

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Diplomová práce
**Optimalizace intenzivního chovu larev candáta
obecného (*Sander lucioperca L.*)**

Autor: Jakub Morava, Bc.

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

Konzultant bakalářské práce: Aimain Imentai, MSc.

Studijní program a obor: Zemědělská specializace, Rybářství a ochrana vod

Forma studia: Kombinovaná

Ročník: 2.

České Budějovice, 2018

Prohlašuji tímto, že svoji diplomovou 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 diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 11. 5. 2018

Podpis

Rád bych poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. T. Polícarovi Ph.D. za cenné rady, za odborné vedení a pomoc při zpracování této diplomové práce. Mé poděkování patří také dvěma konzultantům mé práce: MSc. Aiman Imentai a MSc. Carlosovi Yanes-Roca, Ph.D. za cenné rady a výpomoc s technickým zázemím pokusu. Práce byla finančně podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a to konkrétně projekty: „CENAKVA“ (No. CZ.1.05/2.1.00/01.0024) a „CENAKVA II“ (No. LO1205 v rámci NPU I programu a také Národní agenturou zemědělského výzkumu díky projektu NAZV QK1710310.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub MORAVA**
Osobní číslo: **V16N018K**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Rybářství a ochrana vod**
Název tématu: **Optimalizace intenzivního chovu larev candáta obecného
(*Sander lucioperca* L.)**
Zadávací katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

Rozsah grafických prací: **dle potřeby (do 20 stran)**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Konzultant diplomové práce: **MSc. Aiman Imentai**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Datum zadání diplomové práce: **11. prosince 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **4. května 2018**


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

Ve Vodňanech dne 11. prosince 2016

Obsah

| | |
|---|----|
| 1 Úvod..... | 8 |
| 2 Literární přehled..... | 9 |
| 2.1 Biologie candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) | 9 |
| 2.1.1 Taxonomické zařazení | 9 |
| 2.1.2 Význam | 9 |
| 2.1.3 Trh..... | 10 |
| 2.1.4 Produkce candáta | 11 |
| 2.1.5 Výskyt | 13 |
| 2.1.6 Biologie druhu..... | 14 |
| 2.1.7 Popis a stavba těla | 15 |
| 2.1.8 Pohlaví | 17 |
| 2.1.9 Reprodukce | 17 |
| 2.1.10 Inkubace jiker a líhnutí larev..... | 20 |
| 3.1 Typy odchovů larev a juvenilních candátů | 21 |
| 3.1.1 Odchov larev v rybnících..... | 21 |
| 3.1.2 Odchov larev a juvenilních ryb v kombinaci zemních rybníčků a recirkulačních akvakulturních systémů | 22 |
| 3.1.3 Odchov v recirkulačních akvakulturních systémech..... | 22 |
| 3.1.4 Problémy spojené s odchovem raných stádií candáta v RAS | 24 |
| 3 Materiál a metodika..... | 26 |
| 3.1 Vliv hustoty vířníků (<i>Brachionus plicatilis</i>) na přežití a růst larev candát během prvního příjmu potravy | 26 |
| 3.2 Poloprovozní odchov larev candáta obecného v odchovných nádržích s použitím počáteční výživy vířníků a následnou kombinací se žábřonožkou | 28 |
| 4 Výsledky | 31 |
| 4.1.1 Sledované parametry vody – teplota vody, kyslík, pH | 31 |
| 4.1.2 Přežití, specifická rychlost růstu, Fultonův koeficient..... | 33 |
| 4.1.3 Celková hmotnost ryb | 33 |
| 4.1.4 Celková délka ryb | 34 |

| | |
|---|----|
| 4.1.5 Výška hlavy..... | 35 |
| 4.1.6 Výška těla..... | 36 |
| 4.1.7 Šířka těla..... | 37 |
| 4.1.8 Velikost oka | 38 |
| 4.2 Poloprovozní odchov larev candáta obecného v odchovaných nádržích s použitím počáteční výživy vířníků a následnou kombinací s žábřonou..... | 39 |
| 4.2.1 Průběh teploty vody | 39 |
| 4.2.2 Průběh nasycení O ₂ | 40 |
| 4.2.3 Průběh pH | 41 |
| 4.2.4 Průběh NO ₂ | 41 |
| 4.2.5 Průběh amoniaku..... | 42 |
| 4.2.6 Přežití, specifická rychlost růstu, Fultonův koeficient..... | 43 |
| 4.2.7 Celková hmotnost ryb | 43 |
| 4.2.8 Celková délka ryb | 43 |
| 4.2.9 Deformity čelistí..... | 44 |
| 4.2.10 Naplnění plynového měchýře | 44 |
| 4.2.11 Výskyt deformit páteře..... | 45 |
| 5 Diskuze..... | 49 |
| 6 Závěr | 55 |
| 7 Seznam použité literatury..... | 57 |
| 8 Seznam obrázků, tabulek a grafů | 62 |
| 8.1 Seznam obrázků | 62 |
| 8.2 Seznam tabulek | 62 |
| 8.3 Seznam grafů..... | 62 |
| 9 Abstrakt | 65 |
| 10 Abstract | 66 |

1 Úvod

Candát obecný (*Sander lucioperca*) je významným, hospodářsky velmi ceněným, dravým druhem ryb v rámci celé sladkovodní akvakultury v Evropě (Kestemont a Dobrowski, 1996). Chov candáta obecného byl na území České republiky započat již roku 1784 na Třeboňsku (Baruš, Oliva a kol., 1995). Na území České republiky se tento druh vyskytuje jak v tekoucích vodách, tak i ve vodách stojatých. Na jeho současné rozšíření na území ČR má veliký vliv jeho umělé vysazování (Hanel a Lusk, 2005). Candát obecný je v dnešní době hojně využíván k chovu v polykultuře s kaprem obecným (*Cyprinus carpio*; Brožová, 2005).

V posledních letech dochází ke snižující se produkci candátů lovených z volných vod (Brožová, 2005). Kvůli hospodářskému významu a vysoce kvalitnímu masu, které je velice na trhu ceněno rybími konzumenty, je v posledních letech snaha zavést efektivní intenzivní chov tohoto druhu v recirkulačních akvakulturních systémech (RAS) a maximálně optimalizovat podmínky tohoto chovu s cílem dosáhnout kvalitní, vyrovnané a rentabilní produkce tržních či násadových ryb (Dunel a Řehák, 2005). Ve Francii, Belgii, Nizozemsku, Dánsku, Německu, Maďarsku, Bulharsku a ČR již několik desítek let můžeme sledovat postupný rozvoj intenzivního chovu candáta obecného v RAS s cílem zvýšit produkci tohoto cenného druhu v Evropě (FAO, 2015). Zároveň v současné době probíhá několik výzkumů a to z důvodu technologického zdokonalení akvakultury a optimalizace intenzivního chovu candáta obecného. Hlavním cílem probíhajících výzkumů je odbourat stále mnoho negativních vlivů spojených s chovem candáta v RAS. Negativní vlivy mají za následek především nízké oplození jiker, líhnutí a životaschopnost larev v průběhu jejich chovu a vysoký výskyt jejich deformit (Policar a kol., 2011; Lund a kol., 2012; Zakes, 2012).

Hlavním cílem této diplomové práce byla optimalizace intenzivního chovu larev candáta obecného, jelikož tato část chovu je velmi obtížná a prozatím nedostatečně optimalizovaná. Práce hledala a popisovala ideální techniky pro odchov larev candáta obecného v kontrolovaných podmínkách RAS především z hlediska optimalizace vhodné první exogenní potravy při počátečním odchovu larev a její specifikace složení.

2 Literární přehled

2.1 Biologie candáta obecného (*Sander lucioperca*)

2.1.1 Taxonomické zařazení

Candát obecný (*Sander lucioperca*) byl v roce 1758 popsán švédským přírodovědcem a lékařem Carlem Linné (Hanel a Lusk, 2005). Candáti jsou zařazeni do podtřídy paprskoploutví (*Actinopterygii*), řádu ostnoploutví (*Perciformes*), čeledi okounovití (*Percidae*), rod candát (*Sander*; Integrated Taxonomic Information System, www.itis.gov). *Percidae* zahrnuje 11 rodů a přibližně 266 – 275 druhů. Druhy candátů se rozdělují dle původního přirozeného výskytu na evropské druhy a druhy vyskytující se v Severní Americe. V Evropě jsou původní tři druhy candátů: candát obecný, candát východní (*Sander volgensis*) a candát mořský (*Sander marinus*), mezi Severoamerické druhy patří candát kanadský (*Sander canadensis*) a candát křišťálový (*Sander vitreum*; Kestemont a kol., 2015).

Rod *Sander* v současnosti zahrnuje 5 druhů:

- Candát obecný (*Sander lucioperca* Linné, 1758)
- Candát východní (*Sander volgensis* Gmelin, 1789)
- Candát mořský (*Sander marinus* Cuvier in Cuvier and Valenciennes, 1828)
- Candát kanadský (*Sander canadensis* Griffith and Smith, 1834)
- Candát křišťálový (*Sander vitreum vitreum* Mitchell, 1818); Candát modrý (*Sander vitreum glaucum* Hubbs, 1926; Integrated Taxonomic Information System, www.itis.gov)

2.1.2 Význam

Podle údajů Josefa Šusty bylo u nás s chovem candáta započato již v roce 1784 na Třeboňsku. Od té doby se stal tento druh jednou z vedlejších ryb chovaných v rybnících (Baruš a Oliva, 1995). Do současnosti je nejběžněji ve střední a východní Evropě praktikován jeho chov v rybniční akvakultuře založené na polokulturních obsádkách, kde se chová především s kaprem obecným a dalšími kaprovitými a dravými

druhy ryb. Ve sladkovodní akvakultuře je významným, vysoce ceněným a perspektivním dravým druhem, který se využívá k eliminaci nežádoucích rybích druhů, jako jsou plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*) a střevlička východní (*Pseudorasbora parva*). Další jeho využití je produkce vysoce ceněného masa a také produkce násadového materiálu do volných vod (Musil a Kouřil, 2006). V celé Evropě je candát významným druhem v rámci sportovního rybolovu (Policar a kol., 2011). V České republice se nyní objevuje po celém území jak v tekoucích (například v řekách Odra, Labe, Morava), tak hlavně ve stojatých vodách, ale jeho rozšíření je značně ovlivněno a podporováno umělým vysazováním (Hanel a Lusk, 2005). Kvůli vysokému hospodářskému významu a vysoce ceněnému, kvalitnímu a chutnému masu je v posledních letech snaha popsat a optimalizovat podmínky chovu v RAS (Musil a Kouřil, 2006). Každoroční kvalitativní i kvantitativní nevyrovnanost produkce násad juvenilních a tržních candátů napovídá, že se bude počet intenzivních chovů s tímto druhem zvyšovat (Dil, 2008; Müller Belecke a Zienert, 2008; Policar a kol., 2013b).

2.1.3 Trh

Candát je velice oblíbená ryba mezi konzumenty ryb a sportovními rybáři (Policar a kol., 2011). Tržní candát se extenzivním způsobem pomocí rybníční akvakultury produkuje především ve střední a východní Evropě (ČR, Maďarsko, Ukrajina, Polsko, Bulharsko, Rumunsko a Německo). Přirozeně vyskytující se tržní candáti jsou z volných vod pro nasycení evropského trhu odlovováni z ruských, estonských a kazachstánských jezer. Tato metoda produkce se v současnosti snižuje z důvodů ubývajícího množství candátů v tamních vodách. Snižující se produkce candáta lovem z jezer, jeho vysoká obliba mezi konzumenty a sportovními rybáři, zapříčinila nedostatečné zásobení trhu tímto druhem především v západní Evropě (Belgie, Francie, Německo, Dánsko, Rakousko). Tento jev samozřejmě zapříčinil zvyšující se prodejní cenu (Policar a kol., 2014). V posledních letech byl zaznamenán rozvoj akvakultury s candátem obecným především v Nizozemsku, Francii, Finsku, Dánsku, České republice, Německu, Rakousku, Rumunsku, Chorvatsku a Bulharsku (Van Mechelen, 2008; Philipsen, 2008; Policar a kol., 2011a; 2013b). Od roku 2011 se v České republice chovem candáta zabývá firma Fish Farm Bohemia, která však do dnešního

dne nevyprodukovala žádný významný objem tržních ryb z důvodu technologických příčin (Junek, ústní sdělení 2013).

Současná evropská velkoobchodní cena se dle hmotnosti ryby pohybuje okolo 5 – 9 EUR za kilogram chlazeného nekuchaného candáta (Dil, 2008). Maloobchodní cena je na úrovni 13 – 16 EUR za kilogram (Tamazouzt, 2008). V České republice jsou ceny podobné, za chlazenou nekuchanou rybu se cena pohybuje okolo 11,5 – 14 EUR za kilogram (Zvonař, ústní sdělení 2013).

Intenzivní chovy (farmy) candáta obecného vzniklé v posledních letech:

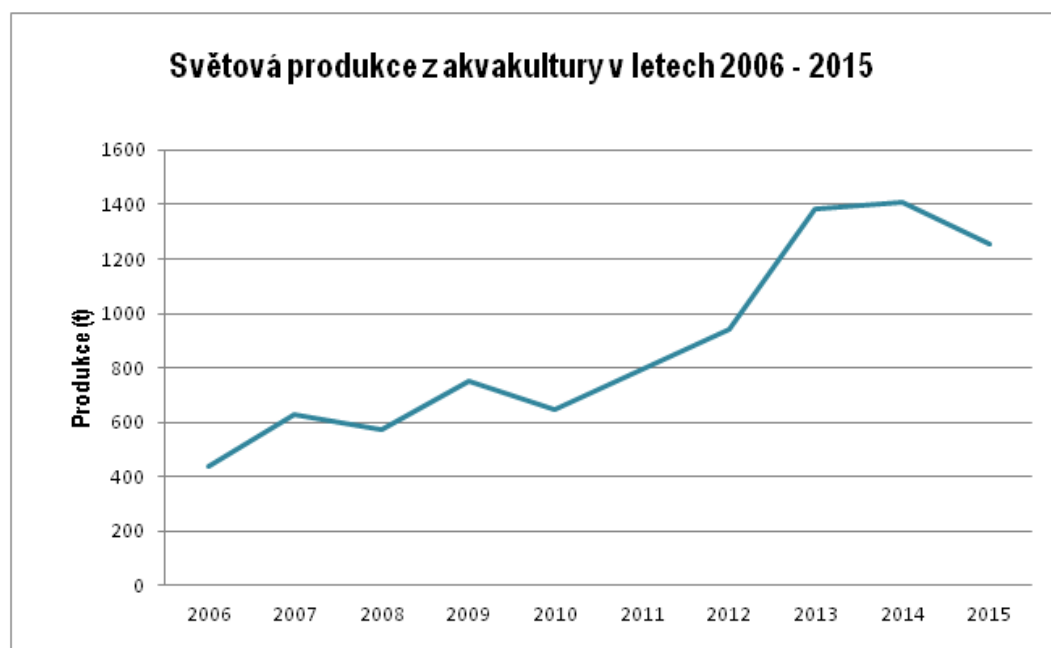
- Nizozemsko: Excellence Fish, Lont en s van Baaren, Van Slooten Aquaculture
- Finsko: Kidus, Savon Talmen, Hanka-Talnen
- Dánsko: Aquapri, Lyksvad Fish farm
- Francie: Asialor
- Belgie: Fish 2 Be (Policar a kol., 2011)

2.1.4 Produkce candáta

Současný trend prokazatelně ukazuje snižující produkci candátů lovených z volných vod a zvyšující se produkci z RAS. Extenzivní rybníční produkce u nás dosahovala 50 tun ročně, což bylo 0,2 % celkové české produkce z akvakultury. Sportovním rybolovem je dlouhodoběji dosahováno produkce okolo 150 tun ročně (Brožová, 2005). Mezi největší producenty candátů získaných chovem v Evropě, se řadí Nizozemsko, Dánsko, Česká republika a Bulharsko (FAO, 2015). Největšími producenty získaných candátů lovem se řadí Rusko a Finsko (Policar a kol., 2014). Produkce candáta v jednotlivých zemích naznačuje Tab. 1. Graf 1 poukazuje na vzestup akvakulturní celosvětové produkce candáta. V roce 2015 celosvětová produkce z akvakultury dosahovala 1255 tun (FAO, 2015).

Tab. 1 Celosvětová produkce z akvakultury 2006 – 2015 v tunách (FAO, 2015)

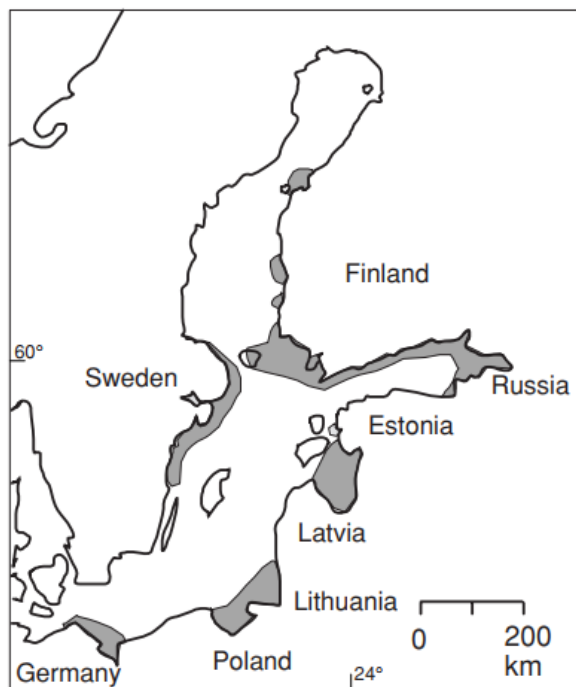
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bulharsko | - | 1 | 12 | 23 | 18 | 16 | 19 | 175 | 145 | 77 |
| Česká republika | 47 | 48 | 58 | 58 | 48 | 67 | 68 | 65 | 48 | 54 |
| Dánsko | 36 | 47 | 49 | 104 | 52 | 66 | 110 | 112 | 88 | 44 |
| Německo | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 | 39 | 60 | 55 | 74 | 66 |
| Maďarsko | 30 | 32 | 28 | 40 | 39 | 46 | 44 | 37 | 44 | 27 |
| Nizozemsko | - | 80 | 80 | 80 | 100 | 120 | 120 | 150 | 150 | 150 |
| Rumunsko | 30 | 93 | 49 | 45 | 57 | 42 | 56 | 43 | 51 | 84 |
| Tunisko | 192 | 196 | 198 | 227 | 189 | 172 | 212 | 211 | 224 | 235 |
| Ukrajina | 70 | 94 | 69 | 120 | 83 | 86 | 66 | 43 | 40 | - |
| Uzbekistán | - | - | - | - | - | 55 | 140 | 431 | 484 | 425 |
| Celková světová produkce | 436 | 627 | 576 | 750 | 646 | 787 | 941 | 1382 | 1406 | 1255 |



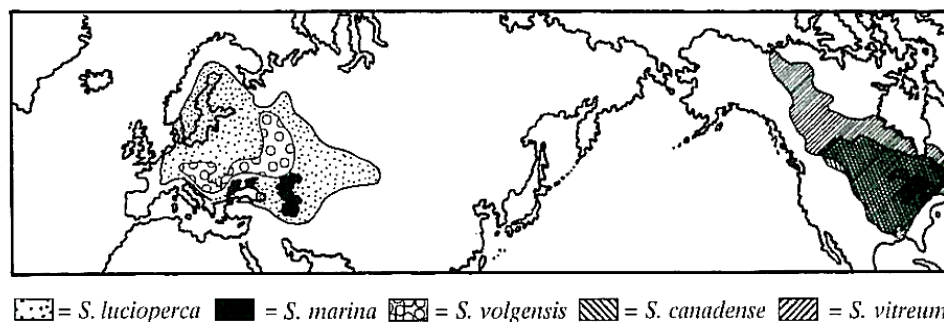
Graf 1 Světová produkce z akvakultury v letech 2006 - 2015

2.1.5 Výskyt

Candát obecný se vyskytuje v tekoucích i stojatých vodách na většině evropského území, viz Obr. 1. V České republice je původním druhem (Hanel, 1997). Do střední Evropy se candát obecný rozšířil již po době ledové. Jeho západní hranici přirozeného výskytu tvoří řeky Labe a Dunaj (Holčík a Mihálik, 1971). Za severní hranici přirozeného výskytu je považován jih Skandinávie a Finsko. Candát obecný se přirozeně nevyskytoval v západní Evropě, na jihu Itálie a na Balkáně, s jedinou výjimkou povodí řeky Marica v Bulharsku. Jeho přirozeným výskytem jsou i přilehlé části Asie (Kavkaz; Lusk a kol., 1983). V západní Evropě nyní dochází k umělému vysazování candáta obecného do tamních vod (Terofal a Miltz, 1997). Doposud již došlo k jeho umělému vysazení téměř ve všech státech Evropy, např.: Francie, Dánsko, Slovinsko, Estonsko, Litva, Polsko, Německo, Švýcarsko atd. (Hanel a Lusk, 2005). Obr. 2 znázorňuje celosvětové rozšíření candátů dle druhů.



