní ploutev je krátká. Ocasní ploutev je krátce vykrojená (Švátora, 1986).

Ploutevní vzorec: H1 XII – XVI; H2 I – III, 12 – 16; P 14; B I,15; Ř II,7-10; O 17 a šupinový vzorec: 7 – 12 (46 - 79) 12 – 20 (Oliva a Baruš, 1995).

Zbarvení okouna je žluto-zelené až žluto-šedé. Hřbet je tmavé barvy a směrem k břichu se barva stává světlejší. Břicho je bílé, někdy s nádechem do žluta. Na bocích má okoun 6 až 10 příčných černých pruhů. Párové ploutve a řitní ploutev mají oranžové zbarvení. Hřbetní je tmavozelená na konci do černa, druhá hřbetní žlutohnědá. Ocasní ploutev má spodní okraj oranžový, převládající barva je šedožlutá. Výše popsané zbarvení a jeho intenzita se dále odvíjí od prostředí, ve kterém okouni žijí (Rougeot a kol., 2008).

2.2.2 Biologie okouna

V našich podmínkách se okoun dožívá stáří do 15 let a je zařazen mezi ryby středněvěké. Mezi 6-8 věkem začíná vzrůstat mortalita ryb, převážně samců. Ve starší věkové kategorii nacházíme převážně samice. Stáří okouna se určuje pomocí odebraných šupin nebo na přírůstku skřetových kostí a výbrusech sluchových kamének – otolitů (Švátora, 1986).

V prvním roce života dosahuje okoun délky těla do 88 mm, v druhém roce 80 – 140 mm, ve třetím roce 100 – 180 mm (Dubský a kol., 2003). V dalších letech je růstová rychlost značně rozdílná v závislosti na velikosti, přechodem na jiný druh potravy a na množství potravy (Oliva a Baruš, 1995). Kučera (1948) se zmínil o tom, že podíl ryb v potravě okouna říčního se zvětšuje od velikosti 150 mm a přechod na převážně dravý způsob je od velikosti 250 mm délky těla. Běžně okoun dorůstá délky 150 až 250 mm a hmotnosti 0,25 až 0,5 kg. Ve volných vodách může dorůstat délky až 500-600 mm a hmotnosti 2,5 až 4 kg (Rougeot a kol., 2008). Na rychlost růstu má vliv z mnoha jiných vlivů především teplota vody, která ovlivňuje příjem potravy a spotřebu energie (Švátora, 1986).

Hodnoty celkové produkce (P) a průměrné biomasy (B) se u okouna říčního v našich vodách pohybují v rozmezí : (P) 4,4- 10,5 kg/ha a v rozmezí : (B) 8,1 – 20,8 kg/ha (Švátora, 1986). V lokalitách, kde je okoun dominantní rybou, může dosáhnout biomasa až 100 kg/ha (Oliva a Baruš, 1995).

Okoun je karnivorní druh ryby. Žije v hejnech, která mohou být složená i z jedinců různého věku. Okoun říční má aktivitu po celý den, ale největší intenzita má dva vrcholy a to se soumrakem a za svítání (Oliva a Baruš, 1995).

Je to stanovištní ryba, nepodniká dlouhé migrace, mění však místo pobytu v prostředí. A to jak v sezoně, tak i ve fázi dne a také v závislosti na věku. Ve dne se okouni drží při dně, za soumraku se přibližují k břehu za potravou. Na zimu se stahují do hlubších vod. Na jaře při povodních vyhledávají tišiny. Larvy okouna se po vylíhnutí zdržují v epilimniu, mají takzvaný pelagický způsob života. Vyhýbají se přímému světlu a vyhledávají stinná místa. Okouni, kteří mají velikost kolem 20 mm přestávají být pelagičtí a přesouvají se do pobřežních mělčin (Oliva a Baruš, 1995).

Potravu okoun začíná přijímat asi po 2 - 3 dnech po vylíhnutí. Z počátku se larvy okounů živí planktonem (Bláha, 2006). Patří sem nauplia a stadia klanonožců. Od délky 15 – 18 mm se mohou objevit i larvy pakomára, ale hlavní složkou zůstává zooplankton (Oliva a Baruš, 1995). Starší jedinci se už bez problému živí larvami hmyzu, jikrami a plůdkem ostatních ryb. Na dravý způsob života přechází v prvním roce života. Okoun je považován za rybu, která se lehce přizpůsobí potravní nabídce dané lokality (Dubský a kol., 2003). U okouna se často projevuje kanibalismus, přičemž potěr okouna může tvořit až 88,6 % celkové potravy dospělých ryb (Thorpe, 1974).

2.2.3 Rozmnožování

Mlíčáci pohlavně dospívají dříve než jikernačky. Většinou ve stáří 2 až 3 let. Jikernačky ve stáří 3-4 let. Pohlavní dimorfismus není u obou pohlaví výrazný. Mlíčáci mají delší párové ploutve. V předvýtěrovém období se pohlaví rozpozná podle zvětšené partie břišní a vystouplé močopohlavní papile u jikernaček (Rougeot a kol., 2008).

V našich klimatických podmínkách se okoun řiční tře od dubna do konec května. Tře se na mělkých břehových partiích vod s tvrdým dnem (Oliva a Baruš, 1995). Teplota vody se pohybuje od 8 do 12 °C (Rougeot a kol., 2008; Ashe, 1997).

Na trdlištích se nejprve začínají shromažďovat samci i několik dní dopředu před vlastním výtěrem. Při samotném tření doprovází jikernačku několik mlíčáků. Po vyhledání vhodného místa se jikernačka prohne do tvaru písmena U a vypustí jikry. Tyto jikry klade v dlouhých pásech 1-2 m dlouhých na různé ponořené předměty. Například na kořeny, větve a vodní rostlinstvo, obvykle ve hloubce 1-1,5 m (Švátora, 1981).

Mlíčáci vypouští mlíčí rovnou na ovulující jikry a oplozují je. Po vytření samice odhání samce a hlídají jikry po dobu 5 hodin (Oliva a Baruš, 1995).

Jedna jikernačka uvolňuje 0,15 až 200 tisíc jiker, ale tato absolutní plodnost však bývá velice variabilní a závisí na velikosti a stáří ryb (Craig, 1974). Kroupa (1889) uvádí dokonce 300 tisíc jiker. Jikry mají žlutavé zbarvení a jejich průměr se pohybuje od 1,7 do 2,5 mm.

Inkubace trvá v rozmezí od 80-160 d° při doporučené teplotě vody 15 – 16°C (Policar a kol., 2008; Kouřil a kol., 2001). Při optimální teplotě 13°C je to kolem 11 až 14 dní (Oliva a Baruš, 1995).

Vykulený plůdek měří 6 – 6,5 mm. Ve žlutkovém váčku je tuková kapénka, která funguje jako hydrostatický orgán. To napomáhá plůdku v začátku života žít v pelagiálu (Dubský a kol., 2003).

2.3 Význam okouna na trhu

Dříve byl pohled na okouna říčního spíše negativní, z důvodu ubírání potravy ušlechtilým rybám (Egert a kol., 1984). V rybníku se dokáže velmi rychle přemnožit a škodit převážně v plůdkových výtažnicích, kde požírá plůdek kapra nebo jiných ryb (Dubský a kol., 2003). Dále negativně působí predacním tlakem na velký zooplankton, který má důležitý význam ve filtrování drobného planktonu (bakterioplankton, fytoplankton). Takto může například ve vodárenských nádržích dojít k výraznému zhoršení kvality vody (Oliva a Baruš, 1995).

V poslední době je zcela nový pohled na okouna. U nás má okoun význam, jak v oblasti hospodářské, tak i mezi druhy vyhledávané sportovními rybáři (Švátora, 1986). Tuzemská produkce okouna dosahuje v chovu okolo 30 – 40 t, což představuje podíl mezi 0,1 – 0,2 % z celé produkce (Stejskal, 2005). Mezi vyhledávanou dravou rybu patří okoun na čtvrté místo hned za štikou, candátem a sumcem (Stejskal, 2005). I přesto zůstává okoun jako doplňkový druh, který se dává do polokulturních obsádek s kaprem (Mélard a kol., 1996).

Odbor rybářství, myslivosti a včelařství Mze (2009) uvádí produkci okouna v chovech a lov na udici v ČR v těchto letech 2003 – 2008 :

- v roce 2003: 22 t z chovu, 30 t lov na udici, celkem 52 t
- v roce 2004: 14 t z chovu, 30 t lov na udici, celkem 44 t
- v roce 2005: 18 t z chovu, 16 t lov na udici, celkem 44 t
- v roce 2006: 18 t z chovu, 24 t lov na udici, celkem 42 t
- v roce 2007: 13 t z chovu, 20 t lov na udici, celkem 33 t
- v roce 2008: 17 t z chovu, 17 t lov na udici, celkem 34 t

Dále tento odbor uvádí průměrnou evropskou cenu jednoho kilogram okouna v letech (2003 – 2004) za 2,00 - 1,95 EUR přímo od producenta. Maloobchodní cena se pohybovala od 23 – 44 EUR (Polícar a kol., 2009).

V zahraničí je ocenění okouního masa mnohem větší. Jedním z důvodů je dobrá kvalita masa jako je chutnost, netučnost, bílá barva, jemná textura masa a hřbetní svalovina bez Y kostí (Watson, 2008). Největší spotřeba okouních filet je v zemích alpského regionu (Fontaine a kol., 1998).

- Švýcarsko – preferují hmotnost filetů 15 – 40 g, roční spotřeba 6000 tun
- Německo – preferují hmotnost filetu 100 – 150 g, roční spotřeba 2000 tun
- Francie – preferují hmotnost filetu 100 – 150 g, roční spotřeba 1500 tun
- Rakousko – preferují hmotnost filetu 100 – 150 g, roční spotřeba 500 tun

Evropští producenti ročně dodávají 25 656 tun okouna vyloveného z volných vod, zatímco pouhých 315 tun pochází z akvakultury (např. z rybníků či recirkulačních chovů ryb). Mezi hlavní dodavatele patří tyto státy s produkcí z volných vod (Watson, 2008) :

- Finsko (17 000 tun)
- Rusko (3 500 tun)
- Polsko (2 000 tun)
- Estonsko (1 200 tun)

V 60 letech došlo k velkému nárůstu lovu okounů, který dosáhl v jezeře Varese v Itálii až 2500 kg .rok⁻¹. V letech 1973 za stálé intenzity odlovu se produkce značně snížila až na 200 kg. rok⁻¹ (Watson, 2008). Díky značnému odlovu okounů z volných vod dochází k jeho úbytku a díky zvyšující se poptávce nastává situace převažující poptávky nad nabídkou (Tamazouzt a kol, 1993). Dalším problémem je jakost dodávaných okounů na trh, která je u lovených ryb z volných vod (jezer) v průběhu roku velmi proměnlivá (Kestemont a Méléard, 2000).

Těmto problémům, jako je nedostatek okouna na trhu a rozdílná kvalita filetů v průběhu roku, lze předejít odchovem ryb v intenzivních akvakulturách (Kestemont a Dabrowski, 1996).

V současné době je okoun říční intenzivně chován na rybích farmách v několika evropských zemích, jako je Švýcarsko, Francie, Irsko a Belgie (Watson, 2008).

2.4 Chov okouna v intenzivních podmínkách

2.4.1 Generační ryby okouna říčního využívané k reprodukci

Jednou z nejdůležitějších částí chovu okounu v intenzivních podmínkách je dobře zvládnutá jeho reprodukce. Výtěr okouna můžeme dělit na přirozený (volné vody) nebo umělý (líhně), někde mezi těmito metodami se nachází metoda zvaná poloumělý výtěr (Policar a kol, 2008).

Základní informace o reprodukci okouna byly popsány výše v kapitole „Rozmnožování“.

Generační ryby lze získat z několika zdrojů, jako jsou intenzivně chovaní okouni na rybochovných objektech, odlovené ryby z volných vod a nebo okouni chovaní v rybníčních podmínkách (Policar a kol, 2008).

Ryby z rybníčního zdroje se chovají přes zimní období v komorových rybnících o hloubce kolem 2 m .

Okoun přijímá potravu po celý rok (v zimním období s menší intenzitou) (Oliva a Baruš, 1995). Proto je nutné chovaným okounům předkládat dostatek vhodné potraviny i v zimním období. Mezi vhodnou potravu ryb patří řada býložravých pomalu rostoucích kaprovitých ryb jako je např. plotice obecná, perlín ostrobřichý, stěvlička východní. V množství stejném jako je biomasa generačních ryb. Komorové rybníky s generačními okouny se loví v průběhu března až začátek dubna těsně před výtěrem a vylovené ryby se přemístí na průtočný systém v dosahu líhně, obvykle 1-2 týdny před umělým výtěrem. Při této manipulaci se ryby vystavují stresovým situacím a riziku mechanického poškození (poranění ploutvemi). Tyto negativní vlivy lze minimalizovat snížením počtů a dob manipulací s rybou, šetrným zacházením při výlovu a dobrou kvalitou vody, v níž je ryba přechovávána (Kouřil a kol., 2002). Jeden ze způsobů minimalizace stresu je i

použití anestetik při umělém výtěru ryb. Hamáčková a kol. (2001) uvádí použití hřebíčkového oleje v množství $0,03 \text{ ml.l}^{-1}$ po dobu 3-4 minut při teplotě $12 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ryby před umístěním na průtočné systémy se selektují do skupin na jikernačky vhodné k výtěru, mlíčáky vhodné k výtěru a na ryby nevhodné pro výtěr z důvodu deformace, poranění, vyhublosti, spontánně vytřené (Kouřil a kol., 2002). Při oteplení prostředí, v němž se nachází generační ryby, dochází ke spontánnímu výtěru, což je nežádoucí. Tomu lze předejít zvýšením průtoku v systému a tím k ochlazení vody (Policar a kol., 2009).

U generačních ryb, které byly získány z intenzivních podmínek, se musí zajistit vhodné podmínky, jako např. vyhovující krmivo, optimální teplota vody, světelný režim, aby v době výtěru byly ryby v dobrém kondičním stavu a měly dozrálé pohlavní produkty (Fontaine a kol., 2008).

Do umělého a poloumělého výtěru se doporučuje použít generační ryby o maximální hmotnosti 200 g jikernačky a 100 g mlíčáci (Kouřil a kol., 2002).

2.4.2 Umělý výtěr

Ryby jsou z průtočného systému přeloveny na přípravné žlaby, kde se postupně upravuje teplota vody na optimálních $15-17 \text{ }^\circ\text{C}$ a zajišťuje se obsah rozpuštěného kyslíku, který nesmí klesat pod 6 mg.l^{-1} (Kouřil a kol., 2002). Pro usnadnění umělého výtěru a manipulaci s rybou se používá anestetik, které bylo již popsáno v kapitole o generačních rybách.

Pro ovlivnění a synchronizaci výtěru se v poslední době začalo používat u okouna říčního hormonální stimulační. Podávání kapří hypofýzy, které se běžně užívá u kapra, je v tomto případě neúčinné. Hormonální stimulační prošla řadou studií, na kterých se podíleli odborníci z Polska a České republiky. Polští odborníci popisují stimulační pomocí gonadotropinů a syntetických přípravků, které obsahují (GnRHa) dopaminergní inhibitor (Kucharzyk a kol., 1996).

U okouna říčního v ČR se provádí stimulační pouze jikernaček a to jednorázově pomocí roztoku syntetických analogů ve fyziologickém roztoku. Aplikuje se pomocí injekční stříkačky, která se zavede do hřbetní svaloviny. V ČR se generační ryby okouna říčního

injikují anoleogem GnRH, který je obsažen v hormonálním přípravku Supergestran, či Kobarelin. Supergestran se dodává v roztoku s obsahem účinné látky 25 µg v 1 ml a tato dávka se používá na 1 kg hmotnosti generační ryby okouna říčního (Kouřil a Hamáčková, 1999).

Po 24 hodinách od aplikace hormonálního ošetření ryb se jikrenačky v nádržích kontrolují, především stav jejich močopohlavní papily a zda ryby nezačínají ovulovat. Tyto kontroly pak bývají v intervalu 2-4 hodin (Policar a kol., 2009). Pokud se zjistí při kontrole, že jikernačky začínají pouštět jikry, jikernačky se vyloví z nádrže a znehybní se pomocí anestetik. Znehybněná jikernačka se drží ve vlhkém hadru, opatrně se osuší okolí močopohlavní papily. Jikernačky se vytírají pomocí masážních pohybů na břišní partii (masáž nesmí být tak intenzivní, neboť ryby velice traumatizuje) a jikry se vytírají do suchých zvážených misek (Kouřil a kol., 2002). Do jedné misky je možno vytřít i několik jikernaček. Před oplozením se jikry zváží a potom se zjišťuje plodnost jikernaček (Policar a kol., 2008). Miska se může překrýt vlhkým hadrem a umístit do stínu, takto ošetřené jikry se dají uchovat po dobu jedné hodiny po výtěru, až do vlastního osemenění jiker (Kouřil a kol., 2002).

