

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury

Bakalářská práce

**Testování produkční účinnosti odchovu tržního keříčkovce
červenolemého (*Clarias gariepinus*) pomocí specializovaných krmiv
s náhražkou rybí moučky v poloprovozních podmínkách RAS**

Autor: Ondřej Houda

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Bořek Drozd, Ph.D.

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

Studijní program a obor: N4103 Zootechnika N4103, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2013

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. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 30. 4. 2013

.....

Ondřej Houda

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu RNDr. Božku Drozdovi, Ph.D. a konzultantovi prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D. za odborné vedení a důležité rady, které mi poskytli v průběhu psaní mé práce. Současně děkuji technikovi Ing. Pavlu Šablaturovi za odbornou pomoc při vlastním pokusu a obsluhu experimentálních akvárií. Dále děkuji svým rodičům za to, že mi umožnili studovat na Jihočeské univerzitě a za jejich podporu při studiu.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej HOUDA**
Osobní číslo: **V10B023P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybnářství**
Název tématu: **Testování produkční účinnosti odchovu tržního keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*) pomocí specializovaných krmiv s náhražkou rybí moučky v poloprovozních podmínkách RAS**
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury**

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

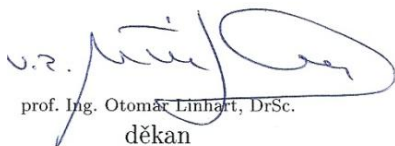
Tato bakalářská práce má za cíl ověřit účinnost technologie odchovu tržního keříčkovce červenolemého (hospodářsky známého pod názvem sumeček africký), *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) pomocí specializovaných krmiv s náhražkou rybí moučky - s odpadními (krevními) produkty vznikajícími při porážení jatečných zvířat a s rostlinnými bílkovinami - v poloprovozních podmínkách recirkulačních akvakulturních systémů (dále RAS). V teoretické části se student naučí pracovat s odbornou vědeckou literaturou (samostatné vyhledání a nastudování cizojazyčné literatury). Student se tak seznámí s cílovým druhem, problematikou chovu ryb v RAS, výživy a zpracování ryb (včetně posouzení kvality finálního produktu) a vypracuje zevrubnou literární rešerši na dané téma (tvořící základ bakalářské práce).

Během vlastních experimentů, které budou probíhat v experimentálních podmínkách Ústavu Akvakultury v Českých Budějovicích, bude student testovat vliv použitého krmiva (3 druhy špičkových krmiv pro sumcovité ryby: 2 druhy plovoucí a 1 druh potápivý, 3 repetic pro každé krmivo) na produkční ukazatele: rychlost růstu, individuální hmotnost, krmný koeficient, kvalita finálního produktu (stanovení výtěžnosti, organoleptické posouzení a chemické složení masa) a náklady na spotřebované krmivo na jednotku hmotnostního přírůstku. Experimentální část BP bude probíhat ve válcovitých nádržích, které jsou součástí RAS s biologickým čištěním vody, a bude zahrnovat sérii třech čtyřtýdenních krmných pokusů, během nichž se předpokládá minimálně zdvojnásobení počáteční individuální hmotnosti (průměrná váha na začátku pokusů kolem bude cca 300 g). Na konci jednotlivých dílčích krmných period a poté na konci pokusu bude vždy provedeno individuální zjištění hmotnosti jednotlivých ryb (a biomasy nádrže jako celku). Na základě těchto údajů a množství zkrmeného krmiva bude vypočten relativní denní přírůstek, krmný koeficient, skutečná relativní spotřeba krmiva. Za celé období pokusu pak budou vyhodnoceny náklady na spotřebované krmivo na kilogram přírůstku a posouzena kvalita finálního produktu (na základě stanovení výtěžnosti, organoleptického posouzení a chemického složení svaloviny). V průběhu pokusu budou dvakrát denně sledovány základní parametry kvality vody (teplota, pH, koncentrace kyslíku). Dosazené výsledky pak student následně vyhodnotí pomocí počítačového softwaru (Statistica, Image Analysis, MS Office) a srovná s výsledky a závěry z dostupné literatury. BP bude finančně podporována a je součástí projektu KONTAKT ME 10126.

Rozsah grafických prací: **10 - 20 tabulek a grafů**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran textu**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Bořek Drozd, Ph.D.**
Ústav akvakultury
Konzultant bakalářské práce: **prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.**
Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2013**


prof. Ing. Otoměr Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 3. února 2012

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- Adamek, J. (2001). Sum afrikanski - Technologia chovu. Instytut Rybactwa Srodladowego, Olsztyn, 50 s.
- Hamáčková, J., Kouřil, J., Masár, J., Turanský, R. 2007. Technologie chovu keříčkovce jihoafrického - sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). VÚRH JU Vodňany, Edice metodik (Technologická řada), č. 72, 22 s.
- Haylor, G.S., Mollah, M.F.A. (1995). Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development. Aquatic Living Resources, 8: 431-438.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V. (2008). Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice metodik (technologická řada), VÚRH JU Vodňany, 36 s.
- Martins, C. I. M., Eding, E. H., Verdegem, M. C. J., Heinsbroek, L. T. N., Schneider, O., Blancheton J.-P., Roque D'Orbcastel, E., Verreth, J. A. J. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. Aquacultural Engineering, 43(3): 83-93.
- Pruszyński, T. (2003). Effects of feeding on ammonium excretion and growth of the African catfish (*Clarias gariepinus*) fry. Czech Journal of Animal Science, 48 (3): 106-112.
- Stejskal, V., Vejsada, P., Vácha, F., Kouřil, J., Hamáčková, J., Cepák, M. (2008). Porovnání výtěžnosti a senzorických vlastností masa okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) chovaného v intenzivním a extenzivním systému. Bulletin VÚRH Vodňany, 44 (2): 37-43.
- Stejskal, V., Vejsada, P., Cepák, M., Špička, J., Vácha, F., Kouřil, J., Polícar, P. (2011). Sensory and textural attributes and fatty acid profiles of fillets of extensively and intensively farmed Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). Food Chemistry, 129 (3): 1054-1059.
- Vejsada, P., Vácha, F. (2010). Senzorické hodnocení masa sladkovodních ryb. Edice Metodik FROV JÚ Vodňany, č. 104, 22 s.

OBSAH:

1. ÚVOD.....	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1. TAXONOMICKÉ ZAŘAZENÍ.....	10
2.2. CHARAKTERISTIKA DRUHU.....	10
2.2.1. <i>Výskyt.....</i>	<i>10</i>
2.2.2. <i>Morfologie a biologie</i>	<i>10</i>
2.2.3. <i>Reprodukce</i>	<i>12</i>
2.2.4. <i>Růst.....</i>	<i>13</i>
2.2.5. <i>Potrava</i>	<i>14</i>
2.2.6. <i>Výhody chovu</i>	<i>14</i>
2.2.7. <i>Světová produkce.....</i>	<i>15</i>
2.2.8. <i>Kvalita masa a výtěžnost</i>	<i>15</i>
2.3. RECIRKULAČNÍ AKVAKULTURNÍ SYSTÉMY.....	15
2.3.1. <i>Odchov keříčkovce červenolemého v recirkulačním akvakulturním systému</i>	<i>16</i>
2.3.2. <i>Kvalita vody.....</i>	<i>17</i>
2.4. KRMIVA	18
2.4.1. <i>Hodnocení krmiv</i>	<i>19</i>
3. METODIKA	21
3.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA KRMNÉHO POKUSU	21
3.1.1. <i>Přípravná fáze</i>	<i>22</i>
3.1.2. <i>Experimentální fáze odchovu</i>	<i>22</i>
3.2. POPIS RECIRKULAČNÍHO AKVAKULTURNÍHO SYSTÉMU	23
3.2.1. <i>Odchovná nádrž - objem a průtok</i>	<i>25</i>
3.3. POUŽITÁ KRMIVA	26
3.4. STANOVENÍ RELATIVNÍ DENNÍ KRMNÉ DÁVKY (RDKD)	29
3.5. HODNOTÍCÍ UKAZATELE	29
3.5.1. <i>Hodnocení produkční účinnosti krmiv</i>	<i>29</i>
3.5.2. <i>Stanovení vyživenosti, výtěžnosti a gonadosomatického indexu</i>	<i>30</i>
3.5.3. <i>Hustota obsádek</i>	<i>31</i>
3.5.4. <i>Náklady na spotřebované krmivo na kilogram přírůstku.....</i>	<i>31</i>
3.6. SLEDOVÁNÍ KVALITY VODY	32
3.7. SENZORICKÁ ANALÝZA SVALOVINY.....	32
4. VÝSLEDKY	33
4.1. RELATIVNÍ DENNÍ KRMNÁ DÁVKA	33
4.2. HODNOCENÍ PRODUKČNÍ ÚČINNOSTI KRMIV	33
4.2.1. <i>Krmný koeficient (FCR)</i>	<i>33</i>
4.2.2. <i>Koeficient retence proteinů (PER)</i>	<i>34</i>
4.2.3. <i>Specifická rychlost růstu (SGR)</i>	<i>35</i>
4.3. VÝTĚŽNOST.....	36

4.4. FULTONŮV KOEFICIENT A GONADOSOMATICKÝ INDEX	37
4.5. HUSTOTA OBSÁDEK A MORTALITA	39
4.6. PŘÍRŮSTEK BIOMASY A MNOŽSTVÍ KRMIVA	40
4.7. KRMNÉ NÁKLADY NA KILOGRAM PŘÍRŮSTKU	41
4.8. SLEDOVÁNÍ KVALITY VODY	41
4.8.1. <i>Obsah kyslíku</i>	41
4.8.2. <i>Teplota.....</i>	42
4.8.3. <i>pH.....</i>	43
4.9. SENZORICKÉ POSOUZENÍ KVALITY MASA.....	44
4.9.1. <i>Konzistence.....</i>	44
4.9.2. <i>Vůně.....</i>	44
4.9.3. <i>Chuť.....</i>	44
4.9.4. <i>Pachuť</i>	45
4.9.5. <i>Preferenční analýza.....</i>	46
5. DISKUZE	48
6. ZÁVĚR	53
7. SEZNAM LITERATURY	55
8. PŘÍLOHY.....	58
9. ABSTRAKT	71
10. ABSTRACT.....	73

1. ÚVOD

V současné době pokroku a rozvoje technologií v různých odvětvích výroby dochází i v akvakultuře k zavádění nových odchovných systémů s cílem, co nejvíce zintenzivnit produkci a zároveň neznečistit vodní prostředí následnými odpady z chovu ryb.

Tyto požadavky nejlépe splňují systémy s recirkulací vody. Umožňují odchovávat jak studenomilné druhy, tak i tropické druhy ryb na oteplené vodě, jako jsou například tlamoun nilský a keříčkovec červenolemý. Výhodou těchto chovů je především rychlý růst ryb za předpokladu využití komplexních krmiv.

Světová produkce ryb z akvakultury představuje více než jednu čtvrtinu z veškeré celkové světové produkce ryb a dá se do budoucna předpokládat pozvolný nárůst. Hlavním důvodem je snižování výlovků ryb z moří a oceánů. V souvislosti s tímto trendem se začala rozvíjet celá řada specializovaných firem pro výrobu komplexních krmiv. S hlavním cílem dosáhnout co nejmenšího krmného koeficientu, největší rychlosti růstu ryb a zároveň nezatěžovat ekosystémy.

Nejpopulárnější rybou chovanou v akvakultuře se stal keříčkovec červenolemý. Patří mezi velmi nenáročné druhy. Z hlediska kvality vody snáší vyšší organické zatížení a s tím spojené vysoké hodnoty obsahu amoniaku ve vodě a nízké hodnoty kyslíku. Jeho nespornou výhodou je velká rychlost růstu a možnost využívat silně zhuštěné obsádky ryb v nádržích. Má velmi kvalitní svalovinu s nižším obsahem tuku.

Cílem bakalářské práce je posoudit produkční účinnost tří vysoce kvalitních komplexních krmiv určených pro „sumce“ s částečnou náhradou rybí moučky v odchovu keříčkovce červenolemého s požadavkem vymezit, které krmivo je nejvíce vhodné pro odchov tržních keříčkovců červenolemých v recirkulačních akvakulturních systémech z hlediska posouzení produkčních ukazatelů, krmných nákladů na kilogram přírůstku ryby a kvality svaloviny.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. TAXONOMICKÉ ZAŘAZENÍ

Z taxonomického hlediska je keříčkovec červenolemý (*Clarias gariepinus*) (Burchell, 1822) řazen do třídy paprskoploutví (Actinopterygii), řádu sumci (Siluriformes), čeledi keříčkovcovití (Clariidae) a rodu keříčkovec (*Clarias*) (Hanel a Novák, 2004).

V České republice je *Clarias gariepinus* znám pod českým názvem sumeček africký (Hamáčková a kol., 2007), sumčík africký nebo keříčkovec jihoafrický (Pokorný a kol., 2004). Platně uznávaným názvem je keříčkovec červenolemý.

2.2. CHARAKTERISTIKA DRUHU

2.2.1. Výskyt

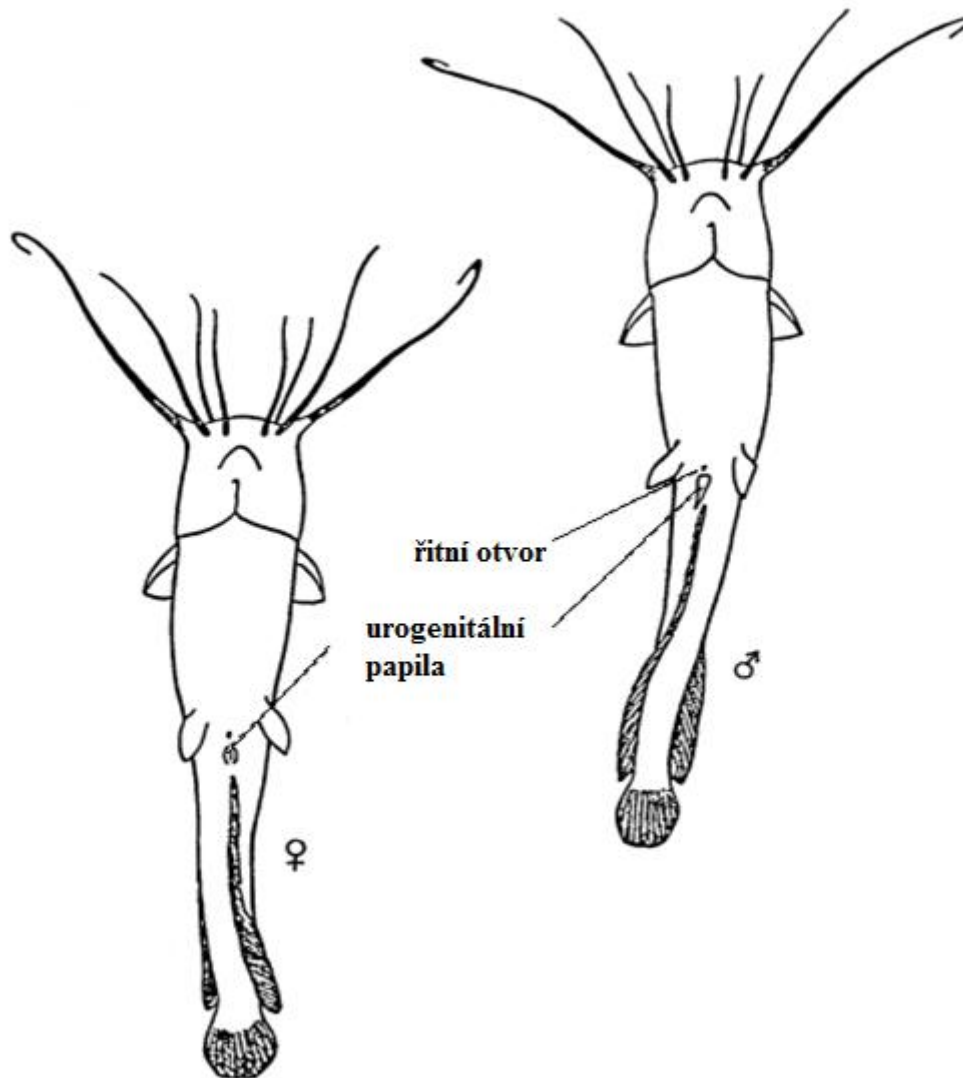
Keříčkovec červenolemý obývá pomalu tekoucí až stojaté vody s průměrnou teplotou 25 °C (Hamáčková a kol., 2007) v subtropickém a tropickém pásmu (Hecht a Appelbaum, 1988). Za původní areál výskytu se považuje africký kontinent, Izrael, Palestina, Sýrie, Turecko a jihovýchodní Asie (Graaf a Hanssel, 1996).

V roce 1989 byl dovezen do Československé republiky (Pokorný a kol., 2004).

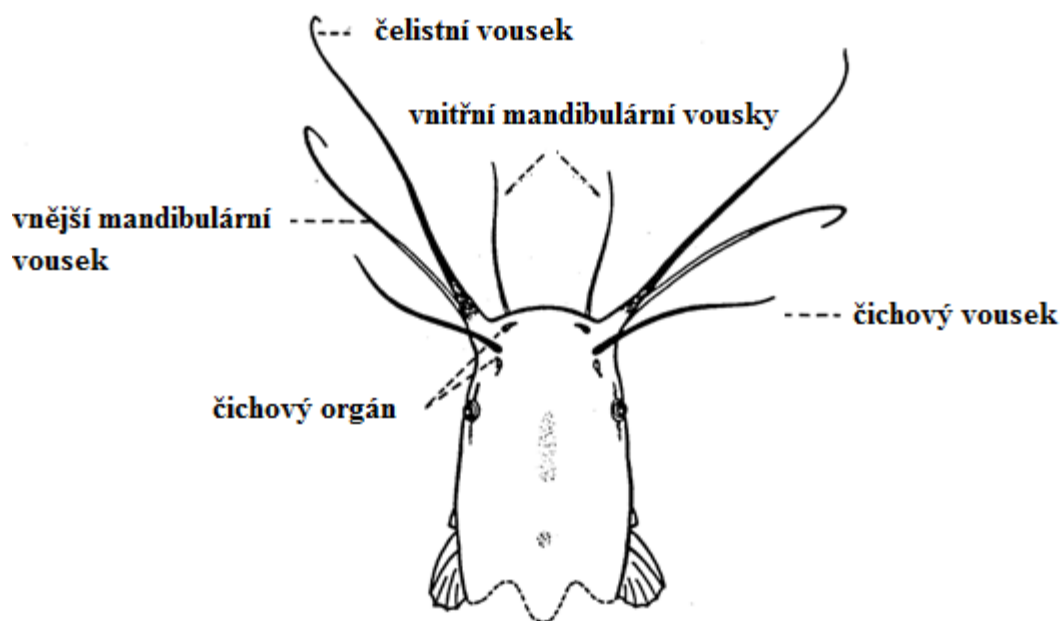
2.2.2. Morfologie a biologie

Keříčkovec červenolemý má hladké tělo bez šupin s malou vrstvou slizu. Dorůstá do celkové délky 140 cm a hmotnosti 60 kg s průměrnou délkou 70 cm. Tvar těla je torpédovitě protáhlý. Zbarvení kůže na hřbetě je od tmavě šedé až po olivově zelenou barvu, naopak oblasti břišních partií jsou bílé. Hlava je dorzoventrálně zploštělá vyztužená mohutnou lebeční kostrou. Okolo ústního otvoru se nachází 4 páry dlouhých vousků. Hřbetní ploutev sahá až k ocasnímu násadci (68 - 79 měkkých paprsků). Prsní ploutve má keříčkovec červenolemý vyztužené prvními tvrdými paprsky, které jsou z vnitřní strany ozubené. Výraznou zvláštností v morfologii těla je dýchací labyrint nacházející se v horní části žaberní dutiny za žábry, který umožňuje příjem atmosférického kyslíku (Hamáčková a kol., 2007).

Pohlavní dimorfismus je velmi zřetelný. Jikernačky mají hvězdicovou papilu a v období výtěru zvětšenou břišní partii. Naopak mlíčáci mají prodlouženou papilu kónického tvaru (Hamáčková a kol., 2007).



Obrázek č. 1: Pohlavní dimorfismus keříčkovce červenolemého (podle De Graaf a Janssen, 1996)



Obrázek č. 2: Rozmístění vousků na hlavě (podle De Graaf a Janssen, 1996)



Obrázek č. 3: Morfologie žaberního aparátu (podle De Graaf a Janssen, 1996)

2.2.3. Reprodukce

Pohlavní dospělost nastává v průběhu prvního roku života. Nejdříve dospívají jikernačky v 5. až 7. měsíci života. U mlíčáků je to až mnohem později, ve věku 12 až 14 měsíců (Legendre a kol., 2006). Nejvyšší kvalita pohlavní produkty jsou získávány od ryb starých 2 - 3 roky. V přirozeném prostředí dochází k výtěru v období dešťů, kdy dospělí jedinci táhnou do zarostlých mělkých přítoků. Samotný výtěr poté probíhá na substrátu rostlinného původu. Rodiče se dále o potomstvo nestarají,

setrvávají několik málo měsíců a se začátkem období sucha se vrací zpět do jezer (Hamáčková a kol., 2007).

Dozrávání pohlavních produktů má sezonní charakter spojený s nástupem období dešťů. Zrání ovlivňuje meziroční změna teploty vody a fotoperiodicita. Ve Viktoriině jezeře v Keni začíná první výtěr keříčkovce afrického už v březnu po prvních slabých deštích (Graaf a Hanssel, 1996).

V intenzivních chovech keříčkovců červenolemých se využívá pro získání násadového materiálu umělý výtěr s použitím hormonální indukce ovulace. K hormonální stimulaci jikernaček se doposud používala kapří hypofýza v jednorázové dávce $2 - 3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Aplikace hypofýzy se provádí intramuskulárně do hřbetní svaloviny nebo intraperitoneálně k bázi břišní ploutve. Při teplotě vody $25 \text{ }^\circ\text{C}$ nastává ovulace jiker po 11 hodinách od injikace (Hamáčková a kol., 2007). V posledních několika letech se při umělém výtěru keříčkovce červenolemého začal využívat maďarský hormonální preparát Ovopel. Aplikace je prováděna stejným způsobem jako u hypofýzy s velikostí dávky jedné pelety na 1 kg jikernačky. Ovulace jiker nastává při teplotě 25°C za 14 hodin s úspěšností na úrovni 70 - 90%. Doba letence je přímo závislá na teplotě vody, se stoupající teplotou dochází ke zkrácení časového intervalu (Kouřil a kol., 2011). Relativní plodnost samic je velmi vysoká, v průměru 100 - 150 tisíc jiker (Adámek, 1994).