Obr. 1 Výskyt oblastí se silnými populacemi candáta obecného (Lehtonen a kol., 1996)



Obr. 2 Celosvětový výskyt candátů rozdělený podle druhů (Kestemont a kol., 2015)

2.1.6 Biologie druhu

Candát obecný patří původně mezi teplomilné ryby, ale v důsledku vysazování se vyskytuje i ve vyšších polohách. Jeho růst je podmíněn především dostatkem vhodné potravy v prvním roce života, dostatečnou délkou vegetačního období a vhodnou teplotou vody (Baruš a Oliva, 2005; Musil a Kouřil, 2011). Přestože je candát v dospělosti rybím predátorem, v průběhu svého ontogenického vývoje prochází několika potravně významnými změnami, a to přechodem z endogenní na exogenní výživu a později z planktonofágního na piscivorní způsob života (Musil a Kouřil, 2006). Musil a Kouřil (2006) uvedli, že růst piscivorních jedinců může být až 2,5 krát vyšší než je to u ryb, které se živí planktonem. Tato skutečnost napomáhá výrazné velikostní diferenciaci různě se živících jedinců v populaci a tím se zvyšuje riziko kanibalismu (Musil a Kouřil, 2006). Již ve velikosti 12 mm se může objevovat kanibalismus. U larev o velikosti TL = 4 - 5 mm v období cca 5 dní po vylíhnutí začíná období první exogenní výživy (Baruš a Oliva, 1995). Musil a Kouřil (2006) popsali, že významnou složkou potravy larev jsou vířníci (*Rotifera*), hlavně pak nauplia a kopepoditová stádia klanonožců (*Copepoda*), perlooček (*Cladocera*) a lupenonožců (*Phyllopora*). V mládí se živí především zooplanktonem, jako jsou perloočky a vznášivky (*Calanoida*), starší jedinci pak konzumují larvy hmyzu, jako jsou například: komárovití (*Culicidae*), pakomárovití (*Chironomidae*), jepice (*Ephemeroptera*) a chrostíky (*Trichoptera*) a rybí plůdek různých druhů ryb (Dubský a kol., 2003). Potravu dospělých ryb tvoří převážně plotice obecná, ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), slunka obecná (*Leucaspis delineatus*), perlín ostrobřichý, hrouzek obecný (*Gobio gobio*), cejn velký (*Abramis brama*), cejnek malý (*Blicca bjoerkna*) a okoun říční (*Perca fluviatilis*; Baruš a Oliva,

1995). U sportovních rybářů je v oblibě lov na mrtvou rybu, což svědčí o tom, že přijímá i čerstvě uhynulé ryby. Svou kořist polyká ocasem napřed. Na 1 kg přírůstku své hmotnosti spotřebuje 3,5 – 6 kilogramů jiných ryb. Růst má poměrně rychlý 500 – 700 g za rok (Hanel a Lusk, 2005).

Candáti jsou náročnější druh na čistou vodu a obsah kyslíku, nevyhovuje jim zabahněné dno (Hanel a Lusk, 2005; Polícar a kol., 2016). Polícar a kol. (2016) napsali, že toto druh je obecně velmi citlivý na organické zatížení vod. Vyhovují jim větší vodní plochy s dostatečnou hloubkou, jako jsou například údolní či vodárenské nádrže, jezera a velké produkční rybníky (Dubský a kol., 2003). Vyhledávají tvrdé a členité dno s kameny, štěrkem a s potopenými pařezy či kameny (Dungel a Řehák, 2005). Candát obecný je stanovištní ryba žijící v hejnech. Početnost hejna s velikostí jedinců klesá. Hejno většinou tvoří přibližně stejně staří a velcí jedinci. Největší a dominantní jedinci jsou samotáři. Aktivita u candátů vzrůstá ve večerních hodinách, kdy vyjíždějí ze svého stanoviště na loviště za potravou. Zimní období přečkávají v hlubší vodě většinou v klidovém stavu (Baruš a Oliva, 1995).

2.1.7 Popis a stavba těla

Zbarvení candátů je velmi variabilní s charakteristickými pruhy na bocích, které jsou dobře viditelné u mladších jedinců (Holčík a Mihálik, 1971). Hřbetní část je zelenošedá, popřípadě až temně modrá, směrem dolů na boky postupně světlejší až stříbřitě zelená a břicho je většinou bílé (Baruš a Oliva, 1995). Široké černozelelé pruhy (8 – 12 pruhů) táhnoucí se příčně jen v horní části těla trupu se dále směrem dolů a s přibývajícím věkem rozpadají ve skvrny (Dungel a Řehák, 2005). Základní zbarvení ploutví je nazelenavě hnědé až šedavé, prsní ploutve jsou břidlicově šedé, břišní a řitní ploutve mají slabě oranžový nádech. Na hřbetní a ocasní ploutvi jsou tmavé skvrny často uspořádány do řad (Hanel a Lusk, 2005). Candát je středněvěká ryba, dožívá se okolo 15 - 20 let a dosahuje maximální délky okolo 1 m a hmotnosti až 13 kg (Hanel, 1997). Největší trofejní úlovek z našich vod měřil 104 cm a vážil 13,5 kg (Hanel a Lusk, 2005).

Tvar rybí hlavy, ale i těla, odpovídá způsobu života a také získávání potravy (Lusk a kol., 1983). Tělo je robustní, symetricky stavěné, torpédovitého tvaru s klínovitou hlavou (Baruš a Oliva, 1995). Na hlavě jsou poměrně velké oči a ústa, které jsou rozklenuta až za svislici spuštěnou od zadního okraje oka, což je jeden z rozeznávacích

znaků od candáta východního (Dungel a Řehák, 2005). Podle Pospíšila (1998) má oko candáta opálový lesk. Hanel a Lusk (2005) uvádí, že druhým znakem jsou typické dva ostré psí zuby umístěné na spodní a horní čelisti koncových úst, které jsou jinak řídce ozubené malými i delšími zuby (Baruš a Oliva, 1995). Počet tyčinek na žaberním oblouku dosahuje v průměru okolo 13 paprsků a nepatrně se zvyšuje s velikostí ryb (Baruš a Oliva, 1995).

Tělo a někdy i část skřelových kostí jsou kryty drsnými ktenoidními šupinami (Baruš a Oliva, 1995). Tyto šupiny jsou na distálním konci drsné a tvoří pouze lamelární kost bez dalších vrstev (Dvořák a kol., 2014). Dubský a kol. (2003) uvedli, že na skřelovém víčku za ostnem se v mnoha případech vyskytuje namodralá lesklá skvrna a zadní okraj přední skřelové kosti je obloukovitý (Hanel, 2001; Dungel a Řehák, 2005). Podle Terofala (1997) počet šupin v postranní čáře kolísá v rozmezí 80 až 97 šupin a páteř má 46 obratlů (Baruš a Oliva, 1995). Na těle jsou dvě hřbetní ploutve oddělené mezerou, břišní ploutve jsou posunuty za úroveň prsních ploutví (Hanel a Lusk, 2005). Ploutevní vzorec je dle Baruše a Olivy (1995) D_1 XIII – XV; D_2 I – III, 19 – 22; A II, 10 – 12; P 15 a V I, 5. Candát patří do skupiny ryb s vytvořeným žaludkem. Trávicí trakt dále zahrnuje pylorické přívěsky. Počet pylorických přívěsků je 7 (Dvořák a kol., 2014). Ostaszewska (2005) napsala, že po vylíhnutí trávicí trakt larev vypadá jako rovná trubice, která je složena s nediferencovaných buněk. K vývoji žaludku a přívěsků dochází mezi 15 – 30 dnem po vylíhnutí (Ostaszewska, 2005). Trávicí trakt a žaludek dravých ryb produkují důležité trávicí enzymy, které candát získává ve fázi prvního příjmu potravy především díky exogenní výživě (Kowalska, 2006). Plnění plynového měchýře je důležité období v ontogenickém vývoji u candáta, pokud však k němu nedojde nejdéle do 14 dní od vylíhnutí, později k němu již nedochází, jelikož dojde k přerušení spojení mezi plynovým měchýřem a přední částí trávicí soustavy (Kestemont a kol., 2015). Candát patří mezi fylogeneticky mladší druhy, u kterých dochází po naplnění plynového měchýře, k uzavření pneumatického kanálku a k jeho přeměně ve vazivový pruh (Dvořák a kol., 2014). Kowalska a kol. (2006) popsali ve své publikaci různé vývojové morfologické vady a deformity těla ryb candáta obecného spojené se stavem nenaplněného plynového měchýře.

2.1.8 Pohlaví

Samice candáta obecného pohlavně dospívají ve věku 3 – 5 let. Samci obvykle dospívají o rok dříve (Dungel a kol., 2003). Mimo období rozmnožování není pohlavní dimorfismus nijak zřetelný. Samci jsou štíhlejší, mají o něco delší párové ploutve, naopak samice jsou zaoblenější s kratšími ploutvemi. U samic je v období tření kvůli tvorbě většího objemu gonád břicho znatelněji zvětšené a vypouklé (Baruš a Oliva, 1995). Samci jsou v důsledku rozmnožování tmavší obzvláště pak břišní partie (Hanel, 2001).

2.1.9 Reprodukce

Výtěr probíhá v párech většinu od konce dubna až do června při teplotě vody 12 až 15 °C (Dungel a Řehák, 2005; Dubský, 1998). Jak již bylo řečeno, candát je stanovištní ryba, ale v průběhu rozmnožování vyhledává trdliště s mělčí a prohřátou vodou (1- 3 m) a s vhodným výtěrovým substrátem s nezabahněným šterko-písčitým či písčitým dnem, popřípadě s vodními porosty (Lappalainen a kol., 2003; Lehtonen a kol., 2006).

U candáta vyhledává vhodné místo na výtěr samec a začíná budovat výtěrové hnízdo, kam následně se samici nakladou a oplodní lepkavé jikry. Nejstarší a nejjednodušší výtěrový substrát jsou rostliny nebo jejich kořínky (Steffens a kol., 1996; Luczynski a kol., 2007). Při tvorbě výtěrového hnízda samec očistí písčité, šterkovité dno nebo jemné chomáčky kořínků rostlin od nánosů (Lappalainen a kol., 2003). Příprava umělých hnízd z těchto materiálů není pro chovatele náročná a nevyžaduje vysoké finanční investice, nicméně produkce larev je závislá na kvalitě a výběru vhodného substrátu (umělá tráva, smrkové větve, rohože, koberce) a podmínkách inkubace jiker a lihnutí embryí (Demska-Zakes a Zakes, 2002; Schlumberger a Proteau, 1996; Lehtonen a kol., 2006; Luczynski a kol., 2007; Kucharczyk a kol. 2007; Steinfeld a kol., 2015). Přírodní materiál může způsobit některé oxidační problémy způsobené degradačními procesy uvnitř substrátu a zvýšit organickou hmotu ve vodě (Kestemont a kol., 2015). Při tvorbě umělých hnízd je využíváno ocelových rámu v kruhovém nebo obdélníkovém tvaru, na které jsou následně připevněny vázacím drátem například ostřicové trsy nebo umělá tráva. Hnízda se umísťují v sádce či rybníku od sebe do vzdálenosti minimálně 2 – 3 metrů (Dubský, 1998). Velikost hnízda se volí v závislosti na velikosti ryb (Luczynski a kol., 2007). Steffens (1996) použil hnízda o velikosti 650 mm x 650 mm a

zjistil, že tato velikost hnízda je ideální pro ryby do 2500 g. Pokud jsou však generační ryby těžší, je nutné zvolit pro efektivní inkubaci jiker větší hnízdo, aby nedošlo k slepení a zaplísnění jiker (Luczynski a kol., 2007). Běžně se využívají hnízda o velikosti 500 mm x 500 mm nebo pokrytí výtěrovým substrátem celého dna (Kucharczyk a kol., 2007; Policar a kol., 2016). Hnízda s oplozenými jikrami je možné přemístit den před vylíhnutím (Salminen a kol., 1992). Po výtěru se doporučuje hnízdo přemístit do kontrolovaných podmínek RAS pro efektivní inkubaci jiker (Skrzypczak a kol., 1998; Zakes a Zakes-Demska, 2009). K připravenému hnízdu láká vybranou, zralou a k výtěru připravenou samičku. Po výběru a sestavení výtěrového páru následuje po několika hodinách či dnech vlastní výtěr generačních ryb.

Proces tření ryb probíhá ve vypouštění zralých jiker od samice na výtěrový substrát, které samec současně oplozuje spermatem. Po výtěru a oplození jiker samec hnízdo s jikrami sám hlídá před různými rybami či predátory (Hanel a Lusk, 2005). Další úlohou samce je přivádět čistou vodu na jikry a zabránit tak vzniku plísní (Kestemont a kol., 2015). Po výtěru generačních ryb až do líhnutí larev je samec candáta velmi agresivní na ostatní živočichy, dokonce i na samice svého druhu. Projevuje se u něj silně teritoriální chování a důkladná otcovská péče. Tyto aspekty nejsou známy u jiných příbuzných druhů candáta (Lappalainen a kol., 2003).

Jikernačka klade 150 – 300 tisíc jiker o velikosti 0,8 - 1,5 mm (Holčík a Mihálik, 1971). Relativní plodnost je v průměru 168 tisíc jiker na kilogram hmotnosti samice. V 1 gramu vytřených suchých jiker je 1500 – 2000 kusů (Ronyai, 2007). Vývoj oplozených jiker trvá při teplotě vody 16 °C okolo 6 - 9 dní (Lappalainen a kol., 2003). Velikost vylíhlých larev je 4,5 – 5,5 mm a závisí na průměru jiker (Schlumberger a Proteau, 1996).

Přirozený výtěr candáta je nenáročný a extenzivní postup. Realizuje se v monokultuře nebo v klasické polykultuře s kaprem obecným a jinými hospodářsky významnými druhy ryb. Do vhodných několika hektarových výtažníků se k obsádce K_1 přisazuje několik párů candátů (1 až 5 párů na 2 ha). Poměr pohlaví bývá 1:1 nebo mírná převaha samců. Výlov je však velice obtížný s nízkou efektivitou vzhledem ke kombinované obsádce K_2 a Ca_1 (Dubský, 1998).

Již v roce 1881 začal na Třeboňsku Josef Šusta s cíleným chovem a s jeho prací je spojován tzv. poloumělý výtěr, který je hojně využíván do současnosti (Baruš a Oliva, 1995). Poloumělý výtěr lze realizovat v různých rybochovných zařízeních jako

například rybnících, sádkách, žlabech, klecích či RAS. Tato metoda je většinou v současné době využívána za použití hormonální stimulace, ale lze ji použít i bez aplikace hormonu (Dubský, 1998; Musil a Kouřil, 2006; Polícar a kol., 2016; Polícar a kol., 2011). Polícar a kol. (2016) zkoušeli poloumělý výtěr ve speciálně upraveném RAS, který zajišťoval stabilní systém pro zdárný průběh výtěru. Před nasazením ryb do systému je nutné připravit a nainstalovat hnízdo do nádrže. Samovolný výtěr probíhá na připravených hnízdech, které slouží jako výtěrový substrát. Oplozené jikry jsou na substrátu přilepené, je možné je na hnízdě přemístit nebo inkubovat a larvy líhnout přímo v nádrži. Ve Finsku a Německu používají výtěr v klecích ve volných vodách. Hormonálně stimulované generační ryby jsou spolu s výtěrovými hnízdy vloženy do plovoucích klecí umístěných na jezerech, nádržích, ale i na velkých rybnících. Uvnitř klecí je mírná převaha samčího pohlaví. Ryby jsou v klecích drženy kolem 13 – 15 dní. Po výtěru je hnízdo přesunuto na místo nasazení nebo do inkubátoru (Čítek a kol., 1998). Inkubace jiker na hnízdě probíhá za přítomnosti samce (Polícar a kol., 2016). Jikry by měly být co nejvíce rozprostřeny. Při hromadění jiker na jednom místě dochází k jejich slepení a následnému zaplísnění. Z tohoto důvodu se pro výtěr doporučuje využívat menších generačních ryb kolem jednoho kilogramu, které mají nižší plodnost (Polícar a kol., 2016).

Poslední metoda využívaná k výtěru candáta je umělý výtěr. Před umělým výtěrem je nutné generační ryby synchronizovat k výtěru (Křišťan a kol., 2013). Křišťan a kol. (2011) otestovali ke stimulaci přípravky Chorulon a Supergestran a pomocí aplikace hormonu v podobě GnRHa (preparát Supergestran – dávka $25 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ živé hmotnosti ryby) či hCG (preparát Chorulon v dávce $500 \text{IU}\cdot\text{kg}^{-1}$ živé hmotnosti ryby; Křišťan a kol., 2013). Aplikace probíhá injekčně intramuskulárně nebo intraperitoneálně u anestetizovaných ryb v hřebíčkovém oleji (dávka $0,03 \text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$). Hormonální indukce se provádí jak u samic, tak u samců (Polícar a kol., 2011). Přibližně 48 hodin po aplikaci hormonálního preparátu dochází vždy nejdéle v intervalu 0,5 - 2 hodinách ke kontrolám ovulace. Generační ryby se drží odděleně podle pohlaví a ovulace připravených jikernaček se kontroluje palpací břišní dutiny, kdy jsou jikry při ovulaci vytlačovány z těla ven. Při zjištění ovulace je jikernačka vyjmuta z nádrže, anestetizována v hřebíčkovém oleji (dávka $0,03 \text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$). Po zklidnění jsou jikry vytlačeny z těla a jikernačka vložena do roztoku manganistanu draselného (dávka $2 \text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Tato koupel by měla eliminovat povrchové zaplísnění ryb (Polícar a kol., 2011). Vytřené jikry jsou

dále uměle oplozeny. Na 200 g jiker se aplikuje 1 ml předem odebraného spermatu. Před přidáním vody (na 200 g jiker 20 – 40 ml vody) je důležité směs jiker a spermatu důkladně promíchat plastovou stěrkou. Dále se směs jiker, spermatu a vody znovu po dobu 30 sekund promíchá a nechá odstát 2 minuty (Lepič a kol., 2005).