Mlíčáky není zapotřebí hormonálně stimulovat. Vhodní mlíčáci se opět uspí pomocí anestetika - popsáno výše. Jednou z možností oplození jiker u okouna říčního je přímo vytření mlíčí na jikry po osušení močopohlavní papily. Asi na 100 g jiker se udává minimálně 0,4 ml spermatu (Kouřil a kol., 2002). Craig (2000) uvádí 2 ml spermatu na 100 g jiker.

Další možností odběru spermatu je pomocí injekční stříkačky. Sperma se odsává z močopohlavní papily za masáže břišní partie. Výhodou této metody je, že sperma není kontaminované močí ani krví. Takto získané sperma se může při teplotě 2 - 4 °C skladovat až po dobu 12 hodin a je možné takové sperma použít k osemenění jiker později (Policar a kol., 2008). Osemenění se může provádět dvěma metodami a to tzv. suchá a tzv. mokrá (Craig, 2000).

Suchá metoda byla již popsána výše. Na jikry vytřené v misce se vytírají mlíčáci a nebo se dává mlíčí z injekčních stříkaček.

Na jednu misku se doporučuje použít více mlíčáků až 3 mlíčáci, aby se dosáhlo vysoké oplozenosti jiker (Kucharczyk a kol., 1996). Po přidání mlíčí na jikry se gamety

důkladně promíchají a poté se přidá voda v množství 50-100 % objemu jiker. Po přidání vody se opět obsah jiker, spermií a vody promíchá (Kouřil a kol., 2002). Spermie oplodní jikry během 30-60 sekund, poté spermie přestávají být aktivní (Alavi a kol., 2007). Asi za tři minuty se opakovaně voda vymění a jikry se nasadí k inkubaci (Kouřil a kol., 2002).

Mokrý metoda je málo praktická při oplodňování jiker. Spočívá ve výtěru jikernaček a mlíčáků do vody zároveň, oplození je započato ihned při kontaktu s vodou. Problémem je, aby se spermie dostaly včas k jikrám a došlo k jejich oplození (Policar a kol., 2009).

2.4.3 Poloumělý výtěr

Tato metoda získání oplozených jiker, které se poté inkubují, se provádí v nádržích nebo klecích s dostatečným průtokem vody. Poměr mezi oběma pohlavími se udává 1:1 (Kouřil a kol., 2002). Ryby se nasadí na tento objem v počtu 20 - 50 párů. Průtok v těchto nádržích by měl být schopen vyměnit vodu minimálně 2 x za hodinu. Dalším důležitým parametrem je obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě. Měří se na odtoku z nádrže a neměl by klesnout pod $6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Kouřil a kol., 2002). Teplota v nádržích by se měla pohybovat obdobně, jako při umělém výtěru, popsáno v kapitole umělý výtěr. Generační jikernačky okouna říčního se opět hormonálně stimulují, podobně jako u umělého výtěru, popsáno výše. Intenzita kontrol není již tak důležitá, přestože principem této metody je spontánní výtěr za přítomnosti obou pohlaví ryb. Pro evidenci a sběr oplozených jiker doporučuje Policar (2009) kontrolu 1 x za 12 hodin. Poté se určuje plodnost a to měřením objemu jikrných provazců a počítáním jiker v 1 ml v provazci (Kouřil a kol., 1998). Dále se zaznamenává datum a čas sběru jikrných provazců s cílem určit datum líhnutí larev (Kouřil a kol., 1998).

Tato metoda má velkou výhodu a to v tom, že není tak pracná a nehrozí zde zmeškání ovulace (Policar a kol., 2008).

2.4.4 Inkubace jiker a přeprava larev

Oplozené jikry se mohou inkubovat v průtočných žlabech (Kouřil a kol., 2002). Pro inkubaci se můžou využít průtočné klícky nebo akvária (Policar a kol., 2008). Lze využít i neprůtočné nádrže, kde se však musí zajistit obměna vody. Na začátku inkubace 1-2 krát denně, v druhé polovině inkubace 3-5 krát denně (Kouřil a kol., 2002).

Doporučuje se oddělovat různé staré jikerné provazce od sebe (Policar a kol., 2008). Doba inkubace bývá poměrně krátká, je závislá na teplotě vody (13 °C – 14 dnů, 17 °C – 7 dnů, 25 °C – 4 dny) (Kouřil a kol., 2002). Během této inkubace se jikry sledují a odstraňují se odumřelé nebo neoplozené jikry, protože by mohly zapříčinit zaplísnění zdravých jiker nebo zhoršit kvalitu vody (Toner, 2008). Dezinfekční koupele jiker není nutno provádět (Kouřil a kol., 2002). Při kulení larev praskají jikerné obaly a larvy se jich zbavují. Při komplikacích je možnost napomoci odstranění jikerných obalů a to mechanickým zatřepáním jiker. Tím dojde k narušení jejich obalů (Ashe, 1997). Plůdek po vykulení ihned plave. Vykulené larvy se odsají pomocí hadičky a přemístí se do mělkých odchovných žlabů pro váčkový plůdek (Policar a kol., 2008). Larvy jsou chovány v těchto žlabech do doby začátku exogenní výživy, to je asi do doby 2-4 dní od vykulení při teplotě 17-20 °C (Kouřil a kol., 2002). Je-li potřeba tento váčkový plůdek přepravit, provádí se to v polyetylenových vacích s kyslíkovou atmosférou. Tyto vaky mívají většinou objem 50 l a pro bezpečnou přepravu se dávají dvojité. Hustotu larev na vak udává Kouřil (2002) v množství 100 tisíc kusů na vak po dobu přepravy do 4 hodin, při přepravě nad 24 hodin množství larev na vak je již jen 40 tisíc kusů. Před vysazením larev do nového prostředí se musí vyrovnat teplotní a chemické rozdíly mezi vodou ve vaku a vodou nového prostředí. To se docílí tím, že se vak položí na vodní hladinu a postupně se přilévá voda z nového prostředí (Kouřil a kol., 2002).

2.4.5 Odchov ranných stádií larev okouna říčního

Metod odchovu larev je několik a jsou popsány v metodice Policar a kol. (2009). V této práci je popisována i metoda chovu larev okouna říčního v extenzivních podmínkách (rybničních) s převedením na intenzivní podmínky chovu, využívající necirkulační systém.

První fáze chovu je extenzivní v rybníčních podmínkách, která vychází z metody odchovu plůdku candáta (Musil a Kouřil, 2006). Rybníky by měly být raději 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. Jeho vysazení je popsáno v přepravě larev. 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 přelovením larev na konci vegetačního období. To znamená odlov v měsících září až říjen (Bláha, 2006). Dle Kestemonta (2008) dosahuje okoun délky 90-100 mm.

Druhá fáze je převedení (adaptace) vyloveného plůdku, jak rychleného, nebo 0+, na řízenou akvakulturu (intenzivní chov).

Chov okouna v intenzivních podmínkách popisuje Stejskal a Kouřil (2006). Pro intenzivní chov vznikly rybochovné objekty, které umožňují nastavení

požadovaných chovných podmínek pro okouna. U těchto objektů se upravují vlastnosti vody jako např. teplota, pH, vysrážení a odbourání nežádoucích látek, obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě. Odpadní vody se mohou přefiltrovat přes mechanické a biologické filtry. Tím se odstraní škodlivé metabolity ryb a potom se vrátí voda zpět do chovného systému. Tento chov tedy využívá tzv. RAS – necirkulační akvakulturní systém (Kouřil a kol., 2008).

Na začátku tohoto odchovu se plůdek musí přizpůsobit novým podmínkám jak vlivu nového prostředí, tak i novým potravním možnostem. Tato fáze se nazývá adaptační a trvá přibližně do 14 dnů. 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 – 10g (Stejskal a kol., 2007; Turek, 2008).

Odchovné nádrže 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 sníží intenzita růstu, ale zároveň se sníží 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 tvaru pakomárů, nebo planktonu. 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 (*Oncorhincus mikkys*), 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. Množství krmiva za den, takzvaná denní krmná dávka, se vypočítá podle různých autorů, jako optimální denní krmná dávka:

$$\begin{aligned} \text{podle M\acute{e}larda (1996)} &= 3,30 \cdot \text{pr\acute{u}m\acute{e}rn\acute{a} hmotnost (g)}^{-0,23} \\ \text{podle Fiogb\acute{e} (2003)} &= 4,89 \cdot \text{pr\acute{u}m\acute{e}rn\acute{a} hmotnost (g)}^{-0,27} \end{aligned}$$

Různou techniku krmení popisuje v metodice Policar a kol. (2009).

V tomto období se rychlost růstu odchovaných ryb při adaptaci na nové podmínky mírně sníží. Pro krmení ryb se musí zvolit správná velikost krmiva, což udává Livertoux (1995) a to 0,2 až 0,4 násobek šíře ústního otvoru. Fontaine (2006) doporučuje hmotnostním intervalu ryb od 0,8 – 1 g velikost krmiva 0,8 mm; od 1 do 3 g je 1,1 mm; od 3 do 8 g je 1,5 mm a od 8 do 20 g je 1,9 mm.

Součástí odchovu je i pravidelné udržování hygieny, čištění od zbytků krmiv, exkrementů ryb, odstranění nárostů a uhynulých ryb (Kouřil a kol., 2002). Pokud se adaptace provedla úspěšně může přežití dosáhnout 70 - 90 % (Stejskal a Kouřil, 2006). Odkrmený plůdek, který je plně přizpůsoben novému prostředí a na krmivo, je možno použít k dalšímu intenzivnímu chovu v RAS s cílem dosáhnout požadované velikosti tržních ryb.

2.4.6 Odchov okouna v intenzivních podmínkách do tržní velikosti

Tento způsob odchovu může být proveden opět v řízené akvakultuře (s úpravou vody) na recirkulačním systému nebo v přirozených rybníčních či klecových podmínkách (Tamazout a kol., 1993).

U odchovu v přirozených podmínkách se stává nevýhodou nemožnost ovlivňovat úpravou teploty vody. To samozřejmě má vliv na rychlost růstu odchovaných ryb. Ve vegetačním období (při teplotě vody 16 – 27 °C) se dá dosáhnout podobné rychlosti růstu odchovaných ryb okouna říčního jako v recirkulačním systému, ale je zde nižší přežití, a to 70-80%, oproti RAS 90-100% (Fontaine a kol., 1997).

U odchovného objektu RAS se udržuje teplota 23 °C, při této teplotě je intenzita růstu nejúčinnější. Hodnota pH by se měla pohybovat kolem 6 – 7,5, obsah rozpuštěného kyslíku musí být minimálně nad 5 mg · l⁻¹. Další parametr, který se sleduje při intenzivním chovu ryb v RAS, je toxický amoniak, který je rozpuštěn ve vodě. Vandecan (2008) uvádí, že pro zpomalení rychlosti růstu o polovinu u okouna říčního, stačí 0,03 N-NH₃ mg.l⁻¹. Při správném zajištění podmínek prostředí, které vyhovují okounu, se může nasadit v množství biomasy okounů až 60 kg.m⁻³ (Mélard a kol., 1996).

Při srovnání obou způsobů odchovu bylo zjištěno, že produkční interval k dosažení tržních ryb o průměrné hmotnosti 100 g trvá v přirozených podmínkách v klimatickém mírném pasu 800 dní, zatímco v řízených podmínkách trvá přibližně 300 až 420 dní. Problém intenzivních chovů okounů je pomalá rychlost růstu a malá celková produktivita. Tyto hodnoty udává Fontaine (1997) od 350 do 400 g.m⁻³.den⁻¹ při biomase 60-80 kg.m⁻³.

Szcepkowski a kol. (1999) uvádí výsledky odchovu dvou skupin pŕdku okouna (o nižší průměrné počáteční kusové hmotnosti 0,25 a 0,45 g) odchovaného nejprve v rybníce na přirozené potravě s převodem na recirkulačním systému při teplotě 22 °C. Přežití dosáhlo během 35 dní 34,1 % u skupiny s počáteční větší průměrnou hmotností a 47,6 % u skupiny s menší počáteční průměrnou hmotností, konečná průměrná kusová hmotnost byla 4,87, resp. 3,17 g, koeficient konverze dosáhl hodnot 1,11 a 1,23. Szczerbowski a kol. (2003) udává koeficienty produktivity, kde byli okouni krmeni krmivem pro pstruhy a bylo dosaženo během 12 týdnů zvýšení průměrné hmotnosti

z 10,5 g na 45,2 g při průměrném denním kusovém přírůstku 0,41 g. Specifická rychlost růstu dosáhla 1,47 % za den. Mortalita dosáhla pouze 3 %. Fontaine, Tamazoutzt a Capdeville (1996) pozorovali v pokusu SGR, které mělo hodnoty $1,4 \pm 1\%$ za den u okounů, kteří měli hmotnost v rozmezí 25 - 48 g. Tento pokus se konal v recirkulační systém při teplotě 22 ° C. Fontaine et al. (1997) zaznamenal ve svém pokusu hodnotu SGR na $1,86 \pm 1\%$ za den u juvenilních okounů, kteří měli intenzivní přísun krmiva a teplotu vody 21,4 °C. Jourdan (1999) zjistil, že okounovi říčnímu vystavenému neustálému světlu při 23 ° C se SGR zvýšilo na $1,77 \pm 1\%$ za den tělesné hmotnosti. Dále zjistil vztah mezi růstem a dimorfismem pohlaví. Jíkernačky rostou asi o 20% rychleji než mlíčáci. Tohoto jevu se využívá v chovu monosexních obsádek, aby se dosáhlo lepších výsledků růstu. Porovnáním vlastností růstu mezi rybami v monosexních a bi-sexních obsádkách se zabýval Stejskal a kol. (2009).

Další metody zvýšení produkce a růstu udává v metodice Policar a kol. (2009) jako např. domestikační proces v chovu okouna říčního, již zmíněná mono-sexní obsádka, mezidruhá hybridizace, triploidizace a tetraploidizace.

3. Metodika a Materiál

3.1 Získání a odchov pokusného materiálu (okouna říčního)

3.1.1 Umělý výtěr na rybochovném zařízení FROV JU, VÚRH Vodňany

Pro získání chovného materiálu lze použít několik metod výtěru - přirozený, poloumělý a umělý. V rámci této práce byl použit umělý výtěr.

Získané generační ryby okouna říčního (*Perca fluviatilis*) byly získány v rámci jarního výlovu z rybníku Blatec z Rybářství Nové Hradky s.r.o. ve velikosti jikernaček 194 ± 45 mm, hmotnosti $112,2 \pm 21,2$ g a mlíčáků o velikosti 154 ± 23 mm a hmotnosti $86,5 \pm 12$ g. Týden po transportu z Nových Hradů do Vodňan se ryby roztřídily na jikernačky a mlíčáky, přičemž každé pohlaví bylo zvlášť umístěno do čtyř odchovných nádrží na rybochovném zařízení FROV JU, VURH Vodňany. Ve třech nádržích byly nasazeny jikernačky a v jedné mlíčáci o hustotě (20 ks na nádrž). Separace generačních ryb byla v rámci umělého výtěru provedeno s cílem zabránit spontánnímu výtěru ryb (Policar a kol., 2008).

Generační jikernačky byly hormonálně nainjikované preparátem Supergestranem s aktivní látkou Lecirelin (GnRHa) s dávkou $25 \mu\text{g GnRH.kg}^{-1}$ hmotnosti ryb (Policar a kol., 2008). U jikernaček se po té každé tři hodiny kontrolovala pohlavní papila, zda u ryb začíná ovulace. V okamžiku pouštění jiker se jikernačky odlovily z nádrží a pro zklidnění se použilo anestetikum k potlačení stresu při manipulaci s rybami a k usnadnění výtěru. K anestezii byla použita vodní lázeň, do které se aplikoval hřebíčkový olej v dávce $0,03 \text{ ml}^{-1}$, v níž se ryby zklidňovaly po dobu 3-4 minut. Tento postup byl proveden podle Hamáčkové a kol. (2001).

Při samotném umělém výtěru se ryby držely ve vlhkém hadru a břišní partie ryb se osušily. U jikernaček postupným stiskem jednotlivých částí břicha se uvolnily jikry do předem zvážených suchých misek. Sperma mlíčáků se přímo vytřelo na vytřené jikry v misce od jedné nebo několika jikernaček s dávkou 0,4 ml spermatu na 100g jiker. Pro o semenění se provedlo zamíchání gamet a jejich následná aktivace vodou z líhně, která probíhala během 60 sekund. Po té se smíchané oplozené gamety nechali 3 minuty

v klidu. Po uplynutí doby se opakovaně vyměnila voda a jikry se nasadily k inkubaci do plovacích košíčků o rozměrech 200 x 400 x 100 mm a o objemu vody 600 litrů (Kouřil a kol., 2002; Polícar a kol., 2009).