2.2.4. Růst

Růst keříčkovců je velmi rychlý, což je jedním z hlavních důvodů chovu. Ryby v tržní velikosti o hmotnosti přes 1 kg je možné vyprodukovat za 185 dní. Rychlost růstu tržních ryb je závislá především na hustotě obsádky a teplotě vody (Hamáčková a kol., 2007). Vyšší rychlost růstu a konverzi krmiva vykazují samčí populace, ale v komerčních chovech se doporučuje chovat ryby v poměru pohlaví 1 : 1, jen tak je dosaženo optimální rychlosti růstu a nedochází k velkému rozrůstání ryb (Henken a kol., 1987).

Morenike a kol. (2008) uvádí, že rychlost růstu je velmi značně ovlivněná fotoperiodicitou. Plůdek chovaný ve tmě vykazuje mnohem lepší růstové vlastnosti než plůdek odchovávaný při světle nebo při pravidelném střídání intervalu 12 hodin světla a 12 hodin tmy.

2.2.5. Potrava

Keříčkovec červenolemý je řazen mezi karnivorní druhy ryb živící se dravým způsobem života. Preferuje různé bezobratlé živočichy, obojživelníky a jejich vývojová stádia. V dospělosti tvoří převážnou část jeho potravy menší rybky. V komerčních chovech se využívají komplexní krmné směsi pro pstruhy, v posledních několika letech také pro sumce, s vysokým obsahem rybí moučky. Používaná krmiva v chovu by měla obsahovat pro plůdek o velikosti 0,5 g přibližně 50 % proteinů a 11 % tuků. U starších ryb o hmotnosti nad 35 g by měl být obsah proteinů v krmivu na úrovni 40 % a 9 % tuku. Velikost krmné dávky závisí na hmotnosti jedince a na teplotě vody. Pro plůdek o hmotnosti 1 g chovaný při teplotě vody 30 °C je stanovena denní krmná dávka 8 % z hmotnosti obsádky (Adámek, 1994). Pro ryby o hmotnosti 10 - 25 g se uvádí 6 - 6,5 %, u starších ryb (25 - 50 g) činí velikost krmné dávky 5 - 6 % z celkové biomasy. Při vlastním odchovu je důležité sledovat jakost vody v odchovných nádržích a chování ryb. (Hamáčková a kol., 2007).

2.2.6. Výhody chovu

Keříčkovec červenolemý se stal ve světové akvakultuře jedním z nejčastěji chovaným druhem. Důvodem jsou především jeho minimální nároky na kvalitu vody, přežívá i v organicky zatížených vodách s vysokým obsahem amoniaku a nízkým obsahem kyslíku.

Je řazen mezi ryby s vysokým růstovým potenciálem, tržní rybu o hmotnosti 700 g - 1000 g je možné vyprodukovat za 6 - 8 měsíců. Keříčkovce lze chovat v silně zhuštěných obsádkách (250 - 400 kg · m⁻³) v recirkulačních akvakulturních systémech (RAS). Chované ryby ochotně přijímají komerčně vyráběné komplexní krmné směsi.

Získávání násadového materiálu je možné několikrát do roka pomocí umělého výtěru s použitím hormonální indukce ovulace.

Svalovina keříčkovců červenolemých je označována za velmi kvalitní s absencí svalových kůstek „Y“ (Hamáčková a kol., 2007).

2.2.7. Světová produkce

Chov keříčkovce červenolemého v akvakulturních systémech se začal rozvíjet od 80. let 20. století, největší rozvoj byl zaznamenán až po roce 1990, kdy světová produkce překročila hranici 1 000 t za rok. V současné době se dá předpokládat pozvolný nárůst světové produkce keříčkovce červenolemého z akvakultury až na hranici 200 000 t za rok. Vycházelo se ze statistického vyhodnocení, které proběhlo v roce 2011 s produkcí 194 276 t keříčkovců červenolemých za rok (FAO Fishery Statistics, 2013). Největší světoví producenti keříčkovce červenolemého jsou Nigérie, Mali, Jižní Afrika, Brazílie, Nizozemsko, Maďarsko, Keňa, Sýrie a Kamerun (FAO Fishery Statistics, 2006).

2.2.8. Kvalita masa a výtěžnost

Svalovina keříčkovce červenolemého obsahuje 17 - 18 % bílkovin, 8 - 10 % tuku a 1 - 1,5 % minerálních látek. Zbarvení svaloviny je typické červené barvy.

Výtěžnost kuchaň ryby se pohybuje v rozmezí 91 - 92 %. U vykuchaňých ryb po odstranění hlavy je dosaženo výtěžnosti 67 %, u filetu s kůží 48 % a filetu bez kůže 43%. Hodnoty výtěžnosti se nepatrně zvyšují se stoupající kusovou hmotností (Adámek, 1994).

2.3. RECIRKULAČNÍ AKVAKULTURNÍ SYSTÉMY

V současné době jsou recirkulační akvakulturní systémy (RAS) považovány za jednu z nejvyspělejších technologií pro intenzivní odchov ryb. Vyznačují se vysokou produkcí ryb a nízkou spotřebou vody. Značnou výhodou těchto zařízení je optimalizace podmínek chovu, jako je teplota vody, chemismus vody a velikost předkládané krmné dávky. Vzhledem k tomu, že RAS vykazují jen minimální požadavky na doplňování čerstvé vody do systému, je možné využívat podzemní nebo vodovodní vodu, která je zdravotně nezávadná. Nehrozí tak přenos nemocí z vnějšího prostředí. V případech, kdy není možné využít kvalitní zdroj vody, je nutné zabezpečit předčištění a desinfekci vody (UV záření, ozonizace) (Kouřil a kol., 2008).

Při chovu ryb v RAS jsou z hlediska výživy využívány komplexní krmné směsi, které tvoří nejvyšší podíl provozních nákladů. Z tohoto důvodu je nutné chovat v RAS

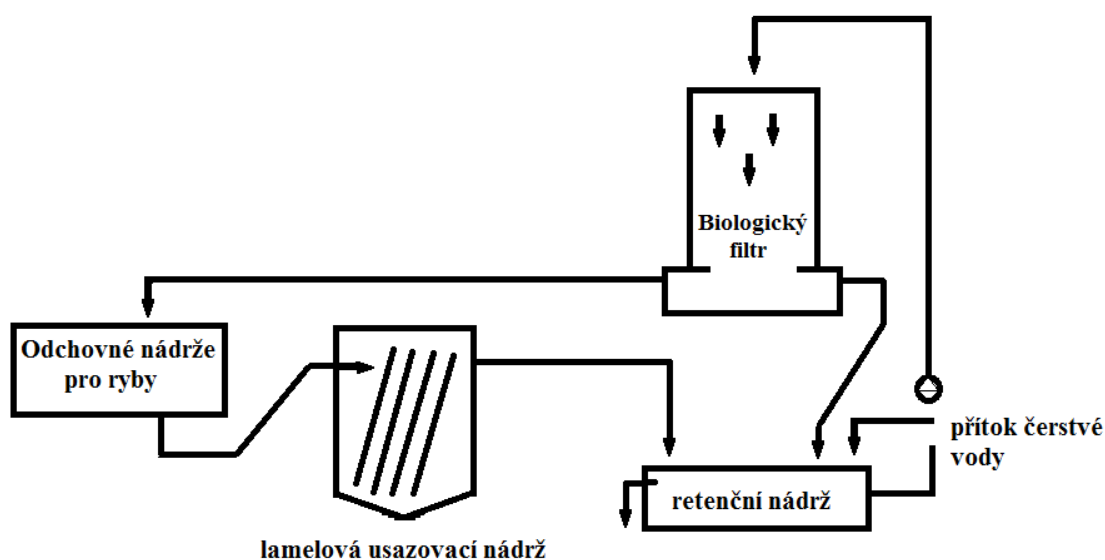
pouze ryby nebo vodní organismy, které jsou více ceněné, tj. s vyšší prodejní cenou. Těmito druhy jsou např. lososovité ryby, dále okoun, candát, jeseteři, sumec, sumeček, popřípadě okrasné druhy ryb. Recirkulační akvakulturní systémy nalézají v posledních letech uplatnění i v rybích líhních nebo v chovech okrasných, které nemají odpovídající zdroj kvalitní přítokové vody. Dále se využívají např. pro testování produkční účinnosti krmiv (Kouřil a kol., 2008).

Ekologická udržitelnost RAS se hodnotí pomocí mezinárodně standardizované metody LCA (Analýza Životního Cyklu, z anglického *Life Cycle Analysis*). Posuzuje globální a regionální dopady výroby na životní prostředí. Zahrnuje dopady všech činností a prostředků potřebných k výrobě, distribuci (hodnocené parametry: např. suroviny, infrastruktura, energetika, zpracování) a veškeré emise (ve vzduchu, vodě a půdě) spojené s produktem nebo procesem výroby (Martins a kol., 2010).

2.3.1. Odchov keříčkovce červenolemého v recirkulačním akvakulturním systému

Chov keříčkovce červenolemého v RAS je v posledních několika letech velmi populární. Odchovný systém je složen z odchovných nádrží, usazovací nádrže pro odstranění nerozpuštěných látek, dále mechanického filtru sloužícího k mechanickému přečištění vody. Nejdůležitější částí je biologický filtr, pomocí něhož se odstraňují organicky rozložitelné látky z vody (Hamáčková a kol., 2007). Funkční složkou biologického filtru jsou různé druhy rozkladných bakterií, které žijí buď na náplni filtru, nebo suspendované ve vodě. Nejvýznamnějšími druhy jsou nitrifikační bakterie (*Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira* a *Nitrospina*), které procesem zvaným nitrifikace odstraňují amoniakální dusík z vodního prostředí (Kouřil a kol., 2008). Vlastní proces nitrifikace probíhá ve dvou fázích. V první fázi dochází k oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany a ve druhé fázi dochází k oxidaci dusitanů na dusičnany, které jsou pro ryby téměř neškodné (LC_{50} se u $N-NO_3^-$ pohybuje v řádech stovek $mg \cdot l^{-1}$) (Lang a kol., 2011). Obě fáze probíhají v aerobním prostředí a následně na sebe navazují. Na oxidaci 1 g amoniakálního dusíku je spotřebováno 4,57 g O_2 a 7,14 g $CaCO_3$. Spotřebovaný kyslík se do vody vrací zpět pomocí aerace (provzdušňování) nebo oxigenace (zavádění plynného kyslíku). Ztráta vzniklá spotřebováním uhličitanu vápenatého způsobuje narušení rovnováhy uhličitanového systému ($CO_2 - HCP_3^- - CO_3^{2-}$) a snížení pH vody, pro opětovné vytvoření rovnovážného stavu se do vody přidává hydrogenuhličitan

sodný (Kouřil a kol., 2008). Uváděná metoda umožňuje rychlou změnu pH, ale jen s krátkodobým účinkem. Lang a kol. (2011) doporučují pro dlouhodobou stabilizaci pH vkládat do vody ulity mořských plžů a lastury mlžů. Nevýhodou této metody je omezená dostupnost lastur v průběhu roku. Za nejjednodušší metodu a nejvíce aplikovanou považují Lang a kol. (2011) dávkování mikromletého vápence pomocí automatického zařízení (vápníci mlýnek nebo krmítko s hodinovým strojkem). Mezi hlavní faktory ovlivňující rychlost nitrifikace patří teplota, koncentrace rozpuštěného kyslíku, pH, počet nitrifikačních bakterií, a také látky způsobující inhibici (antibiotika, methylenová modř, anilín, p-nitrobenzaldehyd a dodecylamin) (Russo a Thurson, 1991).



Obrázek č. 4: Schéma recirkulačního akvakulturního systému (podle Hamáčková a kol., 2007)

2.3.2. Kvalita vody

Keříčkovec červenolemý je velmi nenáročný na kvalitu vody. Patří mezi tropické druhy ryb vyžadující pouze vyšší teplotu vody. Optimální rozmezí teplot vody pro odchov larev se pohybuje v rozmezí 27 - 30 °C. Při odchovu tržních ryb může být teplota nižší v rozmezí 25 - 27 °C. Pokles teploty vody pod hranici 25 °C má negativní dopad na rychlost růstu. Obsah kyslíku ve vodě by neměl klesat pod 1 mg · l⁻¹. Při dlouhodobém poklesu pod tuto hodnotu dochází ke zvýšení výskytu rizika nemocí a navýšení krmného koeficientu. Optimální hodnota je 1 - 3 mg · l⁻¹. Hodnota pH vody

by měla být v rozmezí 6,5 - 8. Smrtnou hodnotou je pH pod 4 a nad 11. Keříčkovce červenolemý přežívá i v silně organicky zatížených vodách s obsahem NH_3 do $0,05 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Pro dusitany je limitující hodnotou $0,25 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a pro dusičnany je hraniční hodnota $250 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Hamáčková a kol., 2007). Množství vylučovaného amoniaku z těla do vnějšího prostředí je přímo závislá na obsahu proteinu v krmivu (Pruszyński, 2003).

2.4. KRMIVA

V současné době patří mezi nejlepší firmy pro výrobu krmiv holandská firma Coppens vyrábějící široké spektrum plovoucích a potápivých krmiv od startérových směsí až po speciální krmiva o velikosti granulí 20 mm. Hlavní snahou této firmy je nahradit rybí moučku a rybí oleje za alternativní zdroje stejně kvalitních proteinů.

V roce 2012 vydala uvedená firma seznam komplexních krmiv pro „sumce“ (zahrnuje jak ryby z čeledi sumcovitých, sumečkovitých, tak i keříčkovcovitých) pod názvem COPPENS CATFISH FEED. Krmiva jsou rozdělena do jednotlivých kategorií podle jejich vlastností.

První skupina „Artemia“ je určena k rozkrmění larev. Jedná se o cysty žábbronožky solné (*Artemia salina*), z nichž se líhnou nauplia, která se zkrmuje larvám. Nauplia jsou považována za velice atraktivní a plnohodnotný zdroj proteinů. Vajíčka žábbronožek jsou získávána z Velkého solného jezera v Utahu (USA).

Druhá skupina je označována „Crumble“. Patří mezi vysoce energetické a stabilní startérové směsi pro plůdek s vysokým obsahem rybí moučky a oleje.

Třetí skupina „Mikro Pellets“ je vysoce unikátní směs určená pro plůdek zajišťující vysokou konverzi krmiva a rychlý růst ryb. Obsahuje vysoce stravitelné suroviny, atraktanty a zvýšený obsah vitamínu C, E podporující vitalitu.

Další krmnou směsí je „Pre - grower“. Jedná se o plovoucí granule o velikosti 2 mm, určené pro ryby o hmotnosti 15 - 35g. Základní složkou krmiva je rybí olej a rybí moučka.

Předposlední skupinou krmiv je „Growers“. Jedná se o vysoce stravitelné plovoucí krmivo s vysokým obsahem rybí moučky a oleje. Vyrábí se v různých velikostech granulí od 3 mm do 8 mm. Je určené pro ryby od hmotnosti 60 g.

Poslední skupina krmiv nese označení „Broodstock Leeds“. Jedná se o speciální směs určenou pro generační ryby obsahující optimálně vyvážené bílkoviny

a beta-glukany pro podporu imunitního systému, dále pak vitamín C a E (Coppens, 2013).

2.4.1. Hodnocení krmiv

Hlavním cílem všech výrobců krmiv na světě je minimalizovat náklady na výrobu krmných směsí a vytvořit co nejkvalitnější produkt. Nejdražší a zároveň nenahraditelnou složkou každého komplexního krmiva je rybí moučka. Její cena každoročně stoupá, zatímco produkovaný objem klesá. Snahou výrobců je nahradit rybí moučku, která je hlavním zdrojem proteinů v krmivu. V souvislosti s tímto trendem probíhala celá řada experimentů. Jedním z nich byl výzkum Nyina-Wamwiza a kol. (2010), který probíhal v Belgii s hlavním cílem nahradit určitou část rybí moučky za náhradní rostlinný zdroj. V krmném pokusu podávali keříčkovcům červenolekým šest druhů krmiv s různým zastoupením rybí moučky. Hlavní složka krmiva byla u každé diety rozdílná, vedlejší složku tvořila krevní moučka (10 %), kuřecí moučka (10 %) a rybí olej (2,5 %). Krmiva označená I., II., III. obsahovala 25 % rybí moučky. Hlavní složka u diety číslo I., II. byla tvořená loupánými jádry slunečnice (44 %), u diety číslo III. fazolovou moučkou (20 %) a loupanou slunečnicí (25 %). Tyto dvě složky vytvořily rovnováhu v zastoupení aminokyselin. Dieta IV. obsahovala jen 15 % rybí moučky, hlavním zdrojem proteinů byla loupaná slunečnice (43 %) a fazolová moučka (14 %). Úplná absence rybí moučky byla u diety V. a VI. Dieta V. obsahovala podzemnici olejnou (39 %), fazolovou moučku (12 %) a loupanou slunečnicí (22 %). Dieta VI. měla stejné složení lišící se nepatrně v procentuálním zastoupení jednotlivých složek.

Výsledky testování neprokázaly žádnou výraznou změnu ve specifické rychlosti růstu (SGR), účinnosti krmiva (FE) a tělesné hmotnosti. Nejvyšší SGR byla zaznamenána u diety III. s nejvyšším podílem rybí moučky, loupané slunečnice a fazolové moučky), která byla označena za nejlepší. Důvodem rychlého růstu bylo především vyvážené složení krmiva s vyšším podílem rybí moučky, která je a bude nenahraditelným zdrojem dusíkatých látek. Naopak nejnižší SGR byla zaznamenána u diety V. (nulový obsah rybí moučky). Dále bylo během pokusu prokázáno, že keříčkovec červenoleký dokáže velmi dobře trávit rostlinný protein s účinností až 89,5 %.

Dále se touto problematikou zabývali Amisah a kol, (2009). V krmném pokusu

používali jako náhradní zdroj proteinů rostlinnou moučku z listů bobovité dřeviny *Leucaena leucocephala*. Zjistili, že nejlepší výsledky SGR jsou dosaženy při rovnoměrném zastoupení rybí a rostlinné moučky. Z jejich výzkumu tedy vyplývá, že v potravě keříčkovců červenolekých může být začleněná rostlinná moučka z *Leucaena leucocephala* na úrovni až 30 %.

3. METODIKA

3.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA KRMNÉHO POKUSU

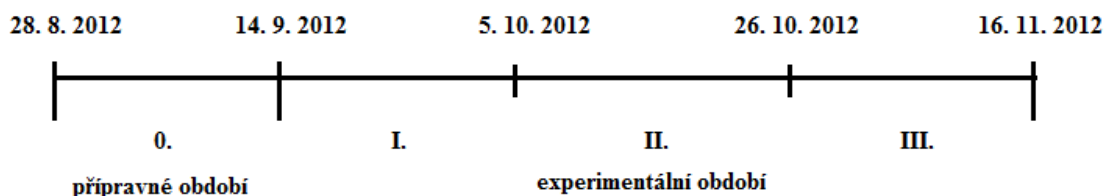
Krmný pokus probíhal v experimentální akvarijní místnosti Ústavu akvakultury Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích (dále ÚA FROV JU). Pokusné ryby pocházely z vlastního chovu laboratoře řízené reprodukce ryb FROV JU. Odchov byl členěn na přípravnou fázi trvající tři týdny sloužící k adaptaci ryb na jednotlivá podávaná krmiva a vnější faktory a vlastní pokusné období. To se skládalo ze tří třítýdenních intervalů, během kterých byla sledována specifická rychlost růstu (SGR), koeficient konverze krmiva (FCR), koeficient retence bílkovin (PER), hustota obsádek a množství spotřebovaného krmiva. Na konci každé etapy se provádělo přelovení ryb a zaznamenání jejich kusové hmotnosti, zvláště pro jikernačky a mlíčáky.

Ryby byly chované v nádržích z tvrzeného plastu o objemu 315 litrů napojených na RAS. Nádrže byly označeny čísly 1 - 9 (označení pořadí) a písmeny A, B, C (označení druhu předkládaného krmiva).

Vypočítaná relativní denní krmná dávka (RDKD) se zkrmovala během dne ve čtyřech časových úsecích, a to v 8:00, 12:00, 16:00 a 20:00. V případě, že ryby nezkonzumovaly předloženou dávku krmiva, došlo v následujícím dni k úměrnému snížení RDKD. V opačném případě, pokud ryby spotřebovaly celou dávku a stále byly ochotné atakovat krmení, došlo ke zvýšení dávky. Krmných dnů ve sledovaném období bylo 60. V den přelovení se nepodávala krmná dávka a v následujícím dni poté byla snížena na 50 %.

Při každém přelovení ryb byla prováděna celková údržba nádrží včetně přívodního potrubí, odtoků a filtru.

Důležitými prerekvizitami pro úspěšné zhodnocení vlivu použitého krmiva a krmné dávky na sledované produkční ukazatele byly vedle zajištění srovnatelných chovných podmínek ve všech odchovných nádržích, také dosažení minimálně dvojnásobku hmotnosti původní biomasy (zdvojnásobení individuální hmotnosti) oproti stavu po nasazení ryb do pokusných nádrží na začátku pokusu.



Obrázek č. 5: Harmonogram znázorňující rozdělení pokusu na přípravné období (0, 28. 8. 2012 - 14. 9. 2012) a jednotlivá dílčí experimentální období (I, 14. 9. 2012 - 5. 10. 2012; II, 5. 10. 2012 - 26. 10. 2012; III, 26. 10. 2012 – 16. 11. 2012) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

3.1.1. Přípravná fáze

V přípravné fázi byly ryby před vlastním nasazením do odchovných nádrží přetříděny podle pohlaví (jikernačky, mlíčáci) a vyřazeni pro experiment nevhodní (největší, nejmenší, vývojově či mechanicky poškození) jedinci. Cílem bylo zajistit tak v každé experimentální nádrži podobnou biomasu ryb o totožné velikosti a se stejným poměrem pohlaví. Dne 25. 8. 2012 bylo provedeno první nasazení ryb pro přípravnou fázi. Celková obsádka činila 45 kusů samic a 45 kusů samců. Dále v této fázi došlo k odzkoušení velikosti (RDKD %). Na konci přípravného období proběhlo převážení ryb a zredukování počtu jedinců tak, aby v každé nádrži bylo vyrovnané množství (20 mlíčáků a 20 jikernaček).