Kucharczyk a kol. (2007) napsali, že po umělém oplození se povrch jiker stává lepkavý, což v mnoha případech přináší při inkubaci problémy (Policar a kol., 2011). Policar a kol., (2011) uvádí, že do 2 – 3 minut po oplození je nutné přistoupit k odlepkování jiker. K odlepkování je využíváno několika přípravků. Policar a kol., (2011) použili směsi talku, vody a kravského mléka za pomoci laboratorní třepačky. Tato směs byla složena namícháním 5 litrů vody z líhně, 50 gramů talku a 1,5 litru plnotučného mléka (obsah tuku 3,5 %). Míchání jiker a odlepkovacího roztoku probíhá přibližně 60 min. Po 60 minutách je odlepkovací roztok slit, jikry propláchnuty vodou z líhně a následně vysazeny k umělé inkubaci do Zugských lahví s konstantním průtokem vody $5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Policar a kol., 2011). Křišťan a kol. (2015) testovali k odlepkování jiker candáta další dva přípravky enzym alkalázu, sušené mléko a mastek. Zakes a kol. (2006) zbavili jikry lepivosti použitím vodního roztoku proteázy.

2.1.10 Inkubace jiker a líhnutí larev

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1.9 jikry candáta je doporučeno uměle inkubovat v Zugských lahvích (Musil a Kouřil, 2006). Dále byly k úspěšné inkubaci použity Weissovy lahve s teplotou vody 15 – 18 °C (Kucharczyk a kol., 2007). Vytřené jikry na hníždě lze k inkubaci přemístit do venkovních podmínek (sádky, zemní rybníčky, rybníky) nebo do nádrží v RAS (Policar a kol., 2011; Musil a Kouřil, 2012). Policar a kol. (2011) ve své publikaci napsali, že ke kontrolní inkubaci jiker během pokusu využili misky o objemu 200 ml s periodickou výměnou vody jedenkrát za 12 hodin. Inkubační doba se u candáta obecně pohybuje okolo 120 °d (Policar a kol., 2016). Ideální průměrná teplota vody v průběhu inkubace jiker je $15,0 \pm 1,2 \text{ °C}$. Výměna vody dvakrát denně zajistí jikrám v inkubátoru vodu odpovídající vhodné kvality (Policar a kol., 2016). Policar a kol. (2016) popsali, že je vhodné 24 hodin po výtěru do systému přidat v koncentraci $0,015 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ roztok formaldehydu, jako dlouhodobou protiplísňovou koupel jiker inkubovaných na hnížděch.

Těsně před koncem inkubace se obvykle zastavuje přítok vody v nádržích a je ponecháno pouze vzduchování až do vylíhnutí larev. V inkubačních lahvích se průtok vody ponechá a na odtok z lahví se napojí kolébky z uhelonom o velikosti ok 200 μm . Délka inkubační doby závisí na teplotě vody, při 15 °C trvá líhnutí přibližně 8 dní 3 – 5 dní po vylíhnutí jsou larvy přeplaveny do líhňářských kolíbek (Policar a kol., 2016). V počátcích odchovu těsně po vykulení candát nepřijímá potravu, je živen ze žloutkového váčku, což trvá přibližně 5 dní.

V pokusech z roků 2012 a 2013 popsal Policar a kol. (2016) oplozenost jiker a líhivost larev. Tyto parametry naznačuje Tab. 2.

Tab. 2 Oplozenost jiker (%) a líhivost larev (%) v letech 2012 a 2013

| | Rok 2012 | Rok 2013 | Průměr |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Oplozenost jiker (%) | 91,5 \pm 3,5 | 90,2 \pm 4,0 | 91,0 \pm 3,8 |
| Líhivost larev (%) | 78,9 \pm 3,9 | 72,3 \pm 2,3 | 75,6 \pm 3,0 |

3.1 Typy odchovů larev a juvenilních candátů

3.1.1 Odchov larev v rybnících

Jak již bylo v této práci zmíněno, candáta lze v rybnících chovat v polykultuře s kaprem jako doplňkovou rybu. V této metodě se do rybníků ke kaprovi K_1 nasazují hnízda s oplozenými jikrami, nebo se do rybníka vysadí čerstvě vylíhnuté larvy. Tento chov představuje nenáročný extenzivní postup a produkce je závislá na množství přirozené potravy. Dalším využívaným typem chovu candáta je monokultura, kdy se do vhodných, předem připravených rybníků nasazují opět hnízda nebo již larvy 2 – 4 dny po vylíhnutí a juvenilní candát je zpravidla odchováván do letního či podzimního plůdku (Čítek a kol., 1998; Dubský, 1998).

3.1.2 Odchov larev a juvenilních ryb v kombinaci zemních rybníčků a recirkulačních akvakulturních systémů

Technika s kombinací rybníčků je využitelná zvláště v zemích s rozvinutou rybniční akvakulturou jako jsou Česká republika, Maďarsko, Německo (Policar a kol., 2014). V posledních letech je snahou snížit vysoké ztráty při počátečním odchovu larev a juvenilních ryb candáta, a proto byla rozpracovaná metoda na odchov rychleného plůdku (Čítek a kol., 1998). Kombinace rybníka a recirkulačního akvakulturního systému se již nějaký čas využívá a zajišťuje produkci vysoce kvalitních larev (Policar a kol., 2014). Ty lze využít pro další chov v RAS nebo případně jako násadový materiál pro vysazení do volných vod (Rennert a kol., 2005). Pro tuto metodu je využíváno menších rybníčků o rozloze maximálně 2,5 ha. Rybníky musí být dobře slovitelné pod hrází a během odchovu je nutné dobře utěsnit prostory kolem výpusti, břehová linie by měla být členitá s vyvinutou vegetací na části dna. Příbřežní vegetace je důležitá jak v množství úkrytů pro ryby tak jsou na ní navázány fytofilní organismy důležité pro výživu ryb (Stejskal a kol., 2011). Do předem připravených rybníčků, jsou nasazovány hnízda s oplozenými candátími jikrami po uplynutí dvou třetin inkubační doby nebo již vylíhlé larvy (2 – 4 dny po vylíhnutí). V předem nahnojeném rybníce, se musí v době vysazení jiker nebo vylíhnutých larev vyskytovat ideální velikost zooplanktonu. Ryby se před vlastním spotřebováním přirozené potravy a před vypuknutím masového kanibalismu odloví pod hrází do transportní bedny, v které jsou transportovány do místa provozu RAS (Klimeš a Kouřil, 2003; Policar a kol., 2011). Po výlovu a transportu jsou ryby umístěny do RAS, kde jsou později převedeny na suchou peletovanou potravu (Stejskal a kol., 2011). Na počátku odchovu v RAS se aplikuje preventivní antiparazitární koupel v 0,015 ml 35% formaldehydu na litr vody po dobu 8 hodin. Dále se aplikuje do odchovných žlabů 3 gramy soli na litr vody po dobu 20 min., což zabrání vzniku houbových plísní (Kestemont a kol., 2008).

3.1.3 Odchov v recirkulačních akvakulturních systémech

Tento chov se realizuje ve speciálních zařízeních s řízeným prostředím (Pokorný a kol., 1992). Právě nastavené biotické a abiotické faktory se odrážejí na produkci candáta z těchto chovů. Při nasazení larev do systému je důležité dodržet optimální hustotu ryb v nádrži, která byla Policarem a kol. (2014) určena na 200 larev na litr vody. V optimálních podmínkách lze candáta chovat ve vysokých hustotách za pomoci

umělého krmiva (Policar a kol., 2013b), ale těsně po vylíhnutí je nutné larvám předkládat živou potravu v podobě žábřonožky solné (*Artemia salina*) nebo velikostně přijatelnějšího vířníka a následně za pomoci co-feedingu ryby převést na suché peletované krmivo. Při přechodu na exogenní výživu je candátům vhodné první 2 – 4 dny předkládat vířníky, protože žábřonožka solná je poměrně velká (TL kolem 200 až 300 μm). Dalších 11 dní odchovu se v množství ad libitum podává žábřonožka. Kritické období raného larválního vývoje je 10 – 15 dní po vykulení. Přibližně po 15 – 19 dnech je možné přejít ke co-feedingu. V tomto období ryby dosahují TL okolo 9 mm a hmotnosti 35 mg. V této fázi odchovu se teplota vody postupně zvyšuje ze 17 na 21 °C. Dále jsou ryby za pomoci co-feedingu převedeny na suchou potravu. V prvních 5 dnech převodu larev je krmena směs živé a umělé potraviny. Druhé pětidenní období je předkládáno pouze suché krmivo určené pro larvy v množství ad libitum. Plně adaptované juvenilní ryby jsou dále krmeny jen suchým krmivem (Policar a Blecha, 2015). Kestemont (1996) doporučuje převod ryb prodloužit až do 45. dne od vylíhnutí larev. Důležité je nutriční složení suchého krmiva a také jeho velikost částic. Vysoká heterogenita růstu zvyšuje kanibalismus odchovávaných larev či juvenilních ryb. Po 35. dnech intenzivního odchovu larev a juvenilních ryb se dosahuje průměrného přežití na úrovni 25 – 30 %, proto je důležité ryby krmit s cílem zabránit heterogenitě v růstu či relativně často ryby třídít podle velikosti, což je u malých larev velmi obtížné (Steffens a kol., 1996). Po dobu odchovu se používá intenzita světla na úrovni 50 - 100 lux. Ideální teplota při nasazení larev do intenzivního chovu je 17 °C a po cca po 14 denním odchovu se doporučuje ji zvýšit na 23 °C. Candát je velmi citlivý na nedostatek kyslíku ve vodě, nasycení by se tedy mělo pohybovat v rozmezí 80 – 100 % O_2 a optimální pH je 7 - 8. Chov v recirkulačním akvakulturním systému je založen na kontinuální celoroční produkci všech věkových kategorií ryb v kontrolovaných podmínkách (Philipsen, 2008). Nyní se s tímto odchovem řeší spousta problémů vyskytujících se při optimalizaci chovu candáta obecného v podmínkách RAS (Kestemont a kol., 2015). V Evropě je většinou používán uzavřený obrot hejna ryb, kdy je v systému odchováváno od larev ryb, přes juvenilní a tržní ryby až po generační ryby (Philipsen, 2008). Intenzivním odchovem všech kategorií ryb dochází ke změnám kvality vody a produkci nerozpuštěných látek, proto je nutné v systému využívat biologické a mechanické čištění, oxygenaci vody, desinfekci pomocí UV záření nebo ozonizace (Kouřil a kol., 2013).

3.1.4 Problémy spojené s odchovem raných stádií candáta v RAS

Chov candáta v RAS je technologicky velmi náročný proces, při kterém je důležitá zoohygiena, vysoká kvalita vodního prostředí, vyvážená výživa ryb a velikostně vyrovnaná obsádka (Policar a kol., 2014). V posledních letech se konstrukce recirkulačních systémů ubírá cestou vysoce sofistikovaných zařízení s dokonalým čištěním (důležité pro zdraví a přežití ryb) a minimální výměnou vody (důležité pro rentabilitu chovu; Eding a kol., 2003; Waller a kol., 2003).

Candát má po vylíhnutí velmi drobné larvy s malým žloutkovým váčkem, malými ústy a primitivním trávicím traktem. Pokud po spotřebování žloutkového váčku larva nezačne při teplotě vody 15 – 17 °C přijímat potravu do 10 dní od vylíhnutí, dochází k úhynu 80 – 90 % chovaných candátů. Jak již bylo zmíněno, candát potřebuje při přechodu na exogenní výživu přijímat živou potravu, kvůli přítomnosti trávicích látek (enzymů) v těle zooplanktonu. Na počátku výživy má také velmi malá ústa, proto se nedoporučuje začínat s krmením žábřončkou, ale spíše použít samotného vířníka nebo jeho kombinaci s žábřončkou (Kestemont a kol., 2015). Awaiss a kol. (1992) stanovili v počátcích odchovu spotřebu vířníků na 800 – 2200 vířníků na den na jednu larvu. Dalším kritickým obdobím pro candáta v RAS, je převod na suchou potravu viz kapitola odchovu larev candáta v RAS. Se zvolenou krmnou technikou a s vylučováním organických látek rybami souvisí produkce rozpuštěných (bílkoviny, mastnoty) a nerozpuštěných látek (nečistot). Mastnoty tvoří na hladině vody film, který zabraňuje rybám prorazit povrchovou blanku a naplnit tak plynový měchýř (Chatain a Ounais-Guschemann, 1990). K plnění plynového měchýře dochází u candáta dle Rønfeldta a Nielsena (2010) při 18 – 20 °C za 7 – 14 dnů po vykulení. Plnění je aktivní proces, při kterém musí larva doplavat k hladině a polknout bublinu vzduchu (Summerfelt, 1996). V období plnění plynového měchýře larev candáta je obzvláště důležité odstraňování povrchového filmu, kterému lze předejít instalací speciálního vybavení například: plovoucího sběrače nečistot na hladině (Summerfelt, 1996; Rønfeldt a Nielsen, 2010; Policar a kol., 2011). U candáta zkoušeli k zlepšení plnění plynového měchýře větrák, který čeří vodní hladinu a odfukuje nečistoty k jedné straně žlabu, ale v pozdějším výzkumu bylo prokázáno, že lepší pro zdárné naplnění plynového měchýře je použít hladinových sběračů nečistot (Blecha, ústní sdělení 2017; Policar a kol., 2014). Naopak při ponechání nečistot na povrchu hladiny hrozí přenos bakterií do plynového měchýře larev (Ostaszewska, 2003). Po 12 dnech se zmíněný kanálek vyskytující se mezi trávicí

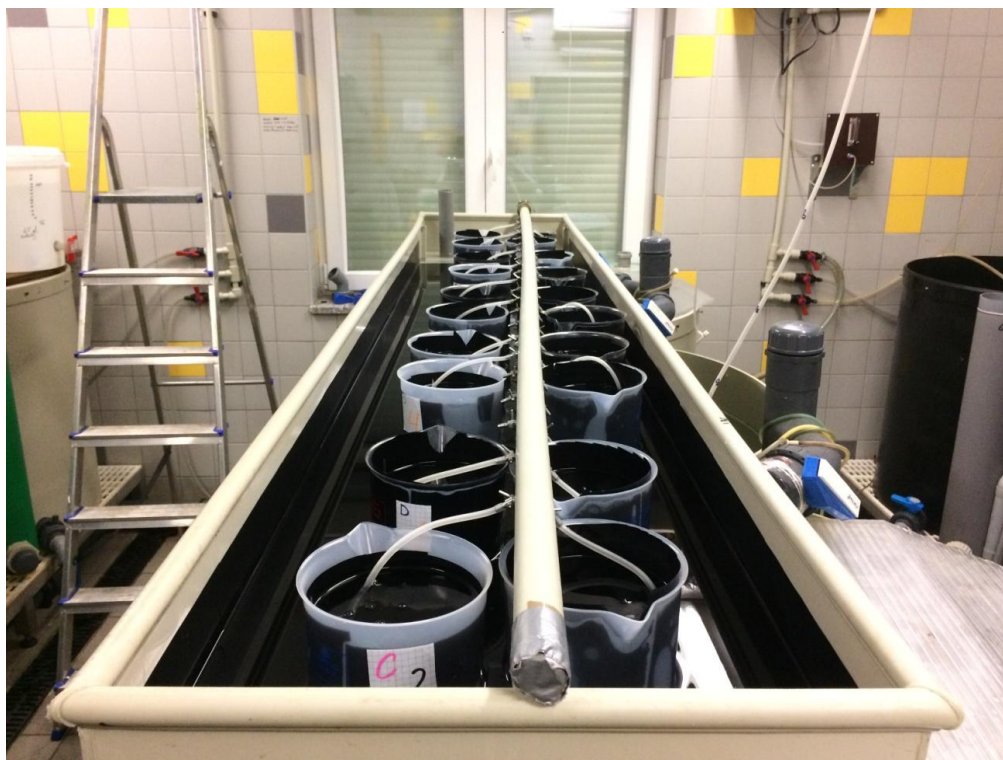
trubicí a plynovým měchýřem uzavře (Summerfeldt, 1996). Dle Kitajima a kol. (1981) se při absenci plynového měchýře u takovýchto ryb v důsledku nenormální morfologie utvářejí různé deformity páteře (skolióza (Obr. 5), lordóza (Obr. 6), kyfóza (Obr. 7), pokřivení zig – zag (Obr. 8)). Tyto ryby mají následně problém s normálním plaváním a vyrovnáváním hydrostatického tlaku v různých hloubkách. Takovéto ryby většinou leží u dna nádrží a nejsou perspektivní pro další fáze chovu, z kterého jsou odstraňovány. Při skolióze vybočuje páteř z linie osy těla doleva či doprava. Lordóza způsobuje vybočení páteře z linie osy těla dolů směrem k břichu. Kyfóza je hřbetní vybočení páteře z linie osy těla. Pokřivení páteře zig – zag je kombinace deformit lordózy a kyfózy, kdy páteř vypadá jako písmeno S a je vybočena z linie osy těla nahoru ke hřbetu a dolů k břichu (Steenfeldt a kol., 2010; Cahu a kol., 2003). S příjmem potravy je také úzce spojena teplota vody a množství plynů obsažených ve vodě. Teplota vody u ryb má vliv na aktivitu, příjem, trávení potravy, růst, ovlivňuje metabolické procesy a u látek přítomných ve vodě ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu (Kouřil a kol., 2013). Dle Paloheima a Dickieho (1966) je teplota nejdůležitější faktor pro rychlost růstu, zejména pak v rané fázi života (Kitchell a kol., 1977). U raných stadií ryb je obecně známo, že teplotní výkyvy byť jen o pár stupňů (1 – 2 °C) můžou způsobit zhoršení příjmu krmiva a v nejhorších případech až mortalitu (Kestemont a kol., 2015). To samé platí o nasycení vody kyslíkem. V recirkulačních systémech je kyslík do vody dodáván uměle. Při náhlém snížení kyslíkových poměrů se u larev candáta projeví nejdříve sníženým příjmem potravy a poté dušením a úhynem. U vody přesycené kyslíkem 150 % a výše hrozí poškození (popálení) žaber (Policar a kol., 2014). Již bylo zmíněno, že teplota vody souvisí s metabolismem a to je úzce spojené s vylučováním amoniaku rybami. V intenzivním chovu je rybami v exkrementech a dýcháním vylučován amoniakální dusík. Dalším zdrojem této škodlivé látky je rozklad bílkovin ze zbytků nespotřebovaného krmiva, z kterých se dále do vody uvolňují mastnoty. Při vyšších hodnotách pH přesahujících 8,3 se ve vodě vyskytuje vyšší podíl volného molekulárního amoniaku (NH₃), který je pro ryby nervovým jedem (Kouřil a kol., 2013). Dalším neméně důležitým parametrem vody je optimální pH, které při vysokých hodnotách působí poleptání kůže ryb. Náhlé snížení pH hrozí při zvyšování intenzity krmení a to v důsledku vysoké asimilace kyslíku rybami, zvýšením CO₂ a jeho přeměnou na kyselinu uhličitou (Kestemont a kol., 2015).