3.1.2 Inkubace a rozplavání larev

Po oplození se jikry inkubovaly v plovoucích košíčcích o rozměrech popsaných výše, které byly umístěny v odchovných žlabech, kde byly vytírány generační ryby. Průtok vody na těchto žlabech byl $10 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Larvy se vykulily při $105 \text{ }^\circ\text{D}$ za 7 dní. Průměrná teplota v průběhu inkubace byla $15 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ s množstvím rozpuštěného kyslíku ve vodě $5 \pm 0,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Po naplnění plynového měchýře a rozplavání byly larvy přesazeny do rybníků.

3.1.3 Vysazení a odchov rozplavených larev v rybníčních podmínkách

Rozplavené larvy byly z odchovných žlabů přemístěny a vysazeny do dvou rybníků v Rybářství Nové Hrady (rybník Kamenný a Kudla). Tyto rybníky leží v Novohradském podhůří v severní části Novohradských hor o nadmořské výšce 500-600 m n.m.. Podloží je tvořeno kyselými horninami. Oblast je klimaticky zařazena do kategorie s chladným létem a mírně chladnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje kolem $7 \text{ }^\circ\text{C}$. Srážky jsou bohaté a pohybují se v průměru 700-800 mm za rok.

Rozloha rybníka Kamenný je 1,54 ha o hloubce u výpusti 1,5 m a rybníka Kudla 0,39 ha o hloubce u výpusti 1,7 m. Rybník Kamenný se nachází v lesním komplexu. Rybník Kudla je nebeský rybník a okolí tvoří louky a pole s navazujícím jehličnatým lesem. Charakteristika této oblasti je popsána podle Bláhy (2006).

Rybníky byly před nasazením larev okouna říčního zimovány s cílem potlačení mezihostitelů parazitů (měkkýšů). Pro zlepšení potravní základny (drobného zooplanktonu) pro larvy okouna se provedlo hnojení rybníku. Před nasazením se aplikoval kompost v množství $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Z líhně byly larvy přepraveny ve zdvojených polyetylenových vacích o objemu 50 l pod kyslíkovou atmosférou. Množství larev na jeden vak bylo 200 000 ks. Velká hustota

larev okouna na vak byla přípustná vzhledem k tomu, že vzdálenost přepravy byla krátká.

Vysazení se provádělo podle Klimeše a Kouřila (2006). Larvy okouna byly vysazeny v hustě kolem $200\,000\text{ ks}\cdot\text{ha}^{-1}$ o velikosti $7,5 \pm 0,2\text{ mm}$. Předtím se však musela vyrovnat teplota vody z vaku a z rybníku. To se provedlo tak, že se vak položil na hladinu vody a pomalým přiléváním rybníční vody do vaku se vyrovnala teplota a chemizmus vody.

Larvy byly odchovány v monokultuře do stadia rychleného plůdku. Odchov larev v rybníku byl přibližně 2 měsíce od jeho vykolení. Potravu tvořil plankton a jeho stadia. Tento způsob odchovu do stadia rychleného plůdku okouna je podobný odchovu candáta obecného (*Sander lucioperca*) (Musil a Kouřil, 2006).

Výlov rybníků proběhl v měsíci červnu ve stádiu rychleného okouna o průměrné hmotnosti $1,1 \pm 0,2\text{ g}$. Následně po výlovu byly larvy převezeny na rybochovný objekt FROV JU VÚRH Vodňany s recirkulačním systémem, kam byla juvenilní stadia okounů nasazena.

3.1.4 Nasazení ryb na recirkulační systém v rybochovném objektu

Ryby byly umístěny na tři odchovné nádrže o celkovém objemu 1 m^3 a pracovním objemu 700 – 800 litrů o hustotě ryb 6 -10 $\text{kg}\cdot\text{m}^3$. Tyto odchovné nádrže byly součástí tzv. velkého recirkulačního systému rybochovného objektu FROV JU Vodňany, který má 90-95 % stupeň recirkulace (tj. denní přírůstek čerstvé vody do systému činí 5-10 % z celkového objemu vody). V tomto systému se upravovala voda pomocí mechanického bubnového filtru, který zbavoval vodu hrubých nečistot. Dále zde byly tři biologické fluidní filtry o objemu 5 m^3 , které odstraňovaly odpadní látkové metabolity ryb. Ve stavu nouze nedostatku kyslíku ve vodě zde bylo možné provést oxygenaci vody z rozvodů napojených na svazkové kyslíkové tlakové láhve. K odstranění nežádoucích mikroorganismů se zde používala UV filtrace. Dále zde byla možnost regulace teploty vody pomocí topných těles a možnost úpravy pH vody.

Teplota vody v odchovných nádržích byla 21 ± 1 °C a množství rozpuštěného kyslíku ve vodě $6,7 \pm 0,3$ mg.l⁻¹. Světelné podmínky byly řízené podle světelného režimu celého odchovného objektu (10 h tma a 14 h světlo).

Pro následující adaptaci byl zvolen následující režim krmení: první dva dny nepřijímali okouni žádnou potravu (2 dny hladovění), poté se začali podávat larvy pakomára kouřového (*Chironomus plumosus*) v množství at libitum po dobu dvou dnů, poté se přešlo na kombinaci larev pakomára kouřového a granulí od firmy Biomar s obchodním názvem granulí Bio - Optimal Start 68 N°1,9 o velikosti 0,8-1,5mm s obsahem živin 50 % bílkovin, 18 % tuku, 8,5 % sacharidů a s 2,5 % popelovin v množství at libitum rovněž v délce krmení dvou dnů. Po zbývající část období se krmilo již pouze granulemi bez doplňku přirozené potravy v množství at libitum.

Následující odchov trval od června do prosince (cca. 6 měsíců). V průběhu tohoto odchovu se dodržovaly hygienické zásady jako např. čištění nádrží od exkrementů, zbytků krmiv a uhynulých ryb. Dále se provádělo třídění v třítýdenních intervalech podle velikosti pomocí třídičky s vyměnitelnou mřížkou. Toto třídění se provádělo především jako opatření proti kanibalismu. Po celou dobu selektování bylo s rybami zacházeno citlivě. V průběhu manipulace se použil chlorid sodný (NaCl) 1 g.l⁻¹, jako prevence proti chorobám, především sekundárnímu zaplísnění u oslabených a stresovaných ryb. Během krátkodobého umístění ve vaničkách při manipulaci s okouny byla voda provzdušňována kompresorem přes vzduchovací kamínky. Dne 6.11. 2008 bylo provedeno poslední měření a třídění ryb podle velikosti a byly rozděleny do tří skupin - na tři nádrže viz. tab. č. 1.

Tabulka č.1 Hmotnost a početnost ryb selektovaných dne 6.11. 2008

	Průměrná kusová hmotnost v (g)	Celková hmot. v (kg)	Počet v (ks)
Největší	$30 \pm 1,3$	1565	514
Střední	$22 \pm 2,3$	2140	972
Nejmenší	10 ± 0	260	246

Tento odchov byl ukončen 12.2. 2008, kdy byla provedena základní biometrika okounů (obr. č.1.) s následným převedením okounů na nový recirkulační systém.



Obrázek č. 1. Měření celkové délky a délky těla v mm.

3.2 Hlavní část experimentu

3.2.1 Nový recirkulační systém, začátek chovu 12.12. 2008

Okouni měli průměrnou hmotnost $19,14 \pm 5,1$ g a průměrnou celkovou délku $106,8 \pm 8,5$ mm a byli převedeni na nový recirkulační systém.

Tento systém se skládá z odchovných průtokových nádrží (Obr.2) – akvárií o rozměrech: délka 540 mm, šířka 360 mm, výška 300 mm, celkový objem 50 l a užitečný objem 40 l. Tyto odchovné nádrže měly dvě vlastní filtrační nádrže o celkovém objemu $3,5$ m³. Horní nádrž je do tří-čtvrtin zaplněna filtračními hoblinami, na nichž jsou aktivní mikroorganismy. Dolní nádrž je rozdělená přepážkami s molitany. Mezi přepážkami jsou prostory, které slouží jako usazovací nádrže. Tyto filtry odbourávají, jak hrubé nečistoty, jako jsou exkrementy ryb a zbytky krmiv, tak i látkový odpad metabolismu

ryb (toxický NH_3). Toto odbourávání NH_3 se řadí mezi aerobní (potřeba kyslíku), proto zde byla možnost přívodu kyslíku podle potřeby přes rozvody oxygenace chovného objektu.

Voda stéká samospádem do dolní filtrační nádrže a pomocí čerpadla se voda přečerpává do horní nádrže. Odtud jsou vedeny rozvody vody k jednotlivým akváriím a jsou ukončené ventily pro regulaci proudu vody. Do tohoto systému je napojeno elektrické ohřívání o výkonu 2 kW s možností regulace. Dále přídatná jednotka UV filtr. Do odchovných nádrží byl kompresorem (NITTOLA LH 120 B) vháněn vzduch přes vzduchovací kamínky.



Obrázek.č.2. Odchovná akvária s rozvody vody a vzduchu, ve spodní části pohled na filtr. Druhá část detail na akvárium s okouny.

Do akvárií byly nasazeny různé hustoty ryb a to $0,5 \text{ ks.l}^{-1}$; 1 ks.l^{-1} ; $1,5 \text{ ks.l}^{-1}$; 2 ks.l^{-1} označeno v pokusu jako H1; H2; H3; H4 to je ($9,5 \text{ kg.m}^3$; 19 kg.m^3 ; $28,5 \text{ kg.m}^3$; 38 kg.m^3). Tyto hustoty jsme vytvořili tak, že jsme okouny o výše zmíněné průměrné hmotnosti napočítali v kusech do akvárií o pracovním objemu 40 l a to: H1- 20 ks, H2- 40 ks, H3-

60 ks, H4- 80 ks na akvárium. Ke každé hustě se dělala tři opakování, dohromady tedy bylo v celém pokuse 12 odchovných akvárií.

Díky novým podmínkám prostředí, kdy ryby byly přesunuty z odchovných nádrží do akvárií, nechtěly ryby ze začátku naplno přijímat předkládané krmivo Biomar Ecolife o velikosti 3 mm s množstvím tuku 14% a proteinů 47%. Proto se snížila denní krmná dávka (tab. č.2.) a toto období od 12.12. 2008 do 6.1. 2009 bylo využito jako období adaptace.

V průběhu adaptace okounů na akváriích se uhynulí okouni nahrazovali novými rybami, aby se nezměnila hustota na akváriu. Adaptace trvala do už zmíněného dne 6.1., kdy ryby naplno začaly přijímat suchu dietu.

Tabulka č.2. Upravená denní krmná dávka v době adaptace

Označení akvária	akvária na stojanu	DKD (g)	krmivo
H 1 A 20	č.10	7	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 2 A 40	č.11	10	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 3 A 80	č.12	17	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 4 A 60	č.13	13,5	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 1 B 20	č.14	7	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 2 B 40	č.15	10	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 3 B 80	č.16	17	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 4 B 60	č.17	13,5	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 1 C 20	č.18	7	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 2 C 40	č.19	10	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 3 C 80	č.20	17	Biomar Ecolife 60 3 mm
H 4 C 60	č.21	13,5	Biomar Ecolife 60 3 mm

Vysvětlivky: H - hustota; 1-4 označení akvária ve skupině; A,B,C označení opakování;
20 – 80 množství okounů v kusech

3.2.2 Vlastní pokus na plně adaptovaných okounech

Od 6.1.2009 byl zahájen pokus na výše popsaném recirkulačním systému a o již zmíněných hustotách ryb.

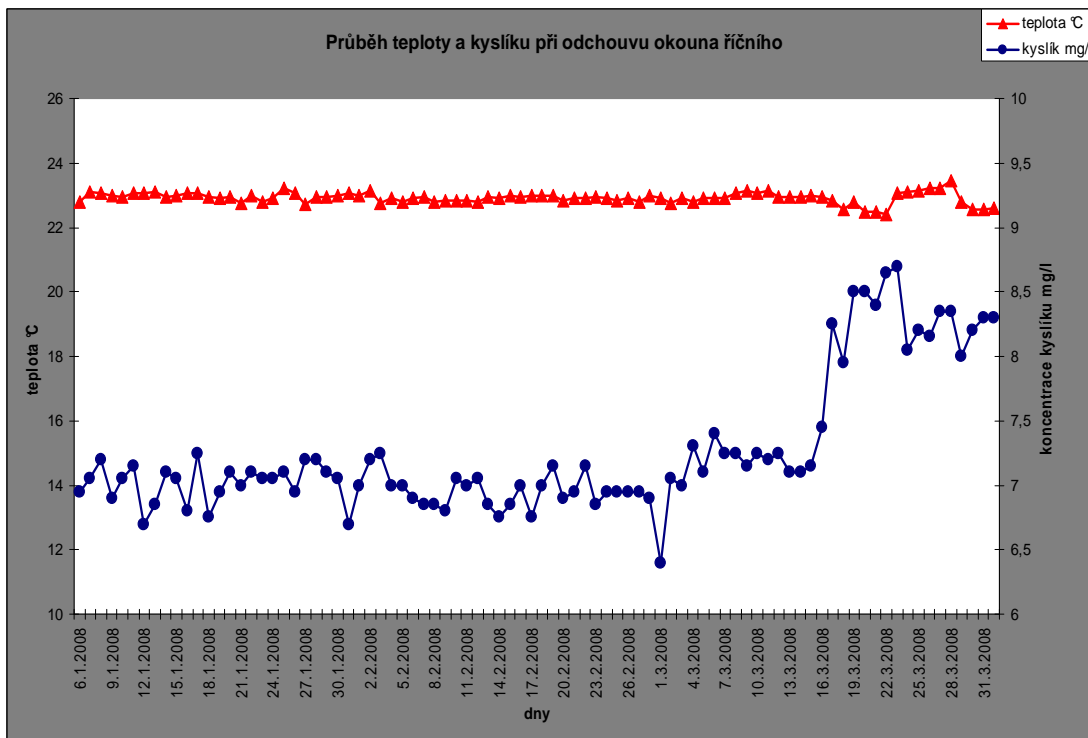
U každého akvária se zvažila biomasa ryb a z té se pak vypočítala denní krmná dávka ze vzorce dle (Fiogbé a kol.,2003) - $DKD = 4,89 * \text{hmotnost biomasy (g)}^{-0,27}$. Stále bylo předkládané krmivo Biomar Ecolife o velikosti 3 mm. Podle tohoto vzorce jsme vytvořili tabulky předpokládané denní krmné dávky na celé období viz. (tabulka č.2). Denní dávky byly dále rozděleny na šest dílčích dávek, které se předkládaly okounům po dvou hodinách od 7:00 - 17:00 hodin.

Každý den jsme kontrolovali akvária a odstraňovali úhyny ryb. Poté byly úhyny odečteny od celkové biomasy a upravena denní krmná dávka v jednotlivých akváriích.

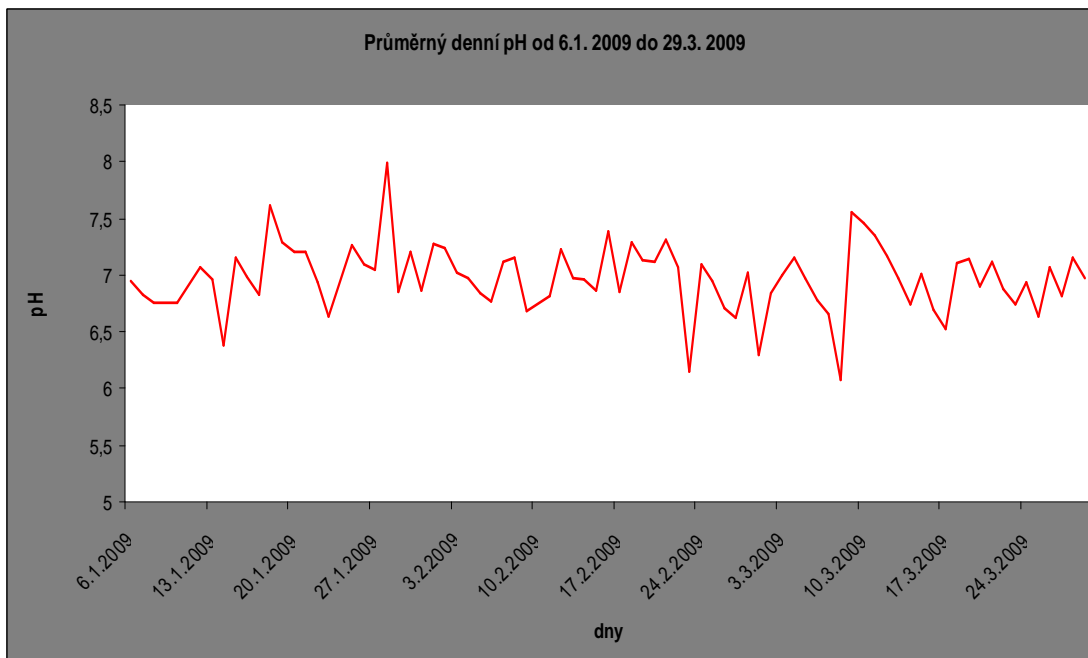
Teplota vody byla udržována na $22,9 \pm 0,17$ °C viz. (graf č.1.), obsah kyslíku na $7,3 \pm 0,53$ mg.l⁻¹ viz. (graf.č.1.), pH vody kolísalo od 6,1-7,9 (graf č.2), průtok vody v odchovných nádržích se udržoval na 2 l.min⁻¹. Světelný režim byl stanoven od 7:00 - 19:00 hodin. Tyto parametry vody se kontrolovali dvakrát denně v 7:00 a 15:00 h., pomocí víceúčelového měřicího přístroje(pH metru-cond 340i a oxymetru - WTW 8236Z WE//HEIM OXI 31SI).