3.1.2. Experimentální fáze odchovu

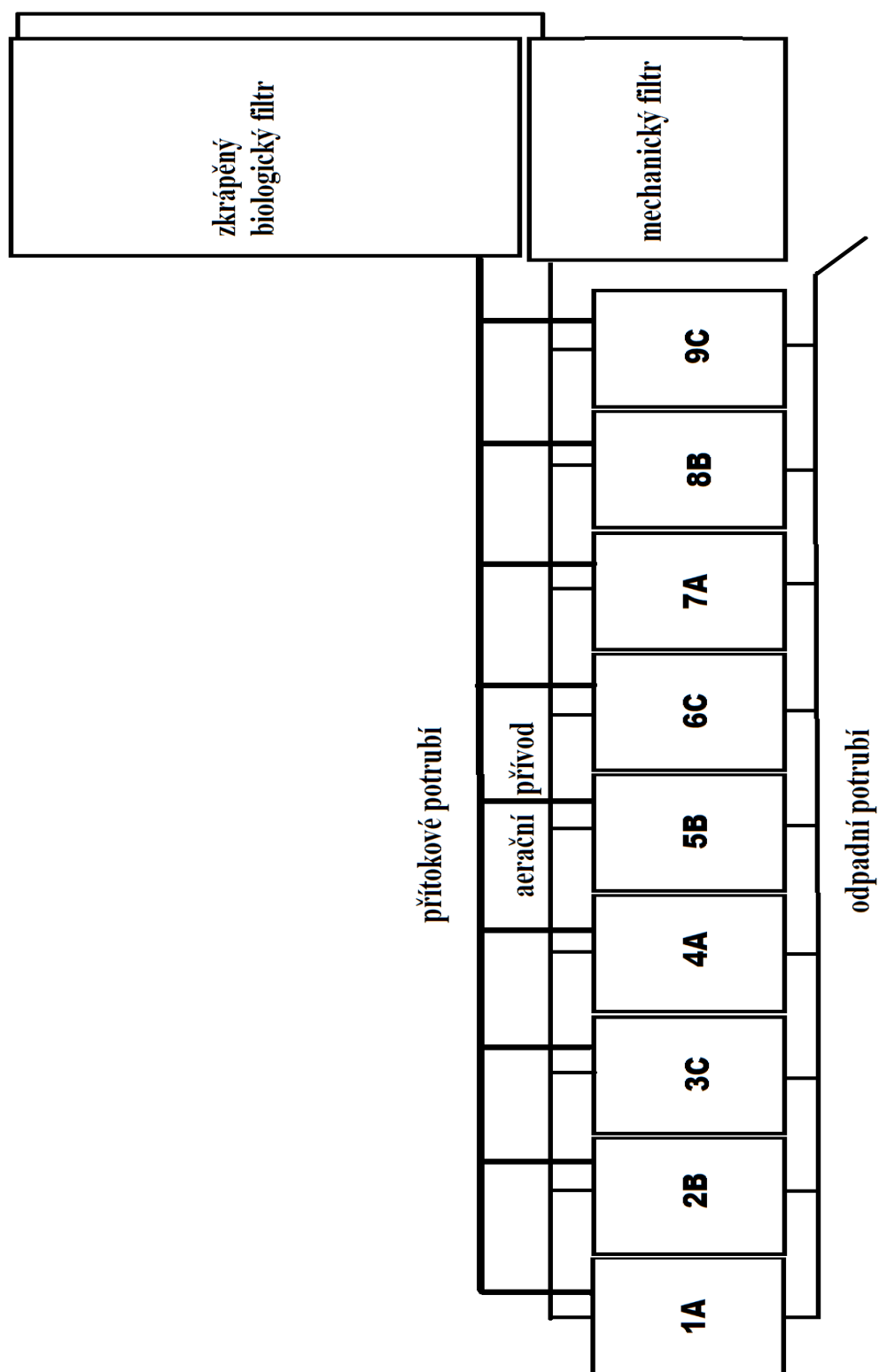
První nasazení do experimentálního období proběhlo 14. 9. 2012. Biomasa nasazených ryb byla v každé nádrži v průměru 21,5 kg čítajících 40 jedinců. Průměrná kusová hmotnost keříčkovců červenolemých byla 270 g. V průběhu všech experimentálních fází se provádělo denní kontrolní měření kvality vody, a to vždy v 8:00 a v 16:00. Byly zaznamenávány hodnoty pH, v případě nízkých hodnot došlo ke zvýšení pH pomocí jedlé sody. Dále byl měřen obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě a teplota vody, která měla největší vliv na spotřebu krmiv. Cílem bylo udržet teplotu v rozmezí 24 – 26 °C. Ohřev vody v systému byl zajištěn nepřímo pomocí klimatizační jednotky ohřívající vzduch. Přelovení a ukončení první etapy proběhlo 5. 10. 2012.

Druhá etapa krmného pokusu začala 5. 10. 2012. Počet jedinců se v jednotlivých nádržích lišil o jeden až dva kusy. Důvodem tohoto poklesu byl úhyn slabších jedinců v prvním experimentálním období. Přelovení keříčkovců červenolemých, a tím i ukončení druhého intervalu odchovu, se konalo 26. 10. 2012.

Poslední fáze začala 26. 10. 2012. Celkový počet ryb v nádržích se dále lišil o jeden až dva kusy z důvodu úhynu. Konec odchovu a závěrečné přelovení jedinců proběhl 16. 11. 2012.

3.2. POPIS RECIRKULAČNÍHO AKVAKULTURNÍHO SYSTÉMU

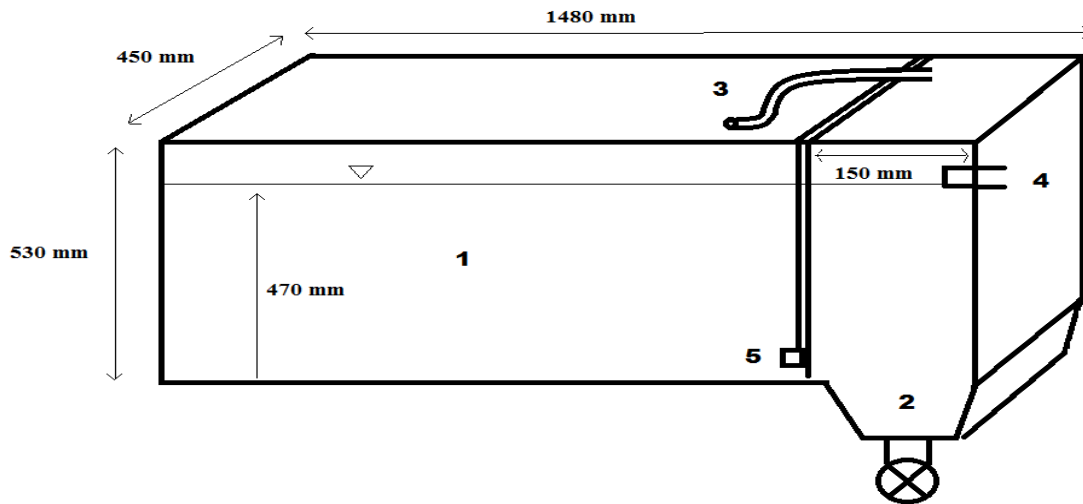
Experimentální odchov ryb byl situován do devíti odchovných nádrží. Každá nádrž byla vybavena oddělenou odkalovací komorou, která sloužila k odstranění sedimentujících částic. Odkalování nádrží se provádělo denně. Odtok vody do mechanického filtru byl situován v horní části nádrže. Do filtru přicházela voda relativně předčištěná od sedimentujících látek. Mechanický filtr byl tvořen filtrační pěnou (biomolitan) sloužící k přečištění vody od nerozpuštěných a nesedimentujících látek. Takto přečištěná voda se pomocí kalového čerpadla přečerpávala do horní části zkrápěného biologického filtru, odkud prokapávala na filtrační bloky z lisovaného plastu (biologické čištění – nitrifikace). Biologicky přečištěná voda byla vedena přítokovým potrubím do horní části nádrže.



Obrázek č. 6: Schéma a popis RAS využitého při odchovu tržních keříčkovců červenolekých. Písmena (A, B a C) označují druh použitého krmiva a označení (1. - 9.) pořadí experimentální nádrže.

3.2.1. Odchovná nádrž - objem a průtok

Experiment probíhal v nádržích ze svařovaného plastu ve tvaru obdélníku s předním průhledným čelem, vyrobené firmou EKORY Jihlava s.r.o. Celkový objem odchovné nádrže byl 355 l a užitný objem 315 l.

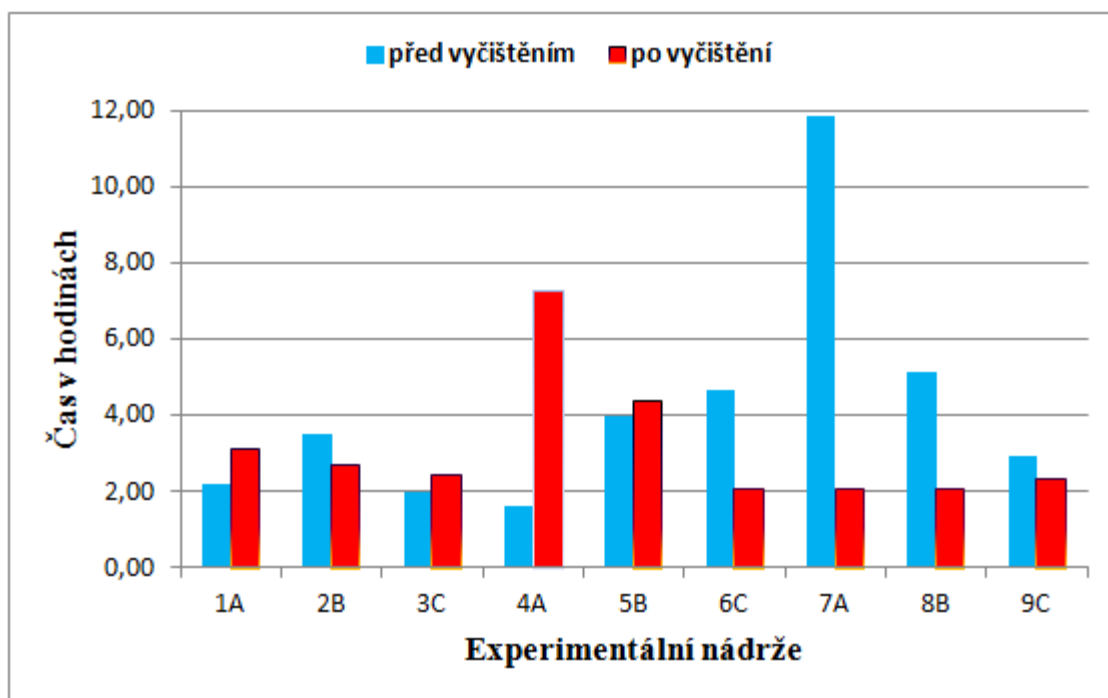


Obrázek č. 7: Schéma použité odchovné nádrže
(1. odchovný prostor; 2. odkalovací prostor; 3. přítok vody; 4. odtok vody a 5. aerace)

Velikost přítoku byla zjištěna pomocí přímé metody tzv. objemového měření do nádoby a vypočítané podle vzorce: $Q = \frac{V}{t}$,

kde V je objem nádoby v litrech, t je doba naplnění nádoby v sekundách.

Celkový průtok systémem byl před vyčištěním $0,257 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a po vyčištění $0,295 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Dílčí průtok v jednotlivých nádržích byl před vyčištěním $0,021 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a po $0,033 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.



Graf č. 1: Znázornění časového intervalu (vyjádřeno v hodinách), za který došlo k výměně celého objemu vody v jednotlivých nádržích (1. - 9.) před a po vyčištění RAS.

3.3. POUŽITÁ KRMIVA

V experimentu byly použity tři druhy vysoce kvalitních komplexních krmiv určených pro odchov „sumců“.

Prvním krmivem označeným písmenem „A“ bylo krmivo **CATCO SELECT - 13EF**. Jedná se o plovoucí extrudované komplexní krmivo určené pro „sumce“ vyráběné holandskou firmou Coppens. Krmivo je dodávané v balení o hmotnosti 15 kg. Velikost granulí je 4,5 mm. Jeho předností je především náhrada části rybí moučky za strojově sušené erythrocyty a rostlinné bílkoviny. Nespornou výhodou SELECT - 13EF je jeho celistvost, ani po dvanácti hodinách ve vodě nedochází k jeho rozpadu, granule jen nabobtnají a jsou stále kompaktní. Proto je toto krmivo vhodné pro odchov ryb v RAS.

Výrobce (Coppens) udává následující složení: rybí moučka, rybí tuk, strojově sušené erythrocyty a palmový olej. Jednotlivý poměr složek v krmivu výrobce neuvádí.

Tabulka č. 1: Živinné složení krmiva CATCO SELECT - 13EF (4,5 mm) udávané výrobcem Coppens (Holandsko)

Složení v (%)		Vitamíny		Antioxidanty	
protein	42,0 %	vitamín A	10 000 m.j. · kg ⁻¹	E324 etoxyquin	100 mg · kg ⁻¹
tuk	13,0 %	vitamín D3	2 000 m.j. · kg ⁻¹	E321 butyl- hydroxytoulén	50 mg · kg ⁻¹
vláknina	1,9 %	vitamín E	200 mg · kg ⁻¹		
popel	8,5 %	vitamín C	150 mg · kg ⁻¹		
fosfor	1,1 %				
vápník	1,5 %				
sodík	0,4 %				

Stopové prvky	
železo	75 mg · kg ⁻¹
jód	5,0 mg · kg ⁻¹
kobalt	1,0 mg · kg ⁻¹
měď	5 mg · kg ⁻¹
mangan	20 mg · kg ⁻¹
zinek	80 mg · kg ⁻¹
selen	0,3 mg · kg ⁻¹

Druhým podávaným krmivem označeným pod písmenem „B“ bylo krmivo **CATCO GROWER - 12EF**. Producentem a výhradním dodavatelem je též holandská firma Coppens. Jde o extrudované velice kompaktní plovoucí krmivo určené pro odchov „sumců“ v RAS. Velikost předkládaných granulí je 4,5 mm. Dodávané v balení o celkové hmotnosti 15 kg. Vyznačuje se též kompaktností granulovaných složek. Hlavní surovinou krmiva je rybí moučka, která je z části nahrazena rostlinnými produkty.

Výrobce (Coppens) udává následující složení: rybí moučku, pšeničný lepek, rybí olej, palmový olej. Jednotlivý poměr složek v krmivu výrobce neuvádí.

Tabulka č. 2: Živinné složení krmiva CATCO GROWER - 12EF (4,5 mm) udávané výrobcem Coppens (Holandsko)

Složení v (%)		Vitamíny		Antioxidanty	
protein	45,0 %	Vitamín A	10 000 m.j. · kg ⁻¹	E324 etoxyquin	100 mg · kg ⁻¹
tuk	12,0 %	Vitamín D3	2 000 m.j. · kg ⁻¹	E321 butyl- hydroxytoulén	50 mg · kg ⁻¹
vláknina	1,8 %	Vitamín E	200 mg · kg ⁻¹		
popel	8,7 %	Vitamín C	150 mg · kg ⁻¹		
fosfor	1,1 %				
vápník	1,4 %				
sodík	0,3 %				

Stopové prvky	
železo	75 mg · kg ⁻¹
jód	5,0 mg · kg ⁻¹
kobalt	1,0 mg · kg ⁻¹
měď	5 mg · kg ⁻¹
mangan	20 mg · kg ⁻¹
zinek	80 mg · kg ⁻¹
selen	0,3 mg · kg ⁻¹

Posledním podávaným krmivem označeným písmenem „C“ bylo krmivo maďarského původu, prodávané pod obchodním názvem **Haltáp**. Jedná se o potápivé granule o velikosti 5 mm, které jsou určeny pro odchov „sumců“. Dodávané balení je o hmotnosti 40 kg. Značnou nevýhodou tohoto produktu je nízká stabilita ve vodním prostředí. Díky nižšímu obsahu tuku se rychle rozpadá na jemné komponenty, které nejsou rybami přijímány, a tedy jsou velkou zátěží pro RAS z hlediska jejich odstraňování z vody. Hlavní surovinou krmiva je rybí moučka, která je z části nahrazena rostlinnými produkty a krevní moučkou.

Výrobce (Haltáp Kft.) deklaruje následující složení: rybí moučka, pšeničná mouka, kukuřičný protein, sojová moučka, krevní moučka, kvasinky, premix (methionin). Jednotlivý poměr složek v krmivu výrobce neuvádí.

Tabulka č. 3: Složení krmiva Haltáp (5 mm)

Složení		Minerální látky		Vitamíny	
sušina	89 %	vápník	1,4 %	vitamín A	14 000 NE
protein	45 %	fosfor	1,3 %	vitamín D3	1 400 NE
tuk	6.5 %	sodík	0,3 %	vitamín E	70 mg · kg ⁻¹
vláknina	3.0 %				

3.4. STANOVENÍ RELATIVNÍ DENNÍ KRMNÉ DÁVKY (RDKD)

Výše RDKD byla stanovena v přípravném období. Vycházelo se z velikosti, doporučené výrobcem, která byla přizpůsobena podmínkám pokusu. Rybám se začaly podávat v přípravné fázi dávky o velikosti 1 % z celkové biomasy ryb v nádržích a sledovalo se, zdali je toto množství dostatečné, či je potřeba ho zvýšit. Zjištěná optimální velikosti RDKD v přípravné fázi se poté začala podávat v prvním dni experimentálního pokusu. Pro každý den a druh krmiva byla dopočítávána hmotnost RDKD v gramech, která se lineárně s rostoucí biomasou zvyšovala, zatímco procentuální velikost dávky se snižovala. V případě, že ryby nepřijímaly předkládané množství krmiva, došlo v následujícím dni ke snížení RDKD např. z 1,8 % na 1,65 %. Ve dnech přelovení se nekrmilo a po novém nasazení se následující den krmila poloviční dávkou. U nasazených ryb se zjišťovala celková biomasa, která byla základem pro výpočet dávky pro další experimentální období.

3.5. HODNOTÍCÍ UKAZATELE

3.5.1. Hodnocení produkční účinnosti krmiv

Základním hodnoceným koeficientem byl koeficient konverze krmiva (**FCR**, z anglického *Food Conversion Ratio*). Vyjadřuje spotřebu krmiv na jednotku hmotnosti přírůstku, např. na kilogram.

$$\text{Vzorec pro výpočet: } \mathbf{FCR} = \frac{F}{(W_t - W_o)}$$

F - spotřeba krmiva za sledované období

W_t - hmotnost obsádky na konci období

W₀ - hmotnost obsádky na začátku období

Rozdílem mezi symboly **W_t** a **W₀** se získá přírůstek ryb z přijatého krmiva, udávaný v gramech.

Dále byl hodnocen koeficient retence proteinů (**PER**, z anglického *Protein Efficiency Ratio*). Vyjadřuje poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatých dusíkatých látek.

Vzorec pro výpočet: **PER = 100 · (FCR · %NLkrmiva)⁻¹**

FCR - krmný koeficient

%NL krmiva - množství dusíkatých látek.

Specifická rychlost růstu (**SGR**, z anglického *Specific Growth Rate*) jedná se o ukazatele vyjadřující procentický denní přírůstek hmotnosti vztahený k průměrné hmotnosti za sledované období. Udává se v g · den⁻¹ nebo v procentech.

$$\mathbf{SGR} = [(\ln W_t - \ln W_0) \cdot t^{-1}] \cdot \mathbf{100} \quad \text{nebo} \quad \mathbf{SGR} = \left[\left(\frac{W_t}{W_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * \mathbf{100}$$

W_t - průměrná individuální hmotnost na konci období

W₀ - průměrná individuální hmotnost na začátku období

t - délka období ve dnech

3.5.2. Stanovení vyživenosti, výtěžnosti a gonadosomatického indexu

Po závěrečném přelovení se nechaly ryby 3 dny vylačnit a poté došlo na odebírání vzorků ze tří experimentálních nádrží, ve kterých se krmilo odlišným typem krmiva. Vždy byli vybráni čtyři největší jedinci (2 samci, 2 samice) o hmotnosti v rozmezí 800 g - 1000 g. Dále pak šest jedinců ve střední váhové kategorii (3 samci, 3 samice) v rozmezí 500 g - 700 g a dva nejmenší jedinci (1 samec, 1 samice) o hmotnosti menší než 500 g. U takto vybraných ryb bylo provedeno biometrické měření. Byla stanovována celková délka těla (LT), délka těla (SL), výška těla, šířka těla,

hmotnost těla, filetu, gonád a následně byli z těchto uvedených parametrů vypočteny následující ukazatelé:

Vyživenost (Fultonův koeficient) - jedná se o základní hodnotící ukazatel exteriéru a kondice, lineárně narůstá se zvyšující se hmotností těla.

$$\text{Výpočet: } \mathbf{KV} = \frac{W}{DT^3}$$

W - hmotnost v gramech

DT³ - délka těla v centimetrech

Výtěžnost je ukazatel vyjadřující podíl využitelných částí (hmotnost filetů bez kůže a břišních partií) ku celkové hmotnosti ryby. Udává se v procentech.

$$\text{Výtěžnost filet bez kůže} = \frac{\text{hmotnost filet bez kůže}}{\text{hmotnost ryby}} * 100$$

Gonadosomatický index - udává poměr hmotnosti gonád k hmotnosti těla.

$$\text{Výpočet: } \mathbf{GSI} = \frac{\text{hmotnost gonád}}{\text{hmotnost těla}}$$

3.5.3. Hustota obsádek

Na začátku experimentálního pokusu a při každém přelovení byla zaznamenána celková hmotnost ryb v jednotlivých experimentálních nádržích, která byla přepočtena na $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

3.5.4. Náklady na spotřebované krmivo na kilogram přírůstku

Pro každou experimentální skupinu (A, B, C) bylo po ukončení pokusu sečteno celkové množství spotřebovaného krmiva. Zjištěná suma byla poté vynásobena FCR a cenou 1 kg krmiva.

3.6. SLEDOVÁNÍ KVALITY VODY

V průběhu pokusu se v pravidelném intervalu 8:00 a 16:00 sledovala kvalita vody. Sledovaným parametrem byla teplota, obsah rozpuštěného kyslíku a hodnota pH. Měření bylo zajištěno oximetrem Hach - HQ40D18.