3 Materiál a metodika

3.1 Vliv hustoty vířníků (*Brachionus plicatilis*) na přežití a růst larev candát během prvního příjmu potravy

Jikry candáta obecného byly získány z generačních ryb chovaných v rybniční akvakultuře na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích, Fakultě rybářství a ochrany vod ve Vodňanech (FROV JU). K produkci larev pro diplomovou práci bylo celkem využito 10 ks generačních samic (TL = 420 - 477 mm a W = 1200 – 1600 gramů) a 10 ks generačních samců (400 – 450 mm a W = 1100 – 1450 gramů). Všichni candáti byli hormonálně stimulováni hCG v podobě přípravku Chorulon. hCG byl rybám podáván intramuskulárně v dávce 500 IU kg do hřbetní svaloviny. Generační ryby byly vytírány poloměle na hnízda individuálně v nádržích, které byly napojené na jeden dílčí RAS FROV JU podle Policara a kol. (2016). Oplozené a nakladené jikry candáta byly inkubovány a odkuleny na výtěrových hnízdech umístěných v jednotlivých nádržích o objemu 350 litrů při teplotě vody $15,5 \pm 0,64$ °C. Po vylíhnutí byly larvy kvůli správné aklimatizaci náhodně rozděleny do 20 odchovných aparátů o objemu 2 l, viz Obr. 3. Teplota vody byla mírně zvýšena na $16,5 \pm 0,76$ °C a v každém odchovném aparátu bylo umístěno 100 larev ve stáří čtyři dny po vykulení. Larvy byly rozděleny do pěti skupin (A, B, C, D a kontrolní skupina). Každá skupina měla čtyři opakování. Skupiny A – D dostávaly různé dávky vířníků a kontrolní skupina nebyla krmena vůbec. Pro skupinu A byla testována dávka 2 ks vířníků na larvu, což odpovídalo 200 ks vířníků na jeden odchovný aparát. Pro skupinu B bylo testováno 6 ks vířníků na larvu, skupina C 12 ks vířníků na larvu a pro skupinu D 20 ks vířníků na larvu. Vířníci byli larvám podáváni od počátku příjmu potravy (5. – 9. den po jejich vylíhnutí) třikrát denně (v 8:00, 13:00, 18:00 hod) a to od prvního až do pátého dne experimentu. Aparáty byly součástí RAS FFPW (odchovné aparáty umístěné uvnitř velké nádrže naplněné vodou). Tato metoda byla zvolena pro udržení optimální a stabilní teploty vody v odchovných aparátech. Inkubátory byly napájeny pomocí RAS z nádrže o objemu 350 l se sítí 40 μ m. Počáteční hmotnost pokusných larev byla v průměru $BW = 0,5 \pm 0,09$ mg a průměrná délka těla $TL = 5,7 \pm 0,21$ mm. Hodnoty teploty vody, pH a koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě byly měřeny a zaznamenány vždy dvakrát denně (v 7:00 a 15:00 hod). Teplota vody a pH bylo měřeno digitálním testerem

od firmy HANNA Combo pH/EC HI 98129. Koncentrace kyslík ve vodě byla zaznamenána pomocí oximetru WTW Oxi 3205. Vlastnosti vody během pokusu dosahovaly hodnot: teplota vody $16,57 \pm 0,76$ °C, pH $7,54 \pm 0,28$ a koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě 80 ± 4 %. Koncentrace dusitanů a amoniaku byly měřeny za pomoci fotometru HANNA HI 83203. Koncentrace dusitanů byla $0,25 \pm 0,08$ mg.l⁻¹ a koncentrace amoniaku $0,13 \pm 0,01$ mg.l⁻¹. Průtok vody v průtokovém systému dosahoval hodnoty 100 ml.min⁻¹ (20:00 do 07:00 hod). Světelný režim byl nastaven v poměru 13 hodin světlo (od 7:00 do 20:00 hod) a 11 hodin tma. Intenzita světla byla nastavena na hodnotu 100 luxů. Aparáty byly čištěny každý den před krmením a večer dvě hodiny po nakrmení. Každý den byly odstraňovány a počítány mrtvé larvy a hodnoty byly zaznamenávány. Larvy byly krmeny sladkovodními vířníky (*Rotifera*) druhu *Brachionus plicatilis*. Vířníkům byla dvakrát denně předkládána mikrořasa (*Nannochloropsis sp.*) v hustotě 2 x 300 000 buněk.ml⁻¹). Dvakrát denně byli počítáni vířníci, kvůli kontrole počtu v jednom mililitru vody. První a poslední den experimentu bylo náhodně vybráno 40 larev na kontrolu TL, SL s přesností na 0,01 mm pomocí stereofonního mikroskopu přes program Quick PHOTO MICRO 3. Během kontroly byly larvy anestetizované přípravkem MS 222 (100 mg.l⁻¹). Na filtračním papíru byly larvy osušeny a zváženy na analytických vahách Kern ATB 220-50M. Na konci pokusu byly ryby spočítány a stanovena míra přežití. Hodnoty z měření a vážení ryb byly použity pro výpočet SGR a FC. Pro porovnání všech výsledků v této práci byl použit program Statistica 13, jednosměrná analýza ANOVA s Tuckeyho testem. Úroveň hladiny významnosti byla stanovena na $p < 0,05$.



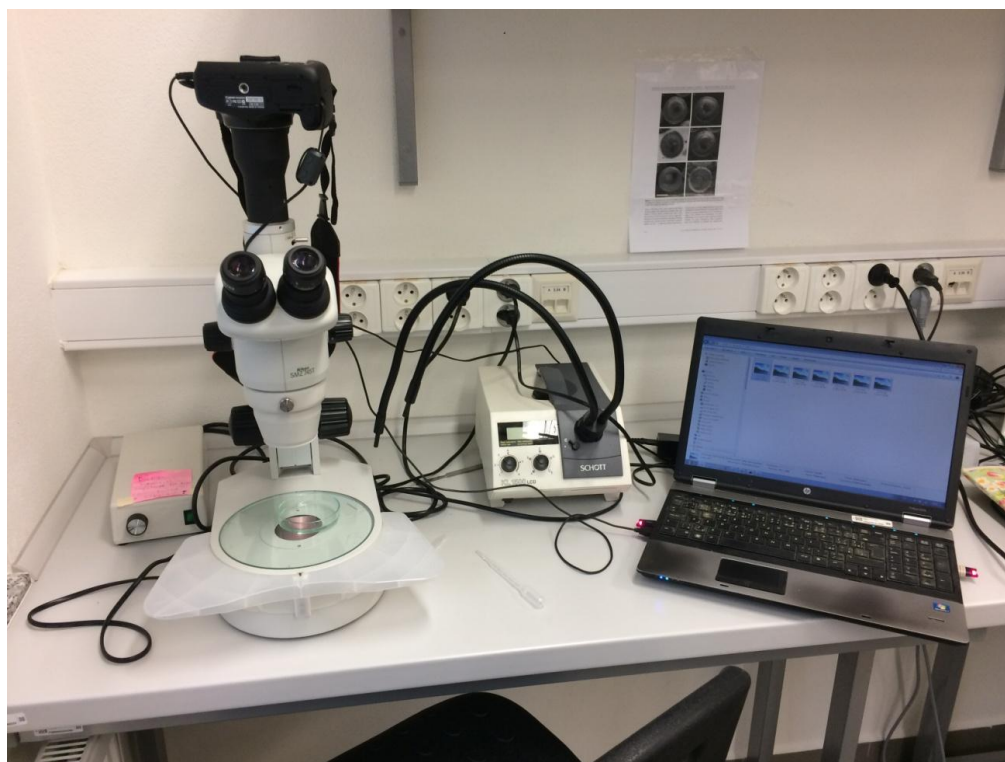
Obr. 3 Odchovný systém použitý v experimentu této diplomové práce

3.2 Poloprovozní odchov larev candáta obecného v odchovných nádržích s použitím počáteční výživy vířníků a následnou kombinací se žábřonožkou

Pro tento experiment byly použity jikry od stejných generačních ryb jako v předchozím popsaném experimentu. Jikry candáta byly inkubovány a larvy vylíhnuty v nádrži napojené na RAS o objemu 350 l při teplotě vody $15,5 \pm 0,64$ °C. Teplota vzduchu v místnosti experimentu byla 15 – 16 °C. Počáteční hmotnost pokusných larev byla v průměru $BW = 0,5 \pm 0,09$ mg a průměrná celková délka $5,7 \pm 0,21$ mm. Kvůli správné aklimatizaci byly čerstvě vylíhnuté larvy (4 dny po vylíhnutí) náhodně nasazeny do 3 odchovných nádrží o objemu 280 l. Do každé nádrže bylo napočítáno a vysazeno 180 ks larev na litr vody, což představovalo přibližně 50 400 larev na jednu odchovnou nádrž. Odchovné nádrže byly součástí RAS FFPW, který měl celkový objem 4000 litrů vody. Při nasazení ryb bylo do systému přidáno 10 kilogramů soli (NaCl), dále byla sůl do systému dodávána denně v závislosti na výměně vody ze systému s cílem udržovat ve vodě stálou salinitu $2,5 \text{ g.l}^{-1}$. Hodnoty teploty vody, pH a koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě byly měřeny a zaznamenány vždy dvakrát denně (v 7:00 a 15:00 hod) stejným způsobem jako u již popsaného experimentu. Každý

den byly jednotlivé odchovné nádrže odkaleny, vyčištěny a byla vyměněna voda v celém systému o objemu cca 1 m³. Kvalita vody během pokusu dosahovala hodnot: teplota vody 17,5 ± 0,79 °C, pH 7,2 ± 0,19 a koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě byla 85 ± 8 % nasycení. Koncentrace dusitanů a amoniaku byly měřeny za pomoci fotometru HANNA HI 83203. Koncentrace dusitanů byla 0,49 ± 0,12 mg.l⁻¹ a koncentrace amoniaku 0,12 ± 0,01 mg.l⁻¹. Průtok vody každou nádrží dosahoval hodnoty 5 l.min⁻¹ (21:00 do 07:00 hod). Světelný režim byl nastaven v poměru 14 hod světlo (od 7:00 do 21:00 hod) a 10 hod tma. Intenzita světla byla nastavena na hodnotu 100 luxů. Délka experimentu byla 40 dní. První den experimentu byly larvy krmeny vířníkem sedmkrát denně. Od druhého dne experimentu byla zvolena technika krmení kombinace vířníka a žábronožky. Vířník byl rybám podáván dvakrát denně v 7:30 a 14:00 hodin. Vířník byl rybám podáván po dobu 12 dní. Množství zkrmovaného vířníka bylo z počátku 15,09 milionů na nádrž, což činilo přibližně 300 vířníků na candáta a postupně se mírně snižovalo až na 8,5 milionů vířníků na nádrž, což bylo okolo 150 ks vířníků na candáta. Žábronožka byla podávána od druhého dne krmení. Žábronožka byla podávána šestkrát denně v 7:00, 9:30, 12:00, 13:00, 15:00, 18:00 po dobu osmi dní a poté se intenzita krmení žábronožkou snížila na pětkrát denně v 7:00, 10:30, 12:30, 14:30, 18:00. Počáteční krmná dávka žábronožky HE 260 000 NPG byla stanovena na 20 lžic denně. Tato dávka byla rybám podávána 14 dní. Poté byla žábronožka zaměněna za žábronožku s líhivostí HE 210 000 NPG a dávka byla následně na další tři dni snížena na 15 lžic denně. Dále krmná technika žábronožky pokračovala: sedm dní 10 lžic, čtyři dni 7,5 lžice, tři dni 5 lžic a po zbytek experimentu 3 lžice žábronožky denně. Od dvanáctého dne experimentu byli vířníci vyměněni za startérové krmivo OTOHIME. Startér byl larvám předkládán ručně každé dvě hodiny v 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 18:00 v dávce ad libitum. Ryby na počátku experimentu byly váženy na analytických vahách Kern ATB 220-50M, před vážením byly vždy osušeny. Vířník byl krmen dvakrát denně (2 x 300 000 buněk/ml) mikrořasami (*Nannochloropsis sp.*). Před každým krmením ryb probíhala příprava a počítání vířníků, vířníci byli vždy zklidněni ve speciálním roztoku. Suspenze vody s vířníky o objemu 1 ml byla vždy umístěna pod mikroskop a spočítán počet vířníků (třikrát opakováno, stanoven průměr a určen počet vířníků v 1 ml suspenze). Poslední den experimentu bylo náhodně vybráno 500 ryb na kontrolu morfologie ryb a výskyt tělesných deformit. Ryby byly dány do vody a foceny pod mikroskopem (Obr. 4). Z fotek byly zaznamenány hodnoty délky a výšky

těla jedince. Dále byly ryby podrobeny monitoringu jednotlivých deformit (skolióza, lordóza, kyfóza, pokřivení zig – zag, ryby s naplněným plynovým měchýřem, ryby s nenaplněným plynovým měchýřem, ryby bez horní čelisti, ryby bez spodní čelisti, ryby bez obou čelistí). Deformity a jejich kombinace byly zaznamenávány a byla stanovena jejich četnost v procentech.



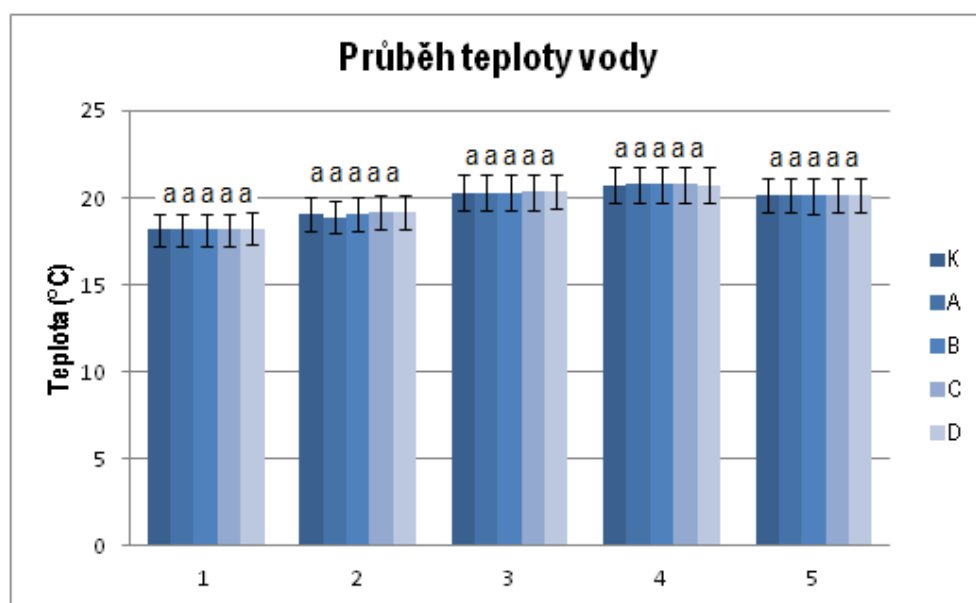
Obr. 4 Monitoring pomocí mikroskopu

4 Výsledky

4.1 Vliv hustoty vířníků (*Brachionus plicatilis*) na přežití a růst larev candáta během prvního příjmu potravy

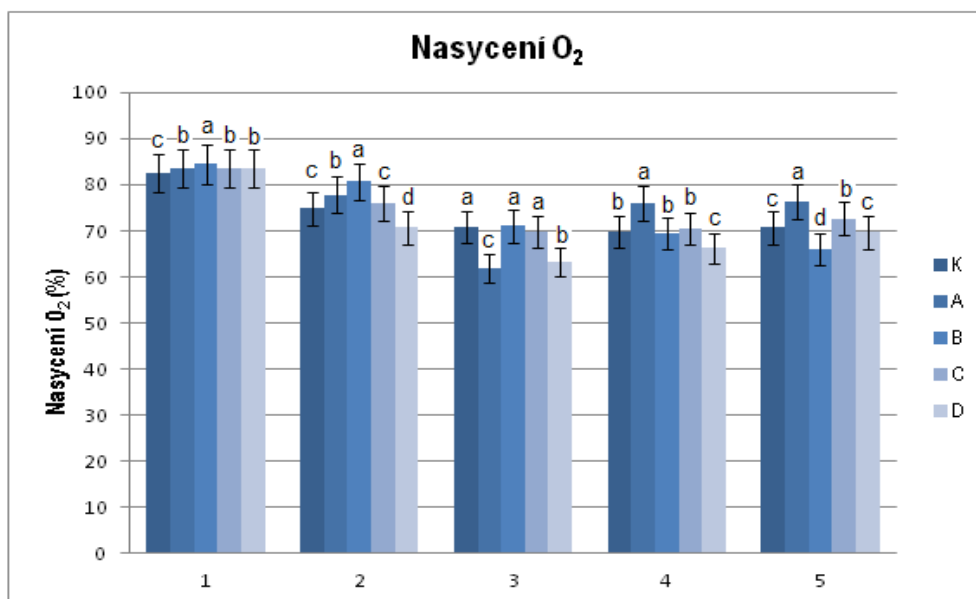
4.1.1 Sledované parametry vody – teplota vody, kyslík, pH

Sledované parametry vody byly teplota, kyslík a pH. Kvalita vody byla optimální pro chov larev candáta. Teplota vody byla na počátku experimentu nastavena na $18 \pm 0,28$ °C. Každým dnem odchovu byla teplota mírně zvyšována až na maximálních $20,5 \pm 0,32$ °C.



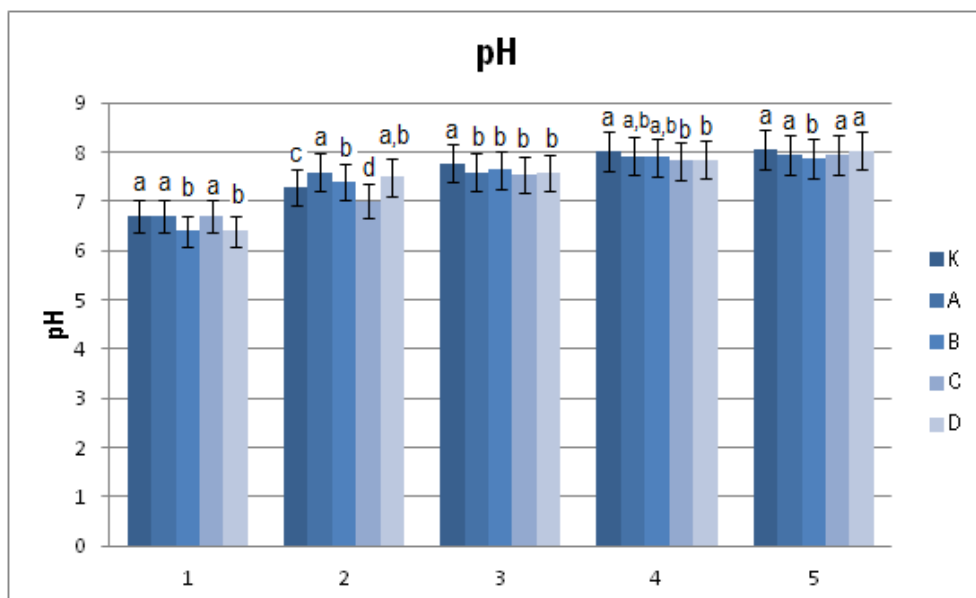
Graf 2 Průběh teploty vody během pětidenního experimentu. Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD

Nasycení kyslíku bylo během celého experimentu drženo nad hranicí 65 %. První den experimentu hodnota nasycení byla $83 \pm 0,19$ % a pátý den se snížila až na hodnotu $71 \pm 0,32$ %.