Denně jsme dodržovali hygienické postupy jako je čištění akvárií od řas, exkrementů a zbytků krmiv. Jedenkrát do týdne jsme odsávali hadicí usazeniny z filtrů, pomocí kartáčů odstraňovali řasy ze stěn filtrů a rozvodů vody, náplně filtrů mechanicky propírali v čisté vodě.

Pokus trval celkově 84 dní. Toto období bylo rozděleno na tři období po 28 dnech ohraničené kontrolními odlovy ke konci každého období. V tomto dni jsme vylovili pomocí sítky pro akvaristické účely každé akvárium a zvážili na digitální váze (KERN A SOHN GmbH, typ- Electronic Balance), celkovou biomasu ryb s přesností na jedno desetinné místo a zjistili počet přežívajících okounů. Tyto údaje jsme zaznamenali a pomocí nich vytvořili nové tabulky pro předpokládanou DKD na další dané období experimentu. V den přelovení se odchovaným rybám nepředkládala suchá dieta, v následujících dnech se navázalo na krmné denní dávky vypočítané z aktuální zjištěné biomasy odchovaných ryb v jednotlivých akváriích viz (tabulka č.3.).



Graf č.1. Průběh teploty a kyslíku za období vlastního pokusu



Graf č.2. Průběh pH za období vlastního pokusu

Tabulka.č.3. Znázorněná část tabulky předpokládané denní krmné dávky na období

H1A20 Fiogbé DATUM	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1
cel.biomasa (g)	672,50	675,86	679,24	682,64	686,05	689,48
ztráty (g)						
biomasa po ztrátách (g)	672,50	675,86	679,24	682,64	686,05	689,48
Průměrná hmotnost (g)	21,20	21,41	21,63	21,84	22,06	22,28
výpočet pro k. dávku	2,14	2,14	2,13	2,13	2,12	2,12
krmná dávka	14,4	14,5	14,5	14,5	14,6	14,6

Plán vlastního experimentu (84 dní) :

- I. období – od 6.1. 2009 (začátek) do 3.2. 2009.....28 dní
- II. období – od 4.2. 2009 do 3.3. 2009.....28 dní
- III. období – od 4.3. 2009 do 1.4. 2009 (ukončení)....28 dní

Po ukončení experimentu se udělala kromě výše zmíněných údajů i kompletní biometrika u všech okounů, jako je celková délka - CD (mm) od začátku rybce ryby po konec ocasní ploutve, délka těla - Tl (mm) od začátku rybce ryby po konec ocasního násadce, výška těla -V (mm) od začátku hřbetní ploutve kolmo dolů, hmotnost ryb - W (g) hmotnost ryb po odkapání přebytečné vody.

Dále se u těchto okounů hodnotil stupeň poškození ploutví v závislosti na hustotě ryb. Hodnocení všech ploutví bylo prováděno vizuálně viz. (náčrtek ploutví č.1.) a obodováno stupnicí poškození od 0 - 4 bodů. Čím větší bylo poškození ploutve, tím byla obodována větší hodnotou. Tento způsob hodnocení byl velice subjektivní a proto ho prováděla jedna zkušená osoba (Ing. Jitka Hamáčková), aby nedošlo ke zkreslení výsledků.

3.2.3 Produkční ukazatelé použité ke zhodnocení dat

Ze získaných dat (přežití, biomasy a poškození ploutví) se vyhodnotilo kumulativní přežití (ks), průběh průměrné hmotnosti odchovaných ryb (g), SGR, FCR, FCE, stupeň poškození ploutví, podle následujících vzorců:

- **Kumulativní přežití všech okounů říčních za celý pokus (%)**
podle (Fiogbé a Kestemont, 2003)
- kumulativní přežití = $((\text{ryby nasazené} - \text{ryby uhynulé}) / \text{ryby nasazené}) * 100$
- **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
- **Poškození ploutví hodnoceno vizuálně a obodován stupeň poškození (0-4) viz. náčrtek č. 1**
- **FC –Fultonův koeficient**
podle (Policar a kol., 2007)
-(Faktor hmotnostní kondice ryb) = $(Wt/CD^3) * 100$
- **SGR -Specific Growth Rate**
podle (Stejskal a Kouřil, 2006)
-(specifická rychlost růstu za celý pokus v $\% \cdot \text{den}^{-1}$) = $[(\ln Wt - \ln W0) \cdot t^{-1}] * 100$
- **FCR - Food Conversion Ratio**
podle (Stejskal a Kouřil, 2006)
- (krmný koeficient konverze krmiva za celý pokus) = $F / (Wt - W0)$
- vyjadřuje kolik ryba musí přijmout množství krmiva, aby dosáhla jednotky hmotnosti. (Obvykle se vyjadřuje v kg krmiva na přírůstek ryb o 1 kg)

- **FCE - Food Conversion Efficiency**

podle (Fiogbé a Kestemont, 2003)

- (hodnota přírůstku z jednotky krmiva za celý pokus) = $FCR/1$

- 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
CD- celková délka těla
t- počet dnů za celý pokus
F- spotřeba krmiva za dobu pokusu

Tyto koeficienty a ukazatelé popsané výše v bodech jsme vypočítali pomocí zjištěných dat, získaných z přelovení na konci každého období.

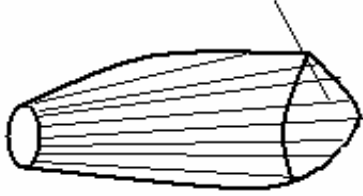
Jednotlivé hodnoty u dané skupiny ryb se zprůměřovaly ze všech tří opakování a graficky vyhodnotily v průběhu celého pokusu.

Poté bylo provedeno statisticky vyhodnocení analýzou variance ANOVA. Předtím se však testoval předpoklad pro ANOVU Cochran testem. Na získaná data se použila arcsinova transformace. Rozdíly hodnot mezi různými hustotami byly zpracovány Tukeyho testem a znázorněny pomocí symbolů v grafech zpracované v programu Excel.

Náčrtek č. 1-23. Vizuální bodování poškozených ploutví od 0 do 4 a jejich slovní popis
LP- levá prsní ploutev, PP- pravá prsní, LB- levá břišní, PB- pravá břišní,
Hm- hřbetní malá, Hv- hřbetní velká, Ř- řitní, O- ocasní

světly lem

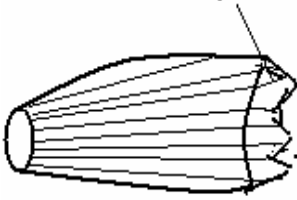
LP, PP; bod 0 – bez poškození (č.1.)



Č.1

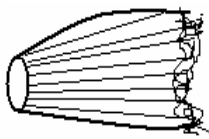
LP, PP; bod 1 – porušená, roztřepená ploutev (č.2.)

světly lem



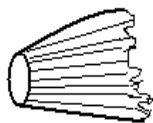
Č.2

LP, PP; bod 2 – porušená ploutev, chybí světly lem, roztřepená (č.3.)



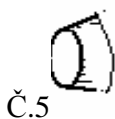
Č.3

LP, PP; bod 3 – silně porušená ploutev, chybí světly lem, pouhý zbytek z původní ploutve (č.4.)



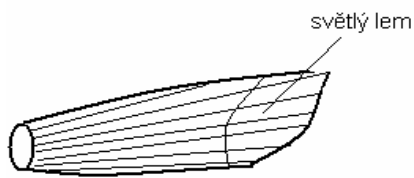
Č.4

LP, PP; bod 4 – pahýl bez ploutve (č.5.)



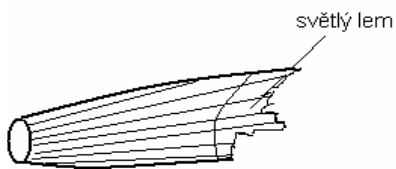
Č.5

LB, PB; bod 0 – bez porušení, ploutve jsou celistvé (č.6.)



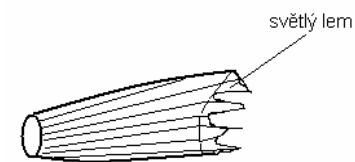
Č.6

LB, PB; bod 1 – mírně porušené ploutve, roztřepené, některá místa zkrácena (č.7.)



Č.7

LB, PB; bod 2 – ploutev výrazněji zkrácená, paprsky jsou rovné, světlý lem ploutve je krátký (č.8.)



Č.8

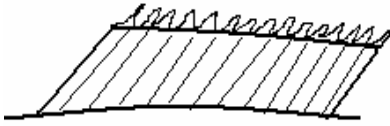
LB, PB; bod 3 – světlý lem úplně chybí, vnější paprsky jsou zkrácené a zesílené (č.9.)



Č.9

LB, PB; bod 4 – nevyskytovaly se

Hm; bod 0 – ploutev neporušená, celistvá, kompletní (č.10.)



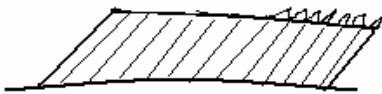
Č.10

Hm; bod 1 – ploutev mírně porušená, nekompletní (č.11.)



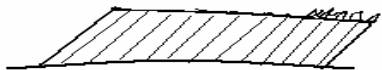
Č.11

Hm; bod 2 – částečně poškozená okusem, měkké části jen na 2/3 ploutve (č.12.)



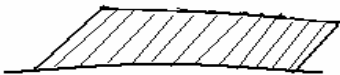
Č.12

Hm; bod 3 – ploutev výrazně snižena a poškozená, měkké části ploutve jsou jen na 1/3 ploutve (č.13.)



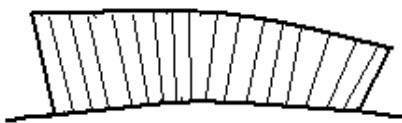
Č.13

Hm; bod 4 – úplně poškozená ploutev okusem bez měkkých částí ploutve (č.14.)



Č.14

Hv; bod 0 – kompletní ploutev bez poškození (většina případů) (č.15.)



Č.15

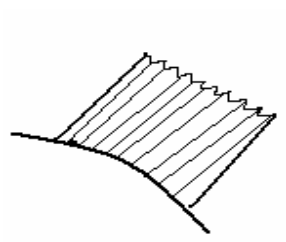
Hv; bod 1 – mírné vykousnutí (č.16.)



Č.16

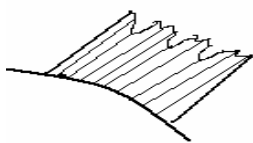
Hv; bod 2 - 3 - 4 – nevyskytovaly se

Ř; bod 0 - kompletní ploutve bez poškození (č.17.)



Č.17

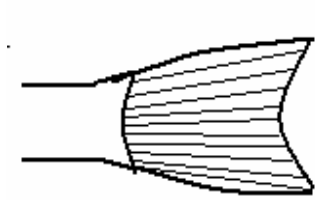
Ř; bod 1 – částečně poškozená okusem (č.18.)



Č.18

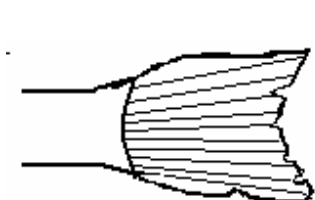
Ř; bod 2 - 3 - 4 – výskyt ojediněle, pouze u třech kusů

O; bod 0 – bez poškození, celistvá (č.19.)



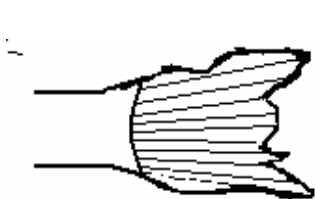
Č.19

O; bod 1 – vnější paprsky zakřivené, ploutev mírně roztřepená (č.20.)



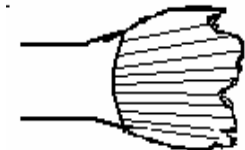
Č.20

O; bod 2 – vnější paprsky zakřivené, ploutev výrazně roztřepená (č.21.)



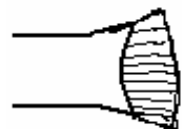
Č.21

O; bod 3 – vnější paprsky zakřivené, ploutev výrazně zkrácená a roztřepená (č.22.)



Č.22

O; bod 4 – ploutev maximálně poškozená, ploutev je jen pahýl (č.23.)



Č.23

4. Výsledky

4.1 Kumulativní přežití

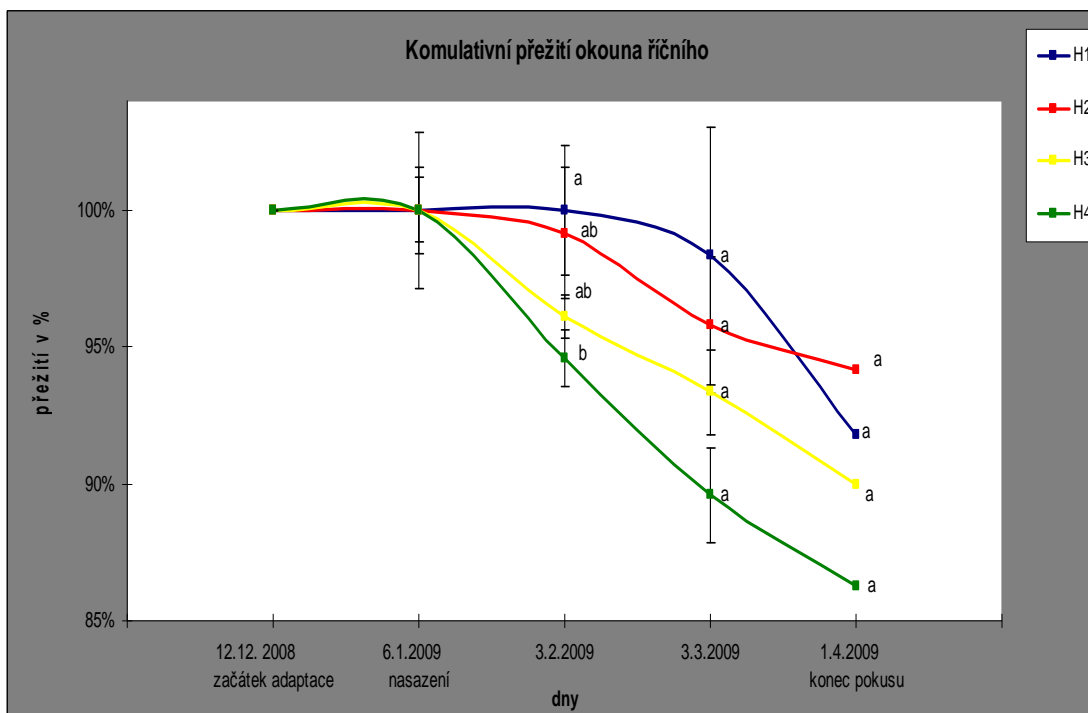
Od 12.12. do 6.1. byla fáze adaptace, kdy se do akvárií dodávaly uhynulé ryby, aby ke dni začátku pokusu (6.1.) zůstala požadovaná hustota ryb na jednotlivých akváriích. Celkem v tomto období bylo doplněno do všech akvárií 5 ryb.

Vlastní pokus začal (6.1), kdy byla akvária doplněna rybami do požadovaného počtu obsádky. Přelovení se uskutečnilo 3.2. V tento den bylo přežití u H1 100 %, u H2 99 %, u H3 96 % a u H4 jen 94 %. Při porovnání hodnot se ukázal statistický rozdíl mezi H1 a H4. U ostatních hustot se rozdíly neprokázaly.

Druhé přelovení se uskutečnilo 3.3. V tento den bylo přežití u H1 98 %, kdy byl zaznamenán výrazný pokles. U ostatních hustot klesalo přežití rovnoměrně, u H2 95 %, u H3 93 % a u H4 jen 89 %. Při statistickým porovnání byly rozdíly mezi hustotami neprůkazné.

Poslední přelovení a ukončení pokusu bylo 4.1. V tento den bylo přežití u H1 91 %, u H2 94 %, u H3 89 % a u H4 jen 86 %. U H1 klesalo přežití strměji a mělo nižší přežití než H2, ostatní hustoty měly opět rovnoměrný klesající průběh. Při statistickém porovnání byly rozdíly mezi hustotami opět neprůkazné.