3.7. SENZORICKÁ ANALÝZA MASA

První krokem organoleptického hodnocení bylo vytvoření reprezentativních vzorků. Reprezentativní vzorky obsahovaly svalovinu ryb obou pohlaví, která byla odebrána ze hřbetní, břišní a ocasní partie. Takto připravená svalovina byla vkládána do předem omytých a suchých sklenic, aby v každé bylo stejné množství cca 30 - 50 g. Nesmazatelně popsané sklenice číslly označující vzorek byly vloženy do horkovzdušné trouby předehřáté na teplotu 200 °C a po dobu 16 minut propékány. Po vyjmutí sklenic byla povolena víčka, tak aby nedošlo k otevření a uniknutí aroma. Každý hodnotitel obdržel tři vzorky opatřené odlišnými čísly a dva protokoly. Do prvního protokolu hodnotitelé zaznamenávali subjektivní posouzení přítomnosti/nepřítomnosti a intenzity sledovaných organoleptických parametrů (konzistence, vůně, chuť, pachut'). Pro každou posuzovanou vlastnost byla v protokolu stanovena specifická úsečka o délce 10 cm (čím hodnotitel označil na úsečce nižší hodnotu, tím byla pro něj sledovaná organoleptická vlastnost příznivější). Výsledky jsou uvedené v grafech č. 14, 15, 16 a 17. Druhý typ protokolu sloužil pro stanovení pořadí vzorků (1 až 3) podle subjektivní preference respondentů na základě posouzení přítomnosti/nepřítomnosti a intenzity posuzovaných organoleptických parametrů (konzistence, vůně, chuť, pachut'). K vlastní degustaci jako neutralizátor chutě byla podávána balená voda, vodka a rohlík.

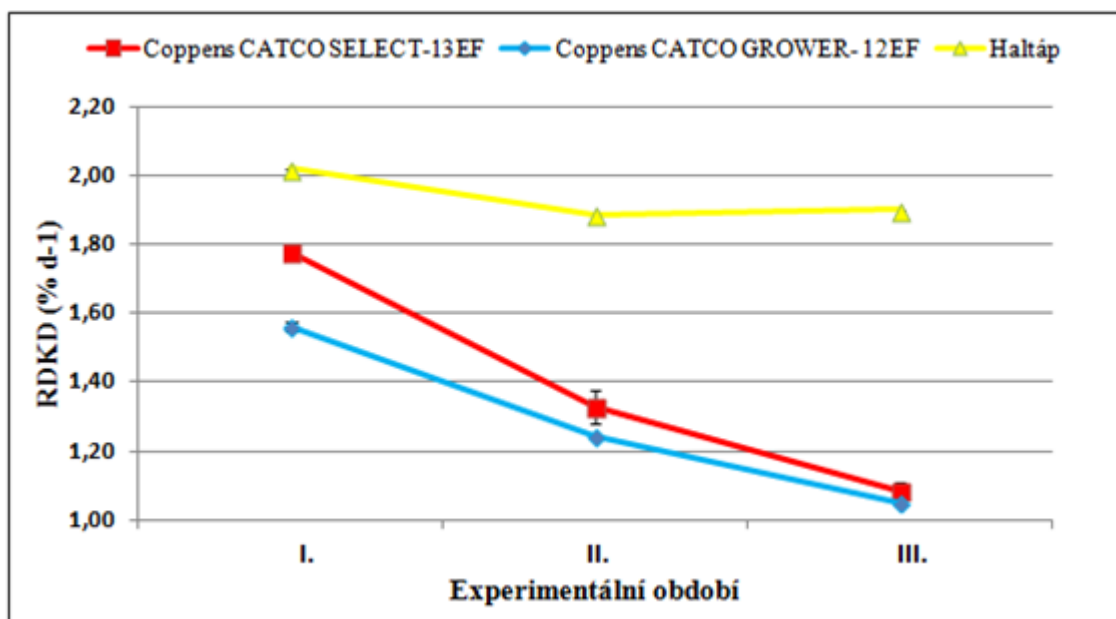
Celkem se provádělo dvojí opakování hodnocení. Počet respondentů posuzujících organoleptické vlastnosti svaloviny byl 10. K závěrečnému vyhodnocení rozdílnosti byl využit program Statistica Cz 9.1 a MS Excel.

4. VÝSLEDKY

4.1. RELATIVNÍ DENNÍ KRMNÁ DÁVKA

V průběhu pokusu se RDKD plynule snižovala s narůstající biomasou ryb v nádržích, jak je patrné z grafu č. 2.

U prvního holandského krmiva CATCO GROWER - 12EF byla průměrná RDKD za celé experimentální období $1,28 \pm 0,21$ % (průměr \pm S.D.), postupně však klesala z 1,56 % na 1,05 %. U druhého holandského krmiva CATCO SELECT - 13EF byla RDKD $1,4 \pm 0,29$ %, postupně klesala z 1,78 % na 1,08 %. Poslední podávaným typem bylo maďarské krmivo Haltáp, které bylo rybám podáváno v RDKD $1,94 \pm 0,06$ % s postupným poklesem z 1,79 % na 1,34 %.



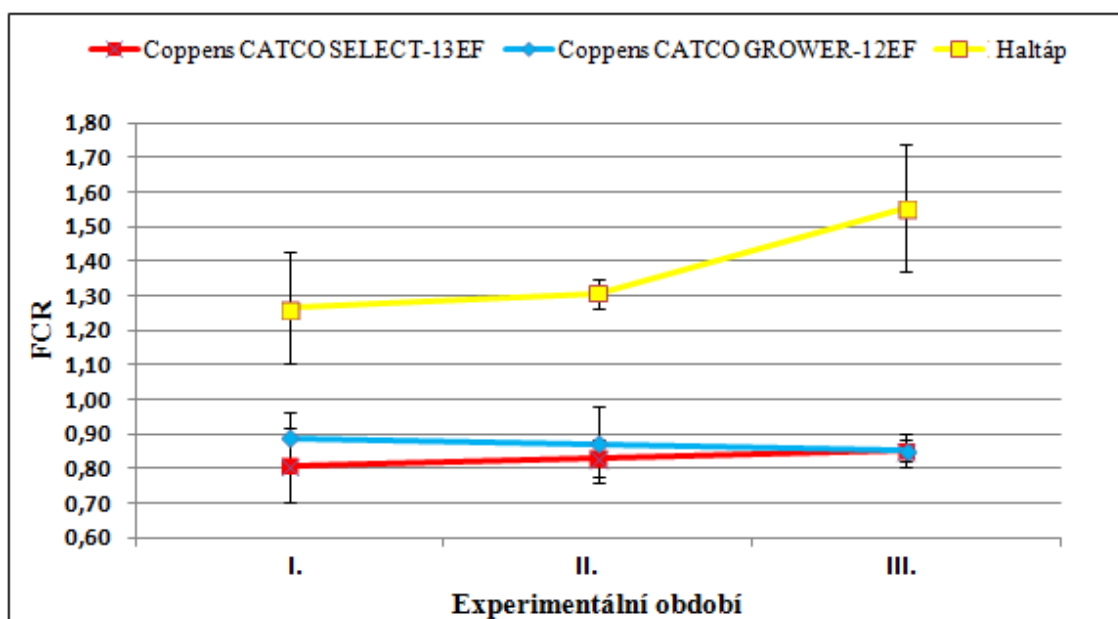
Graf č. 2: Průběh relativní denní krmné dávky (RDKD; vyjádřeno v procentech z celkové aktuální biomasy ryb za den, $\% \cdot \text{d}^{-1}$) během jednotlivých dílčích experimentálních období (I, 1. - 3. týden; II, 4. - 6. týden; III, 7. - 9. týden) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.2. HODNOCENÍ PRODUKČNÍ ÚČINNOSTI KRMIV

4.2.1. Krmný koeficient

Nejpříznivější průměrné hodnoty FCR ($0,83 \pm 0,02$, s postupným vzestupem z 0,81 na 0,85) vykazovaly ryby krmené krmivem CATCO SELECT - 13EF obsahující

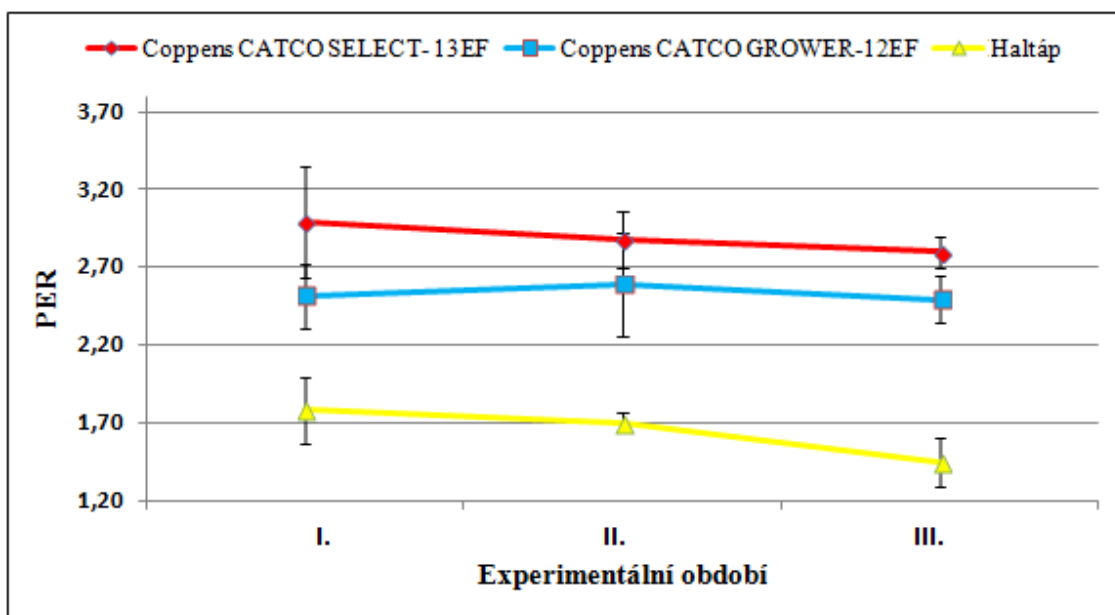
jako částečnou náhradu rybí moučky strojově sušené erytrocyty. Příznivých hodnot FCR ($87 \pm 0,01$) bylo také dosaženo u ryb, kterým bylo podáváno krmivo CATCO GROWER - 12EF bez výraznější tendence ke zvyšování hodnot z 0,86 na 0,89. Nejhorších hodnot FCR ($1,37 \pm 0,13$) bylo dosaženo při zkrmování maďarského krmiva Haltáp s postupným trendem vzestupu z 1,26 na 1,55.



Graf č. 3: Průběh hodnot koeficientu konverze krmiva (FCR; vyjádřeno jako absolutní hodnota spotřeby krmiv v kilogramech k hmotnosti přírůstku v kilogramech) během jednotlivých dílčích experimentálních období (I, 1. - 3. týden; II, 4. - 6. týden; III, 7. - 9. týden) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.2.2. Koeficient retence proteinů (PER)

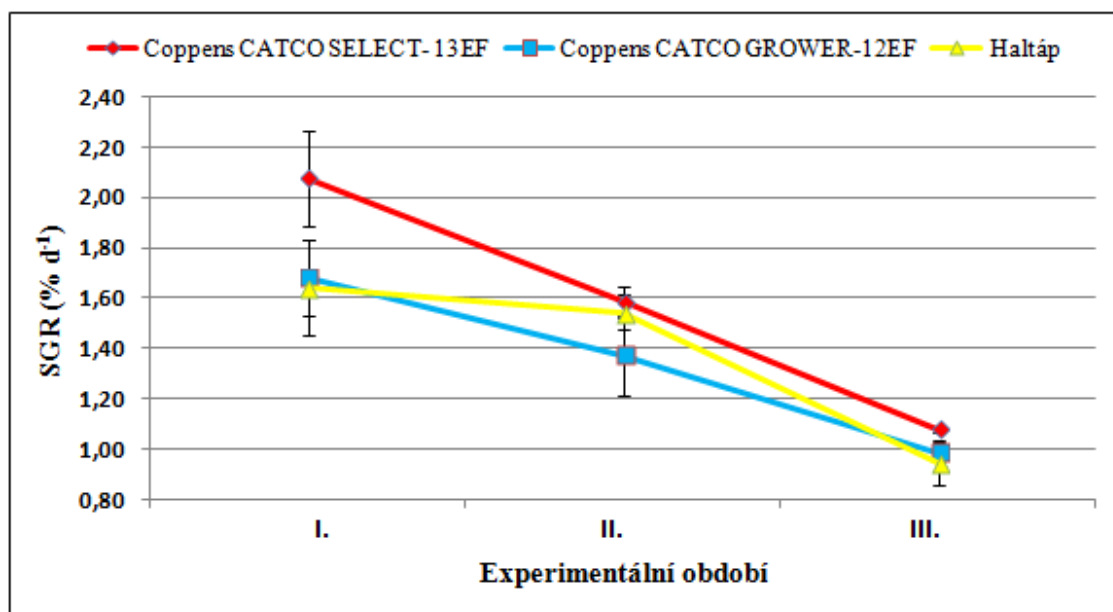
Nejpříznivější průměrné hodnoty PER ($2,89 \pm 0,08$) bylo dosaženo u ryb krmených krmivem CATCO SELECT - 13EF (42 % proteinů), s postupným poklesem hodnot z 2,99 na 2,80. Krmivo CATCO GROWER - 12EF s obsahem dusíkatých látek na úrovni 45 %, vykazovalo nižší průměrnou hodnotu PER ($2,54 \pm 0,04$) s nepatrně klesajícím trendem z 2,52 na 2,50. Nejhorší hodnota byla zaznamenána u maďarského krmiva Haltáp ($1,65 \pm 0,14$) s obsahem 45 % proteinů, hodnota PER postupně klesala z 1,78 na 1,65.



Graf č. 4: Průběh hodnot koeficientu retence živin (PER; vyjádřeno jako absolutní hodnota poměru hmotnosti přírůstku ryb v kilogramech k množství přijatého proteinu v %) během jednotlivých dílčích experimentálních období (I, 1. - 3. týden; II, 4. - 6. týden; III, 7. - 9. týden) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.2.3. Specifická rychlost růstu (SGR)

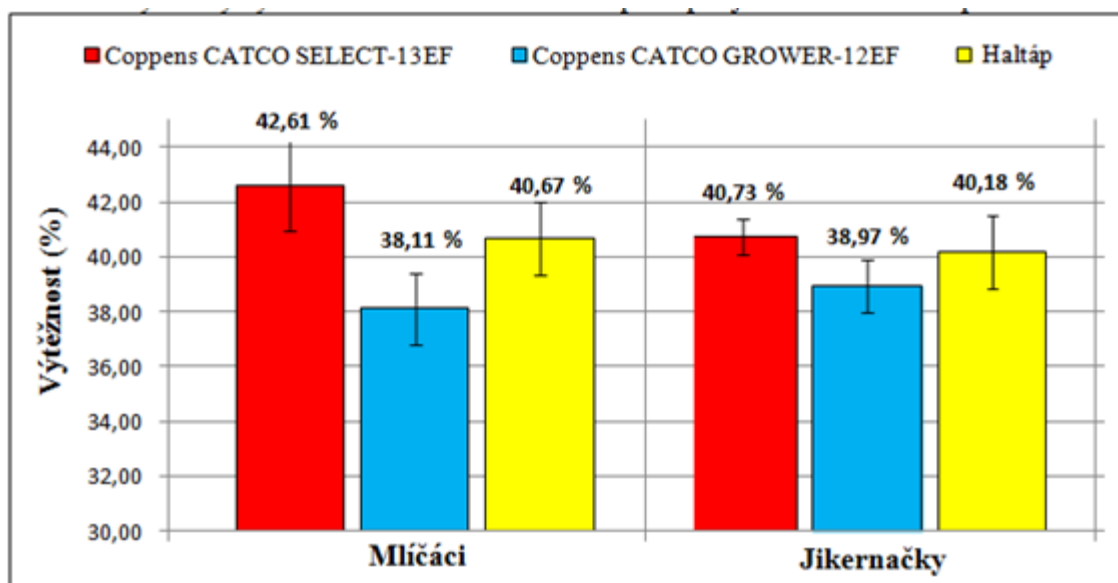
Posledním sledovaným ukazatelem produkční účinnosti krmiv byla SGR. Nejvyšší průměrná dosažená hodnota (SGR) byla zaznamenána u ryb, kterým bylo podáváno holandského krmivo CATCO SELECT - 13EF ($1,58 \pm 0,41 \% \cdot d^{-1}$), s postupně klesající tendencí z $2,08 \% \cdot d^{-1}$ na $1,08 \% \cdot d^{-1}$. Srovnatelné výsledky (SGR) prokazovaly ryby krmené krmivem Haltáp a CATCO GROWER - 12EF, lišící se v průměru mezi sebou pouze o tři setiny. U skupiny ryb krmených krmivem Haltáp nabývala SGR průměrné hodnoty $1,38 \pm 0,38 \% \cdot d^{-1}$ (postupně klesala z $1,78 \% \cdot d^{-1}$ na $1,01 \% \cdot d^{-1}$) a u skupiny ryb krmené krmivem GROWER - 12EF $1,35 \pm 0,31 \% \cdot d^{-1}$ (vykazující též postupný pokles z $1,66 \% \cdot d^{-1}$ na $0,99 \% \cdot d^{-1}$). Z grafu č. 5 je zřetelně vidět výrazný pokles SGR v souvislosti se zvyšujícím se stářím ryb.



Graf č. 5: Průběh specifické rychlosti růstu (SGR; vyjádřeno v procentech denního přírůstku hmotnosti za den, $\% \cdot d^{-1}$) během jednotlivých dílčích experimentálních období (I, 1. - 3. týden; II, 4. - 6. týden; III, 7. - 9. týden) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.3. VÝTĚŽNOST

Z hlediska výtěžnosti nebyl mezi mlíčáky a jikernačkami prokázán statisticky průkazný rozdíl [ANOVA test: $F(1, 34) = 0,615$; $P = 0,438$]. Průměrná hodnota výtěžnosti nabývala u jikernaček $39,96 \pm 1,26\%$ a u mlíčáků $40,46 \pm 2,33\%$. Vyšší průměrné hodnoty výtěžnosti bylo dosaženo u ryb krměných CATCO SELECT - 13EF, a to $41,67 \pm 1,55\%$. Naopak nižší hodnoty výtěžnosti vykazovaly ryby krměné CATCO GROWER - 12EF ($38,54 \pm 1,23\%$). Střední hodnoty výtěžnosti byly zaznamenány u ryb, kterým bylo podáváno krmivo Haltáp ($40,43 \pm 1,35\%$).

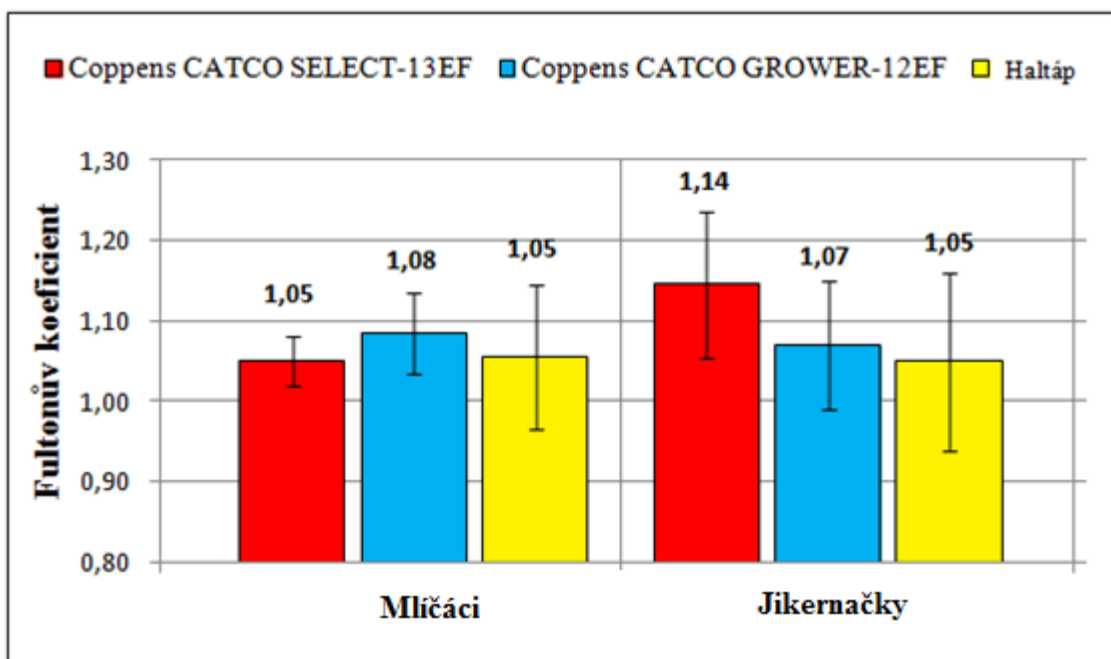


Graf č. 6: Výsledky výtěžnosti filet bez kůže s břišními partiemi (vyjádřeno v procentech z celkové hmotnosti těla) vypočítané zvláště pro mlíčáky a jikernačky tržního keříčkovce červenolemého odkrmeného pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

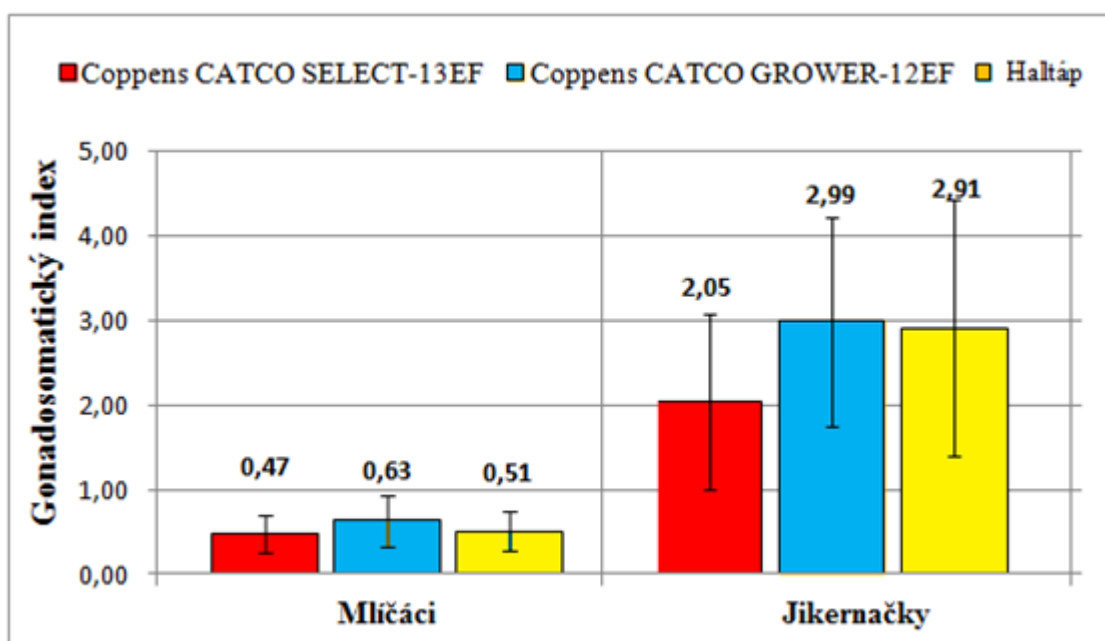
4.4. FULTONŮV KOEFICIENT A GONADOSOMATICKÝ INDEX

Výsledky Fultonova koeficientu dosahovaly pro mlíčáky v průměru hodnoty $1,06 \pm 0,07$ a pro jikernačky $1,09 \pm 0,10$. Rozdílnost ve vyživenosti mezi mlíčáky a jikernačkami nebyla statisticky prokázána [ANOVA test: $F(1, 34) = 0,622$; $P = 0,436$]. Nejvyšší průměrné hodnoty ($1,14 \pm 0,09$) vykazovaly jikernačky krmené CATCO SELECT - 13EF (graf č. 7). Rozdílnost ve vyživenosti mezi jednotlivými zkrmovanými krmivy nebyla statisticky prokázána [ANOVA test: $F(2,33) = 0,839$; $P = 0,441$].