Graf 3 Nasycení kyslíku ve vodě během pětidenního experimentu. Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty ± SD

Hodnoty pH byly každý den experimentu velmi podobné, ale každý den se pH nepatrně zvyšovalo. Na počátku experimentu bylo pH $6,8 \pm 0,1$ a po pěti dnech odchovu bylo pH naměřeno $8 \pm 0,07$.



Graf 4 Naměřené hodnoty pH během pětidenního experimentu. Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty ± SD

4.1.2 Přežití, specifická rychlost růstu, Fultonův koeficient

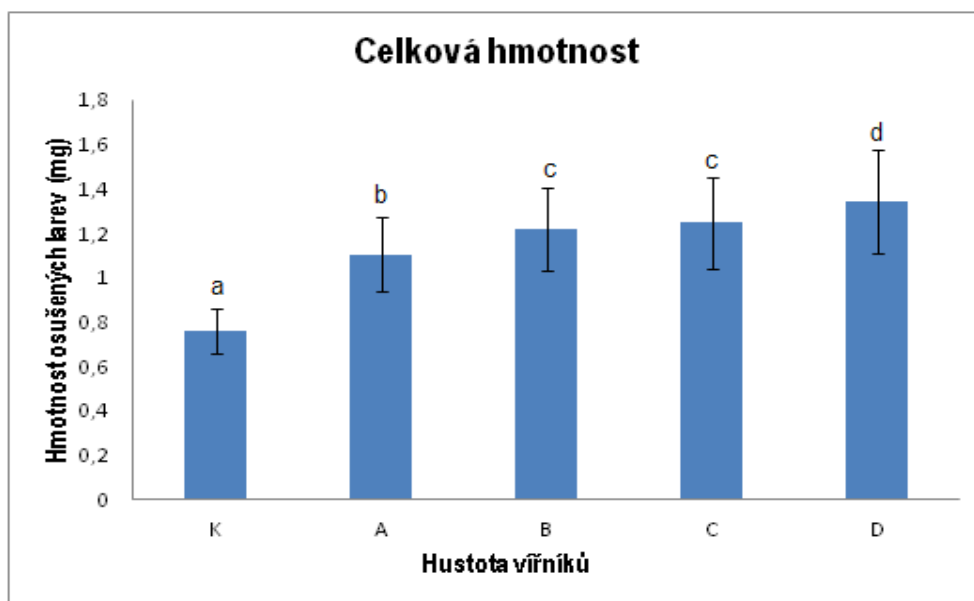
Míra přežití larev candáta obecného byla ve všech experimentálních skupinách vysoká > 75 %. Nejvyšší míra přežití $89 \pm 14,43$ % byla zaznamenána u skupiny A krmené 2 ks vířníků na larvu, viz Tab. 3. Míra přežití u skupiny A vířníků byla významně vyšší než u skupiny bez krmení $75 \pm 4,50$ %, ačkoliv v experimentální skupině A bylo zjištěno nejmenší SGR $10,24 \pm 3,95$ %. d^{-1} ze všech krmených skupin. Nejvyšší SGR $15,16 \pm 3,10$ %. d^{-1} bylo pozorováno u skupiny D $15,16 \pm 3,10$ %. d^{-1} . Fultonův koeficient byl zaznamenán nejvyšší u skupiny B $0,42 \pm 0,12$. Skupiny ryb A, C a D vykazovaly podobné hodnoty 0,37. Kontrolní skupina za všemi pozorovanými skupinami výrazněji zaostávala $0,28 \pm 0,03$.

Tab. 3 Přežití, specifická rychlost růstu a Fultonův koeficient poslední den experimentu

| Počet vířníků na larvu (ks) | Míra přežití (%) | SGR (%. d^{-1}) | FC |
|-----------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 2 (A) | $89 \pm 14,43$ | $10,24 \pm 3,95$ | $0,37 \pm 0,08$ |
| 6 (B) | $81 \pm 8,02$ | $12,52 \pm 3,55$ | $0,42 \pm 0,12$ |
| 12 (C) | $87 \pm 9,60$ | $12,08 \pm 3,28$ | $0,37 \pm 0,05$ |
| 20 (D) | $78 \pm 5,13$ | $15,16 \pm 3,10$ | $0,37 \pm 0,07$ |
| 0 (K) | $75 \pm 4,50$ | $4,24 \pm 2,73$ | $0,28 \pm 0,03$ |

4.1.3 Celková hmotnost ryb

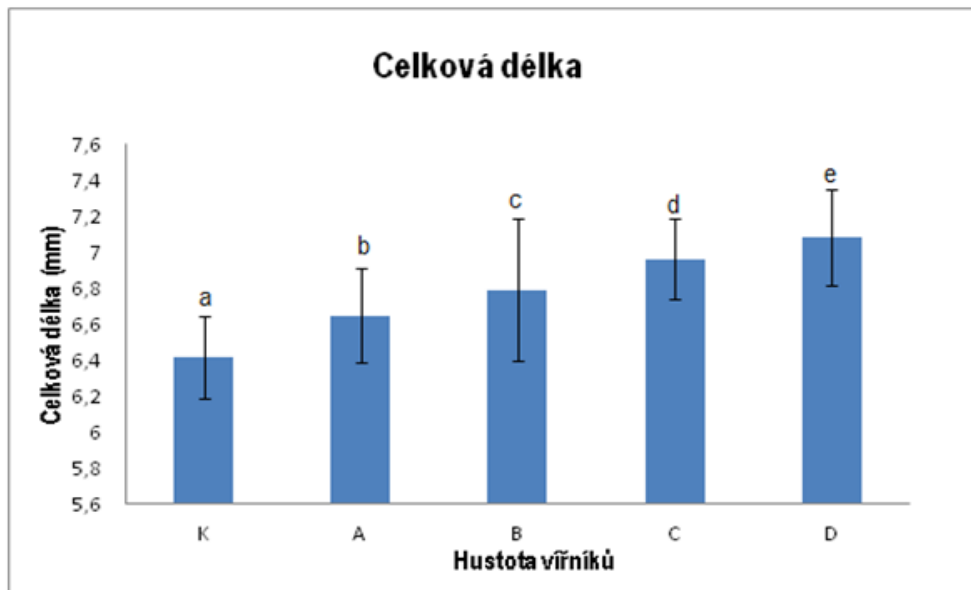
Larvy candáta krmené vířníky vykazovaly významně vyšší tělesnou hmotnost v porovnání s nekrmenými larvami. Zvyšující hmotnost ryb byla lineární s množstvím předkládaných vířníků, kdy skupina bez krmení měla nejnižší hmotnost těla $0,79 \pm 0,02$ mg a skupina D nejvyšší hmotnost $1,33 \pm 0,02$ mg. Ze čtyř pozorovaných skupin vykazovaly značně nejvyšší hmotnost ryby skupiny D $1,33 \pm 0,02$ mg krmené 20 ks vířníků na larvu oproti skupině A $0,79 \pm 0,02$ mg krmené 2 ks vířníků na larvu. Na grafu 5 lze vidět, že u skupin B $1,21 \pm 0,01$ mg a C $1,22 \pm 0,03$ mg byla hmotnost ryb velice podobná.



Graf 5 Konečná hmotnost larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) po osušení poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD

4.1.4 Celková délka ryb

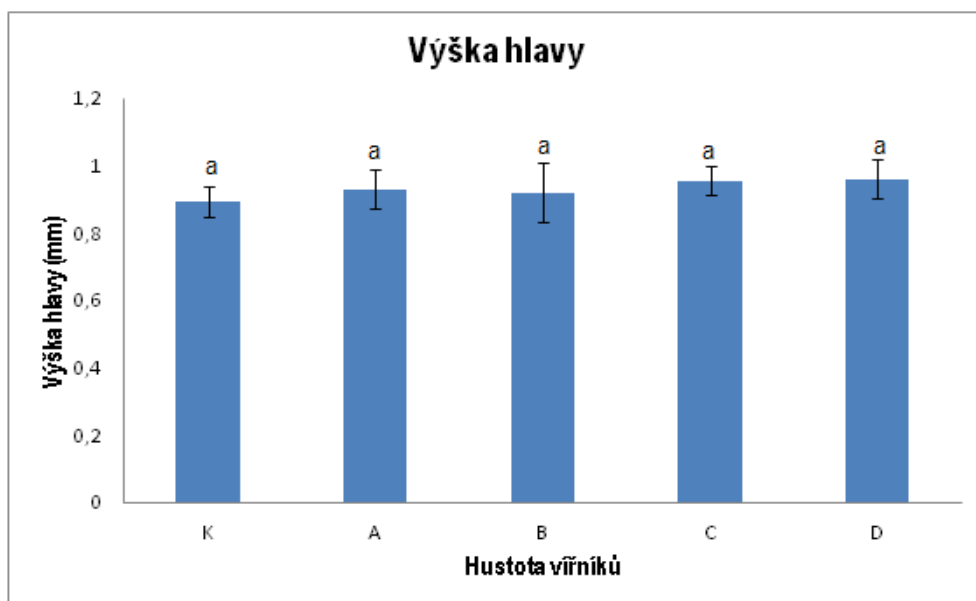
Celková délka na konci experimentu byla u skupiny A $6,64 \pm 0,35$ mm významně nižší ve srovnání se skupinami C $6,91 \pm 0,27$ mm a D $7,06 \pm 0,38$ mm (Graf 6). Největší celková délka byla zaznamenána u skupiny D $7,06 \pm 0,38$ mm, která byla krmena 20 ks vířníků na larvu. Kontrolní skupina K $6,42 \pm 0,23$ mm výrazně zaostávala za všemi pozorovanými skupinami ryb, což bylo z důvodu absence potravy očekáváno.



Graf 6 Konečná délka larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD

4.1.5 Výška hlavy

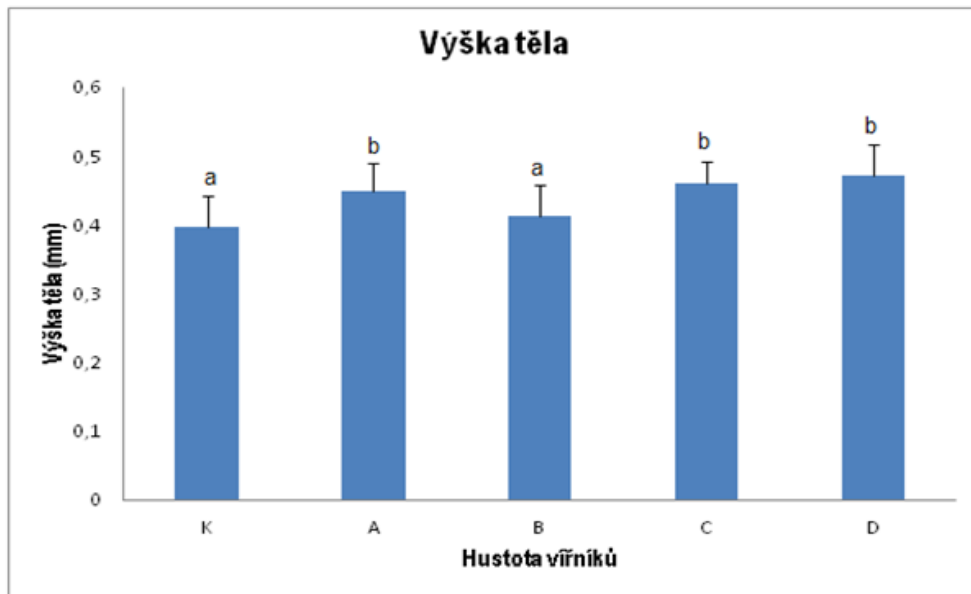
Experimentální skupiny A, B, C, D vykazovaly vyšší výšku hlavy v porovnání s kontrolní skupinou K (Graf 7). U skupiny A byla výška hlavy zaznamenána $0,91 \pm 0,12$ mm, skupina B $0,89 \pm 0,07$ mm, skupina C $0,93 \pm 0,10$ mm, skupina D $0,93 \pm 0,15$ mm. U skupiny B byla zaznamenána menší výška hlavy oproti skupinám A, C a D. Mezi skupinami ryb A, C a D nebyl zaznamenán výrazný statistický rozdíl ve výšce hlavy.



Graf 7 Konečná výška hlavy larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD

4.1.6 Výška těla

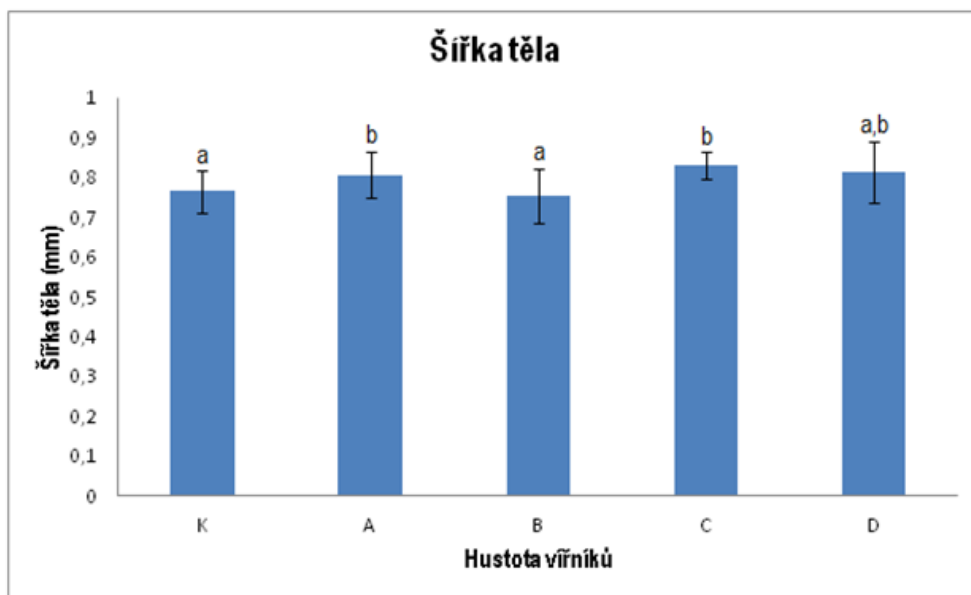
Výška těla byla měřena v úrovni řitního otvoru. Výška těla byla významně odlišná u skupin C $0,45 \pm 0,01$ mm a D $0,46 \pm 0,04$ mm oproti kontrolní skupině K $0,39 \pm 0,02$ mm. Další významné statistické rozdíly ve výšce těla byly zaznamenány u skupiny B $0,41 \pm 0,06$ mm, která měla také nižší tělo oproti skupinám C $0,45 \pm 0,01$ mm a D $0,46 \pm 0,04$ mm (Graf 8). U skupiny A $0,45 \pm 0,03$ mm krmené 2 ks vířníků na larvu nebyl zaznamenán významný statistický rozdíl ve výšce těla oproti skupině D $0,46 \pm 0,04$ mm krmené 20 ks vířníků na larvu, ale ani skupině C $0,45 \pm 0,01$ mm.



Graf 8 Konečná výška těla larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD

4.1.7 Šířka těla

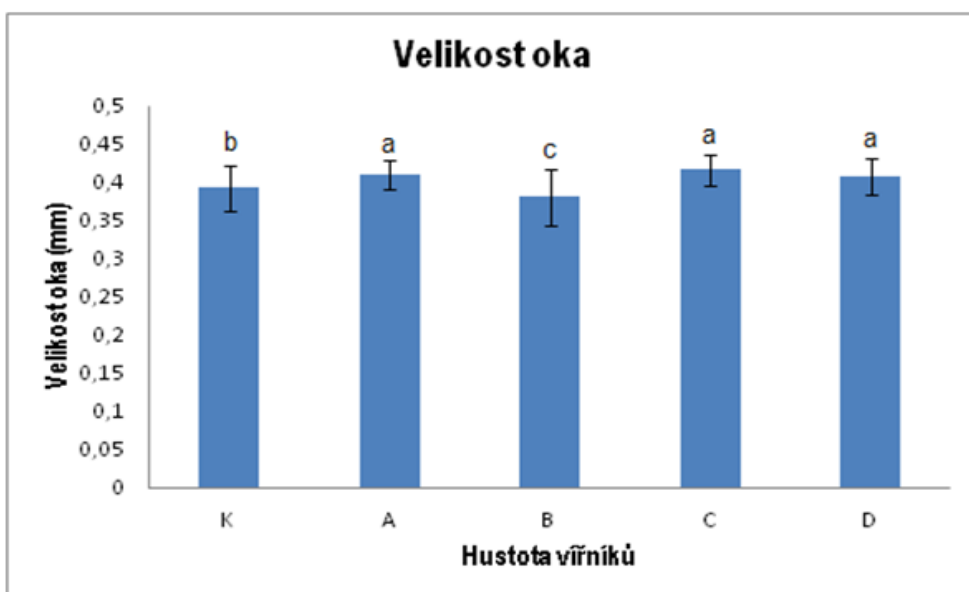
Šířka těla je zaznamenána na grafu 9. Na konci experimentu byly nižší hodnoty v šířce těla ryb pozorovány u kontrolní skupiny K $0,76 \pm 0,02$ mm a skupiny B $0,74 \pm 0,05$ mm. Skupiny A, C, D vykazovaly hodnoty vyšší přibližně o 1 mm. Nejširší tělo bylo naměřeno u skupiny C $0,81 \pm 0,04$ mm. Nejnižší hodnoty v šířce těla vykazovala skupina B $0,74 \pm 0,05$ mm.



Graf 9 Konečná šířka těla larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD

4.1.8 Velikost oka

Nejvyšší hodnoty velikosti oka byly naměřeny u skupiny C $0,42 \pm 0,02$ mm. Významné rozdíly byly pozorovány v průměrné velikosti oka mezi skupinami C $0,42 \pm 0,02$ mm a D $0,41 \pm 0,02$ mm (Graf 10) v porovnání s kontrolní skupinou K $0,39 \pm 0,02$ mm a skupinou B $0,37 \pm 0,02$ mm.