Údaje o kumulativním přežití jsou znázorněny a statisticky porovnány mezi sebou viz.(graf č.3). Tento graf vypovídá o tom že vliv hustoty na přežití okouna říčního (*Perca fluviatilis*) nebyl statisticky zjištěn a proto lze konstatovat, že různá hustota odchovaných ryb výrazně neovlivňuje přežití odchovaných ryb.

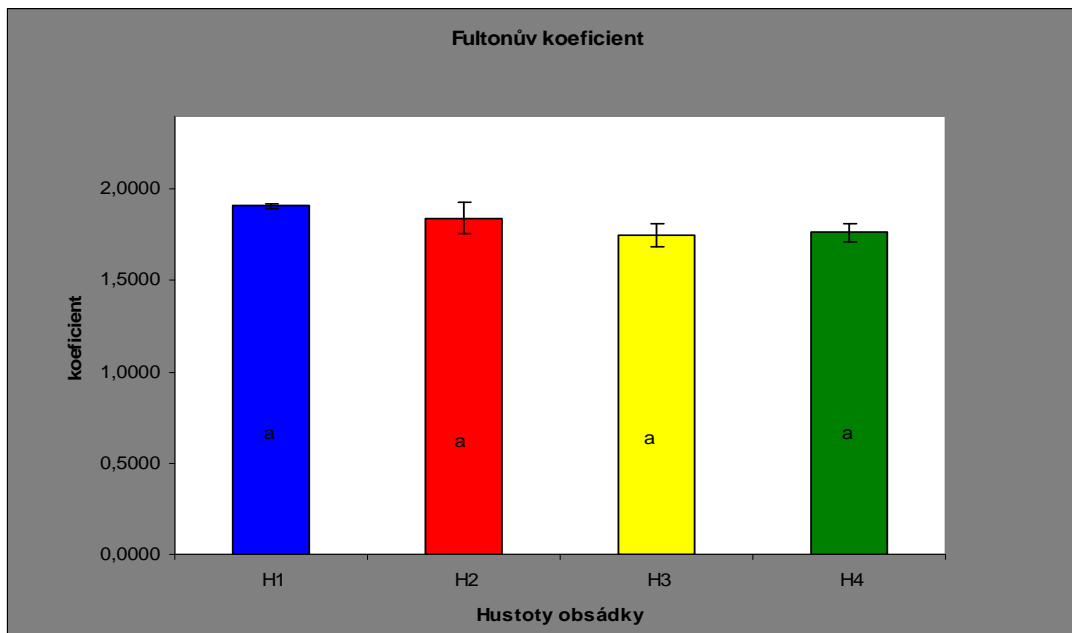


Graf č. 3. Průběh přežití okouna říčního v průběhu experimentu

4.2 Fultonův koeficient

Fultonův koeficient se pohyboval u H1 - 1,9083, u H2 - 1,8411, u H3 - 1,7487 a u H4 - 1,7620

Průměrná hmotnostní kondice okounů za celé období odchovu viz. (graf. č.4). Z tohoto grafu je zřejmé, že čím nižší hustota tím lepší výživný stav. Při statistickém porovnání však nebyly rozdíly průkazné.



Graf č. 4. Konečný průměrný kusový koeficient vyživenosti

4.3 Průběh hmotností odchovaných okounů říčních v experimentu

Tato hodnota vypovídá o průměrné kusové hmotnosti okounů v jednotlivých období experimentů vyjádřeno v (g).

V době adaptace (12.12.) se nasazovaly do všech akvárií stejně rozrostlé ryby o průměrné hmotnosti $19,14 \pm 5,1$ g.

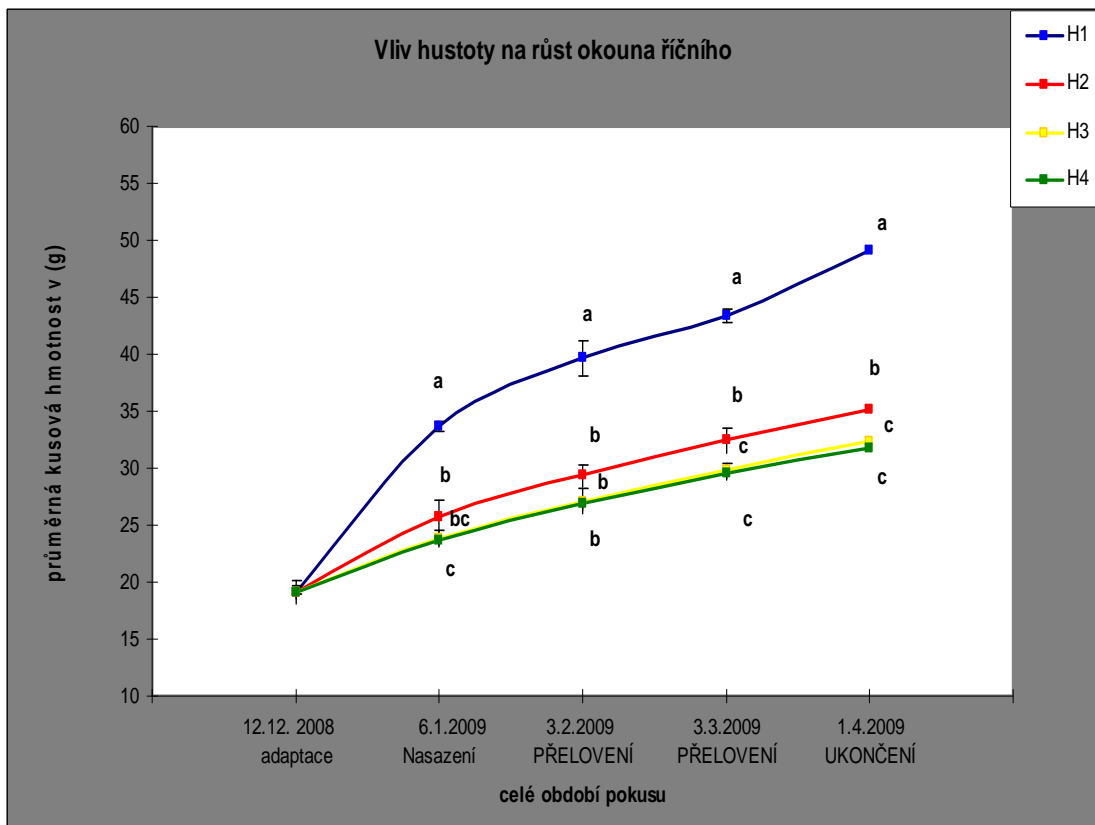
Na začátku vlastního experimentu (6.1.) byli okouni v rozdílných hustotách různě rozrostlí. U hustoty H1 - 33,7 g, u H2 - 25,7 g, u H3 - 23,9 g, a u H4 - 23,7 g. Porovnáním mezi sebou byly statisticky rozdílné tyto hustoty H1, H2, H3. Mezi hustotami H3 a H4 byly rozdíly neprůkazné.

V první přelovení (3.2.) byli okouni rozrostlí takto, u hustoty H1 - 39,6 g, u H2 - 29,4 g, u H3 - 27,1 g, a u H4 - 26,9 g. Při porovnání hodnot mezi sebou byly zjištěny statistické rozdíly mezi H1 a ostatními hustotami. Mezi hustotami H2, H3 a H4 byla rozdílnost hodnot statisticky neprůkazná.

V druhé přelovení (3.3.) byli okouni rozrostlí takto, u hustoty H1 - 43,4 g, u H2 - 32,4 g, u H3 - 29,8 g, a u H4 - 29,6 g. Při statistickém porovnání byly zjištěny rozdíly hodnot mezi H1 a H2 a H3, H4.

V poslední přelovení (4.1.) byli okouni rozrostlí takto, u hustoty H1 - 49,1 g, u H2 - 35,2 g, u H3 - 32,4 g, a u H4 - 31,8 g. Při statistickém porovnání byly zjištěny rozdíly hodnot mezi H1 a H2 a H3, H4.

Průběh růstu u H1 za celé období – Ze začátku rychlý nástup růstu, poté byl růst rovnoměrný. U hustot H2, H3, H4 byl růst v celém období rovnoměrně stoupající. Celý průběh růstu znázorněn (graf č.5)



Graf č. 5. Průběh kusového růstu okouna za celý pokus i s adaptací

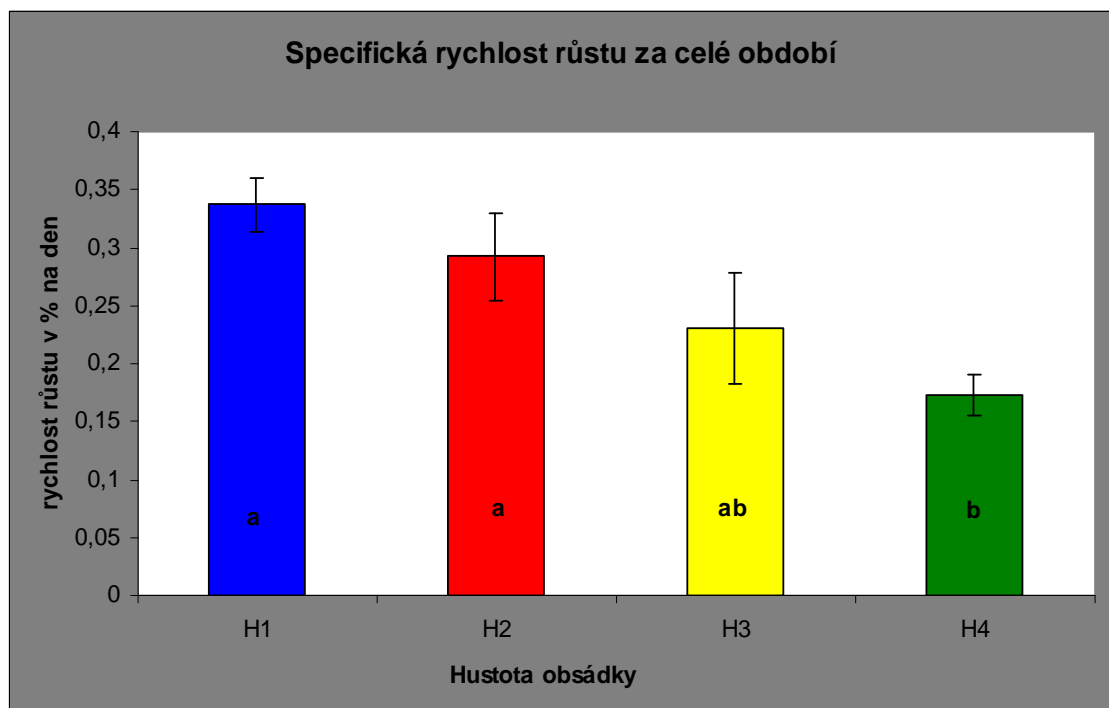
4.4 Produkční ukazatel specifická rychlost růstu (SGR)

Produkční ukazatel za celé pokusné období, které trvalo 84 dní. Největší rychlost růstu byla zaznamenána u hustoty H1, zatímco nejmenší rychlost růstu u H4. Hodnoty znázorněny v tabulce (č.4.)

Tabulka č. 4. Hodnoty rychlosti růstu v % za den, s přírůstkem za celé období

Hustota	SGR v $\%.d^{-1}$	Průměrný absolutní přírůstek za celé období v (g)
H1	$0,337 \pm 0,023$ a	226
H2	$0,292 \pm 0,037$ a	296
H3	$0,230 \pm 0,047$ ab	315
H4	$0,173 \pm 0,017$ b	304

Podle koeficientu specifické rychlosti růstu je zřejmé, že při zvyšující se hustotě klesá rychlost růstu za den. V porovnání hodnot mezi sebou bylo zjištěno, že u hustot H1, H2, H3 je rozdíl rychlosti růstu statisticky neprůkazný, zatímco u H4 s porovnáním s předchozími hustotami je statisticky průkazný rozdíl viz (graf č.6). Z tohoto grafu je zřejmé, že rychlost růstu závisí na hustotě obsádky.

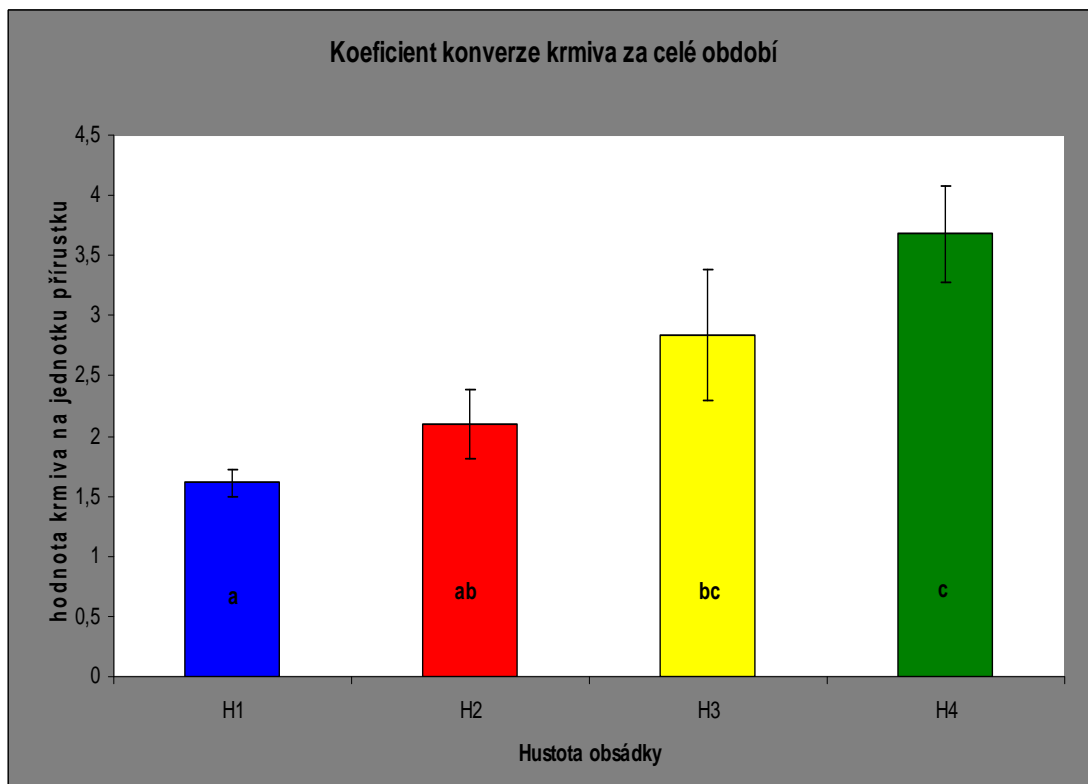


Graf č. 6. Specifická rychlost růstu za období vlastního pokusu

4.5 Produkční ukazatel konverze krmiva (FCR)

Tento koeficient se u jednotlivých hustot pohyboval takto: u H1 - 1,61 jednotek krmiva, u H2 - 2,10 jednotek krmiva, u H3 - 2,83 jednotek krmiva a u H4 - 3,67 jednotek krmiva. Z těchto údajů je zřejmé, že při stoupající hustotě obsádky ryb, stoupá i krmný koeficient. To znamená, že ryby z H1 přijmou méně krmiva než ryby z H4 při dosažení stejné hmotnostní jednotky.

Při porovnání koeficientů mezi sebou se zjistil statistický rozdíl mezi hustotami H1 - H3 - H4. Statisticky neprůkazné rozdíly byly mezi hustotami H1 - H2, dále H2 - H3, dále H3 - H4. Všechny tyto výsledky znázorněny viz (grafu č.7), kde je vidět závislost konverze krmiva na hustotě.