Výsledky GSI (graf č. 8) nabývají vyšších hodnot u jikernaček, a to $2,65 \pm 1,34$ oproti mlíčákům $0,53 \pm 0,26$, poměr pohlaví při testování byl 1 : 1. Nejvyšší průměrná hodnota GSI pro obě pohlaví byla zjištěna u ryb krmených CATCO GROWER - 12EF ($1,81 \pm 1,48$). Rozdílnost v GSI mezi jednotlivými zkrmovanými krmivy nebyla statisticky prokázána [ANOVA test: $F(2,34) = 0,475$; $P = 0,626$].



Graf č. 7: Výsledky Fultonova koeficientu (KV; vyjádřeno v absolutní hodnotě poměru hmotnosti těla k délce těla na třetí) vypočítané zvláště pro mličáky a jikernačky tržního keříčkovce červenolemého odkrmeného pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).



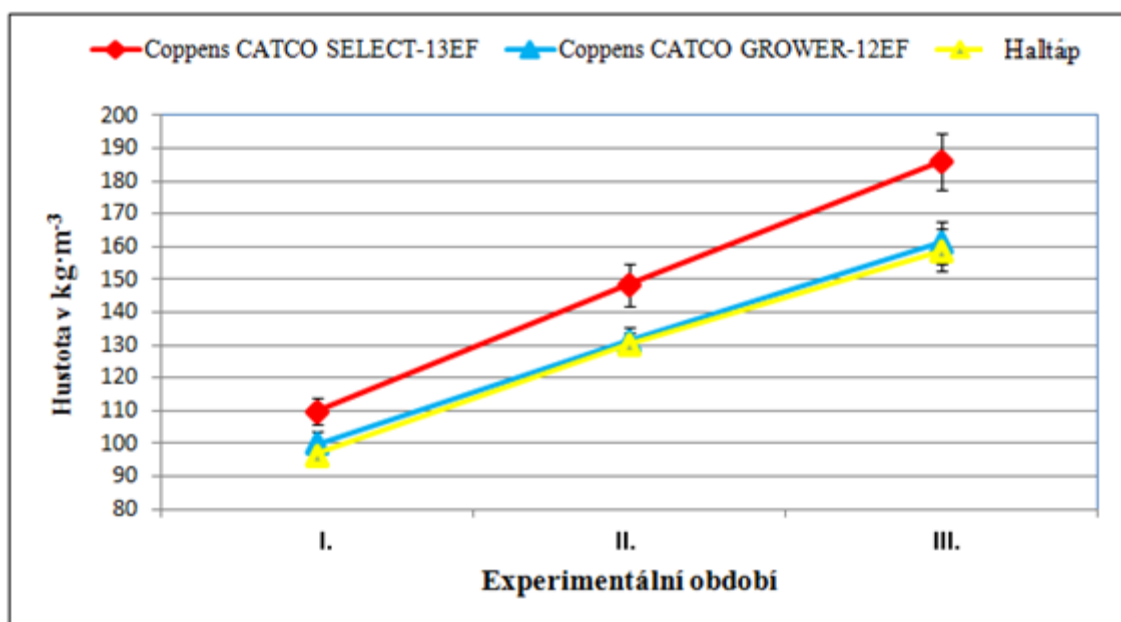
Graf č. 8: Výsledky gonadosomatického indexu (GSI; vyjádřeno v absolutní hodnotě poměru hmotnosti gonád k hmotnosti těla ryby) vypočítané zvláště pro mličáky a jikernačky tržního keříčkovce červenolemého odkrmeného pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.5. HUSTOTA OBSÁDEK A MORTALITA

Hustota obsádek lineárně narůstala se zvyšující se kusovou hmotností jedinců (graf č. 9). Průměrná počáteční hustota obsádek ve dni nasazení (14. 9. 2012) byla $53,49 \pm 0,36 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Na konci třetího experimentálního období (16. 11. 2012) bylo docíleno průměrné konečné hustoty obsádek $168,75 \pm 12,23 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Největší hustoty obsádek bylo dosaženo u skupiny ryb krmených krmivem CATCO SELECT - 13EF ($109,74 \pm 4,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ na konci prvního období a $186 \pm 8,64 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ na konci třetího období). Nižší hustoty obsádek bylo dosaženo u ryb krmených krmivem CATCO GROWER - 12EF ($99,87 \pm 3,94 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ na konci prvního období a $161,27 \pm 6,28 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ na konci třetího období). Horší nárůst hustoty obsádek vykazovaly ryby krmené krmivem Haltáp ($96,80 \pm 2,34 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ na konci prvního období a $159 \pm 6,56 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ na konci třetího období).

V průběhu celého pokusu došlo k úhynu 9 jedinců z celkového počtu 720. Výsledná mortalita za celé experimentální byla na úrovni 1,25 %.

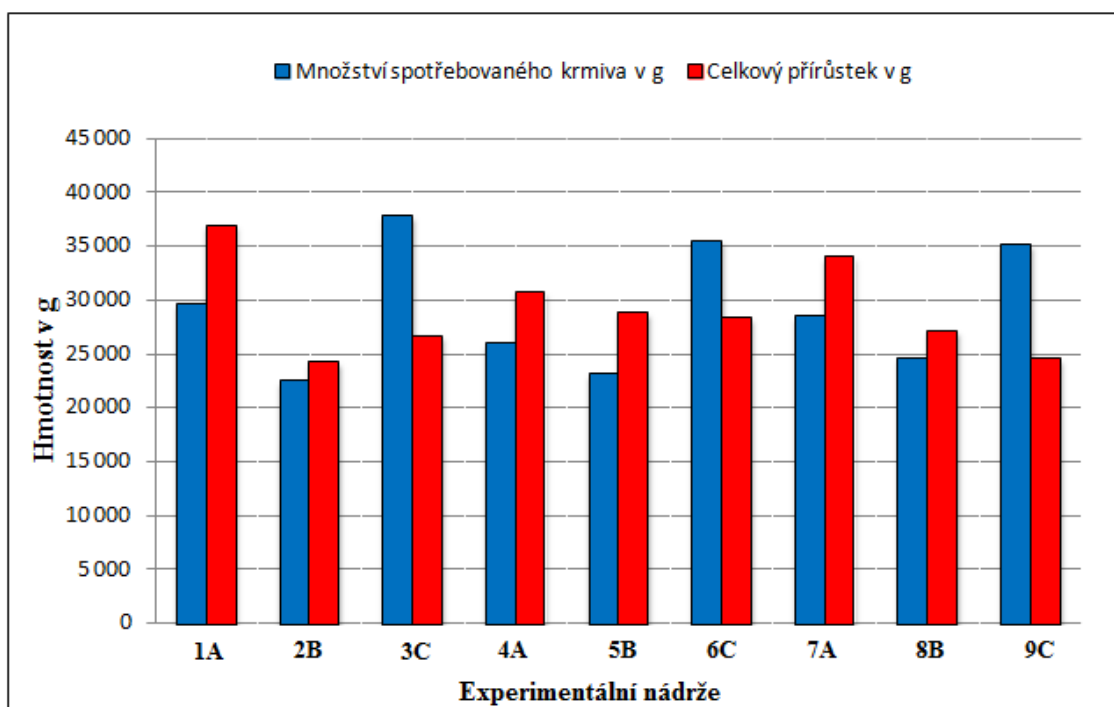


Graf č. 9: Průběh hodnot hustoty obsádek (vyjádřeno jako hmotnost biomasy ryb na jeden metr krychlový, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) během jednotlivých dílčích experimentálních období (I, 1. - 3. týden; II, 4. - 6. týden; III, 7. - 9. týden), při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.6. PŘÍRŮSTEK BIOMASY A SPOTŘEBA KRMIVA

Na konci prvního experimentálního období (5. 10. 2012) bylo docíleno průměrné individuální hmotnosti u ryb krmných krmivem CATCO SELECT - 13EF ($413 \pm 13,02$ g), CATCO GROWER - 12EF ($378 \pm 16,43$ g), Haltáp ($366 \pm 6,46$ g). Na konci druhého experimentálního období (26. 10. 2012) bylo docíleno průměrné individuální hmotnosti u ryb krmných krmivem CATCO SELECT - 13EF ($566 \pm 16,88$ g), CATCO GROWER - 12EF ($496 \pm 17,72$ g), Haltáp ($497 \pm 9,52$ g). Ke dni ukončení pokusu (16. 11. 2012) bylo dosaženo průměrné individuální hmotnosti ryb krmných krmivem CATCO SELECT - 13EF ($712 \pm 26,86$ g), CATCO GROWER - 12EF ($610 \pm 27,23$ g), Haltáp ($606 \pm 21,55$ g).

Nejvyšší přírůstek hmotnosti vykazovaly ryby krmné CATCO SELECT - 13EF, a to $33,9 \pm 2,53$ kg při spotřebě krmiv $28 \pm 1,54$ kg. Velmi srovnatelný přírůstek byl zaznamenán u ryb, kterým bylo předkládáno krmivo CATCO GROWER - 12EF ($26,75 \pm 1,9$ kg se spotřebou krmiva $23,42 \pm 0,89$ kg) a krmivo Haltáp ($26,53 \pm 1,56$ kg se spotřebou krmiva $36,16 \pm 1,16$), zachyceno v grafu č. 10.



Graf č. 10: Rozdíl v celkové spotřebě krmiv a velikosti přírůstku za celé experimentální období (63 dnů) pro jednotlivé odchovné nádrže (1. - 9.) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv s náhražkou rybí moučky (A - CATCO SELECT – 13EF; B - CATCO GROWER - 12EF; C – Haltáp).

Tabulka č. 4: Znásobení hmotnosti biomasy tržních keříčkovců červenolemých krmných odlišným druhem komplexního krmiva (CATCO SELECT - 13EF, CATCO GROWER - 12EF a Haltáp) ke dni ukončení experimentálního pokusu 16. 11. 2012

Krmiva	CATCO SELECT - 13EF	CATCO GROWER - 12EF	Haltáp
Zvýšení hmotnosti (X-krát)	2,55 ± 0,12	2,24 ± 0,1	2,26 ± 0,10

4.7. KRMNÉ NÁKLADY NA KILOGRAM PŘÍRŮSTKU

Při stanovení krmných nákladů 1 kg přírůstku bylo vycházeno z konečné ceny krmiva, která je uvedena v tabulce č. 5. Výsledné relativní krmné náklady na 1 kg přírůstku jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 5: Cena 1 kg krmiva

Název krmiva	Cena 1 kg krmiva
CATCO SELECT - 13EF	51,- Kč
CATCO GROWER - 12EF	51,- Kč
Haltáp	32,- Kč

Tabulka č. 6: Relativní krmné náklady na 1 kg přírůstku hmotnosti keříčkovce červenolemého

Název krmiva	Náklady na 1 kg přírůstku
CATCO SELECT - 13EF	41,98,- Kč
CATCO GROWER - 12EF	44,02,- Kč
Haltáp	41,33,- Kč

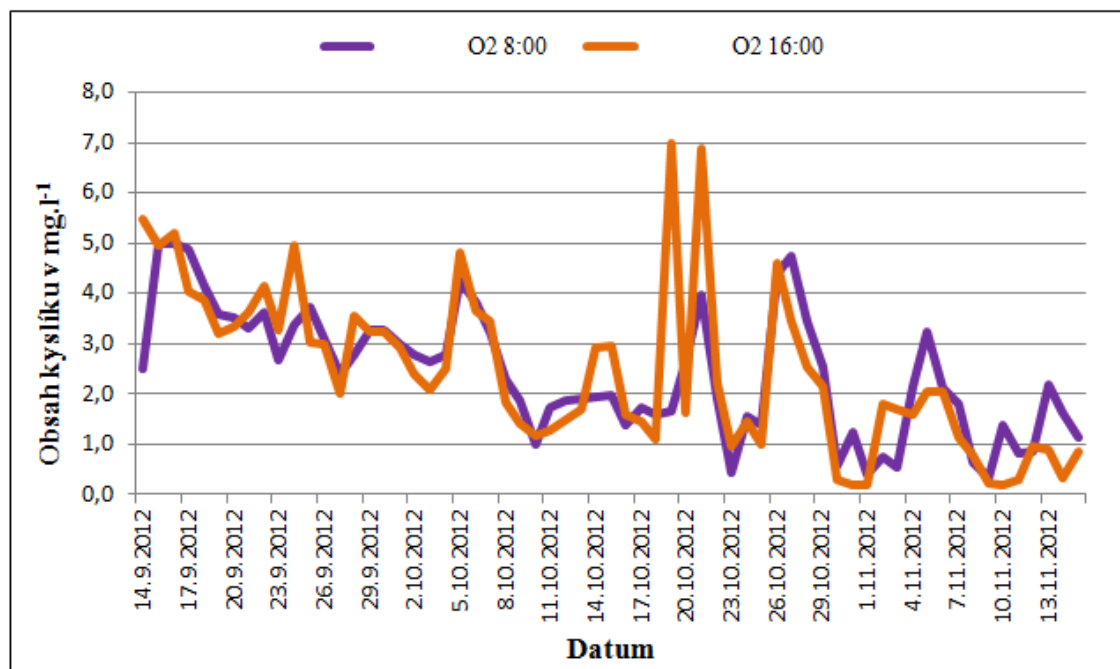
4.8. SLEDOVÁNÍ KVALITY VODY

4.8.1. Obsah kyslíku

Nasycení vody kyslíkem se za celé odchovné období pohybovalo v průměrné hodnotě $2,40 \pm 1,43 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$. V dopoledních hodinách (8:00) bylo průměrné nasycení $2,42 \pm 1,24 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$ a v odpoledních (16:00) $2,45 \pm 1,6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$. Extrémní pokles hodnot byl zaznamenán ve III. experimentálním období ($0,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$). Naopak nejvyšší (nejpříznivější) hodnota byla zaznamenána ve druhém experimentálním období ($7 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$). Průběh nasycení vody kyslíkem je znázorněn v grafu č. 11.

Tabulka č. 7: Průměrný obsah kyslíku ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v odchovném systému v průběhu jednotlivých dílčích experimentálních období

Čas	I. období	II. období	III. období
v 8:00	$3,40 \pm 0,76$	$2,11 \pm 0,96$	$1,76 \pm 1,26$
v 16:00	$3,53 \pm 0,96$	$2,48 \pm 1,75$	$1,35 \pm 1,15$



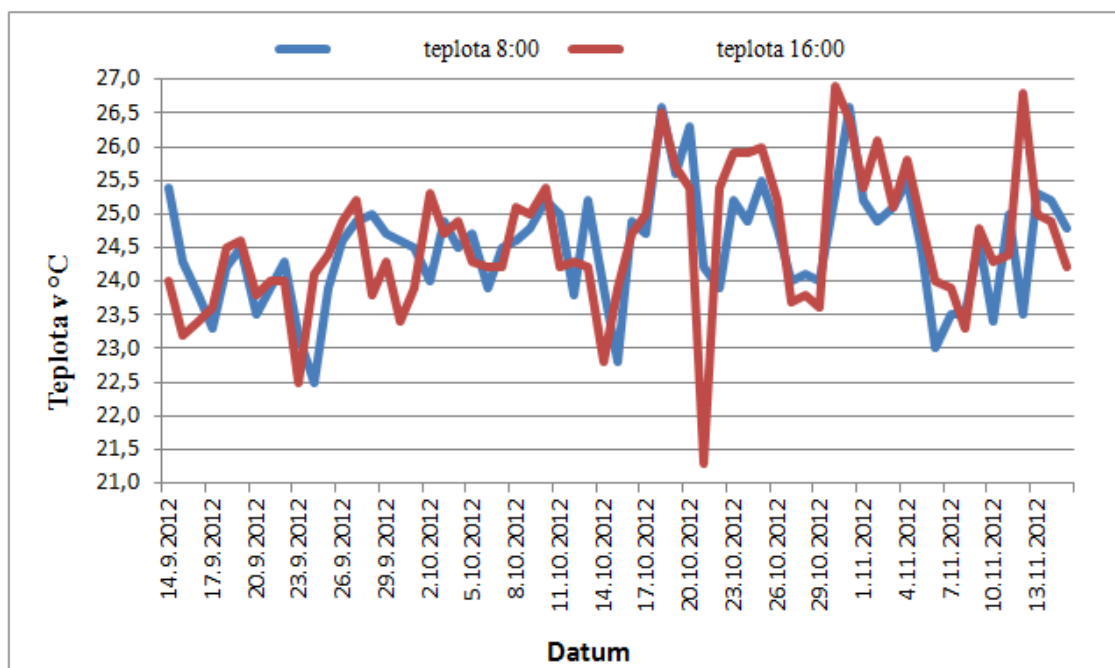
Graf č. 11: Nasycení vody kyslíkem ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) měřené ve dvou intervalech (8:00, 16:00) v průběhu celého experimentálního pokusu (14. 9. 2012 – 16. 9. 2012) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.8.2. Teplota

Teplota vody v průběhu celého experimentálního období nabývala průměrné hodnoty $24,52 \pm 0,95$ °C. Naměřené hodnoty v dopoledních hodinách a odpoledních byly velice vyrovnané (8:00 - $24,51 \pm 0,83$ °C a v 16:00 - $24,53 \pm 1,03$ °C). Největší pokles teploty vody se projevil ve druhém experimentálním období (21,3 °C). Naopak největší vzestup je patrný ve třetím období, a to 26,8 °C. Průběh teplot je znázorněn v grafu č. 12.

Tabulka č. 8: Průměrná teplota (°C) v odchovném systému v průběhu jednotlivých experimentálních dílčích období.

Čas	I. období	II. období	III. období
v 8:00	$24,21 \pm 0,67$	$24,77 \pm 0,85$	$24,56 \pm 0,86$
v 16:00	$24,12 \pm 0,68$	$24,73 \pm 1,15$	$24,73 \pm 2,02$



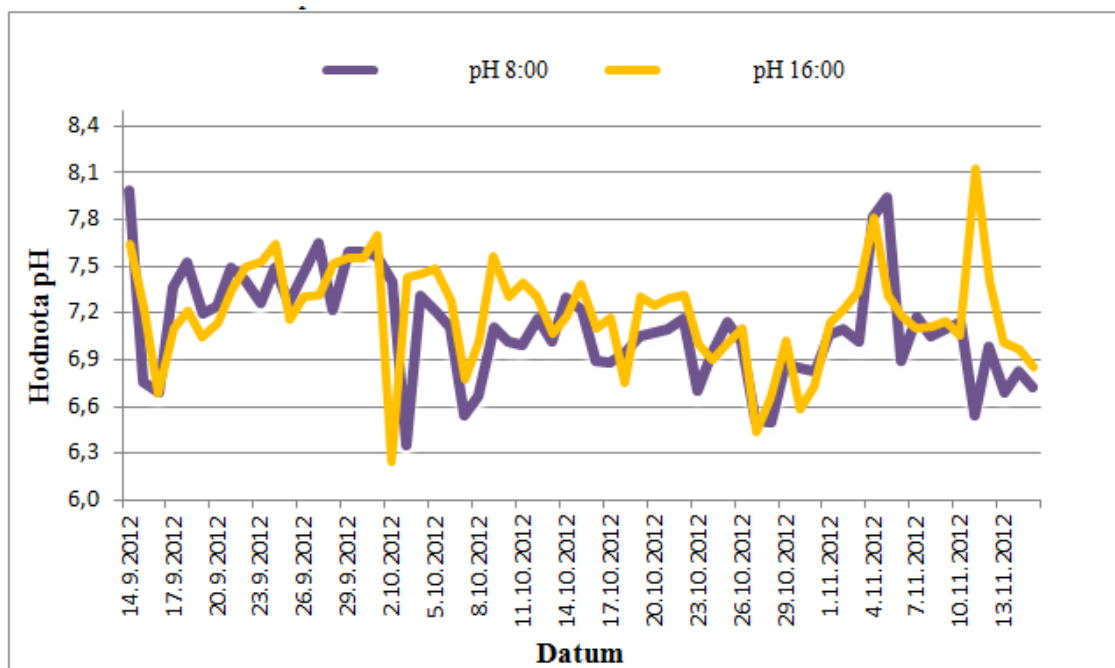
Graf č. 12: Průběh teplot vody (°C) měřených ve dvou intervalech (8:00, 16:00) v průběhu celého experimentálního pokusu (14. 9. 2012 – 16. 9. 2012) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.8.3. pH

Průměrná hodnota pH vody za celé pokusné období nabývala $7,20 \pm 0,34$. V dopoledních hodinách (8:00) bylo zaznamenáno pH vody na úrovni $7,11 \pm 0,34$ a v odpoledních (16:00) došlo k nárůstu na hodnotu $7,2 \pm 0,32$. Extrémní hodnoty (nízké a vysoké) byly zjištěny při odpoledním měření, a to na konci prvního experimentálního období (6,3) a na konci třetího období (8,1). Průběh hodnot pH je znázorněn v grafu č. 13.

Tabulka č. 9: Průměrná hodnota pH v odchovném systému v průběhu jednotlivých dílčích experimentálních období.