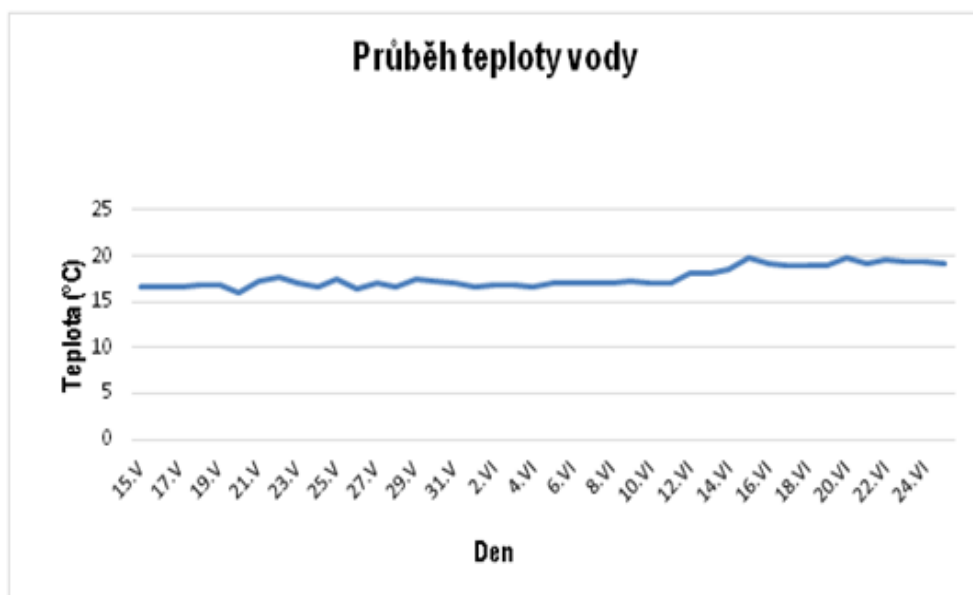


Graf 10 Konečná velikost oka larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD

4.2 Poloprovozní odchov larev candáta obecného v odchovaných nádržích s použitím počáteční výživy vířníků a následnou kombinací s žábřonožkou

4.2.1 Průběh teploty vody

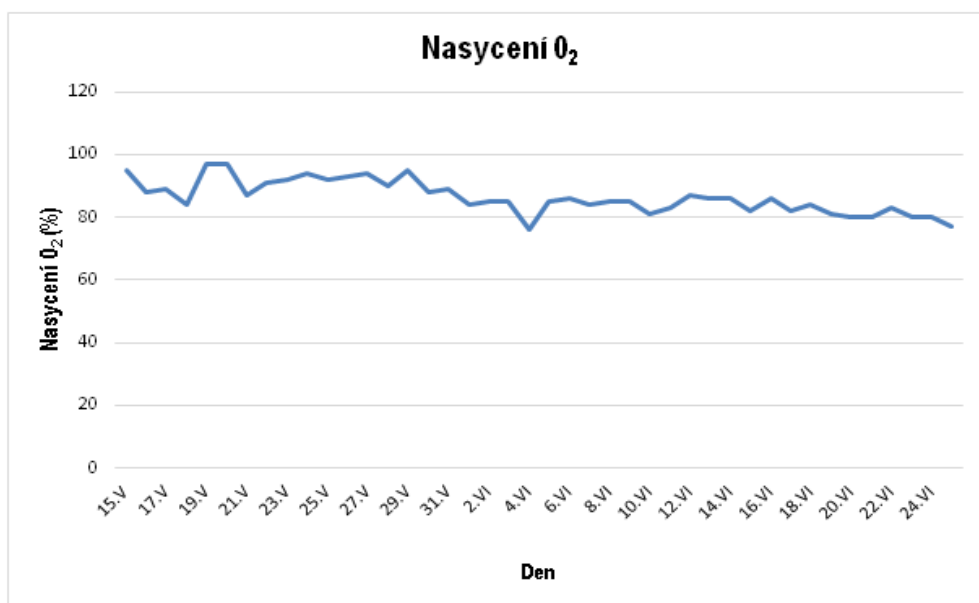
Průběh teploty vody během experimentu naznačuje graf 11. Výkyvy teploty vody byly minimální. Teplota vody se pohybovala v rozmezí 16 – 20 °C. Na počátku experimentu byla teplota vody okolo 16 – 17 °C a do konce experimentu se mírně zvýšila na 19 – 20 °C.



Graf 11 Průběh teploty vody během experimentu

4.2.2 Průběh nasycení O₂

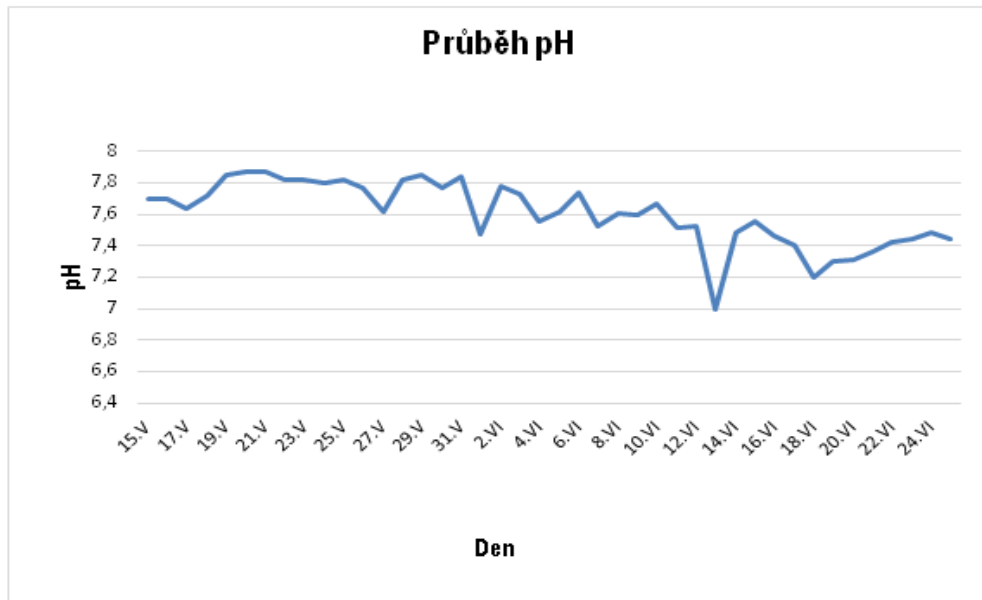
Z grafu 12 je zřejmý průběh nasycení vody kyslíkem během odchovu. Na tomto grafu je vidět mírně se snižující nasycení vody kyslíkem v průběhu experimentu. Na počátku se nasycení vody kyslíkem pohybovalo na úrovni 100 ± 6 % a postupně se s přibývajících dny odchovu nasycení ustálilo na 80 ± 9 %.



Graf 12 Průběh nasycení O₂ během experimentu

4.2.3 Průběh pH

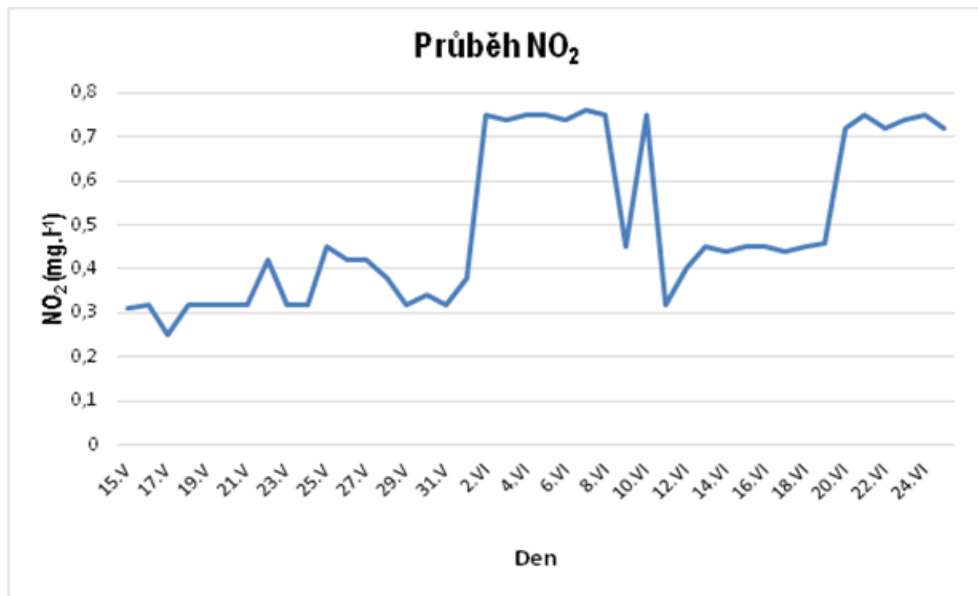
V prvních fázích odchovu bylo pH vody konstantní okolo 7,5. Později bylo zaznamenáno mírné snížení, což ukazuje graf 13. Po celou dobu experimentu se pH pohyboval v rozmezí pH 7 – 8.



Graf 13 Průběh pH vody během experimentu

4.2.4 Průběh NO₂

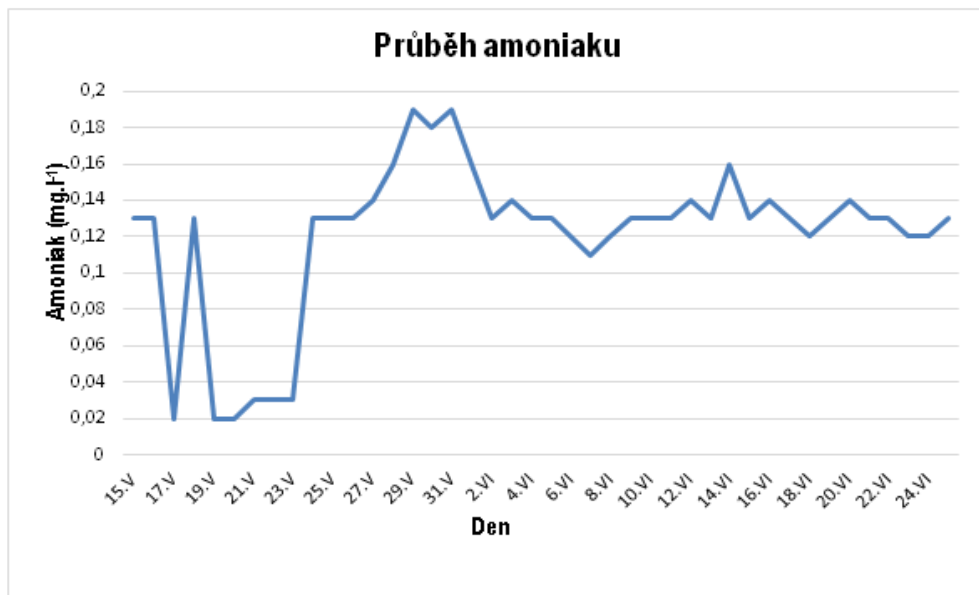
Průběh hodnot NO₂ demonstruje graf 14. Na tomto grafu jsou vidět podobné hodnoty pohybující se 0,25 – 0,45 mg.l⁻¹ do půlky experimentu. Poté byl zaznamenán náhlý vzestup na 0,75 mg.l⁻¹.



Graf 14 Průběh NO₂ během experimentu

4.2.5 Průběh amoniaku

Graf 15 ukazuje průběh hodnot amoniaku během experimentu. V počátcích odchovu jsou vidět zřetelné výkyvy, které se přibližně po půlce odchovu ustálily. Hodnota amoniaku byla mezi 0,1 – 0,16 mg·l⁻¹.



Graf 15 Průběh amoniaku během experimentu

4.2.6 Přežití, specifická rychlost růstu, Fultonův koeficient

Přežití na konci experimentu bylo $68 \pm 4,71$ %, viz Tab. 4. Specifická rychlost růstu byla $8,37 \pm 0,42$ %. d^{-1} a Fultonův koeficient byl zaznamenán $0,88 \pm 0,06$.

Tab. 4 Přežití, specifická rychlost růstu a Fultonův koeficient

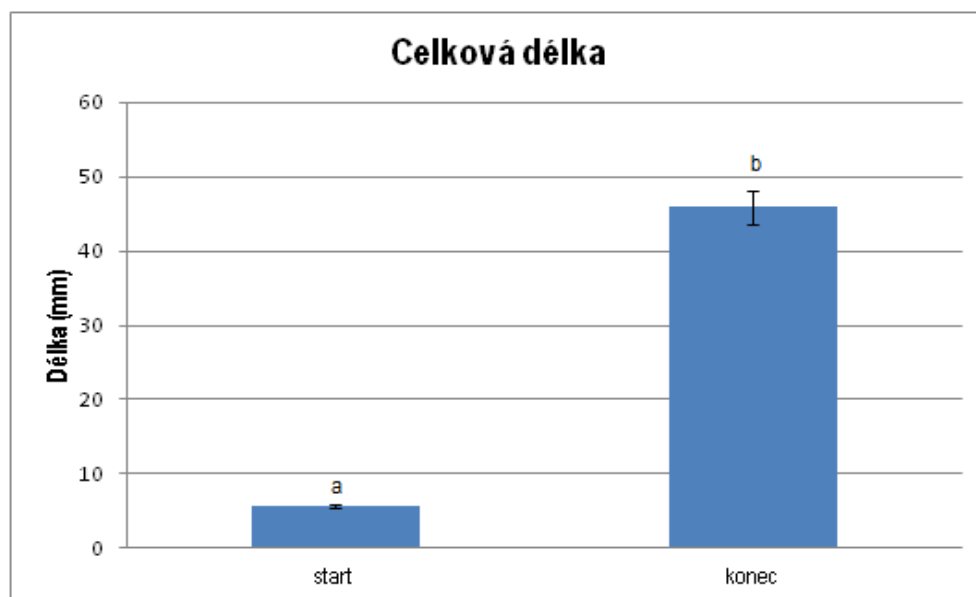
| Míra přežití (%) | SGR (%. d^{-1}) | FC |
|------------------|--------------------|-----------------|
| $68 \pm 4,71$ | $8,37 \pm 0,42$ | $0,88 \pm 0,06$ |

4.2.7 Celková hmotnost ryb

Hmotnost ryb při nasazení do experimentu byla $0,5 \pm 0,09$ mg. Během experimentu byl zaznamenán výrazný nárůst celkové hmotnosti ryb až na hodnotu $0,48 \pm 0,16$ g.

4.2.8 Celková délka ryb

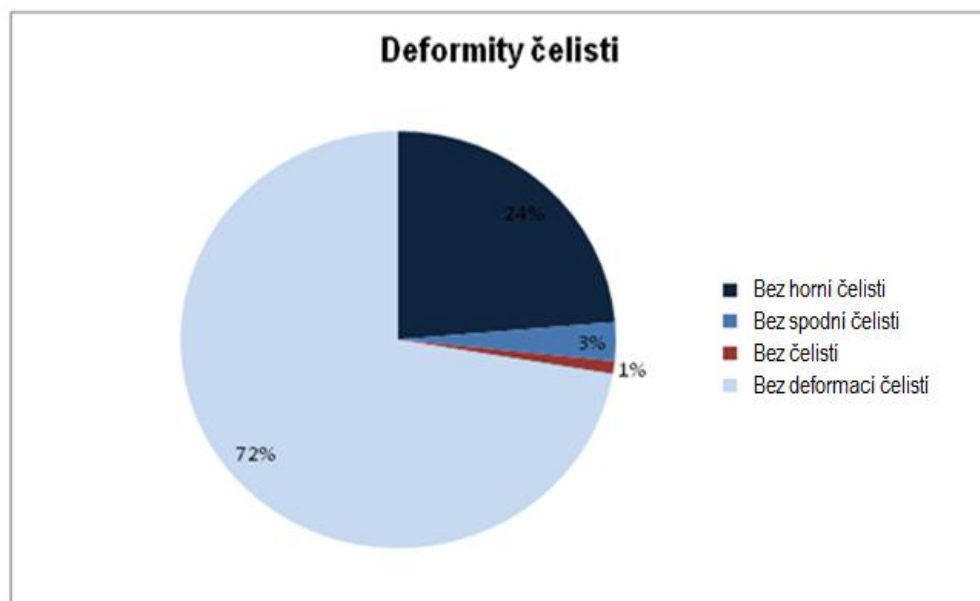
Na počátku experimentu byla délka ryb $5,7 \pm 0,21$ mm. Za dobu 40 denního odchovu došlo k signifikantnímu nárůstu celkové délky ryb na hodnotu $45,9 \pm 6,33$ mm.



Graf 16 Počáteční a konečná délka larev candáta obecného (*Sander lucioperca*). Hodnoty jsou prezentovány jako průměrné hodnoty \pm SD

4.2.9 Deformity čelistí

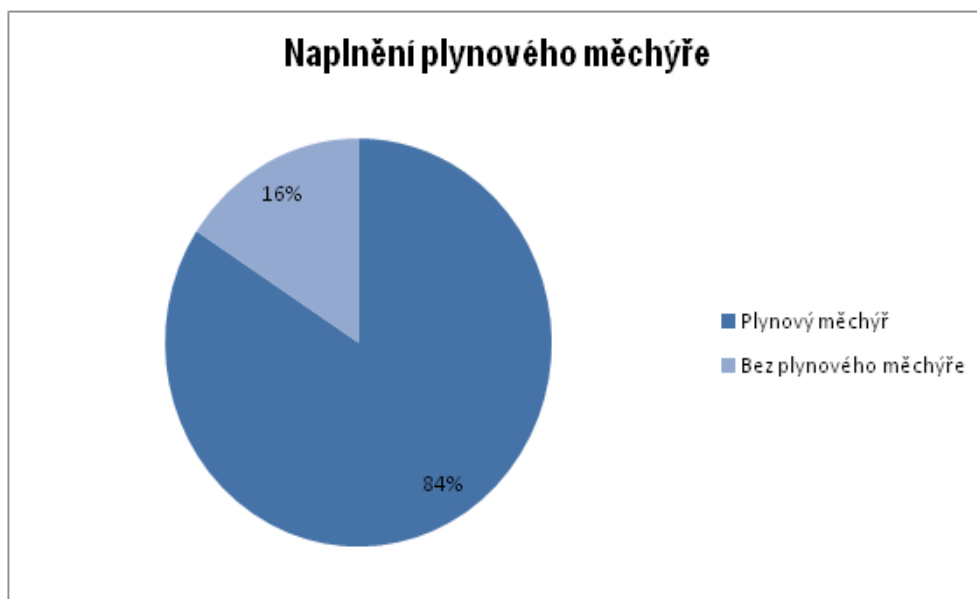
Při experimentu poloprovozního odchovu larev candáta obecného v odchovných nádržích s použitím počáteční výživy vířníků a následnou kombinací s žábřonožkou byl zaznamenán vysoký počet ryb s deformovanou čelistí. Procentuální podíl jednotlivých deformit naznačuje Graf 17. Zaznamenané deformity byly u ryb klasifikovány jako ryby s chybějící horní čelistí, ryby s chybějící spodní čelistí a ryby bez obou čelistí. Deformovaná čelist byla zaznamenána přibližně u 30 % ze všech odchovávaných ryb. Nejvyšší počet deformit byl pozorován u ryb bez horní čelisti. U těchto ryb byla pozorována kratší nebo chybějící horní čelist. Ryb s deformovanou horní čelistí bylo 24 %. U 3 % ryb byla zaznamenána chybějící spodní čelist. Ryb bez čelistí bylo v pokusu okolo 1 %.