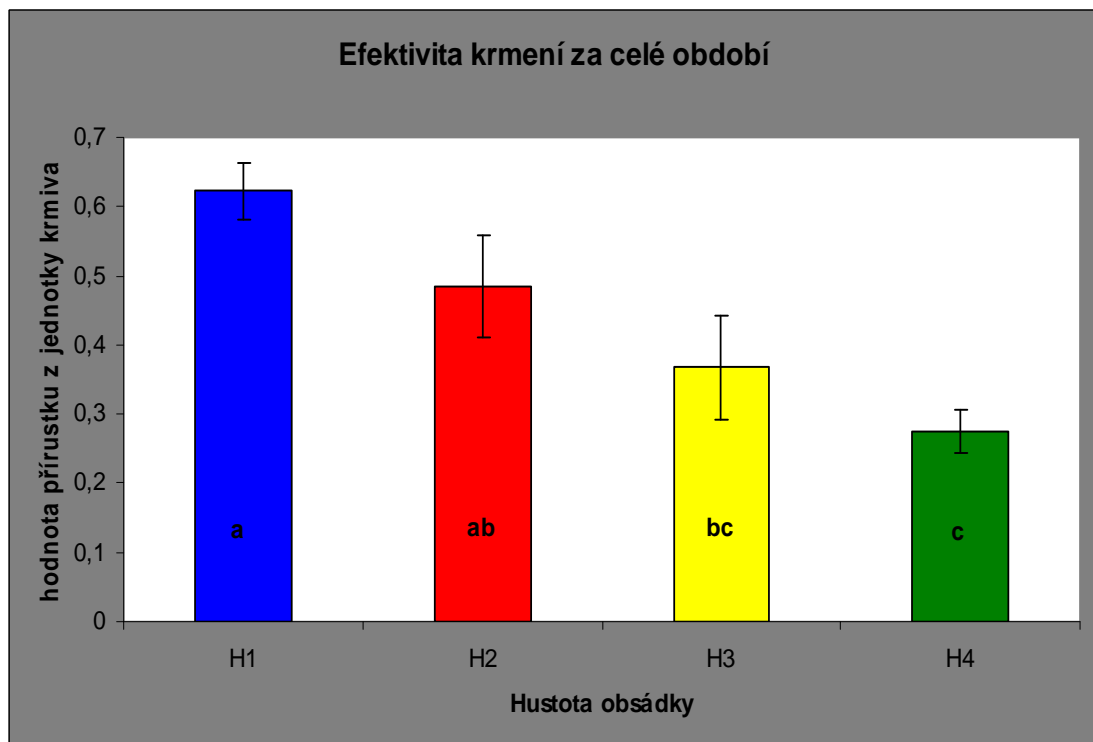


Graf č. 7. Konverze krmiva u jednotlivých hustot obsádky za období vlastního pokusu

4.6 Produkční ukazatel efektivity krmiva (FCE)

Tento koeficient se u jednotlivých hustot pohyboval takto: u H1 - 0,62 jednotek přírůstku, u H2 - 0,48 jednotek přírůstku, u H3 - 0,36 jednotek přírůstku a u H4 - 0,27 jednotek přírůstku. Z těchto údajů je zřejmé, že při stoupající hustotě obsádky ryb klesá efektivnost krmiva. To znamená, že ryby z H1 přirostou více než ryby z H4 při podávání stejného množství krmiva.

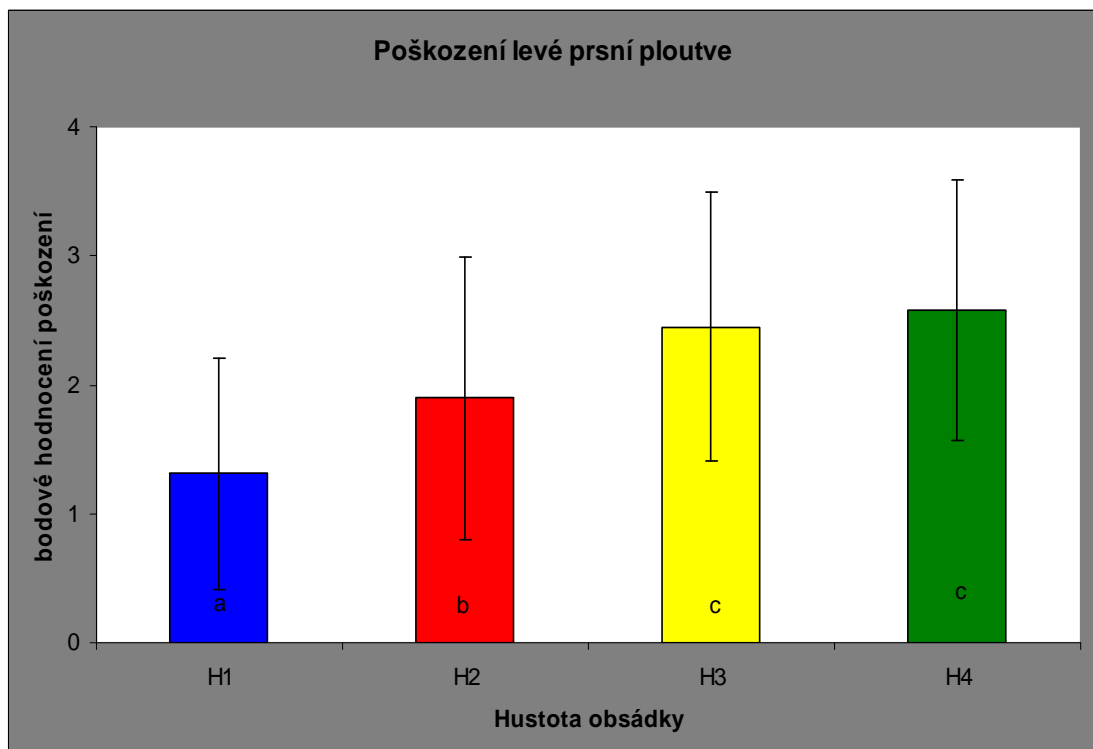
Při porovnání koeficientů mezi sebou se zjistili statistické rozdíly mezi hustotami H1 - H3 - H4. Statisticky neprůkazné rozdíly byly mezi hustotami H1 - H2, dále H2 - H3, dále H3 - H4. Všechny tyto výsledky znázorněny viz (grafu č.8), kde je vidět závislost efektivity krmiva na hustotě.



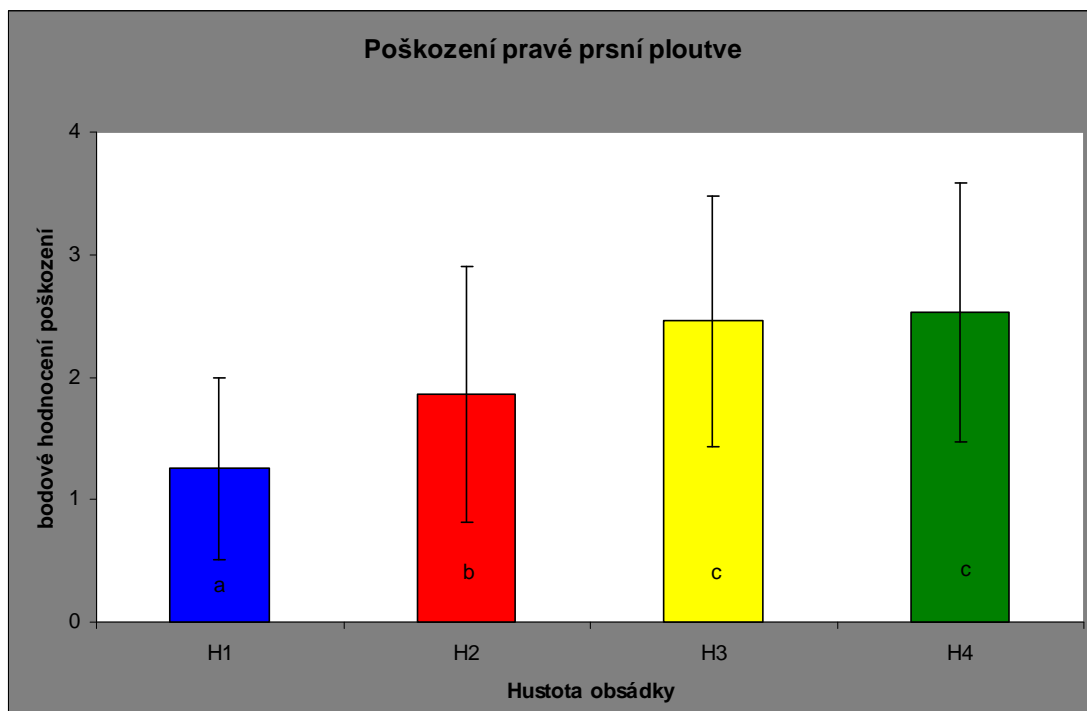
Graf č. 8. Efektivnost krmiva u jednotlivých hustot obsádky za období vlastního pokusu

4.7 Vizuální posouzení poškozených ploutví

Mezi nejvíce poškozené ploutve patřila levá a pravá prsní ploutev. Při porovnání poškození levé prsní ploutve mezi jednotlivými hustotami se stupeň poškození pohyboval na konci období takto H1- 1,31; H2- 1,89; H3- 2,45; H4- 2,58. Z těchto koeficientů poškození lze usuzovat, že se stoupající hustotou stoupá koeficient poškození této ploutve. Při statistickém porovnání byly průkazné rozdíly mezi H1 a H2 a H3,H4. U Hustot H3 a H4 byly rozdíly neprůkazné viz (graf č. 9). Při porovnání poškození pravé prsní ploutve mezi jednotlivými hustotami se stupeň poškození pohyboval na konci období takto H1- 1,25; H2- 1,86; H3- 2,46; H4- 2,53. Z těchto koeficientů poškození lze usuzovat, že se stoupající hustotou stoupá koeficient poškození této ploutve. Při statistickém porovnání byly průkazné rozdíly mezi H1 a H2 a H3,H4. U Hustot H3 a H4 byly rozdíly neprůkazné viz (graf č. 10)

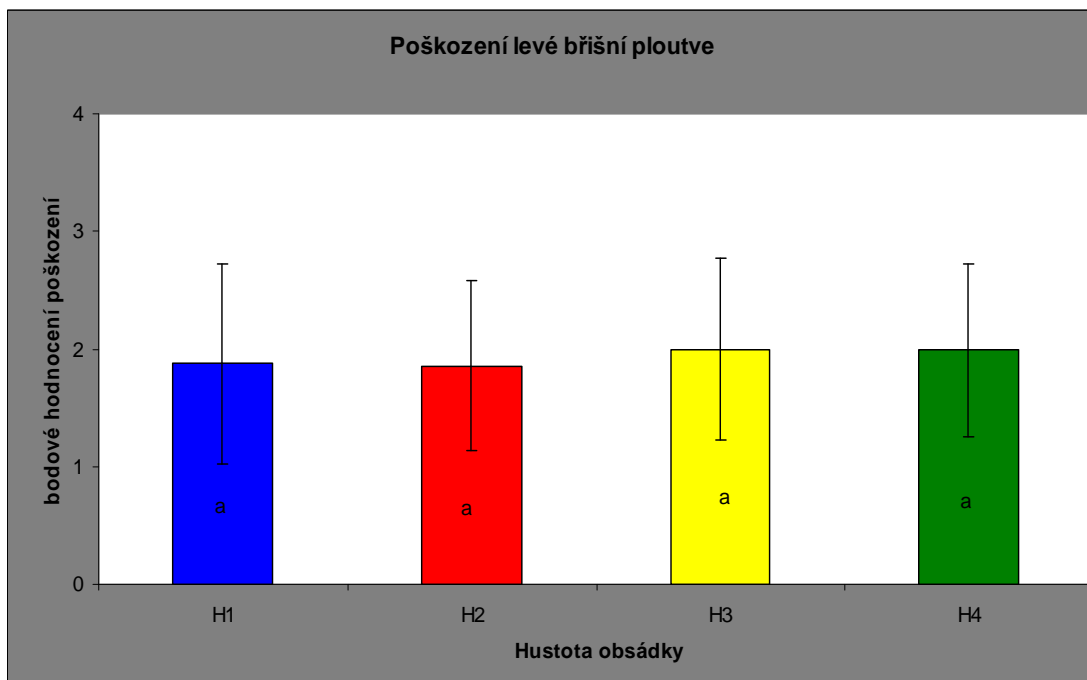


Graf č. 9. Poškození levé prsní ploutve vizuálně obodované

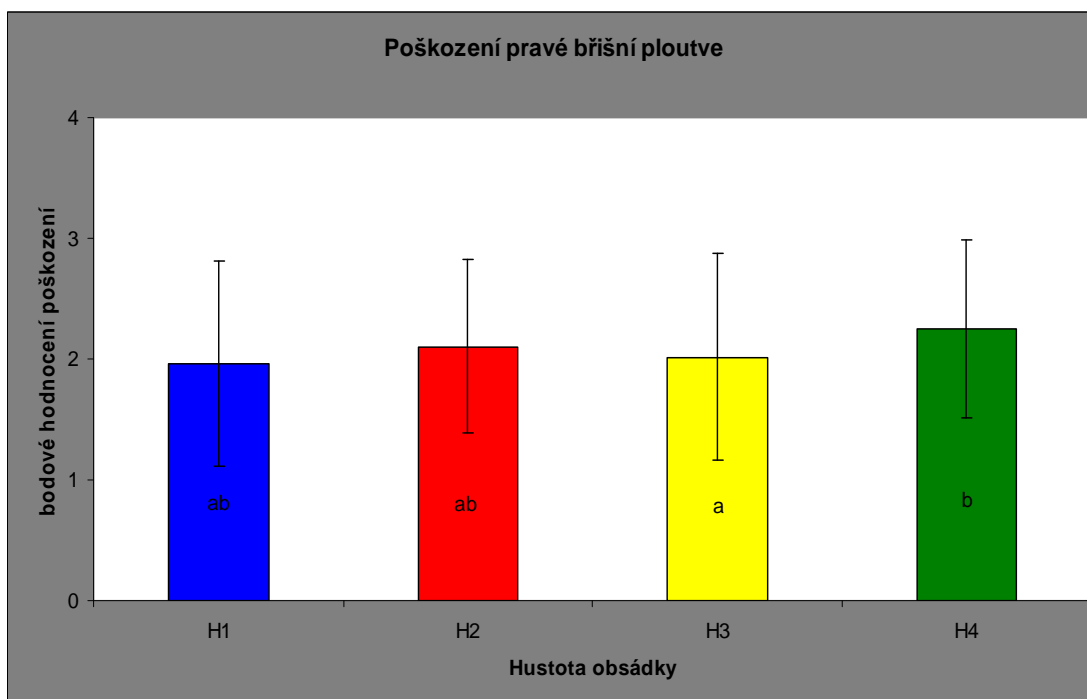


Graf č. 10. Poškození pravé prsní ploutve vizuálně obodované

Druhá nejvíce poškozená ploutev byla břišní. Při porovnání poškození levé břišní ploutve mezi jednotlivými hustotami se stupeň poškození pohyboval na konci období takto H1- 1,87; H2- 1,86; H3- 2; H4- 2,99. Z těchto koeficientů je zřejmé že je menší poškození než u prsních. Při statistickém porovnání byly rozdíly mezi hustotami neprůkazný viz (graf č. 11). Při porovnání poškození pravé břišní ploutve mezi jednotlivými hustotami se stupeň poškození pohyboval na konci období takto H1- 1,96; H2- 2,11; H3- 2,02; H4- 2,25. Opět je zde vidět menší poškození než u prsní. Při statistickém porovnání byly rozdíly mezi hustotami H3 a H4 průkazný. U ostatních hustot byly rozdíly mezi sebou statisticky neprůkazné viz (graf č. 12).