Čas	I. období	II. období	III. období
v 8:00	$7,33 \pm 0,35$	$7,02 \pm 0,19$	$6,99 \pm 0,35$
v 16:00	$7,30 \pm 0,33$	$7,18 \pm 0,21$	$7,11 \pm 1,03$



Graf č. 13: Hodnoty pH vody měřené ve dvou intervalech (8:00, 16:00) v průběhu celého experimentálního pokusu (14. 9. 2012 – 16. 9. 2012) při odchovu tržních ryb keříčkovce červenolemého pomocí třech typů komplexních granulovaných krmiv (s náhražkou rybí moučky).

4.9. SENZORICKÉ POSOUZENÍ KVALITY MASA

4.9.1. Konzistence

Z hlediska konzistence svaloviny nebyl mezi použitými krmivými nalezen statisticky průkazný rozdíl [ANOVA test: $F(2, 87) = 0,606$; $P = 0,548$] (graf č. 14).

4.9.2. Vůně

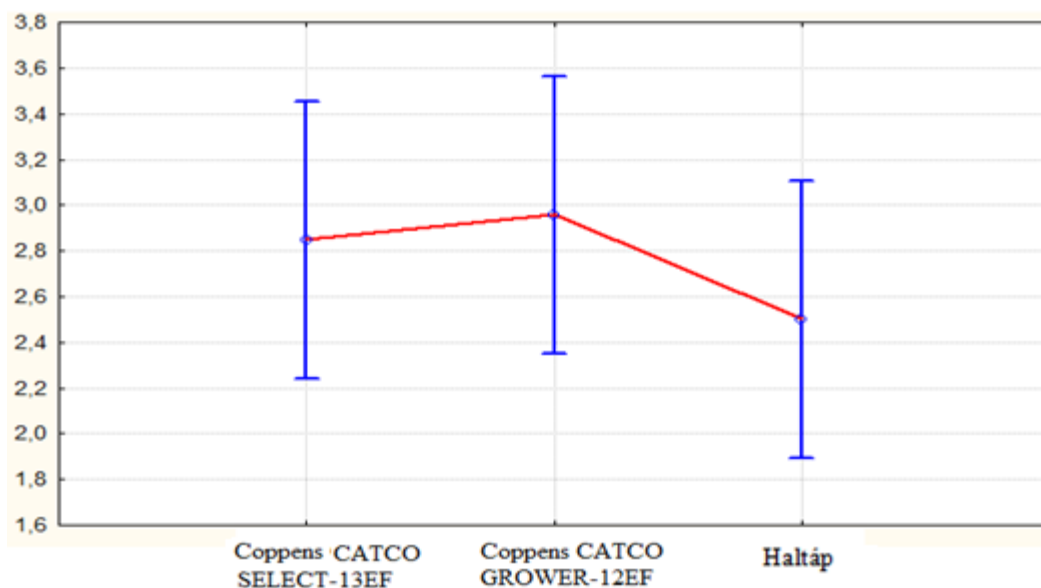
Z hlediska vůně svaloviny nebyl mezi použitými krmivými nalezen statisticky průkazný rozdíl [ANOVA test: $F(2, 87) = 0,371$; $P = 0,691$] (graf č. 15).

4.9.3. Chuť

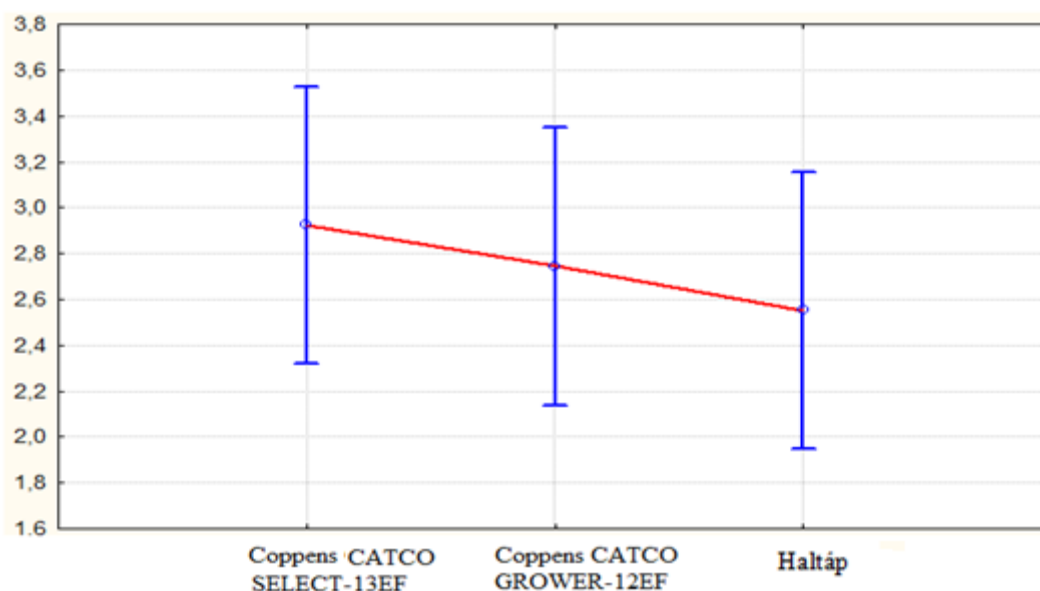
Z hlediska chuti svaloviny nebyl mezi použitými krmivými nalezen statisticky průkazný rozdíl [ANOVA test: $F(2, 87) = 0,331$; $P = 0,719$] (graf č. 16).

4.9.4. Pachut'

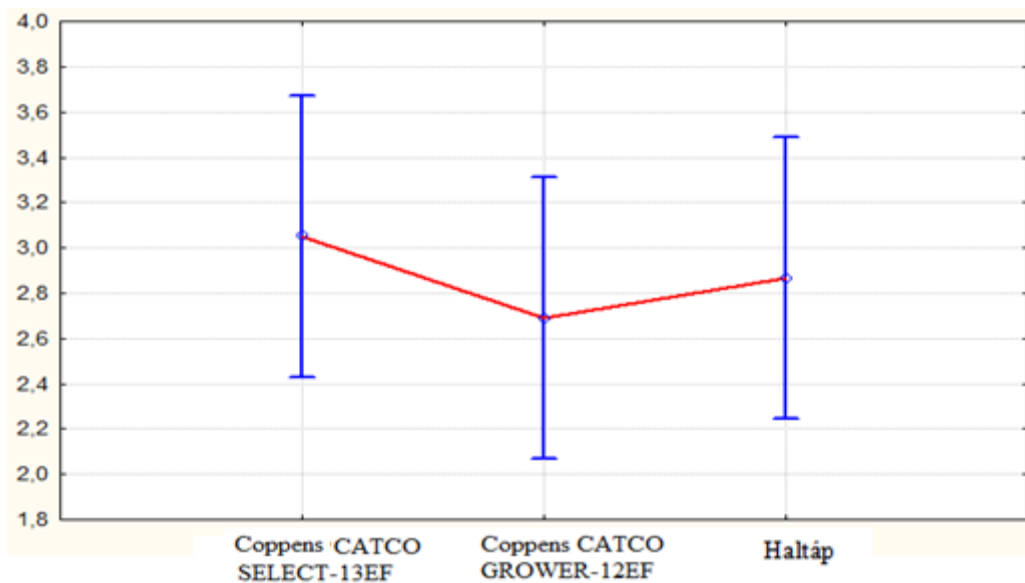
Z hlediska pachutě svaloviny nebyl mezi použitými krmivy nalezen statisticky průkazný rozdíl [ANOVA test: $F(2, 87) = 1,286$; $P = 0,282$] (graf č. 17).



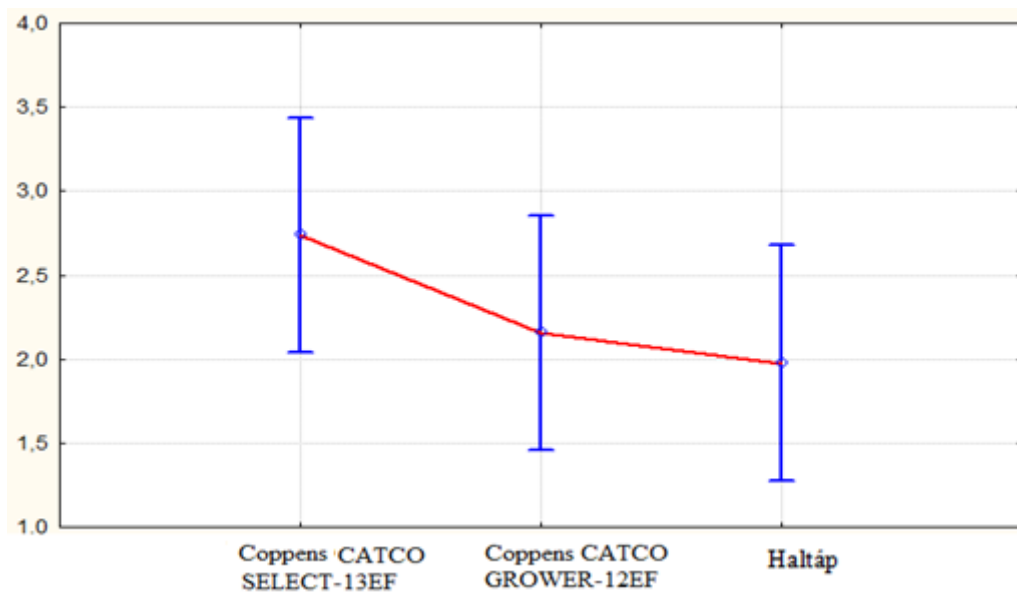
Graf č. 14: Posouzení dopadu třech různých podávaných komplexních krmiv (Coppens CATCO SELECT – 13EF, Coppens CATCO GROWER – 12EF a Haltáp) na konzistenci tepelně upravené svaloviny tržního keříčkovce červenolemého chovaného v RAS.



Graf č. 15 Posouzení dopadu třech různých podávaných komplexních krmiv (Coppens CATCO SELECT – 13EF, Coppens CATCO GROWER – 12EF a Haltáp) na vůni tepelně upravené svaloviny tržního keříčkovce červenolemého chovaného v RAS.



Graf č. 16: Posouzení dopadu třech různých podávaných komplexních krmiv (Coppens CATCO SELECT – 13EF, Coppens CATCO GROWER – 12EF a Haltáp) na chuť tepelně upravené svaloviny tržního keříčkovce červenolemého chovaného v RAS.

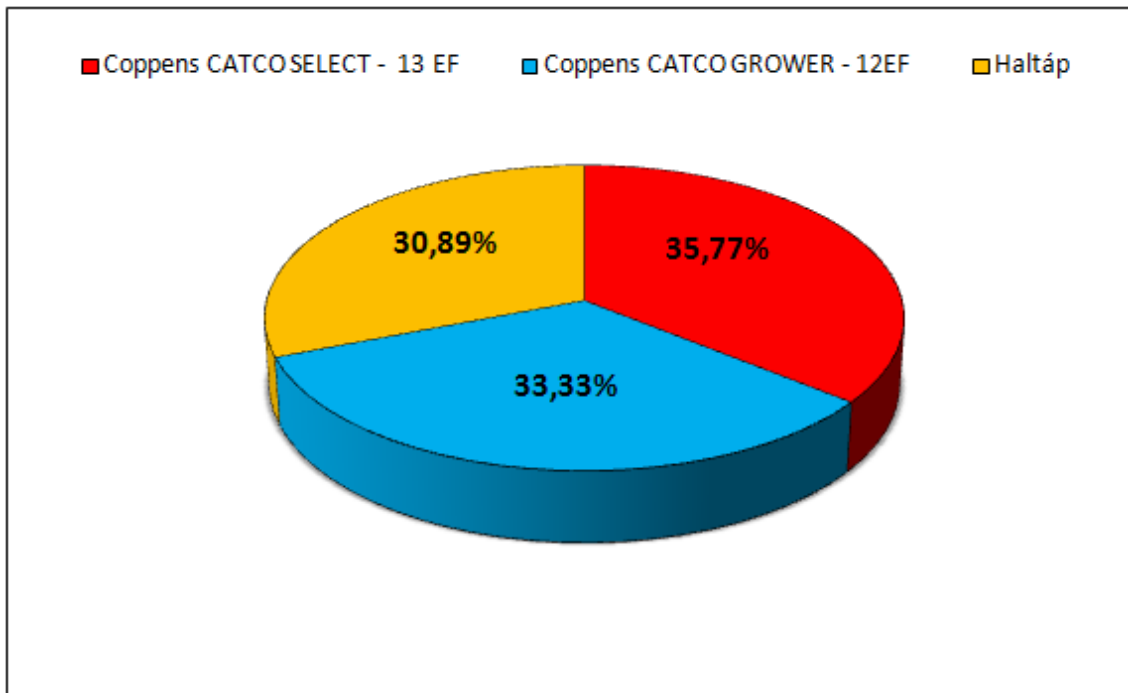


Graf č. 17: Posouzení dopadu třech různých podávaných komplexních krmiv (Coppens CATCO SELECT – 13EF, Coppens CATCO GROWER – 12EF a Haltáp) na přítomnost pachutě v tepelně upravené svalovině tržního keříčkovce červenolemého chovaného v RAS.

4.9.5. Preferenční analýza

Výsledky preferenční analýzy neprokázaly rozdílnost v organoleptických vlastnostech jednotlivých vzorků svaloviny keříčkovců krmených odlišnými druhy krmiv. Hodnotitelé však označili z hlediska organoleptických vlastností za nejlepší (35,77 % respondentů), tj. jimi nejpreferovanější z hlediska všech analyzovaných

vlastností, vzorek svaloviny ryb, které byly krmeny krmivem CATCO SELECT - 13EF. Jako druhý se umístil CATCO GROWER - 12EF (33,33 %) a třetí skončil Haltáp (30,89 %) z důvodu přítomnosti pachutě a méně příznivé konzistence pro respondenty (graf č. 18).



Graf č. 18: Výsledky preferenční pořadové analýzy (vyjádřena v %) organoleptického posouzení kvality svaloviny keříčkovců krmených rozdílnými komerčními krmivy. Pořadí vzorků (1 až 3) v preferenční analýze vychází ze subjektivní preference respondentů na základě posouzení přítomnosti/nepřítomnosti a intenzity posuzovaných organoleptických parametrů (konzistence, vůně, chuť, pachut').

5. DISKUZE

V bakalářské práci byla studována produkční účinnost třech různých vysoce kvalitních komplexních krmiv určených pro odchov „sumců“ v chovu keříčkovců červenolemých v poloprovozních podmínkách RAS.

Komplexní krmné směsi využitě v produkčním testování obsahovaly vysoký podíl proteinů na úrovni 42 % - 45 % a nižší podíl tuků (6,5 % - 13 %). Nejpříznivějších výsledků (FCR, SGR) bylo dosaženo u krmiv s vyšším zastoupením tuků (12 % - 13 %). Pruszyński (2003) zjistil, že keříčkovci krmení krmivem s obsahem proteinů 40 % a tuků 12 % vykazují vysokou SGR a příznivý FCR za minimální produkce amoniakálního dusíku. Degani a kol. (1989) udávají také za optimální procentuální zastoupení živin hodnoty 40 % bílkovin a 10 - 15 % tuků. V experimentálním pokusu zjistili, že snižující se obsah dusíkatých látek a tuků má za následek pokles SGR. Keříčkovec červenolemý vykazuje nižší nároky na množství dusíkatých látek, tuků a metabolizovatelné energie v krmivu oproti ostatním karnivorním druhům ryb. Nároky na množství proteinů a tuků však narůstají se stoupající teplotou vody (Henken a kol., 1986). Při porovnávání s omnivorním druhem ryby, např. tlamounem nilským (*Oreochromis niloticus*), který je velmi často chovaným druhem ryby v provozních podmínkách RAS, vyžaduje oproti keříčkovci procentuální zastoupení živin v krmivu pouze 25 % proteinů a 8 % tuků (Deyab a Magdy, 2005).

Hlavním cílem pokusu bylo vyhodnotit účinnost jednotlivých experimentálních krmiv. K porovnání byly použity čtyři základní ukazatele. Prvním ukazatelem byla SGR, nejpříznivějších hodnot nabývala v prvním experimentálním období odchovu v průměru $1,80 \pm 0,26 \% \cdot d^{-1}$. Důvodem bylo především rychlé znásobování hmotnosti těla ryb. Tento trend byl nejvíce charakteristický pro nejmladší jedince (první experimentální období). S narůstajícím stářím keříčkovců docházelo k pomalejšímu nárůstu hmotnosti ryb, a tedy i SGR. Nejvyšší hodnoty SGR byly zaznamenány u keříčkovců, kterým bylo podáváno krmivo SELECT - 13EF ($1,58 \pm 0,42 \% \cdot d^{-1}$) s vyšším podílem tuků na úrovni 13 % o velikosti RDKD $1,4 \pm 0,29 \%$, následovalo maďarské krmivo Haltáp (SGR $1,38 \pm 0,33 \% \cdot d^{-1}$) s nejnižším obsahem tuků 6,5 %, které bylo však zkrmováno v nejvyšších RDKD o velikosti $1,94 \pm 0,06 \%$, nejnižší hodnotu SGR vykazovalo krmivo GROWER - 12 EF ($1,35 \pm 0,31 \% \cdot d^{-1}$) s vyšším obsahem tuků 12 %, které bylo zkrmováno v nejmenší RDKD ($1,28 \pm 0,21 \%$).

Autor Čtrnáct (2012) také uvádí, že ryby dosahovaly nejvyšší SGR ($2,28 \% \cdot d^{-1}$) v prvním období pokusu, za nejpříznivější krmiva z hlediska SGR označuje SELECT - 13EF, GROWER - 12EF a GROWER - 13EF. Hodnocením SGR se také zabývali Degani a kol. (1989), využívali krmiva s různým obsahem bílkovin, která zkrmovali rybám při různé teplotě vody v rozmezí 23 - 27 °C. Jejich výsledky prokazují lineárně narůstající SGR se stoupající teplotou vody a obsahem bílkovin.

Dalším hodnoceným ukazatelem produkční účinnosti krmiv byl FCR. Nejpříznivější průměrné hodnoty FCR vykazovala krmiva s vyšším zastoupením tuků, u krmiva SELECT - 13EF s obsahem 13 % tuků bylo dosaženo FCR ($0,83 \pm 0,02$), dále následovalo krmivo GROWER - 12EF (FCR $0,87 \pm 0,01$) s obsahem tuků 12 %. Nejhorší FCR bylo zaznamenáno u krmiva Haltáp ($1,37 \pm 0,13$) s nejnižším obsahem tuků 6,5 %. Degani a kol. (1989) zjistili, že keříčkovci chovaní při vyšších optimálních teplotách vykazují příznivější FCR. V testování potvrzují, že ryby chované při teplotě 23 °C dosahují hodnoty FCR 2,5. Oproti tomu ryby chované při vyšších teplotách 25 °C vykazují znatelné snížení FCR o 46 % na hodnotu 1,36 a při teplotě vody 27 °C až o 63 % FCR ($0,93$). Produkční testování krmiv probíhalo při průměrné teplotě vody $24,52 \pm 0,95$ °C, pokud by podle Degani a kol. (1989) došlo ke zvýšení teploty na 27 °C, mohly by hodnoty FCR klesnout až o 17 %, což by mělo z ekonomického hlediska pozitivní dopad na snížení krmných nákladů.

Třetím hodnoceným parametrem byla hustota obsádek. Ryby byly nasazovány do nádrže o průměrné počáteční hustotě obsádky $53,49 \pm 0,36 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Na konci třetího experimentálního období bylo docíleno konečné hustoty obsádek $168,75 \pm 12,23 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nejvyšší hustoty obsádek bylo dosaženo u ryb krmených SELECT - 13EF ($186 \pm 8,64 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$), a to z důvodu vysokého přírůstku ryb za experimentální období. Florence a Harrison (2012) udávají, že keříčkovci chovaní při nižších hustotách vykazují příznivější hodnoty FCR a SGR. Jamaboand a Keremah (2009) potvrzují tuto teorii při svém experimentálním odchovu plůdku keříčkovců červenolemych o hmotnosti 0,6 g, který byl situován v nádržích o objemu 55 l a obsádkách 5 ks, 10 ks a 15 ks. Nejlepších výsledků dosáhli při hustotě obsádek $5 \text{ ks} \cdot 55 \text{ l}^{-1}$, a to pro FCR (2,45), SGR (0,058) s mortalitou jen 8,8 %. Naproti tomu při odchovu $15 \text{ ks} \cdot 55 \text{ l}^{-1}$ byla hodnota méně příznivá (FCR - 2,84, SGR - 0,036) s mortalitou už 18,9 %. Velké hustoty obsádek mají u keříčkovců pozitivní vliv na snížení míry agresivity, a tím i kanibalismu (Kaiser a kol., 1995). Adámek (1994)

doporučuje při intenzivním chovu tržních keříčkovců červenolemých v rybnících v letním období dodržovat hustotu obsádek $2 \text{ ks} \cdot \text{m}^{-2}$. V produkčních odchovech tržních keříčkovců červenolemých (RAS) v Nizozemí je dosahováno konečné hustoty obsádek až na úrovni $500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (Nieuwegiessen a kol., 2008).

Posledním hodnoceným ukazatelem produkční účinnosti krmiv byl PER. V průběhu odchovu se snižoval v závislosti na zvyšujícím se FCR. Nejpříznivějších hodnot bylo dosaženo na konci prvního experimentálního období, a to (2,89) u krmiva SELECT - 13EF s nižším zastoupením proteinů 42 %. Degani a kol. (1989) se shodují, že hodnoty PER se s narůstajícím FCR snižují a dále uvádí, že vyšší zastoupení proteinů má za následek zvýšení PER, což se neprokázalo v produkčním testování krmiv.