Graf 17 Procentuální podíl deformit čelistí u odchovávaných larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) na konci poloprovozního experimentu

4.2.10 Naplnění plynového měchýře

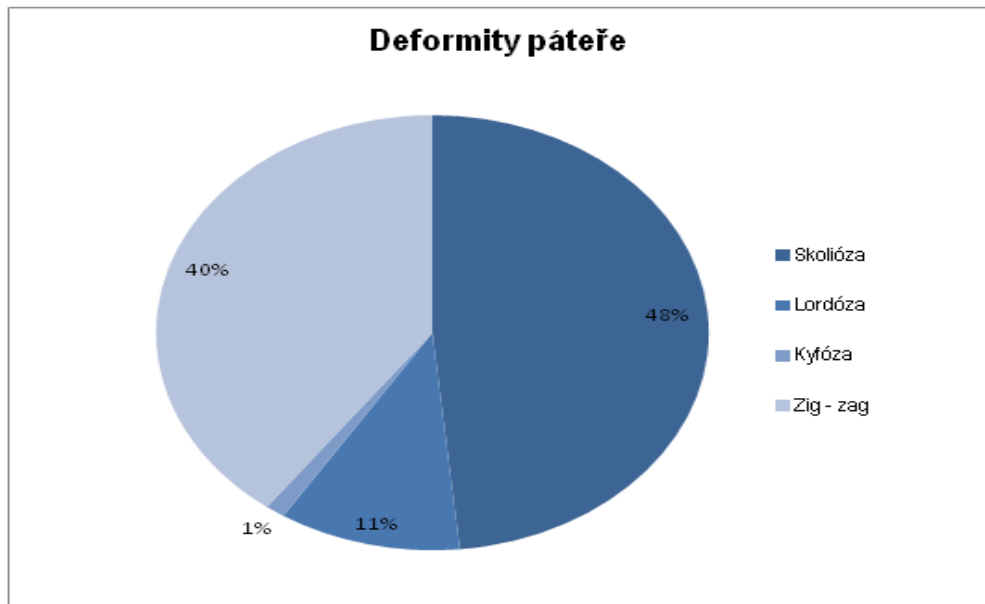
Graf 18 popisuje podíl odchovaných ryb, které měly na konci odchovu naplněný či nenaplněný plynový měchýř. Na konci experimentu bylo zaznamenáno 84 % ryb s úspěšně naplněným plynovým měchýřem. Bez přítomnosti plynového měchýře bylo napočítáno 16 % ryb z celkového počtu odchovaných jedinců.



Graf 18 Procentuální podíl ryb s naplněným plynový měchýřem u odchovávaných larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) na konci poloprovozního experimentu

4.2.11 Výskyt deformit páteře

Na grafu 19 jsou vidět jednotlivé deformity páteře. Deformity páteře byly zaznamenány u ryb bez naplněného plynového měchýře. Deformity páteře vyskytující se u candáta jsou skolióza, lordóza, kyfóza a zig - zag pokrivení, viz Obr. 5, Obr. 6, Obr. 7 a Obr. 8. U některých ryb byly zaznamenány kombinace deformit. Nejčastější zaznamenaná deformita páteře byla skolióza a zig - zag. Skolióza se vyskytovala u 48 % ryb a ryb s deformitou páteře zig -zag bylo 40 %. Naopak nejméně zaznamenané deformity páteře byly lordóza a kyfóza. Lordóza byla naměřena u 11 % jedinců a kyfóza pouze u 1 % všech testovaných ryb.



Graf 19 Procentuální podíl výskytu deformit páteře (skolióza, lordóza, kyfóza a zig-zag) u odchovávaných larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) na konci poloprovozního experimentu



Obr. 5 Skolióza



Obr. 6 Lordóza



Obr. 7 Kyfóza



Obr. 8 Pokřivení páteře zig – zag

5 Diskuze

Experiment prokázal, že larvy candáta obecného lze za použití vířníků bez větších problémů odchovat, ale jako lepší postup se ukázal použití kombinace vířníka a žábronožky. Toto tvrzení potvrdil Vlavenou a kol. (1995), kteří ve svém pokusu k počátečnímu odkrmu použili žábronožku o velikosti 420 – 480 μm pro čerstvě vylíhlé larvy okouna obecného (*Perca fluviatilis*). Přibližně 60 – 70 % larev začalo žábronožku přijímat, ale zbytek larev nikdy nezačal žábronožku přijímat (Vlavenou a kol., 1995). To potvrzuje i Ostaszewska (2005), která uvádí, že trávicí ústrojí candáta po vylíhnutí je rovná trubice sestavená z nediferencovaných buněk a zaživací trakt se vyvíjí až 5. – 7. den po vylíhnutí. Pro zdárný průběh trávení potřebuje candát přijímat živou potravu. K významnému enzymatickému nárůstu ve traktu candátů dochází po otevření úst, přibližně 5. – 7. den po vylíhnutí (Ostaszewska, 2005). Ostaszewska (2005) využila pro počáteční odkrm larev candáta obecného nauplia žábronožky, ze kterých larvy získávají trávicí enzymy. Vlavenou a kol. (1995) také uvádí vyšší míru přežití larev při použití vířníka při počátečním odchovu a doporučuje využívat žábronožku až po 14 dnech odchovu. Z toho lze usoudit, že námi zvolený postup testovaný v této diplomové práci rozkrmu larev candáta, které mají oproti larvám okouna ještě menší ústa, vířníkem a poté použití jeho kombinace s žábronožkou byl vhodný. Kestemont a kol. (1996) uvádí, že využili během 16 denního odchovu larev candáta prvních 4. – 5. dní kombinaci vířníka a žábronožky, a tím umožnili všem rybám bez ohledu na velikost úst přijímat potravu. Vířník je v akvakultuře široce používán jako první potrava pro larvy kvůli snadné kultivaci, produkci, jeho malé velikosti a rychlé reprodukční schopnosti (Lawrence a kol., 2012).

Candát je velice náchylný na první příjem potravy, v mnoha případech velký počet ryb nezačal vůbec přijímat potravu. Pokus této diplomové práce také odhalil nutnost instalace sběračů mastnot na hladině, které zabraňují rybám prvního nadechnutí, což u candáta vede k nenaplnění plynového měchýře a tvorbě deformit. Procento úspěšně nadechnutých ryb během našeho experimentu bylo 84 %. Autoři Kowalska a kol. (2006) měli úspěšnost naplnění plynového měchýře na 52 % u larev ve věku 13 dní krmených žábronožkou. Deformity byly pozorovány zejména u ryb bez naplněného plynového měchýře (Kowalska a kol., 2006). Toto tvrzení potvrzují i výsledky této diplomové práce. Jak již bylo výše zmíněno, v experimentu této práce se nejčastěji

vyskytovala skolióza a pokřivení páteře zig – zag, to je značně rozdílné od výsledků získaných Kowalskou a kol. (2006). Zmínění autoři popisovali nejčastější deformitu páteře v podobě lordózy a kyfózy. Skolióza se vyskytovala zřídka (Kowalska a kol., 2006). V této diplomové práci bylo potvrzeno, že candát s různými morfologickými deformitami dokáže bez větších problémů přežít, jen pomaleji plave a zdržuje se u dna nádrží. Barahona-Fernandes (1982) zkoumala deformity u mořského vlka (*Dicentrarchus labrax*) a zjistila, že deformity jsou pro ně smrtelné jen do 40 dní od vylihnutí larev a po 40 dnech odchovu již ne. U pstruha (*Salmo gairdneri*) se při výzkumu Aulstda a Kittelsena (2011) také objevily deformity těla v podobě různého zakřivení těla potažmo páteře. Tyto deformity se vyskytly těsně po spotřebování žloutkového váčku a pro ryby byly letální. Kestemont a kol. (2006) ve své práci potvrdili vysoký podíl deformit a to zejména neúplný vývoj čelistí a skoliózu u larev candáta krmených jen žábřonožkou. Výskyt skoliózy byl u Kestemonta a kol. (2006) velmi nízký, což se úplně odchyluje od výsledků z této diplomové práce. V experimentu této diplomové práce byla skolióza zaznamenána u 48 % ryb. Pro srovnání autoři Kestemont a kol. (2006) využili skupinu krmenou metanauplii žábřonožky obohacenými vitamínem C. Přípravky na obohacení žábřonožky a vířníků jsou běžně v prodeji. Tyto látky obsahují kromě zmíněných vitamínů také například oleje a další biologicky aktivní látky. Obohacující přípravek se přidává do vody, ve které se vířníci kultivují (Morretti a kol., 2004). U vířníků se obohacení o potřebné látky (například esenciální mastné kyseliny) provádí krátce před krmením ryb (Lavens a Sorgeloos, 1996). Tyto larvy vykazovaly lepší přežití, růst a nižší podíl deformit. Kestemontovi a kol. (2006) se úroveň deformit pohybovala na 38,6 % u 11 dní starých larev krmených žábřonožkou. Policar a kol. (2016) porovnávali efektivitu chovu a vznik deformací u candáta za použití rybníků, RAS a třetí testovaný odchov byl v rybníku s následným převodem do RAS. Dle výzkumu Policara a kol. (2016) se po odchovu larev candáta v RAS objevily deformity a to pokřivení páteře zig – zag (11 %), skolióza (8 %) a nedošlo k žádné deformaci čelistí. Naopak při použití chovu s kombinací rybníků a RAS uvádí Policar a kol. (2016), že nedochází k produkci deformovaných ryb. Tento systém chovu je efektivnější, levnější a produkuje kvalitnější, životaschopnější jedince s vyšší úrovní esenciálních mastných kyselin (Policar a kol., 2016). Podobné kvality docílili u candáta Policar a kol. (2016) při chovu v rybníčcích, kde nebyl zaznamenán žádný problém s plněním plynového měchýře z důvodů absence mastnot na hladině.

Práce Policara a kol. (2014) ukázala, že po prvních 14 dnech odchovu se v trávicím traktu candátů objevovali zejména naupliová stádia buchaneček, což potvrzuje tvrzení získané v průběhu této diplomové práce, že candát v počátcích příjmu potravy potřebuje velmi malou potravu. Policar a kol. (2011) ve své publikaci uvádí, že zjištěná potravní nabídka připravených rybníčků pro odchov larev candáta byla z 90 % zastoupena vířníky s drobnými klanonožci. Vířníci měli zastoupení v podobě *Asplanchna priodonta* a *Filinia longiseta* (Policar a kol., 2011).

Po dobu odchovu larev candáta obecného je důležité udržovat kvalitní vodu a zoohygienu v daných nádržích. Teplota vody v našem systému byla nastavena po začátku na 17 °C a později byla mírně zvýšena až na 20 °C. Policar a kol. (2014) uvádí, že ideální teplota by pro candáta měla být 23 °C, ale pro jejich pokus v rybnících teplota korespondovala s naší teplotou. Kestemont a kol. (2006) ve svém experimentu použili teplotu vody 20 – 21 °C, která byla velmi podobná jako v této práci. Policar a kol. (2014) popsali, že i když je pro chov candáta optimální teplota 23 °C, nastavená teplota v jejich experimentu i experimentu této diplomové práce, která byla okolo 20 °C, je pro chov stále velice efektivní. Steinfeldt a kol. (2011) uvádí, že při teplotách nad 18 °C je bakteriální infekce larev candáta poměrně rychlá. Bakteriální infekce larev u candáta může být zapříčiněna také zhoršenou kvalitou vody. Z těchto důvodů se doporučuje při přechodu larev na exogenní výživu zvolit nižší teplotu vody 16 – 17 °C, která se následně pozvolna zvyšuje, protože všechny larvy ihned nepřijímají potravu. Policar a kol. (2016) uvádí, že pro chov larev candáta v recirkulačním akvakulturním systému použili teplotu $16,9 \pm 0,5$ °C a pro juvenilní ryby již teplotu $23 \pm 0,6$ °C. Toto bylo provedeno nejspíše z výše zmíněných důvodů eliminace bakteriální infekce larev a poskytnutím delšího období pro naplnění plynového měchýře u larev. V experimentu testujícím účinky hustoty vířníků na růst a přežití larev candáta byly zvoleny hustoty u skupiny A na 2 ks vířníků na larvu, u skupiny B na 6 ks vířníků na larvu, u skupiny C na 12 ks vířníků na larvu a u skupiny D na 20 ks vířníků na larvu. Značně odlišnou hustotu krmení 100 ks na larvu použila Ostaszewska (2005), která larvám podávala nauplia žábřonožky. Velikost larev po 14 dnech odchovu zaznamenali Policar a kol. (2014) okolo 12 mm. V našem experimentu byla délka odchovu 5 dní a larvy u nejlepší skupiny D, která byla krmena 20 vířníky na larvu, dosáhly na $7,06 \pm 0,38$ mm. Nejmenšího přírůstku $6,42 \pm 0,23$ mm dle očekávání dosáhly kontrolní ryby, které nedostávaly žádnou dávku krmení. Policarem a kol. (2016) byla při odchovu larev

candáta v rybnících po 40 denním odchovu naměřena celková délka ryb TL = $41 \pm 0,3$ mm, což koresponduje s výsledky této práce, kde po 40 denním experimentu v RAS byla u ryb naměřena celková délka těla TL = $45,9 \pm 6,33$ mm. Ve stejném experimentu Policara a kol. (2016) byla u ryb zaznamenávána i hmotnost, která se pohybovala v průměru na $0,45 \pm 0,1$ g, to je shodné s hmotností ryb zaznamenanou v této diplomové práci, kde se po 40 denním odchovu hmotnost pohybovala v průměru na $0,48 \pm 0,16$ g. Kestemont a kol. (2006) zvolili krmení pro larvy candáta v intervalu 1 – 1,5 hodiny od 8:30 hod. Tyto hodnoty korespondují s nastavenými hodnotami experimentu poloprovozního odchovu larev candáta s využitím vířníka v kombinaci s žábřonožkou. První krmení probíhalo ve stejných intervalech od 8:00 hodin ráno.

Feiner a Höök (2015) uvádí, že přežití je u larev a juvenilů nižší ve srovnání s dospělci. Přežití larev bylo u všech zkoumaných skupin v experimentu testujícího vliv hustoty vířníků na efektivitu odchovu larev candáta relativně vysoké > 75 %. Nejvyšší hodnoty byly u skupiny A, kdy míra přežití dosahovala až $89 \pm 14,43$ %. Tyto hodnoty jsou zcela odlišné od výsledků Kestemonta a kol. (2006), míra přežití v jejich experiment byla 24,8 %. Hodnoty Kestemonta a kol. (2006) se zcela liší i u poloprovozního odchovu larev candáta s použitím vířníka a následné kombinace s žábřonožkou. V tomto experimentu byla míra přežití zaznamenána na úrovni $68 \pm 4,71$ %. Rozdílné výsledky byly také zaznamenány u specifické rychlosti růstu, která byla nižší ve výše zmíněném experimentu a dosahovala v průměru $10,8 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ oproti výsledkům Kestemonta a kol. (2006), kde SGR dosahovala v průměru $18,32 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Při chovu larev candáta zkoumal SGR také Policar a kol. (2016). Specifická rychlost růstu byla $7,8 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ (Policar a kol., 2016). Tyto výsledky jsou podobné s delším experimentem provedeným v této práci, kdy specifická rychlost růstu dosahovala $8,37 \pm 0,42 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Kestemont a kol. (1996) uvádí, že tempo růstu u larev bylo zaznamenáno nižší z důvodů příliš velkého výdeje energie při plavání. To bylo nejspíše zapříčiněno zvoleným velkým průtokem v nádrži. Policar a kol. (2016) ve svém experimentu také sledovali Fultonův koeficient u ryb, který byl 0,8, což jsou srovnatelné hodnoty s Fultonovým koeficientem zjištěným v druhém experimentu této práce, kde bylo FC na úrovni $0,86 \pm 0,06$. V prvním pokusu této diplomové práce byl nejvyšší Fultonův koeficient u skupiny B $0,45 \pm 0,12$. U skupin A, C a D byl zaznamenán FC nižší, na úrovni 0,37.

Rieger a Summerfelt (1997) zkoumali příjem krmiva larev candáta v zakalené vodě. Příjem potravy byl prokázán třikrát vyšší u skupiny v zakalené vodě oproti larvám chovaným bez zakalení. Z tohoto výzkumu Riegera a Summerfelta (1997) lze usoudit, že při použití zakalené vody by bylo možné dosáhnout ještě lepších výsledků a proto si myslím, že by tento jev mohl být dalším směrem pro nové experimenty. U larev candáta se využívá nižší intenzita světla okolo 100 luxů a tmavší strany nádrže, což využili formou zakalené vody u experimentu Riegera a Summerfelta (1997). U našich odchovných aparátů byl pro zmírnění přístupu světla použit tmavý plast, který byl po obvodu nádrže. Výměna vodu v nádrži Steinfeldt a kol. (2010) nastavili ve svém pokusu na 1x výměnu celého objemu odchovné nádrže či aparátu za hodinu. Steinfeldt a kol. (2010) tvrdí, že zvýšením výměny vody na 3x za hodinu se snižuje přežití larev. V diplomové práci byla intenzita světla nastavena a držena na 100 luxů. Korespondující intenzitu světla 100 luxů zvolila také pro candáta Ostaszewska (2005). Tato intenzita světla byla velmi podobná se Steinfeldtem a Lundem (2011), kteří zvolili 50 luxů. Velmi obdobnou intenzitu světla 140 luxů zvolili u candáta také Rønfeldt a Nielsen (2010). Nastavení vyšší světelné intenzity způsobí zdržování se larev na dně nádrže (Trotter a kol., 2003). Naprosto odlišná intenzita světla se používá u mořského vlka 500 luxů a u pražmy obecné (*Sparus pagrus*) 3000 – 5000 luxů (Morreti a kol., 2004). Trotter a kol. (2003) uvádí, že by se u chovu larev candáta mělo dodržet minimálně období 8 – 12 hodin tmy každý den, což je srovnatelné světelným režimem zvoleným v tomto experimentu, kde byl nastaven na 11 hodin tmy každý den (20:00 – 07:00). Velice podobný světelný režim použili také Policar a kol. (2016), kteří zvolili 14 hodin světla a 10 hodin tmy.

V experimentu vlivu hustoty vířníků na růst a přežití larev candáta byla zvolena hustota 50 larev na jeden litr vody, což je velmi podobné s nastavenou hustotou larev v pokusu Policara a kol. (2016), kde zpočátku odchovu v RAS měly hustotu 85 larev na litr vody. Tyto hustoty jsou ale rozdílné od druhého provedeného experimentu v této práci. Nastavená hustota byla 180 larev na litr vody. Hodně rozdílnou hustotu 8 juvenilních ryb na litr vody použili v RAS Policar a kol. (2016), ale tyto ryby byly získány po 40 denním odchovu v rybníce. Při chovu larev candáta je důležité vysoké a vyrovnané nasycení vody kyslíkem, které by se mělo pohybovat v rozmezí 80 – 100 %. V průběhu obou experimentů provedených v průběhu této diplomové práce byla kvalita vody držena na optimálních hodnotách. Nasycení vody kyslíkem bylo v prvním

experimentu mezi 70 – 85 %, v druhém experimentu o něco vyšší mezi 80 - 100 %. Obdobnou saturaci kyslíku 98 % měli u experimentu Policar a kol. (2016). pH se u experimentů pohybovalo na úrovni 6,8 – 8, což je podobné s pH naměřeným Policarem a kol. (2016), kteří měli pH 6,8. Celková koncentrace amoniaku byla naměřena mezi 0,1 – 0,16 mg.l⁻¹, což byly hodnoty nižší, než zaznamenali Policar a kol. (2016). V jejich pokusu byl naměřen celkový amoniak na úrovni 0,38 mg.l⁻¹. Zaznamenané hodnoty dusitanů v této práci byly velmi shodné s hodnotami dusitanů naměřených Policarem a kol. (2016), kteří měli 0,38 ± 12 mg.l⁻¹ dusitanů.

6 Závěr

Z výsledků experimentu, který testoval vliv různé hustoty vířníků (*Brachionus plicatilis*) na růst a přežití larev candáta obecného vyplývá, že míra přežití u všech testovaných skupin byla vysoká > 75 %. Nejvyšší specifická rychlost růstu byla prokázána u skupiny D krmené 20 ks vířníků na larvu, ale to bylo u této skupiny kompenzováno nižší mírou přežití 75 %. Jako optimálnější se jeví dávka krmení 12 ks vířníků na larvu, kde byla hodnota SGR $12,08 \pm 3,28 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ sice o něco nižší, ale přežití bylo $87 \pm 9,60 \text{ \%}$. Dávku vířníků, kterou lze doporučit pro odchov larev candáta při přechodu na exogenní výživu je 6 ks vířníků na larvu, což odpovídalo 600 ks vířníků na odchovný aparát. Tato skupina měla přežití na úrovni 81 %, ale SGR bylo $12 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ a Fultonův koeficient 0,42. V porovnání s ostatními skupina byla tato skupina označena jako nejvhodnější ze všech testovaných.