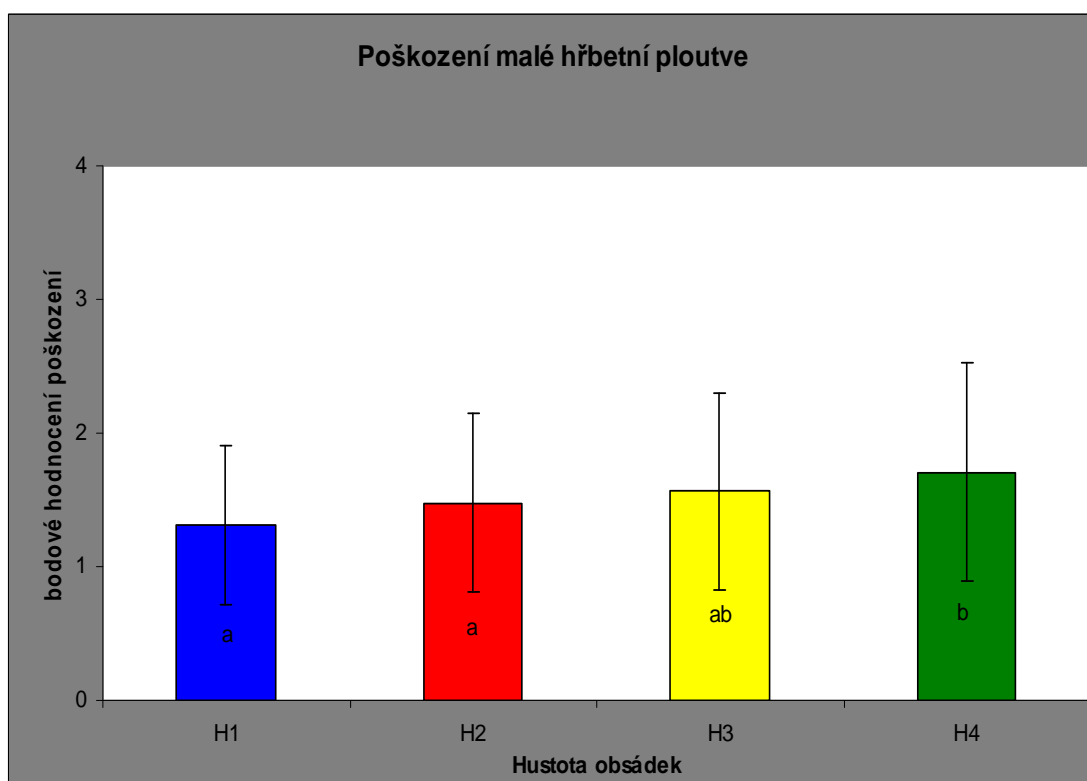


Graf č. 11. Poškození levé břišní ploutve vizuálně obodované



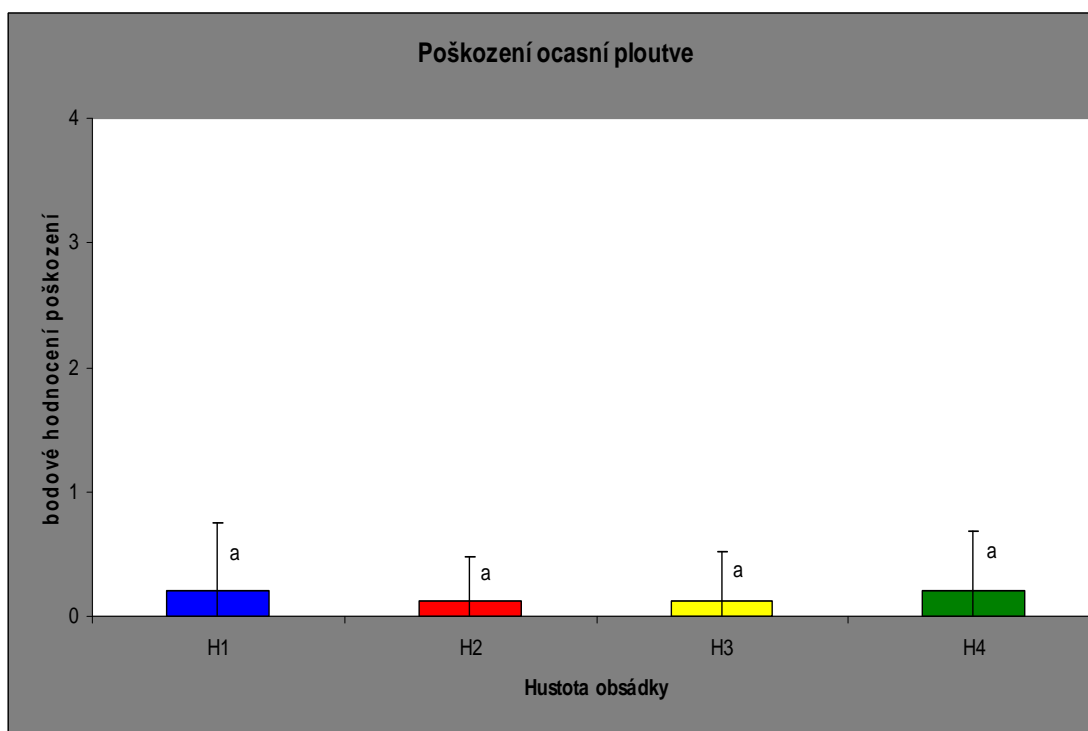
Graf č. 12. Poškození pravé břišní ploutve vizuálně obodované

Do třetí skupiny poškození ploutví byla zařazena malá hřbetní ploutev. Hodnoty poškození byly mezi jednotlivými hustotami H1- 1,31; H2- 1,48; H3- 1,56; H4-1,71. Z těchto hodnot je zřejmé že poškození je nižší než u břišní a prsní ploutve. Při porovnání mezi různými hustotami u hřbetní malé ploutve byl stupeň poškození podobný. Statistickým porovnáním byl zjištěn průkazný rozdíl mezi H1, H2 a H4. Mezi hustotami H1, H2, H3 byly rozdíly neprůkazný viz (graf č. 13).



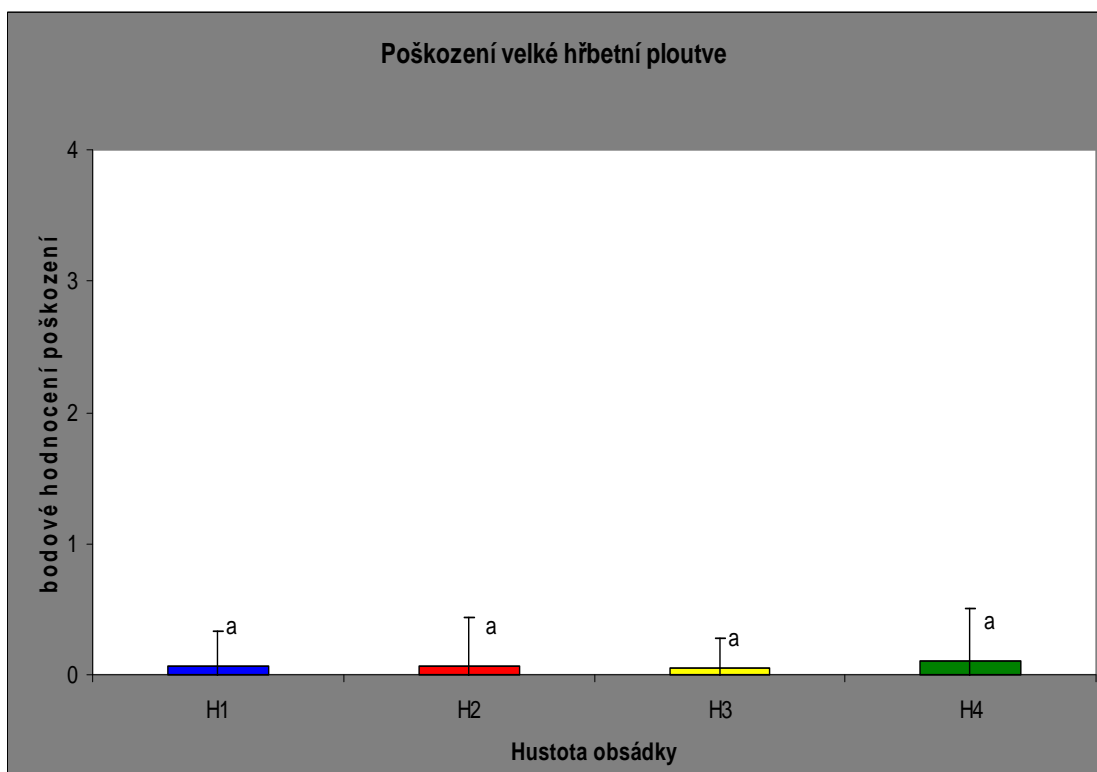
Graf č. 13. Poškození malé hřbetní ploutve vizuálně obodované

Do čtvrté skupiny poškození ploutví byla zařazena ocasní ploutev. Koeficient poškozenosti se pohyboval u jednotlivých hustot takto H1- 0,2; H2- 0,12; H3- 0,13; H4- 1,21. Tyto hodnoty poškození jsou menší než u prsní, břišní a hřbetní malé ploutve. Porovnáním mezi jednotlivými hustotami byl zjištěn podobný stupeň poškození. Při statistickém porovnání rozdílů byl test neprůkazný viz (graf č. 14)



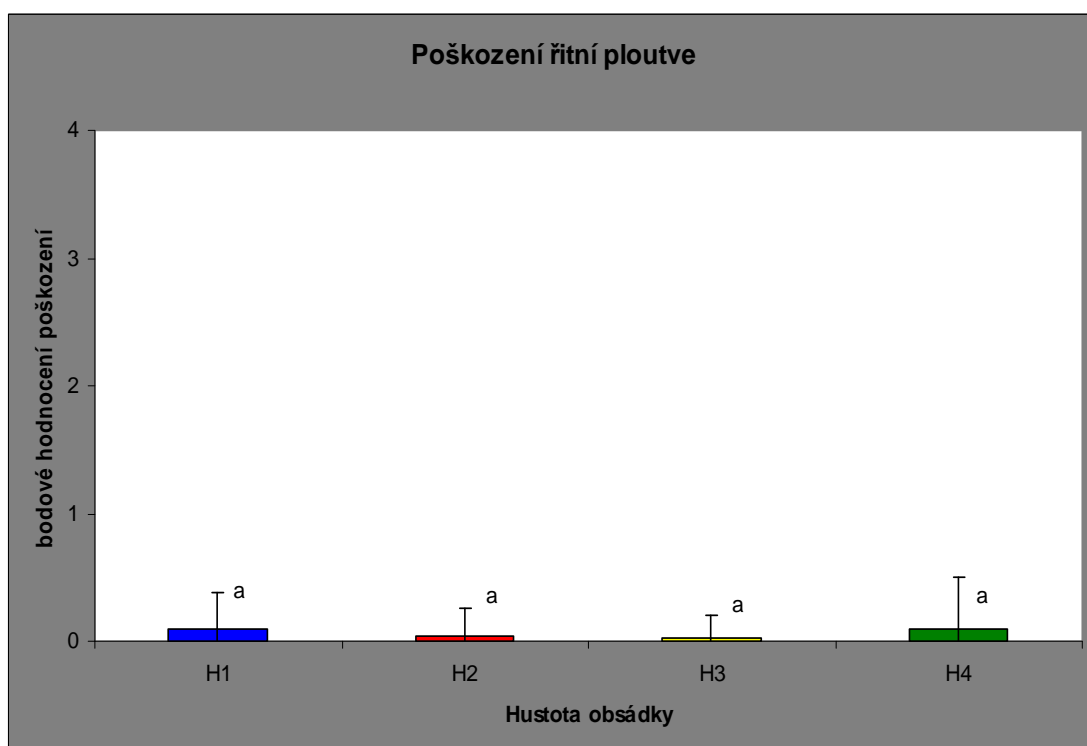
Graf č. 14. Poškození ocasní ploutve vizuálně obodované

Do páté skupiny poškození ploutví byla zařazena velká hřbetní ploutev. Koeficient poškozenosti se pohyboval u jednotlivých hustot takto H1- 0,07; H2- 0,07; H3- 0,06; H4-0,10. Tyto hodnoty poškození jsou menší než u prsní, břišní, hřbetní malé a ocasní ploutve. Porovnáním mezi jednotlivými hustotami byl zjištěn vyrovnaný stupeň poškození. Při statistickém porovnání rozdílů byl test neprůkazný viz (graf č. 15)



Graf č. 15. Poškození velké hřbetní ploutve vizuálně obodované

Nejméně poškozená a do šesté třídy poškození byla zařazena řitní ploutev. Koeficient poškozenosti se pohyboval u jednotlivých hustot takto H1- 0,09; H2- 0,04; H3- 0,03; H4-0,09. Tyto hodnoty poškození jsou menší než u prsní, břišní, hřbetních a ocasní ploutve. Porovnáním mezi jednotlivými hustotami byl zjištěn vyrovnaný stupeň poškození. Při statistickém porovnání rozdílů byl test neprůkazný viz (graf č. 16)



Graf č. 16. Poškození řitní ploutve vizuálně obodované

5. Diskuze

Tento pokus byl zaměřen na optimalizaci hustoty v intenzivním chovu okouna říčního. V našem pokusu byl okoun odchován do stadia rychleného plůdku v přirozených podmínkách. Po té byl okoun převezen na recirkulační systém, kde se nejprve okoun adaptoval na nové podmínky a poté se zde provedl vlastní pokus.

Prvním z kritérií, kterým se hodnotil vliv hustoty na okouny, bylo kumulativní přežití. Na konci našeho experimentu bylo u nejmenší naší sledované hustoty - H1 ($9,5 \text{ kg.m}^{-3}$) procento přežití $92 \pm 5 \%$. U druhé sledované hustoty - H2 (19 kg.m^{-3}) bylo přežití vyšší než u první a to $94 \pm 2 \%$. Třetí sledovaná hustota - H3 ($28,5 \text{ kg.m}^{-3}$) měla přežití $90 \pm 2 \%$. Nejmenší přežití bylo sledováno u hustoty H4 - (38 kg.m^{-3}) a to $86 \pm 2 \%$. Z tohoto přežití je zřejmé, že při stoupající hustotě se zmenšuje procento přežití. Fiogbé a Kestemont (2003) prováděli experiment na okounech o různé hmotnostní velikosti v řízených podmínkách. Okouni však 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 $23 \text{ }^\circ\text{C}$ o hustotě $7,2 \text{ kg.m}^{-3}$ po dobu 28 dnů. Denní krmná dávka suchého krmiva byla stanovena podle biomasy okouna v nádrži (0,3; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 % DKD z biomasy). 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. Rozdělil 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 $5,98 \text{ kg.m}^{-3}$. Teplota vody se pohybovala $22\text{-}23 \text{ }^\circ\text{C}$. Ryby byly krmeny suchou dietou Biomar dvakrát denně do zřejmé sytosti ryb. Přežití u těchto okounů bylo na konci odchovu $92 \pm 2,9 \%$. Při porovnání našich výsledků s výsledky výše zmíněných autorů je přežití okouna říčního podobné s hustotami H1 a H2. Hustota H3 a H4 má menší schopnost přežití. Vyšší mortalita u těchto hustot byla způsobena zřejmě vyšší hustotou obsádky. Dále zde byly větší konkurenční vztahy mezi rybami.

Druhým z kritérií byl stav vyživenosti (kondice ryb), který se pohyboval v našem experimentu u jednotlivých hustot takto H1 - $1,90 \pm 0,01$, H2 - $1,84 \pm 0,09$, H3 - $1,74 \pm 0,06$, H4 - $1,76 \pm 0,05$. V tomto experimentu při zvyšující hustotě klesala

kondice ryb, rozdíly však nebyly statisticky průkazné. Stejskal a kol. (2009) prováděl experiment na okounu říčním v intenzivních podmínkách. Sledoval růst u skupin mono-sexní populace (jikernačky) a bi-sexní populace po dobu 126 dní. Okouni měli průměrnou hmotnost 2,05 g a byli umístěni na 50 litrové nádrže o hustotě 2,9 kg.m⁻³. Koeficient kondice ryb se u obou skupin pohyboval 1,30 ± 0,13. Při srovnání mých výsledků s uvedeným autorem byly koeficienty vyživenosti o několik desetín 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.

Třetím sledovaným ukazatelem byl průběh průměrných hmotností za celý vlastní pokus i s dobou adaptace (celkem 110 dní). Nasazení okouni měli průměrnou hmotnost 19,14 ± 5,1 g. Na konci pokusu byli okouni rozrostlí v jednotlivých hustotách takto: H1 - 49,1 g, u H2 - 35,2 g, u H3 - 32,4 g, a u H4 - 31,8 g. Fiogbé a Kestemont (2003) (popsán výše) uvádí ve svém experimentu u nasazených okounů o průměrné hmotnosti 18,9 g a o hustotě obsádky 7,2 kg.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 Fiogbéna 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 Fiogbéna a Kestemonta větší než v našem pokusu. Tento rozdíl konečných kusových hmotností byl nejspíše způsoben množstvím předkládaným krmením, rozdílnou počáteční hustotou ryb a mnoha dalšími faktory vstupujícími do pokusu.

Čtvrtým sledovaným ukazatelem byla rychlost růstu za den v % za období vlastního pokusu (SGR). V našem experimentu se tento ukazatel u jednotlivých hustot pohyboval takto: H1 - 0,337 ± 0,023 %.den⁻¹; H2 - 0,292 ± 0,037 %.den⁻¹; H3 - 0,230 ± 0,047 %.den⁻¹; H4 - 0,173 ± 0,017 %.den⁻¹. Stejskal a kol. (2009) již ve výše popsáném experimentu zaznamenal hodnoty specifické rychlosti růstu u mono-sexní 2,09 ± 0,01%.den⁻¹ a bi-sexní 1,87 ± 0,06 %.den⁻¹. 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 mono-sexní obsádka ryb, která má rychlejší růst.

Fontaine a kol. (2001) uvádí specifickou rychlost růstu u A - $0,43 \pm 0,01 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$; B - $0,53 \pm 0,02 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$; C- $0,57 \pm 0,03 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$. Tato specifická rychlost růstu je podobná s rychlostí růstu v mém experimentu a to skupiny H1 a A. Ostatní vyšší hustoty obsádek v mém pokusu nedosahovaly takto vysoké rychlosti růstu.

Pátý sledovaný ukazatel konverze krmiva (FCR) se v mém pokusu pohyboval u jednotlivých hustot takto: H1 - 1,61; H2 - 2,10; H3 - 2,83; H4 - 3,67. Stejskal a kol. (2009) uvádí konverzi krmiva u mono-sexní $1,5 \pm 0,1$ a u bi-sexní $1,7 \pm 0,1$. Při porovnání našeho pokusu s výše zmíněným autorem se konverze krmiva u bi-sexní obsádky pohybovala podobně jako u naší nejmenší sledované hustoty ryb. Mono-sexní obsádka měla nelepší konverzi krmiva oproti všem hustotám.