Součástí experimentu bylo vyhodnocení výtěžnosti filet bez kůže pro samce a samice. Adámek (1994) udává průměrnou hodnotu výtěžnosti filet s kůží 48 % a bez kůže 43 %, nebere však v potaz rozlišnost pohlaví. Spolu s autorem Čtrnáct (2012) se shodují, že výtěžnost u dospělých ryb je ovlivňována hodnotou GSI. V testování bylo zjištěno, že vyšších hodnot GSI dosahují jikernačky ($2,65 \pm 1,34$), s výtěžností filet bez kůže a břišních partií $39,96 \pm 1,26$ %, oproti tomu u mlíčáků bylo docíleno hodnoty GSI jen $0,53 \pm 0,26$ s výtěžností $40,46 \pm 2,33$ %. Z hlediska druhu zkrmovaných směsí byly vyšší hodnoty GSI zaznamenány u samic a samců krmených krmivem GROWER - 12EF (hlavní složka krmiva je rybí moučka s částečnou náhradou rostlinnými produkty), a to $1,81 \pm 1,48$, při poměru pohlaví 1 : 1. Henken a kol. (1987) dále zjistili, že velikost RDKD má dopad na konečnou hodnotu GSI. Ryby krmené nižšími RDKD vykazují výraznější produkci pohlavních produktů, a tedy navyšování hodnot GSI, opačný jev nastal u ryb krmených optimální velikostí krmné dávky (snížená produkce pohlavních produktů). Dále uvádí, že ryby chované v poměru pohlaví 1 : 1 dosahují vyššího průměrného GSI oproti rybám chovaným odděleně. Největší výtěžnost byla zjištěna u ryb krmených holandským krmivem SELECT - 13EF s částečnou náhradou rybí moučky za strojově sušené erythrocyty, a to $41,67 \pm 1,55$ %, následovala skupina ryb krmená Haltápem s výtěžností $40,43 \pm 1,35$ %, nejhorší výtěžnost byla zaznamenána u krmiva GROWER - 12EF ($38,54 \pm 1,23$ %). Krmivo SELECT - 13EF také využíval autor Čtrnáct (2012) v produkčním testování keříčkovců červenolemých, docíloval však výtěžnosti filet bez kůže a břišních partií i o 1,5 % nižší z důvodu vyššího stáří ryb, které už dosahovaly pohlavní dospělosti, a tedy soustředily více živin

do tvorby pohlavních produktů (gonád). Jiné ryby, jako je např. kapr obecný (*Cyprinus carpio*), dosahují výtěžnosti filetu 34 – 39 % (Bauer a Schlott, 2009), u tlamouna nilského se výtěžnost pohybuje v jen na úrovni 32 % (Garduno-Lugo a kol., 2003). Dále byla sledována vyživenost ryb, která byla hodnocena jak pro jednotlivá krmiva, tak i pro jednotlivá pohlaví. Statistické vyhodnocení pomocí metody ANOVA neprokázalo žádnou rozdílnost mezi hodnocenými parametry.

V průběhu odchovu byla denně sledována a zaznamenávána kvalita vody (teplota vody, obsah rozpuštěného kyslíku a pH). Hamáčková a kol. (2007) doporučují optimální teplotu pro odchov v rozmezí 25 - 27 °C. V průběhu experimentu bylo dosaženo průměrné teploty vody $24,52 \pm 0,95$ °C. Nižší teplota vody pod optimální rozmezí byla zapříčiněna nedostačujícím ohřevem vody, který byl zprostředkován pomocí klimatizační jednotky ohřívající vzduch, od něhož se následně ohřívala voda v systému. Pokud by byl použit přímý ohřev pomocí topného tělesa, mohlo by být dosaženo vyšší teploty v optimálním rozsahu pro růst keříčkovců červenolemych, a tím i lepších výsledků. Henken a kol. (1986) potvrzují, že zvýšení teploty vody do optimálního rozmezí má pozitivní dopad na SGR a metabolismus ryb.

Dále byla měřena hodnota pH vody, která se pohybovala v optimálních hodnotách pro růst keříčkovců s průměrem $7,2 \pm 0,34$. Hamáčková a kol. (2007) označují za optimální rozmezí pH 6,5 - 8. Během pokusu došlo několikrát ke krátkodobému překročení této hranice. Důvodem poklesu hodnot pH vody pod 6,5 byla probíhající nitrifikace v biologickém filtru a naopak vysoké hodnoty byly zapříčiněny vyšší dávkou jedlé sody pro zvyšování pH do optimálního rozmezí.

Posledním sledovaným parametrem kvality vody byl obsah rozpuštěného kyslíku. Naměřené hodnoty v průběhu pokusu i během dne mírně kolísaly v závislosti na probíhající nitrifikaci v biologickém filtru a obsahu organických látek ve vodě (vyšší nasycení vody kyslíkem bylo zjištěno po vyčištění či odkalení systému), průměrné nasycení vody kyslíkem bylo v optimálním rozmezí $2,4 \pm 1,43$ mg · l⁻¹ O₂. Conceição (1998) uvádí, že dlouhodobé poklesy koncentrace kyslíku pod 1 mg · l⁻¹ O₂ mají za následek snížení SGR a navýšení FCR. Hamáčková a kol. (2007) považují za optimální nasycení vody kyslíkem rozmezí 1 - 3 mg · l⁻¹ O₂.

Senzorické hodnocení organoleptických vlastností svaloviny (konzistence, vůně, chuti a pachuti) keříčkovců červenolemých, neprokázalo rozdílnost mezi jednotlivými posuzovanými vzorky svaloviny ryb krmenými odlišnými druhy krmiv.

Hodnotitelé (35,77 % respondentů) označili z hlediska organoleptických vlastností za nejlepší, tj. jimi nejpreferovanější z hlediska všech analyzovaných vlastností, vzorek svaloviny ryb, kterým bylo podáváno krmivo CATCO SELECT - 13EF. Autor Čtrnáct (2012) posuzoval také kvalitu svaloviny keříčkovců pomocí preferenční analýzy. Hodnotitelé v jeho testování označili z hlediska posuzovaných organoleptických vlastností na úrovni 40 % respondentů za nejchutnější (jimi nejpreferovanější) vzorek svaloviny ryb, kterým bylo též podáváno krmivo CATCO SELECT - 13EF. Adámek (1994) označuje svalovinu keříčkovců červenolemých za chuťově velmi kvalitní, atraktivní obsahující 17 - 18 % bílkovin, 8 - 10 % tuků a 1 - 1,5 % minerálních látek.

6. ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vyhodnotit vhodnost jednotlivých testovaných krmiv pro intenzivní odchov keříčkovce červenolemého v poloprovozních podmínkách RAS.

Nejlepší výsledky produkční účinnosti krmiv (SGR, FCR, PER) vykazovaly ryby kmené holandským krmivem CATCO SELECT - 13EF (42 % proteinů). Rozdílnost tohoto krmiva od ostatních spočívala v částečné náhradě hlavního zdroje proteinů (rybí moučky) za strojově sušené erythrocyty. Celkové krmné náklady na krmivo na 1 kg přírůstku dosahovaly druhé nejpříznivější hodnoty (41,98,- Kč) při průměrném FCR ($0,83 \pm 0,02$), SGR ($1,58 \pm 0,41 \% \cdot d^{-1}$) a PER ($2,89 \pm 0,08$).

Horších hodnot (SGR, FCR, PER) bylo dosaženo u druhého holandského krmiva CATCO GROWER - 12EF (45 % proteinů) též od firmy Coppens. Hlavní surovinou krmiva je rybí moučka, která je z části nahrazena rostlinnými produkty. Krmné náklady zde díky zvýšení FCR s průměrem $0,87 \pm 0,01$ narostly na 44,02,- Kč. Znatelný pokles byl zaznamenán i ve SGR ($1,35 \pm 0,31 \% \cdot d^{-1}$) a PER ($2,54 \pm 0,04$). Ryby, kterým bylo podáváno CATCO GROWER - 12EF, vykazovaly nejvyšší hodnoty GSI, což naznačuje, že tento druh krmiva je velice vhodný pro odkrm remontních ryb.

Značnou výhodou obou krmiv je vysoká soudržnost granulí, které ve vodě bobtnají a nerozpadávají se, proto jsou velice vhodné pro odkrm keříčkovců červenolemých v RAS.

Nejméně vhodným typem krmiva pro odchov v RAS se prokázalo maďarské krmivo Haltáp (45 % proteinů) obsahující jako hlavní složku rybí moučku, která je z části nahrazena rostlinnými produkty a krevní moučkou. Důvodem byla především vysoká rozpadavost granulí a přítomnost jemných prachových částí, které způsobovaly zákal vody a zanášení mechanického filtru. Pokud by byl tento druh krmiva zkrmován v průtočných systémech vody nebo v zemních nádržích, jednalo by se o velice efektivní krmivo. Krmné náklady na 1 kg přírůstku dosáhly i přes vyšší hodnoty FCR ($1,37 \pm 0,13$) nejnižší hodnoty (41,33,- Kč), z důvodu nízké pořizovací ceny na 1 kg krmiva, SGR dosahovala také příznivé hodnoty ($1,38 \pm 0,38 \% \cdot d^{-1}$), z důvodu zkrmovaných vyšších RDKD. Výsledky PER dosahovaly nejnižších hodnot, a to $1,65 \pm 0,14$. Nespornou výhodou tohoto krmiva je jeho šetrnost k rybím játrům (*hepatopankreas*), u kterých nebyla při stanovování výtěžnosti pozorována žádná znatelná makroskopická změna. Tento jev však není ověřen, vyžadoval by další pozorování.

Rozdíl ve výtěžnosti filet bez kůže a břišních partií mezi jednotlivými pohlavími nebyl statisticky prokázán. Nejvyšší hodnoty výtěžnosti byly zaznamenány u ryb krmených CATCO SELECT - 13EF (42,61 %).

Senzorické hodnocení organoleptických vlastností svaloviny neprokázalo rozdílnost mezi jednotlivými vzorky ryb, které byly krmené odlišným typem krmiva. Nejchutnější vzorek svaloviny označený hodnotiteli na úrovni 37,55 % byl od ryb krmených CATCO SELECT - 13EF.

Závěrem lze říci, že všechny typy testovaných komplexních krmiv s částečnou náhražkou rybí moučky jsou velice kvalitní. Ryby, kterým byla tato krmiva podávána, vykazovaly vynikající růstové vlastnosti. Za nejvhodnější typ krmiva pro odchov keříčkovce červenolemého v RAS z hlediska posuzovaných parametrů se prokázalo holandské krmivo Coppens CATCO SELECT - 13EF.

7. SEZNAM LITERATURY

- Adámek, Z.**, 1994. Letní odchov tilapie a sumečka afrického v rybnících. Vodňany: Edice metodik VÚRH Vodňany č. 43, 3-12.
- Amisah, S., Oteng, M. A., Ofori, J. K.**, 2009. Growth performance of the African catfish, *Clarias gariepinus*, fed varying inclusion levels of *Leucaena leucocephala* leaf meal. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 13, 21-26.
- Bauer, C., Schlott, G.**, 2009. Fillet yield and fat content in common carp (*Cyprinus carpio*) produced in three Austrian carp farms with different culture methodologies. Journal of Applied Ichthyology, 25, 591-594.
- Conceição, L. E. C., Dersjant-Li, Y., Verreth, J. A. J.**, 1998. Cost of growth in larval and juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to growth rate, food intake and oxygen consumption. Aquaculture, 161, 95-106.
- Čtrnáct, P.**, 2012. Testování produkční účinnosti speciálních krmiv pro sumce u tržního keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*) v recirkulačním systému. České Budějovice, 2012. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod (v tisku).
- De Graaf, G., Janssen, J.** 1996. Handbook on the artificial reproduction and pond rearing of the african catfish *Clarias gariepinus* in sub-saharan Africa. Nefisco foundation. Amsterdam. Holandsko. FAO. Fisheries Technical Paper č. 362 Rome, M-44, 109 s.
- Degani, G., Ben-Zvi, Y., Levanon, D.**, 1989. The effect of different protein levels and temperatures on feed utilization, growth and body composition of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Aquaculture, 76, 293-301.
- Deyab, M. S. D., Magdy, M. A. G.**, 2005. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) cultured in concrete tanks. Aquaculture Research, 36, 163-171.
- Garduno-Lugo, M., Granados-Alvarez, I., Munoz-Córdova, G.**, 2003. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia Stirling red *O. niloticus*) males. Aquaculture Research, 34, 1023-1028.
- Graham, S. H., Mohammed, F. A. M.**, 1995. Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development. Aquat. Living Resour, 8, 431-438.

- Hamáčková, J., Kouřil, J., Masár, J., Turanský, R., 2007.** Technologie chovu keříčkovce jihoafrického – sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). Vodňany: Edice metodik VÚRH Vodňany č. 79, 4 - 17.
- Hanel, L., Novák, J., 2004.** České názvy živočichů V. Ryby a rybovití obratlovci (Pisces) 4: Paprskoploutví (Actinopterygii) – Kostnatí (Neopterygii) – Trnobříši (Characiformes) – Nahohřbetí (Gymnotiformes). Národní muzeum (zoologické oddělení), Praha, 172 s.
- Hecht, T., Appelbaum, S., 1988.** Observations on intraspecific aggression and coeval sibling, cannibalism in juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae Pisces) under controlled conditions. *Journal of Zoology*, 214, 21– 44.
- Henken, A. M., Boon, J. B., Cattel, B. C., Lobée, H. W. J., 1987.** Differences in growth rate and feed utilization between male and female African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*, 63, 221-232.
- Henken, A. M., Machiels, M. A. M., Dekker, W. Hogendoorn, H., 1986.** The effect of dietary protein and energy content on growth rate and feed utilization of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*, 58, 55-74.
- Jamabo, N. A., Keremah, R. I., 2009.** Effects of Stocking Density on the Growth and Survival of the Fingerlings of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Journal of Fisheries International*, 4, 55-57.
- Kaiser, H., Weyl, O., Hecht, T., 1995.** Observations on agonistic behaviour of *Clarias gariepinus* larvae and juveniles under different densities and feeding frequencies in a controlled environment. *Journal of Applied Ichthyology*, 11, 25-26.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008.** Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Vodňany: Edice metodik VÚRH Vodňany č. 85, 3-36.
- Kouřil, J., Podhorec, P., Stejskal, V., Polícar, T., Kříšťan, J., Drozd, B., 2011.** Optimalizace metod hormonálně indukované ovulace při řízené reprodukci vybraných hospodářsky významných teplomilných druhů ryb. Vodňany: Edice metodik FROV JU Vodňany, č. 120, 10., 15.
- Lang, Š., Kopp, R., Brabec, T., Víték, T., Mareš, J., 2011.** Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb: I. Stabilizace kyselinové neutralizační kapacity a snížení toxicity dusitanů v recirkulačním systému dánského typu. Brno: Technologie R02, Mendelova univerzita v Brně, č. R02, 13.
- Legendre, M., Teugels, G. G., Cauty, C., Jalabert, B., 2006.** A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840, and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). *Journal of Fish Biology*, 40, 59-79.

- Martins, M. I. C., Eding, E. H., Verdegem, M. C. J., Heinsbroek, L. T. N., Schneider, O., Blancheton, J. P., Roque d' Orbecastel, E., Verreth, J. A. J.,** 2010. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43, 83-93.
- Morenike, A. A., Comfort, A. A., Ademola, B. A.,** 2008. Feed utilization, growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings cultured under different photoperiods. *Aquaculture*, 283, 64-67.
- Nyina-Wamwiza, L., Wathelet, B., Richir, J., Rollin, X., Kestemont, P.,** 2010. Partial or total replacement of fish by local aquacultural products in diet of juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*): growth performance, feed efficiency and digestibility. *Aquaculture nutrition*, 16, 237-247.
- Petr, M.,** 2012. Testování produkční účinnosti vybraných komerčních krmiv pro tržního keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*). České Budějovice, 2012. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.
- Pokorný, J., Lucký, Z., Lusk, S., Pohunek, M., Jurák, M., Štědranský, E., Prášil, O.,** 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník. Faus, Plzeň, 402 s.
- Pruszyński, T.** 2003. Effects of feeding on ammonium excretion and growth of the African catfish (*Clarias gariepinus*) fry. *Czech Journal of animal science*, 48, 106-112.
- Russo, R. C., Thurson, R. V.,** 1997. The acute toxicity of nitrite to fishes. In: Tubb, R. A., (ed). *Recent Advances in Fish Toxicity*. US Environmental Protection Agency, Corvallis, Oregon. 97330, 118-131.

Elektronické zdroje:

- Coppens. 2013.** Complete feed program for catfish farming [online]. [cit. 15.03. 2013]. Dostupné na WWW: <http://www.coppens.eu/gallery/Engelse_brochures/2013/encatcoleaflet2013.pdf>.
- FAO Fishery Statistics.** 2006. Cultured Aquatic Species Information Programme *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) [online]. [cit. 18. 03. 2013]. Dostupné na WWW: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en>.
- FAO Fishery Statistics.** 2013. Species Fact Sheets *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) [online]. [cit. 18. 03. 2013]. Dostupné na WWW: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en>.

8. PŘÍLOHY



Příloha č. 1: Přehled použitých krmiv (na levé straně CATCO SELECT - 13EF, uprostřed CATCO GROWER - 12EF a napravo Haltáp)



Příloha č. 2: Krmivo CATCO SELECT - 13EF (4,5 mm)



Příloha č. 3: Krmivo CATCO GROWER - 12EF (4,5 mm)



Příloha č. 4: Krmivo HALTÁP (5 mm)



Příloha č. 5: Odchovné nádrže



Příloha č. 6: Pohled na jedince při posledním přelovení (hmotnost 1 062 g)



Příloha č. 7: Stanovení výtěžnosti dne 19. 11. 2012



Příloha č. 8: Filety keříčkovce červenolemého



Příloha č. 9: Připravený prezenční vzorek svaloviny keříčkovce červenolemého k tepelné úpravě



Příloha 10 : Senzorická analýza probíhající na ÚA JCU dne 19. 11. 2012

Příloha 11: Hustota obsádek uvedená v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

nádrž	I.	II.	III.
1A	114	157	197
2B	96	125	152
3C	100	134	165
4A	104	141	176
5B	98	134	167
6C	96	131	162
7A	110	147	184
8B	105	134	165
9C	94	126	150

Příloha 12: Průměrná hustota obsádek uvedená v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

období	průměr A	průměr B	průměr C
I.	109,74 ± 4,04	99,87 ± 3,94	96,80 ± 2,34
II.	148,41 ± 6,58	131,17 ± 4,19	130,41 ± 3,19
III.	186 ± 8,64	161,27 ± 6,23	159 ± 6,56

Příloha 13: Hodnota FCR za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

nádrže	I.	II.	III.
1A	0,74	0,8	0,86
2B	0,98	0,87	0,93
3C	1,48	1,33	1,46
4A	0,96	0,78	0,81
5B	0,87	0,73	0,82
6C	1,11	1,24	1,39
7A	0,73	0,91	0,89
8B	0,8	1,01	0,93
9C	1,2	1,34	1,81

Příloha 14: Průměrná hodnota FCR za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

období	průměr A	průměr B	průměr C
I.	0,81 ± 0,11	0,89 ± 0,07	1,26 ± 0,16
II.	0,83 ± 0,06	0,87 ± 0,11	1,31 ± 0,04
III.	0,85 ± 0,03	0,85 ± 0,05	1,55 ± 0,18

Příloha 15: Hodnoty SGR uvedené v % · den⁻¹ za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

nádrže	I.	II.	III.
1A	2,18	1,6	1,09
2B	1,48	1,33	0,94
3C	1,37	1,54	1
4A	1,81	1,65	1,07
5B	1,72	1,59	1,03
6C	1,77	1,63	1,02
7A	2,24	1,5	1,09
8B	1,84	1,21	0,99
9C	1,78	1,46	0,82

Příloha 16: Průměrné hodnoty SGR uvedené v % · den⁻¹ za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

období	průměr A	průměr B	průměr C
I.	2,08 ± 0,19	1,68 ± 0,15	1,64 ± 0,19
II.	1,58 ± 0,06	1,37 ± 0,16	1,54 ± 0,07
III.	1,08 ± 0,01	0,99 ± 0,04	0,95 ± 0,09

Příloha 17: Hodnoty (PER) za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

nádrže	I.	II.	III.
1A	3,2	2,96	2,78
2B	2,26	2,54	2,39
3C	1,5	1,67	1,52
4A	2,49	3,06	2,93
5B	2,54	3,03	2,7
6C	2	1,79	1,59
7A	3,27	2,62	2,69
8B	2,76	2,21	2,4
9C	1,85	1,65	1,23

Příloha 18: Průměrné hodnoty (PER) za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

období	průměr A	průměr B	průměr C
I.	2,99 ± 0,36	2,52 ± 0,21	1,78 ± 0,21
II.	2,88 ± 0,19	2,59 ± 0,33	1,70 ± 0,06
III.	2,80 ± 0,10	2,50 ± 0,15	1,45 ± 0,16

Příloha 19: Velikost RDKD (%) za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

nádrže	I.	II.	III.
1A	1,78	1,35	1,1
2B	1,55	1,24	1,05
3C	2,02	1,89	1,9
4A	1,76	1,26	1,05
5B	1,58	1,24	1,05
6C	2,02	1,89	1,9
7A	1,8	1,37	1,1
8B	1,56	1,24	1,05
9C	2,02	1,89	1,9

Příloha 20: Průměrná velikost RDKD (%) za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.), pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

období	průměr A	průměr B	průměr C
I.	1,78	1,56	2,02
II.	1,33	1,24	1,89
III.	1,08	1,05	1,90

Příloha 21: Reálná spotřeba krmiva (g) za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.) a za celý krmný pokus, pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

období	1A	2B	3C	4A	5B	6C	7A	8B	9C
I.	8 935	7 262	10 634	8 778	7 179	9 448	8 622	7 550	9 516
II.	10 338	7 608	13 579	8 578	7 995	13 033	9 928	8 532	12 825
III.	10 338	7 608	13 579	8 578	7 995	13 033	9 928	8 532	12 825
celkem	29 610	22 477	37 792	25 935	23 169	35 514	28 478	24 613	35 166

Příloha 22: Přírůstek ryb (g) za jednotlivá experimentální období (I.; II. a III.) a za celý krmný pokus pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí (A - SELECT - 13EF; B - GROWER - 12EF a C - Haltáp).

období	1A	2B	3C	4A	5B	6C	7A	8B	9C
I.	12 025	7 373	7 166	9 165	8 220	8 519	11 855	9 380	7 919
II.	12 847	8 698	10 213	11 020	10 889	10 486	10 943	8 588	9 551
III.	12 072	8 170	9 310	10 557	9 720	9 351	11 213	9 210	7 086
celkem	36 944	24 241	26 689	30 742	28 829	28 356	34 011	27 178	24 556

Příloha 23: Výpočet přírůstku biomasy obsádek v gramech (za využití FCR = 1) a velikosti podávané RDKD znázorněné v procentech a gramech pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí v I. experimentálním období.