Dále byl sledován stupeň poškození ploutví v závislosti na hustotě obsádky. V mém experimentu bylo zjištěno, že nejvíce poškozené ploutve jsou prsní a břišní. Třetí nejvíce poškozená ploutev byla malá hřbetní ploutev. Ve čtvrtém pořadí poškození byla ocasní ploutev. V pátém pořadí poškození byla velká hřbetní ploutev a nejméně poškozená ploutev byla řitní. Při porovnání vlivu hustot na poškození ploutví bylo zjištěno, že se stoupající hustotou obsádky se zvyšuje stupeň poškození ploutví a to u prsních ploutví a malé hřbetní ploutve. U ostatních ploutví byl stupeň poškození vyrovnaný a nebyla prokázána závislost poškození na hustotě obsádky. Poškozením ploutví se zabývali autoři především u pstruha duhového na rybích farmách a u akvariálních ryb. Rasmussen a kol. (2007) provedli pokus na pstruhu duhovém o různých hustotách v rozmezí $11-41 \text{ kg m}^{-3}$ a $21-92 \text{ kg m}^{-3}$. Zjistili, že se u pstruha se zvětšující hustotou obsádky zvyšuje poškození řitní ploutve. Poškození řitní ploutve se u okouna říčního v našem pokusu téměř nevyskytovalo. Ellis a kol. (2002) uvádí, že při zvyšující hustotě obsádky stupá agresivita u pstruha duhového. Tím se zvyšuje okusování ploutví mezi rybami a dochází k sekundárnímu zaplísnění ploutví.

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 okounu říčním (*Pertca fluviatilis*) se v poslední době zvýšila. Z tohoto důvodu začal chov v řízených podmínkách, aby se uspokojila poptávka po tomto artiklu, kterou nedokáže odlov z volných vod naplnit. Další výhodou je stálá kvalita masa po celý rok. Z tohoto důvodu se začaly v Evropě zakládat rybí farmy, které využívají recirkulační systém.

Pro chov okouna říčního (*Pertca fluviatilis*) by se měly přizpůsobit podmínky chovu jako úprava vlastností vody např. teplota 21-23°C, chovné prostředí např. tvar nádrže, technologie krmení např. druh a množství krmiva, světelná intenzita, hustota rybí obsádky.

Cílem mé práce bylo zjistit vliv hustoty rybí obsádky pro její efektivní chov (popsáno výše). Při posuzování tohoto faktoru bylo zjištěno, že při stoupající hustotě není prokázán vliv na kumulativní přežití a na fultonův koeficient vyživenosti. Dále bylo zjištěno, že u rychlosti růstu, u hmotnostním průběhu růstu, u koeficientu konverze krmiva a u koeficientu efektivnosti krmiva za sledované celé období byl zjištěn vliv hustoty na ukazatele. Tyto ukazatele se zhoršují při stoupající hustotě.

Dále se tato práce zabývala vlivem hustoty na poškození ploutví, kde nejvíce trpěly prsní a břišní ploutve. Toto poškození může znamenat problém při vysazování takto odchovaných ryb do volných vod pro zarybňování revírů nebo při přímém prodeji neesteticky vypadajících ryb.

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

7. Použitá literatura

- Alavi, S.M.H., Rodina, M., Policar, T., Kozák, P., Pšenička, M., Linhart, O., 2007. Semen of *Perca fluviatilis* L: Sperm volume and density, seminal plasma indices and effects of dilution ratio, ions and osmolality on sperm motility. *Theriogenology* 68, 276-283.
- Ashe, D.A., 1997. Cultivating perch. *Aquaculture explained*, Special publication BIM no. 20, Dublin, Ireland, 47 p.
- 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.
- Baruš, V., Oliva, O., 1995. *Mihulovci a ryby*. Academia., Praha.
- Beeck, P., Tauber, S., Kiel, S., Borchering, J., 2002. 0+ perch predation on 0+ bream: a case study on a eutrophic gravel pit lake. *Freshwater Biology* 47, 2359–2369.
- Bláha, M., 2006. *Potravní biologie plůdku okouna říčního (Perca fluviatilis L.) v rybničním chovu*. Diplomová práce, ZF JU, České Budějovice, 65 s.
- Craig, J.F., 1974. Population dynamics of perch, *Perca fluviatilis* L., in Slapton Ley, Devon. I. Trapping behaviour, reproduction, migration, population estimates, mortality and food. *Freshwater Biology* 4, 417-431.
- Craig, J.F., 2000. *Percid fish – Systematics, Ecology and Exploitation*.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. *Obecné rybářství*. Informatorium.
- Egert, J., Hartman, P., Štědranský, E., 1984. *Rybářství*. Státní zemědělské nakladatelství., Praha.
- Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M., Gadd, D., 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 61, 493–531.
- 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.
- Fiogbe, E.D., Kestemont, P., 2003. Optimum daily ration for Eurasian perch (*Perca fluviatilis*).

- Fontaine, P., Tamazouzt L., Capdeville B., 1996. Influence of feeding level on growth, intraspecific weight variability and sexual growth dimorphism of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared in a recirculation system.
- Fontaine, P., Gardeur, J.N., Kestemont, P., Georges, A., 1997. Influence of feeding level on growth, intraspecific weight variability and sexual growth dimorphism of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared in a recirculation system. *Aquaculture* 157, 1-9.
- Fontaine, P., Sulistyó, I., Capdeville, B., Kestemont, P., 1998. Avancées récentes concernant la biologie et le contrôle de la reproduction de la perche eurasiennne *Perca fluviatilis*. *La pisciculture française* 133, 27-33.
- Fontaine, P., Mélard, C., Kestemont, P., 2001. Effects of dietary fat levels on growth, feed efficiency and biochemical compositions of Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquaculture International* 9: 437–449.
- Fontaine, P., Jourdan, S., Kestemont, P., Gardeur, J.N., Brun- Bellut, J., 2003. Effect of two different feeding patterns on growth and sexual dimorphism in juvenile Eurasian perch. In: *Book of Abstracts Percis III (The Third International Percid Fisch Symposium)*. Madison, Wisconsin USA: 1 p.
- Fontaine, P., 2006. Determinism of the induction of the reproductive cycle in female Eurasian Perch, *Perca fluviatilis*: effects of environmental cues and modulating factors. *Aquaculture* 261, 706-714.
- Hamáčková, J., Sedova, M.A., Pjanova, S.V., Lepičová, A., 2001. The effect of 2-Pheoxyethanol, clove oil and Propiscin anaesthetics on perch (*Perca fluviatilis*) in relation to water temperature. *Czech Journal of Animal Science* 46, 469-473.
- Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky. Český svaz ochránců přírody.
- Jourdan, M., 1999. The effect of feed supply rate on growth of juvenile perch (*Perca fluviatilis*). Agricultural University of Norway.
- 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., Rougeot, C., Musil, J., Toner, D., 2008. Larval and Juvenile Production. In: Rougeot, C., Torner, D. (Eds): *Farming of Eurasian Perch*, Special publication BIM no. 24, Dublin, Ireland, 30-41.

- Klimeš, J., Kouřil, J., 2003. Odchov rychleného plůdku a ročního candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. Bulletin VÚRH Vodňany 1-2, 43-48.
- Kouřil, J., Linhart, O., Hamáčková, J., 1998. Optimalizace dávek analogu GnRH a teploty vody při hormonálně indukovaném poloumělém a umělém výtěru okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). Bulletin VÚRH Vodňany 34, 137-149.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., 1999. Artificial propagation of European perch (*Perca fluviatilis*) by means of a GnRH analogue. Czech J. Anim. Sci., 44:309-316.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Lepič, P., Mareš, J., 2001. Poloumělý a umělý výtěr okouna říčního. Edice metodik VÚRH JU Vodňany 68, 11s.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Lepič P., Mareš J., 2002. Poloumělí a umělý výtěr okouna říčního a odchov jeho raného plůdku. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeská univerzita - Vodňany.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany, 40 s.
- Kučera, J., 1948. Vzdělání okouna říčního v českých vodách. Časové spisky ministerstva zemědělství, sv.177: 1-42.
- Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamczarz, A., Skrzypczak, A., Wyszomirska, E., 1996. Induced spawning in perch, *Perca fluviatilis* L. using carp pituitary extract and HCG. Aquaculture Research 27, 847-852.
- Livertoux, E., 1995. La Perche fluviatile (*Perca fluviatilis*) Sa Biologie, Son Elevage (Synthese Bibliographique), Nantes, France, 33 p.
- 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.
- Mélar, 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.
- 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.
- Musil, J., Kouřil, J., 2006. Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících. Edice Metodik VÚRH JU Vodňany, 16 s.

- Odbor rybářství, myslivosti a včelařství Mze, 2009. Situační a výhledová zpráva ryb. ISBN 978-80-7084-806-7.
- Policar, 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).
- Policar, T., Toner, D., Alavi, S.M.H., Linhart, O., 2008. Reproduction and Spawning. In: Rougeot, C., Toner, D., (Eds) *Farming of Eurasian Perch*, Special publication BIM 24, Dublin, Ireland, 22-29.
- Policar, 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., Larsen, F., H., Jensen, S., 2007. Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high-temperature re-circulated water. *Aquacult Int* 15:97–107.
- Rougeot, C., Fontaine, P., Mandiki, S.M.N., 2008. Perch description and biology. In: Rougeot, C., Toner, D., (Eds) *Farming of Eurasian Perch*, Special publication BIM 24, Dublin, Ireland, 12-15.s.r.o.,Praha 214-215 p.
- Stejskal, V., 2005. Intenzivní odkrm okouna říčního peletovanými krmivy.
- Stejskal, V., Kouřil, J., 2006. Potravní adaptace plůdku okouna na podmínky intenzivního chovu. *Bulletin VÚRH Vodňany* 42(1): 18-24.
- Stejskal, V., Policar, T., Musil, J., Kouřil, J., 2007. Adaptace různých velikostí plůdku okouna říčního na umělé krmivo. *Bulletin VÚRH Vodňany* 43, 41-46.
- Stejskal, V., Kouřil, J., Policar, T., Hamáčková, J., Musil, J., 2009. The growth pattern of all-female perch (*Perca fluviatilis* L.) juveniles – is monosex perch stock beneficial. *Journal of Applied Ichthyology* - in press.
- Švátora, M., 1981. Složení třetího hejna populační plodnost okouna. Reprodukce, genetika a hybridizace ryb, Vodňany, pp. 57-61.
- Švátora, M., 1986. Okoun říční. Praha, ČRS, 82 p.
- Tamazouzt, L., Dubois, J.P., Fontaine, P., 1993. Production et marché actuels de la perche *Perca fluviatilis* L. en europe. *La Pisciculture Française* 114, 4-8.
- Thorpe, J.E., 1974. Trout and perch populations at Loch Leven. *Kinross.Proc.R.Soc.Edinburgh, B,Biol.*,74: 295-313.

- Toner, D., 2008. Perch juvenile production in Ireland – Grasping the potential. 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, 44-45.
- 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. Vlašim, 355-356.
- Watson, L., 2008. The European market for perch (*Perca fluviatilis*) 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, 10-14.

Seznam tabule, obrázků a grafů

Tabulka č. 1 Hmotnost a početnost ryb selektovaných dne 6.11. 2008

Tabulka č. 2 Upravená denní krmná dávka v době adaptace

Tabulka.č. 3 Znázorněná část tabulky předpokládané denní krmné dávky na období

Tabulka č. 4 Hodnoty rychlosti růstu v % za den, s přírůstkem za celé období

Obrázek č. 1 Měření celkové délky a délky těla v mm

Obrázek č. 2 Odchovná akvária s rozvody vod. Druhá část detail na akvárium s okouny

Graf č. 1 Průběh teploty a kyslíku za období vlastního pokusu

Graf č. 2 Průběh pH za období vlastního pokusu

Graf č. 3 Průběh přežití okouna říčního v průběhu experimentu

Graf č. 4 Konečný průměrný kusový koeficient vyživenosti

Graf č. 5 Průběh kusového růstu okouna za celý pokus i s adaptací

Graf č. 6 Specifická rychlost růstu za období vlastního

Graf č. 7 Konverze krmiva u jednotlivých hustot obsádky za období vlastního pokusu

Graf č. 8 Efektivnost krmiva u jednotlivých hustot obsádky za období vlastního pokusu

Graf č. 9 Poškození levé prsní ploutve vizuálně obodované

Graf č. 10 Poškození pravé prsní ploutve vizuálně obodované

Graf č. 11 Poškození levé břišní ploutve vizuálně obodované

Graf č. 12 Poškození pravé břišní ploutve vizuálně obodované

Graf č. 13 Poškození malé hřbetní ploutve vizuálně obodované

Graf č. 14 Poškození ocasní ploutve vizuálně obodované

Graf č. 15 Poškození velké hřbetní ploutve vizuálně obodované

Graf č. 16 Poškození řitní ploutve vizuálně obodované

Náčrtek č.1 Poškození levé a pravé prsní ploutve

Náčrtek č.2 Poškození levé a pravé prsní ploutve

Náčrtek č.3 Poškození levé a pravé prsní ploutve

Náčrtek č.4 Poškození levé a pravé prsní ploutve

Náčrtek č.5 Poškození levé a pravé prsní ploutve

Náčrtek č.6 Poškození levé a pravé břišní ploutve

Náčrtek č.7 Poškození levé a pravé břišní ploutve

Náčrtek č.8 Poškození levé a pravé břišní ploutve

Náčrtek č.9 Poškození levé a pravé břišní ploutve

Náčrtek č.10 Poškození malé hřbetní ploutve

Náčrtek č.11 Poškození malé hřbetní ploutve

Náčrtek č.12 Poškození malé hřbetní ploutve

Náčrtek č.13 Poškození malé hřbetní ploutve

Náčrtek č.14 Poškození malé hřbetní ploutve

Náčrtek č.15 Poškození velké hřbetní ploutve

Náčrtek č.16 Poškození velké hřbetní ploutve

Náčrtek č.17 Poškození řitní ploutve

Náčrtek č.18 Poškození řitní ploutve

Náčrtek č.19 Poškození ocasní ploutve

Náčrtek č.20 Poškození ocasní ploutve

Náčrtek č.21 Poškození ocasní ploutve

Náčrtek č.22 Poškození ocasní ploutve

Náčrtek č.23 Poškození ocasní ploutv

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou chovu okouna říční v řízených podmínkách a zjištění optimálních podmínek (v tomto případě optimální hustoty) pro jeho dobrý růst a přežití.

Důvod intenzivního chovu je stoupající obliba chutného okouního masa. Nejvyšší spotřeba je v zemích alpského regionu. Další důvod intenzivního chovu je snižující se produkce okouna z volných vod (jezer).

Cílem práce je zjistit vliv různých hustot obsádky na přežití okounů, na ovlivnění rychlosti růstu, na využití předkládaného krmiva a na jeho kondici.

Byl zvolen polointenzifikační odchov. To je převedení plůdku z rybníka na recirkulační systém, kde se postupně přechází na suchou dietu. Po adaptační fázi okounů se tyto převedli na jednotlivé odchovné nádrže se stejným objemem, podmínkami prostředí a s propočítanou denní krmnou dávkou ke každé hustotě ryb. Byly zkoušeny čtyři různé hustoty: 0,5 ks na litr, 1 ks na litr, 1,5 ks na litr a 2 ks na litr. Pokus trval 84 dní a byl rozdělen na tři období. Na konci každého období byly získávány výsledky. K vyhodnocení těchto výsledků byly použity následující vypovídací koeficienty : SGR, FCR, FCE a kumulativní přežití, průběh hmotnostního růstu v pokusu, vliv hustoty na poškození ploutví.

Po sladění všech podmínek se může dosáhnout účinného intenzivního chovu okouna říčního a tím uspokojit jeho poptávku.

Klíčová slova : intenzivní chov, recirkulační systém, FCR - spotřeba krmiva na jednotku přírůstku, FCE - hodnota přírůstku z jednotky krmiva, SGR - specifická rychlost růstu, kumulativní přežití

Summary

This bachelor thesis deals with farming of perch under the controlled conditions and detection of optimal conditions (in this case the optimum density) for its good growth and survival.

The reason of intensive farming is the rising popularity of perch tasty meat. The highest consumption is in the countries of the Alpine region. Another reason of the intensive farming is that the production of the perch from free waters (lakes) is reducing.

The aim of this work is to determine the influence of different occupation of densities on the survival of the perch, to influence the rate of growth, the usage of submitted feed and the influence on his condition.

It was selected semi-intensification rearing. It means the transfer of fry from the pond for a recycling system, where is gradually replacing in dry diet. After an adaptation phase the perches were transferred to individual rearing tanks with the same volume, environmental conditions and with calculated daily feeding plan for each fish density. There were tested four different densities: 0.5 pc per liter, 1 pc per liter, 1.5 pcs per liter and 2 pcs per liter. Test took 84 days and was divided into three periods. At the end of each period there were obtained results. To evaluate these results, the following explanatory factors were used: SGR, FCR, FCE and cumulative survival, course in an attempt to increase weight, density, impact on fin damage.

After reconciliation of all conditions it can be achieved of effective intensive perch farming and to satisfy its demand.

Key words : intensive farming, recycling system, FCR - food conversion ratio, FCE - food conversion efficiency, SGR Specific Growth Rate, Cumulative survival