Datum	1A	2B	3C	4A	5B	6C	7A	8B	9C
14. 9. nasazeno v g	22 266	21 504	22 831	22 181	21 181	20 272	21 271	22 223	20 413
15. 9. krmivo v %	0,9	0,9	1	0,9	0,9	1	0,9	0,9	1
v g	200	194	228	200	191	203	191	200	204
16. 9. biomasa v g	22 466	21 698	23 059	22 381	21 366	20 475	21 462	22 423	20 617
16. 9. krmivo v %	1,8	1,8	2	1,8	1,8	2	1,8	1,8	2
v g	404	391	461	403	385	409	386	404	412
17. 9. biomasa v g	22 870	22 089	23 520	22 784	21 751	20 884	21 848	22 827	21 029
17. 9. krmivo v %	1,8	1,8	2	1,8	1,8	2	1,8	1,8	2
v g	412	398	470	410	392	418	393	411	421
18. 9. biomasa v g	23 282	22 478	23 990	23 191	22 143	21 302	22 241	23 238	21 450
18. 9. krmivo v %	1,8	1,8	2	1,8	1,8	2	1,8	1,8	2
v g	419	405	480	417	399	426	400	418	429
19. 9. biomasa v g	23 701	22 883	24 470	23 608	22 542	21 728	22 641	23 656	21 879
19. 9. krmivo v %	2	2	2,3	2	2	2,3	2	2	2,3
v g	474	458	563	472	451	500	453	473	503
20. 9. biomasa v g	24 175	23 341	25 033	24 080	22 333	22 228	23 094	24 129	22 382
20. 9. krmivo v %	2	2	2,3	2	2	2,3	2	2	2,3
v g	484	467	576	482	460	511	462	483	515
21. 9. biomasa v g	24 659	23 808	25 609	24 562	22 793	22 739	23 556	24 612	22 897
21. 9. krmivo v %	2	2	2,3	2	2	2,3	2	2	2,3
v g	493	476	589	512	456	523	471	492	527
22. 9. biomasa v g	25 152	24 284	26 198	25 074	23 195	23 262	24 027	25 104	23 424
22. 9. krmivo v %	1,9	1,9	2,2	1,9	2,0	2,2	1,9	1,9	2,2
v g	484	467	576	482	460	511	462	483	515
23. 9. biomasa v g	25 636	24 751	26 774	25 556	23 655	23 773	24 489	25 587	23 939
23. 9. krmivo v %	1,9	1,9	2,2	1,9	1,9	2,1	1,9	1,9	2,2
v g	484	467	576	482	460	511	462	483	515
24. 9. biomasa v g	26 120	25 218	27 350	26 038	24 115	24 284	24 951	26 070	24 454
24. 9. krmivo v %	1,9	1,2	2,1	1,9	1,2	2,1	1,9	1,2	2,1
v g	484	300	576	482	300	511	462	300	515
25. 9. biomasa v g	26 604	25 518	27 926	26 520	24 415	24 795	25 413	26 370	24 969
25. 9. krmivo v %	1,8	1,2	2,1	1,8	1,2	2,1	1,8	1,1	2,1
v g	484	300	576	482	300	511	462	300	515
26. 9. biomasa v g	27 088	25 818	28 502	27 002	24 715	25 306	25 875	26 670	25 484
26. 9. krmivo v %	1,8	1,2	2,0	1,8	1,2	2,0	1,8	1,1	2,0
v g	484	300	576	482	300	511	462	300	515
27. 9. biomasa v g	27 572	26 118	29 078	27 484	25 015	25 817	26 337	26 970	25 999
27. 9. krmivo v %	1,8	1,1	2,0	1,8	1,2	2,0	1,8	1,1	2,0
v g	484	300	576	482	300	511	462	300	515

28. 9. biomasa v g	28 056	26 418	29 654	27 966	25 315	26 328	26 799	27 270	26 514
28. 9. krmivo v %	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	505	396	593	503	380	527	482	409	530
29. 9. biomasa v g	28 561	26 814	30 247	28 469	25 695	26 855	27 281	27 679	27 044
29. 9. krmivo v %	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	514	402	605	512	385	537	491	415	541
30. 9. biomasa v g	29 075	27 216	30 852	28 982	26 080	27 392	27 772	28 094	27 585
30. 9. krmivo v %	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	523	408	617	522	391	548	500	421	552
1. 10. biomasa v g	29 598	27 625	31 469	29 504	26 471	27 939	28 272	28 516	28 137
1. 10. krmivo v %	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	533	414	629	531	397	559	509	428	563
2. 10. biomasa v g	30 131	28 039	32 098	30 035	26 868	28 498	28 781	28 943	28 700
2. 10. krmivo v %	1,7	1,4	2	1,5	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	512	393	642	451	403	570	518	434	574
3. 10. biomasa v g	30 643	28 432	32 740	30 485	27 271	29 068	29 299	29 378	29 274
3. 10. krmivo v %	1,7	1,4	2	1,6	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	521	398	655	488	409	581	527	441	585
4. 10. biomasa v g	31 164	28 830	33 395	30 973	27 681	29 650	29 827	29 818	29 859
4. 10. krmivo v %	1,7	1,4	2	1,6	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	530	404	668	496	415	593	537	447	597
5. 10. biomasa v g	31 694	29 233	34 063	31 468	28 096	30 243	30 364	30 265	30 456

Příloha 24: Výpočet přírůstku biomasy obsádek v gramech (za využití FCR = 1) a velikosti podávané RDKD, znázorněné v procentech a gramech pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí ve II. experimentálním období.

Datum	1A	2B	3C	4A	5B	6C	7A	8B	9C
5. 10. nasazeno v g	34 291	28 877	29 997	31 346	29 401	28 791	33 126	31 603	28 332
6. 10. krmivo v %	0,85	0,75	1	0,8	0,75	1	0,9	0,75	1
v g	291	217	300	251	221	288	298	237	283
7. 10. biomasa v g	34 582	29 094	30 297	31 597	29 622	29 079	33 424	31 840	28 615
7. 10. krmivo v %	1,7	1,5	2	1,6	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	588	436	606	506	444	582	602	478	572
8. 10. biomasa v g	35 170	29 530	30 903	32 102	30 066	29 660	34 026	32 318	29 188
8. 10. krmivo v %	1,7	1,5	2	1,6	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	598	443	618	514	451	593	612	485	584
9. 10. biomasa v g	35 768	29 973	31 521	32 616	30 517	30 254	34 638	32 802	29 771
9. 10. krmivo v %	1,7	1,5	2	1,6	1,5	2	1,8	1,5	2
v g	608	450	630	522	458	605	623	492	595
10. 10. biomasa v g	36 376	30 423	32 151	33 138	30 975	30 859	35 262	33 294	30 367
10. 10. krmivo v %	1,4	1,3	2,0	1,3	1,3	2,0	1,4	1,3	2,0
v g	509	395	643	431	403	617	494	433	607

11. 10. biomasa v g	36 886	30 818	32 794	33 569	31 377	31 476	35 755	33 727	30 974
11. 10. krmivo v %	1,4	1,3	2,0	1,3	1,3	2,0	1,4	1,3	2,0
v g	516	401	656	436	408	630	501	438	619
12. 10. biomasa v g	37 402	31 219	33 450	34 005	31 785	32 105	36 256	34 166	31 594
12. 10. krmivo v %	1,4	1,3	2,0	1,3	1,3	2,0	1,4	1,3	2,0
v g	524	406	669	442	413	642	508	444	632
13. 10. biomasa v g	37 926	31 624	34 119	34 447	32 198	32 748	36 764	34 610	32 225
13. 10. krmivo v %	1,4	1,3	2,0	1,3	1,3	2,0	1,4	1,3	2,0
v g	531	411	682	448	419	655	515	450	645
14. 10. biomasa v g	38 457	32 036	34 802	34 895	32 617	33 403	37 278	35 060	32 870
14. 10. krmivo v %	1,4	1,3	2,0	1,3	1,3	2,0	1,4	1,3	2,0
v g	538	416	696	454	424	668	522	456	657
15. 10. biomasa v g	38 995	32 452	35 498	35 349	33 041	34 071	37 800	35 516	33 527
15. 10. krmivo v %	0,70	0,65	1,00	0,65	0,65	1,00	0,70	0,65	1,00
v g	273	211	355	230	215	341	265	231	335
16. 10. biomasa v g	39 268	32 663	35 853	35 578	33 256	34 411	38 065	35 746	33 863
16. 10. krmivo v %	1,40	1,30	2,00	1,30	1,30	2,00	1,40	1,30	2,00
v g	550	425	717	463	432	688	533	465	677
17. 10. biomasa v g	39 818	33 088	36 570	36 041	33 688	35 100	38 598	36 211	34 540
17. 10. krmivo v %	1,40	1,30	2,00	1,30	1,30	2,00	1,40	1,30	2,00
v g	557	430	731	469	438	702	540	471	691
18. 10. biomasa v g	40 375	33 518	37 301	36 509	34 126	35 801	39 138	36 682	35 231
18. 10. krmivo v %	1,40	1,30	2,00	1,30	1,30	2,00	1,40	1,30	2,00
v g	565	436	746	475	444	716	548	477	705
19. 10. biomasa v g	40 940	33 954	38 047	36 984	34 570	36 518	39 686	37 159	35 935
19. 10. krmivo v %	1,40	1,30	2,00	1,30	1,30	2,00	1,40	1,30	2,00
v g	573	441	761	481	449	730	556	483	719
20. 10. biomasa v g	41 514	34 395	38 808	37 465	35 019	37 248	40 242	37 642	36 654
20. 10. krmivo v %	1,40	1,30	2,00	1,30	1,30	2,00	1,40	1,30	2,00
v g	581	447	776	487	455	745	563	489	733
21. 10. biomasa v g	42 095	34 842	39 584	37 952	35 474	37 993	40 805	38 131	37 387
21. 10. krmivo v %	1,40	1,30	2,00	1,30	1,30	2,00	1,40	1,30	2,00
v g	589	453	792	493	461	760	571	496	748
22. 10. biomasa v g	42 684	35 295	40 376	38 445	35 935	38 753	41 376	38 627	38 135
22. 10. krmivo v %	1,40	1,30	2,00	1,30	1,30	2,00	1,40	1,30	2,00
v g	598	459	808	500	467	775	579	502	763
23. 10. biomasa v g	43 282	35 754	41 183	38 945	36 403	39 528	41 955	39 129	38 898
23. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	519	393	782	428	400	751	503	430	739

24. 10. biomasa v g	43 801	36 147	41 966	39 373	36 803	40 279	42 459	39 559	39 637
24. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	526	398	797	433	405	765	510	435	753
25. 10. biomasa v g	44 327	36 545	42 763	39 806	37 208	41 044	42 968	39 995	40 390
25. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	532	402	813	438	409	780	516	440	767
26. 10. biomasa v g	44 859	36 947	43 576	40 244	37 617	41 824	43 484	40 435	41 157

Příloha 25: Výpočet přírůstku biomasy obsádek v gramech (za využití FCR = 1) a velikosti podávané RDKD, znázorněné v procentech a gramech pro jednotlivé druhy komplexních krmných směsí ve III. experimentálním období.

Datum	1A	2B	3C	4A	5B	6C	7A	8B	9C
26. 10. nasazeno v g	47 138	37 575	40 210	42 366	40 290	39 277	44 069	40 191	37 883
27. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	283	207	382	233	222	373	264	221	360
28. 10. biomasa v g	47 421	37 782	40 592	42 599	40 512	39 650	44 333	40 412	38 243
28. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	569	416	771	469	446	753	532	445	727
29. 10. biomasa v g	47 990	38 197	41 363	43 068	40 957	40 403	44 865	40 857	38 970
29. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	576	420	786	474	451	768	538	449	740
30. 10. biomasa v g	48 566	38 617	42 149	43 541	41 408	41 171	45 404	41 306	39 710
30. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	583	425	801	479	455	782	545	454	754
31. 10. biomasa v g	49 149	39 042	42 950	44 020	41 863	41 953	45 949	41 760	40 464
31. 10. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	590	429	816	484	460	797	551	459	769
1. 11. biomasa v %	49 738	39 472	43 766	44 505	42 324	42 751	46 500	42 220	41 233
1. 11. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	597	434	832	490	466	812	558	464	783
2. 11. biomasa v g	50 335	39 906	44 598	44 994	42 789	43 563	47 058	42 684	42 017
2. 11. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	604	439	847	495	471	828	565	470	798
3. 11. biomasa v g	50 939	40 345	45 445	45 489	43 260	44 390	47 623	43 154	42 815
3. 11. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	611	444	863	500	476	843	571	475	813
4. 11. biomasa v g	51 550	40 789	46 308	45 989	43 736	45 234	48 194	43 628	43 628
4. 11. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	619	449	880	506	481	859	578	480	829
5. 11. biomasa v g	52 169	41 237	47 188	46 495	44 217	46 093	48 773	44 108	44 457
5. 11. krmivo v %	1,20	1,10	1,90	1,10	1,10	1,90	1,20	1,10	1,90
v g	626	454	897	511	486	876	585	485	845

6. 11. biomasa v g	52 795	41 691	48 085	47 007	44 703	46 969	49 358	44 593	45 302
6. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	528	417	914	470	447	892	494	446	861
7. 11. biomasa v g	53 323	42 108	48 998	47 477	45 150	47 862	49 851	45 039	46 163
7. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	533	421	931	475	452	909	499	450	877
8. 11. biomasa v g	53 856	42 529	49 929	47 952	45 602	48 771	50 350	45 490	47 040
8. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	539	425	949	480	456	927	503	455	894
9. 11. biomasa v g	54 395	42 954	50 878	48 431	46 058	49 698	50 853	45 945	47 934
9. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	544	430	967	484	461	944	509	459	911
10. 11. biomasa v g	54 939	43 384	51 845	48 915	46 518	50 642	51 362	46 404	48 844
10. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	549	434	985	489	465	962	514	464	928
11. 11. biomasa v g	55 488	43 818	52 830	49 405	46 984	51 604	51 876	46 868	49 772
11. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	555	438	1 004	494	470	980	519	469	946
12. 11. biomasa v g	56 043	44 256	53 834	49 899	47 453	52 584	52 394	47 337	50 718
12. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	560	443	1 023	499	475	999	524	473	964
13. 11. biomasa v g	56 604	44 698	54 856	50 398	47 928	53 584	52 918	47 810	51 682
13. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	566	447	1 042	504	479	1 018	529	478	982
14. 11. biomasa v g	57 170	45 145	55 899	50 902	48 407	54 602	53 447	48 288	52 664
14. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	572	451	1062	509	484	1037	534	483	1001
15. 11. biomasa v g	57 741	45 597	56 961	51 411	48 891	55 639	53 982	48 771	53 664
15. 11. krmivo v %	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9	1,0	1,0	1,9
v g	577	456	1082	514	489	1057	540	488	1020
16. 11. biomasa v g	58 319	46 053	58 043	51 925	49 380	56 696	54 522	49 259	54 684

9. ABSTRAKT

Testování produkční účinnosti odchovu tržního keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*) pomocí specializovaných krmiv s náhražkou rybí moučky v poloprovozních podmínkách RAS

V bakalářské práci byla posuzována produkční účinnost třech druhů krmiv s částečnou náhražkou rybí moučky určených k intenzivnímu chovu „sumců“ u keříčkovce červenolemého v poloprovozních podmínkách RAS. Byla využita krmiva holandské firmy Coppens (CATCO SELECT - 13EF, CATCO GROWER - 12EF) a krmivo maďarské firmy Haltáp. Jednotlivá krmiva se odlišovala zejména v obsahu tuku a v obsahu a původu bílkovinné složky. Teplota v průběhu celého experimentu byla $24,5 \pm 0,95$ °C (průměr \pm S.D.), pH bylo $7,2 \pm 0,34$ a obsah rozpuštěného kyslíku byl $2,4 \pm 0,34$ mg · l O₂. Experiment byl rozdělen do třech odchovných krmných period po 20 dnech a celkově trval 63 dní.

Velikost optimální relativní denní krmné dávky (RDKD) podávané rybám v průběhu experimentálního pokusu činila u krmiva SELECT - 13EF $1,40 \pm 0,29$ % (průměr \pm S.D.), GROWER - 12EF $1,28 \pm 0,21$ % a Haltáp $1,94 \pm 0,06$ %. V průběhu vlastního pokusu byly sledovány následující produkční parametry: individuální hmotnost, hustota obsádky nádrže, specifická rychlost růstu (SGR), krmný koeficient (FCR), koeficient retence proteinů (PER), gonadosomatický index (GSI), Fultonův koeficient a výtěžnost. Průměrná hustota obsádky ryb v nádrži na začátku experimentu byla $53,49 \pm 0,36$ kg · m⁻³ a na konci $168,75 \pm 12,23$ kg · m⁻³. Průměrná individuální hmotnost ryb při zahájení pokusu byla $269,64 \pm 10$ g a při ukončení $642,85 \pm 55$ g. V průběhu testování tak došlo k průměrnému zvýšení individuální hmotnosti přibližně 2,4 krát. Výsledná mortalita za celé experimentální období byla na úrovni 1,25 %. Nejvyšší dosažená SGR byla zjištěna u skupiny krmené krmivem SELECT - 13EF ($1,58 \pm 0,41$ % · d⁻¹), následovala skupina ryb krmených krmivem Haltáp ($1,38 \pm 0,38$ % · d⁻¹), nejnižší hodnota byla zjištěna u skupiny krmené krmivem GROWER - 12EF ($1,35 \pm 0,31$ % · d⁻¹). Nepříznivějších hodnot FCR bylo dosaženo při použití krmiva SELECT - 13EF ($0,83 \pm 0,02$), následovala skupina krmená krmivem GROWER - 12EF ($87 \pm 0,01$), nejhoršího výsledku bylo dosaženo při použití krmiva Haltáp ($1,37 \pm 0,13$). Nejpříznivějších hodnot PER bylo dosaženo u ryb krmených krmivem SELECT - 13EF ($2,89 \pm 0,08$), následovalo krmivo GROWER - 12EF

($2,54 \pm 0,04$) a nejhorší výsledky byly zjištěny při užití krmiva Haltáp ($1,65 \pm 0,14$). GSI nabýval v průměru pět krát vyšších hodnot ($2,65 \pm 1,34$) u jikernaček než u mlíčáků ($0,53 \pm 0,26$). Rozdílnost v dosaženém GSI v závislosti na použitém krmivu však nebyla nalezena. Fultonův koeficient vyživenosti nabýval průměrné hodnoty u jikernaček $1,09 \pm 0,10$ a u mlíčáků $1,06 \pm 0,07$. Průměrná hodnota výtěžnosti nabývala u jikernaček $39,96 \pm 1,26$ % a u mlíčáků $40,46 \pm 2,33$ %. Nejnižší náklady na 1 kg přírůstku byly zaznamenány u krmiva Haltáp (41,33,- Kč), následovalo krmivo SELECT - 13EF (41,98,- Kč) a jako nejhorší se pak ukázalo krmivo GROWER - 12EF (44,02,- Kč).

Posouzení organoleptických vlastností (konzistence, vůně, chuti a pachuti) a preferenční analýza neukázaly žádný prokazatelný vliv používaných krmiv na kvalitu získané svaloviny. Hodnotitelé (35,77 % respondentů) však za nejchutnější vzorek označili svalovinu keříčkovců krmených krmivem Coppens CATCO SELECT - 13EF.

Klíčová slova: Coppens, Haltáp, organoleptická analýza, sumeček africký, recirkulační akvakulturní systém, výživa ryb

10. ABSTRACT

Testing of production efficiency during culturing of market size of North African catfish (*Clarias gariepinus*) using specialized feeds with an substitute of fish meal in semioperational conditions of RAS

There was considered production efficiency of three kinds of feeds with a partial substitute of fish meal specified to intensive culturing of „catfishes“ in North African catfish in semioperational conditions of RAS in present BSc. thesis. There were made use of feeds by the Dutch company Coppens (CATCO SELECT - 13EF, CATCO GROWER – 12EF) and feed by the Hungarian company Haltáp. The individual feeds differed particularly from the contents of fat and from the contents and the origin of a proteinous component. The temperature in the course of the whole experiment was 24.5 ± 0.95 °C (mean \pm S.D.), pH was 7.2 ± 0.34 and the content of dissolved oxygen was 2.4 ± 0.34 mg · l O₂. The experiment was divided into three particular feeding periods 20 days at a time and it took 63 days in total.

The size of optimal relative daily ration served to fish along the line of the experimental attempt made in the event of feed SELECT – 13EF 1.40 ± 0.29 % (mean \pm S.D.), GROWER - 12EF 1.28 ± 0.21 % and Haltáp 1.94 ± 0.06 %. Next production parameters were followed in the course of own attempt: individual weight, stocking density of tank, specific growth rate (SGR), food conversation ratio (FCR), protein efficiency ratio (PER), gonadosomatic index (GSI), Fulton's coefficient of condition and utilisation rate. Average stocking density of fish in tank was 53.49 ± 0.36 kg · m⁻³ at the start of the experiment and 168.75 ± 12.23 kg · m⁻³ at the end. Average individual weight of fish at the beginning of the experiment was 269.64 ± 10 g and by the end 642.85 ± 55 g. In the course of testing it came to average increase in individual weight approximately 2.4 times. Resulting mortality along the line of the experimental period was on level 1.25 %. The highest achieved SGR was discovered at the group feeded by feed SELECT - 13EF (1.58 ± 0.41 % · d⁻¹), the group feeded by feed Haltáp came after (1.38 ± 0.38 % · d⁻¹). The most favourable values FCR were achieved by use of feed SELECT - 13EF (0.83 ± 0.02), the group feeded by feed GROWER - 12EF (87 ± 0.01) followed, the worst result was achieved by use of feed Haltáp (1.37 ± 0.13). The most favourable values PER were achieved at fish feeded by feed SELECT - 13EF (2.89 ± 0.08), feed GROWER - 12EF (2.54 ± 0.04) followed and the worst results were found out by use of feed Haltáp (1.65 ± 0.14). GSI was

growing on average five times higher values (2.65 ± 1.34) at females than at males (0.53 ± 0.26). The difference of achieved GSI depending on used feed was not found. Fulton's coefficient of condition acquired average value at females 1.09 ± 0.10 and at males 1.06 ± 0.07 . Average value of utilisation rate acquired at females 39.96 ± 1.26 % and at males 40.46 ± 2.33 %. The lowest expense per weight gain (evaluated for increase of 1 kg) were noticed at feed Haltáp (41.33,- CZK), feed SELECT - 13EF (41.98,- CZK) came after and feed GROWER - 12EF proved to be (44.02,- CZK) the worst.

The review of analyses of organoleptic qualities (consistence, smell, taste and aftertaste) and the preferential analyses did not show any significant, demonstrable influence of used feed on quality of gained flesh. Evaluators (35.77 % of respondents) labeled the sample of muscle of catfish fed by feed Coppens CATCO SELECT - 13EF as the most delicious.

Key-words: Coppens, Fish nutrition, Haltáp, North African catfish, Organoleptic analysis, Recirculation aquaculture systems