Výsledky experimentu poloprovozního odchovu larev candáta obecného v odchovných nádržích s použitím výživy vířníků a následnou kombinací s žábřonožkou potvrdily výsledky kolegů, kteří popsali, že larva candáta po vykulení je velmi malá ryba s malými ústy a při přechodu na exogenní výživu potřebuje přijímat velikostně přijatelnou potravu o dostatečné hustotě. Podle mého názoru byl zvolený vířník velikostně vyhovující pro larvy candáta v počátcích odchovu. Nejspíše z důvodů špatně zvolené techniky odchovu a nevhodného složení krmiva (vířník a ani žábřonožka nebyli obohacováni o vitamíny případně minerální látky) se při prvním odkrmu u larev a následně juvenilních ryb vyskytlo mnoho deformací těla a páteře. Nejčastější výskyty deformit těla byly zaznamenány na úrovni až 70 % chybějící obě čelisti a chybějící horní čelist byla zaznamenána u 24 % ze všech testovaných ryb. Ryb s chybějící spodní čelistí byly zaznamenány 3 % a ryb bez obou čelistí bylo zaznamenáno 1 % ze všech testovaných ryb. Na páteři byly pozorovány deformity v podobě skoliózy, lordózy, kyfózy a pokřivení zig – zag. Skolióza se vyskytla u 48 % ryb, pokřivení zig - zag u 40 % ryb, lordóza u 11 % ryb, kyfóza u 1 % ryb všech testovaných ryb. V některých případech byly pozorovány i kombinace deformit. Zajisté na to může mít návaznost nenaplnění plynového měchýře, které jsme zaznamenali u 16 % ryb. Z výše uvedených důvodů bych doporučil u candáta obecného při přechodu na exogenní výživu zvolit velikostně přijatelnou potravu o dostatečné hustotě a při fázi plnění plynového měchýře instalovat sběrače mastnot z hladiny nádrže.

V posledních letech přebírá candát chovaný v recirkulačních akvakulturních systémech pomyslné žezlo na trhu s rybami. V chovu candáta v těchto systémech a zejména poté úspěšný rozkrm, převod a odchov životaschopných larev je stále mnoho neznámých. Tato práce ukázala na vhodnost vířníka jako první potraviny pro larvy candáta a nutnost instalovat sběrače mastnot z hladiny nádrže ve fázích plnění plynového měchýře. Jako vhodné se také jevílo po počátečním rozkrmu vířníkem zapojit do krmení žábronožku a krmit jí v kombinaci s vířníkem. A proto si myslím, že výsledky této práce by měly pomoci k vyřešení některých problémů a tím pomoci k optimalizaci chovu larev candáta obecného v intenzivních podmínkách.

7 Seznam použité literatury

- Aulstad, D., Kittelsen, A., 2011. Abnormal body curvatures of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) inbred fry, *Journal of Fisheries research board of Canada* 28, pp. 1918 – 1920
- Awaïss, A., Kestemont, P., Micha, J., C., (1992). Nutritional suitability of the rotifer *Branchionus calyciflorus* Pallas for rearing freshwater fish larvae. *Journal of Applied Ichthyology* 8, pp. 263 – 270
- Barahona-Fernandes, M., H., 1982. Body deformation in hatchery reared European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L). Types, prevalence and effect on fish survival, *Journal of Fish Biology*, pp. 68
- Baruš, V., Oliva, O., 1995. Mihulovci *Petromyzontes* a ryby *Osteichthyes*. Academia, Praha, s. 698
- Cahu, C., Infante, J., Takeuchi, T., 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture* 227, pp. 254 - 258
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatorium, Praha, s. 306
- Demská-Zakes, K. & Zakes, Z. (2002). Controlled spawning of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in lake cages. *Czech Journal of Animal Science*, 47, pp. 230 - 238
- Dubský, K., (1998). Základy chovu vedlejších druhů ryb. Institut výchovy a vzdělání Mze ČR, Praha, s. 35
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. Obecné rybníkářství. Informatorium, Praha, s. 308
- Dungel, J., Řehák, Z., 2005. Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Academia, Praha, s. 181
- Dvořák, P., Pyszko, M., Velíšek, J., Dvořáková Lišková, Z., Andreji, J., 2014. Anatomie a fyziologie ryb. FROV JU, Vodňany, s. 189
- Feiner, Z., S., Höök, T., O., 2015. Environmental Biology of Percid Fishes. Department of Forestry and Natural Resources, Illinois-Indiana Sea Grant, Purdue University, 195 Marsteller St., West Lafayette, IN 47907, USA
- Hanel, L., 1997. Klíč k určování ryb a mihulí. EkoCentrum, Brno, s. 85
- Hanel, L., 2001. Naše ryby a rybaření. Nak. Brázda, Praha, s. 286
- Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky. Rozšíření a ochrana. Český svaz ochránců přírody, Vlašim, s. 448
- Holčík, J., Mihálik, J., 1971. Sladkovní ryby. Artia, Praha, s. 133
- Chatain, B., Ounais-Guschemann, N., 1990. Improved rate of initial swim bladder inflation in intensively reared (*Sparus auratus*), *Aquaculture* 84, pp. 345 - 353
- Kestemont, P., Dabrowski, K., Summerfelt, R. C., 2015. Biology and Culture of percid fishes. Principles and practices. Springer, pp. 901

- Kestemont, P., Mélard, C., Fiogbé, E., D., Vlavourou, R., Masson, G., 1996. Nutritional and animal husbandry aspects of rearing early life stages of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Applied Ichthyology* 12, pp. 157 - 165
- Kestemont, P., Xueliang, X., Hamza, N., Maboudou, J., Toko, I. I., 2006. Effect of weaning age diet on pikeperch larviculture. *Aquaculture* 264, pp. 197 – 204
- Kitajima, C., Tsukashima, Y., Fujita, S., Watanabe, T., Yone, Y., 1981. Relationship between uninflated swim bladders and lordic deformity in hatchery-reared red sea bream *Pagrus major*. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 47, pp. 1289 – 1294
- Kitchell, J., F., Johnson, M., G., Minns, C., K., Loftus, K., H., Greig, L., Olver, C., H., 1977. Percid habitat: the river analogy, *J Fish Res Board Can*, 13, pp. 1936 - 1940
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2013. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryby. *Edice Metodik, VÚRH JU Vodňany*, č. 85, s. 50
- Kowalska A., Zakes Z., Demska-Zakes K., 2006. The impact of feeding on the results of rearing larval pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), with regard to the development of the digestive tract. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Fisheries*, volume 9, Issue 2
- Křišťan, J., Alavi, S., M., H., Stejskal, V., Policar, T., 2013. Hormonal induction of ovulation in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) using human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRH analogue. *Aquaculture International*, 21(4): 811 – 818.
- Křišťan, J., Blecha, M., Policar, T., 2015. Alcalase treatment for elimination of stickiness in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) eggs under controlled conditions. *Aquaculture research*, 1 – 6, pp. 45 - 50
- Kucharczyk, D., Szkudlarek, M., Tagonska, K., Bienkiewicz, M., Kestemont, P., Kwiatkowski, M., Krejszef, S., Kujawa, R., Luczynski, M. J., Szczerbowski, A., 2007. Egg fertilization and incubation. In: Kucharczyk, D., Kestemont, P., Mamcarz, A. (Eds.), *Artificial reproduction of pikeperch*, pp. 51 - 57
- Lappalainen, J., Dörner, H., Wysujack, K., 2003. Reproductive biology of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) – a review. *Ecology of Freshwater Fish*, 12, pp. 95 – 106
- Lavens, P., Sorgeloos, P., 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. *FAO fisheries technical paper* 361, pp.295
- Lawrence, Ch., Sanders, E., Henry, E., 2012. Methods for culturing saltwater rotifers (*Branchionus plicatilis*) for rearing larval zebrafish, *Zebrafish*, volume 9(3), pp. 140 - 146
- Lehtonen, H., Lappalainen, J., Kervinen, J., Fontell, E., 2006. Spatial distribution of spawning sites of pikeperch [*Sander lucioperca* (L.)] in a highly eutrophic clay-turbid lake – implications for management. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, pp. 540 – 542

- Lehtonen, H., Hansson, S., Winkler, H., 1996. Biology and exploitation of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in the Baltic Sea area. *Annales Zoologici Fennici* 33(3), Helsinki, pp. 525 – 535
- Lepič, P., Hamáčková, J., Kouřil, J., Lepičová, A., Barth, T., 2005. Hormonálně indukovaný umělý výtěr jikernaček candáta obecného (*Sander lucioperca*). VIII. Česká ichtyologická konference, Sborník referátů konference s mezinárodní částí, Brno, pp. 215 - 219
- Luczynski, M. J., Kucharczyk, D., Szczerbowski, A., Szkudlarek, M., Mamcarz, A., Gomulka, P., 2007. State of art of pikeperch reproduction – a short review. In: Kucharczyk, D., Kestemont, P., Mamcarz, A. (Eds.), *Artificial reproduction of pikeperch*, pp. 10 - 16
- Lund, I., Steenfeldt, S., J., 2009. The effects of dietary long-chain essential fatty acids on growth and stress tolerance in pikeperch larvae (*Sander lucioperca* L.). *Aquaculture Nutrition* 17(2), pp. 191 – 199
- Lusk, S., Baruš, V., Vostradovský, J., 1983. *Ryby v našich vodách*. Academia, Praha, s. 212
- Moretti, A., Fernandez-Criado, F. D., Vertillart, R., 2004. *Manual on hatchery production of seabass and seabream*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 194
- Musil, J., Kouřil, J., 2006. Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících. *Edice Metodik, VÚRH JU Vodňany, č. 76, s. 23*
- Ostaszewska, T., 2003. Histopathological changes during pikeperch (*Sander lucioperca*) swim bladder development, pp. 111 - 112
- Ostaszewska, T., 2005. Developmental changes of digestive system structures in pike-perch (*Sander lucioperca* L.), *Electronic Journal of Ichthyology*, 2, pp. 65 – 78
- Ostaszewska, T., Dabrowski, K., Czumińska, K., Olech, W., Olejniczak, M., 2005. Rearing of pike-perch larvae using formulated diets – first success with starter feeds. *Aquaculture Research* (36), pp. 1167 - 1176
- Paloheimo, J., E., Dickie, L., M., 1966. Food and growth of fishes. III. Relations among food, body size and growth efficiency. *J Fish Res Board Can*, 26(8), pp. 1209 - 1248
- Pokorný, J., Dvořák, J., Šrámek, V., 1992. *Umělý chov ryb*. Informatorum, Praha, s. 261
- Polícar, T., Bláha, M., Křišťan, J., Stejskal, V., 2011. Kvalitní a vyrovnaná produkce rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. *Edice Metodik, VÚRH JU Vodňany, č. 110, s. 46*
- Polícar, T., Blecha, M., Křišťan, J., 2016. Hromadný poloumělý výtěr candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému. *Edice Metodik, VÚRH JU Vodňany, č. 163, s. 32*
- Polícar, T., Blecha, M., Křišťan, J., 2014. Optimalizace umělé inkubace jiker u okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v kontrolovaných podmínkách chovu. *Edice Metodik, VÚRH JU Vodňany, č. 159, s. 29*

- Policar, T., Blecha, M., Křišťan, J., Mráz, J., Velíšek, J., Stará, A., Stejskal, V., Malinovskyi, O., Svačina, P., Samarin, A., M., 2016. Comparison of production efficiency and quality of differently cultured pikeperch (*Sander lucioperca* L.) juveniles as a valuable product for on-growing culture, *Aquaculture International*, 24(6), pp. 1607 - 1626
- Policar, T., Křišťan, J., Blecha, M., Vaniš, J., 2014. Adaptace a chov juvenilních ryb candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému (RAS). *Editace Metodik, VÚRH JU Vodňany*, č. 141, s. 46
- Pospíšil, O., 1998. *Svět ryb*. Ottovo nakladatelství, Praha, s. 162
- Rennert, M., Wirth, M., Gunther, S., Schulz, C., 2005. Effect of feeding under-year zander (*Sander lucioperca*) on size, body mass and body composition before and after wintering. *Journal of Applied Ichthyology*, 21, pp. 429 - 432
- Rieger, P. W., Summerfelt, R., 1997. The influence of turbidity on larval walleye, *Stizostedion vitreum*, behavior and development in tank culture. *Aquaculture* (159), pp. 19 – 32
- Rønfeldt, J., L., Nielsen, J., W., 2010. Filling of gas bladder, growth and survival in pikeperch larvae (*Sander lucioperca*) in intensit aquaculture (in Danish). MSc thesis, University of Copenhagen, pp. 303 - 323
- Ronyai, A., 2007. Induced out-of-season and seasonal tank sparing and stripping of pike perch (*Sander lucioperca* L.) *Aquaculture research*, 38, pp. 1144 – 1151
- Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Ahlfors, P., 1992. Spawning of wild zander (*Sander lucioperca* (L.)) in cages. In Adamek, Z., Flajšhans, M., (Eds.), *Proceedings of the scientific conference Fish Reproduction '92*. Vodňany, Czechoslovakia, pp. 42 - 47
- Schlumberger, O. & Proteau, J.P., 1996. Reproduction of pike-perch (*Stizostedion lucioperca*) in captivity. *Journal of Applied Ichthyology*, 12, pp. 149 – 152
- Skrzypczak, A., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., Kujawa, R., Furgala-Selezniow, G., 1998. A new breeding technique of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in net cages. *Czech Journal of Animal Science*, 43, pp. 398 – 398
- Steenfeldt, S., Fontaine, P., Overton, J. L., Policar, T., Toner, D., Falahatkar, B., Horvath, A., Khemis, I. B., Hamza, N., Mhetli, M., 2015. Current Status of Eurasian Percid Fishes Aquaculture. In: Kestemont, P., Dabrowski, K., Summerfelt, R. C. (Eds.), *Biology and culture of percids fishes*, pp. 817 – 841
- Steenfeldt, S., Lund, I., Höglund, E., 2011. Is batch variability in hatching time related to size heterogeneity and cannibalism in pikeperch (*Sander lucioperca*), *Aquac. Res.*, 42, pp. 727 – 732
- Steenfeldt, S., Vestergaard, M., Overto, J., L., Paulsen, H., Larsen, V., J., Henriksen, N., H., 2010. Development of intensit rearing of pikeperch in Denmark, DTU – Aqua report 228

- Steffens, W., Geldhauser, F., Gerstner, P., Hilge, V., 1996. German experiences in the propagation and rearing of fingerling (*Stizostedion lucioperca*). *Annales Zoologici Fennici*, 33, pp. 627 – 634
- Stejskal, V., Polícar, T., Bláha, M., Křišťan, J., 2010. Produkce tržního okouna říčního (*Perca fluviatilis*) kombinací rybničního a intenzivního chovu. Edice Metodik, VÚRH JU Vodňany, č. 105, s. 34
- Summerfeldt, R., C., 1996. Intensive culture of Halleye fry. In: Summerfeldt RC (ed) Walleye culture manual. NRAC culture series, vol 101 edn. North central regional aquaculture center publications office, Iowa state university, Ames, pp. 161 - 185
- Terofal, F., 1997. Průvodce přírodou. Sladkovodní ryby. Ikar, Praha, s. 287
- Vlavanou, R., Masson, G., Moreteau, J., C., 1995. Use of Artemia as Unixe starting food for cultured perch (*Perca fluviatilis*) larvae. Percis II, sekond international percid fish symposium, FGRFI, Helsinky
- Zakes, Z. & Demska-Zakes, K., 2009. Controlled reproduction of pikeperch *Sander lucioperca* (L.): a review. *Archives of Polish Fisheries*, 17, pp. 153 – 170

Webové stránky:

- Integrated Taxonomic Information System, 2017 [on-line] [cit. 2018-02-01]. Dostupné na: www.itis.gov
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018 [on-line] [cit. 2018-02-10]. Dostupné na: http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2015_CD_Master/navigation/index_content_aquaculture_e.htm

8 Seznam obrázků, tabulek a grafů

8.1 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1 Výskyt oblastí se silnými populacemi candáta obecného (Lehtonen, Hansson a Winkler, 1996)..... | 13 |
| Obr. 2 Celosvětový výskyt candátů rozdělený podle druhů (Kestemont a kol., 2015) .. | 14 |
| Obr. 3 Odchovný systém použitý v experimentu této diplomové práce..... | 28 |
| Obr. 4 Monitoring pomocí mikroskopu..... | 30 |
| Obr. 5 Skolióza | 46 |
| Obr. 6 Lordóza..... | 47 |
| Obr. 7 Kyfóza | 47 |
| Obr. 8 Pokřivení páteře zig – zag | 48 |

8.2 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tab. 1 Celosvětová produkce z akvakultury 2006 – 2015 v tunách (FAO, 2015) | 12 |
| Tab. 2 Oplozenost jiker (%) a líhivost larev (%) v letech 2012 a 2013..... | 21 |
| Tab. 3 Přežití, specifická rychlost růstu a Fultonův koeficient poslední den experimentu | 33 |
| Tab. 4 Přežití, specifická rychlost růstu a Fultonův koeficient | 43 |

8.3 Seznam grafů

| | |
|---|----|
| Graf 1 Světová produkce z akvakultury v letech 2006 - 2015..... | 12 |
| Graf 2 Průběh teploty vody během pětidenního experimentu. Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 31 |
| Graf 3 Nasycení kyslíku ve vodě během pětidenního experimentu. Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 32 |
| Graf 4 Naměřené hodnoty pH během pětidenního experimentu. Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 32 |
| Graf 5 Konečná hmotnost larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) po osušení poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Graf 6 Konečná délka larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 35 |
| Graf 7 Konečná výška hlavy larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 36 |
| Graf 8 Konečná výška těla larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 37 |
| Graf 9 Konečná šířka těla larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 38 |
| Graf 10 Konečná velikost oka larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) poslední den experimentu při různé hustotě vířníků K-kontrola (0 ks vířníků na larvu), A (2 ks vířníků na larvu), B (6 ks vířníků na larvu), C (12 ks vířníků na larvu), D (20 ks vířníků na larvu). Hodnoty jsou prezentované jako průměrné hodnoty \pm SD | 39 |
| Graf 11 Průběh teploty vody během experimentu | 40 |
| Graf 12 Průběh nasycení O ₂ během experimentu | 40 |
| Graf 13 Průběh pH vody během experimentu | 41 |
| Graf 14 Průběh NO ₂ během experimentu | 42 |
| Graf 15 Průběh amoniaku během experimentu | 42 |
| Graf 16 Počáteční a konečná délka larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>). Hodnoty jsou prezentovány jako průměrné hodnoty \pm SD..... | 43 |
| Graf 17 Procentuální podíl deformit čelistí u odchovávaných larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) na konci poloprovozního experimentu | 44 |
| Graf 18 Procentuální podíl ryb s naplněným plynový měchýřem u odchovávaných larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) na konci poloprovozního experimentu..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Graf 19 Procentuální podíl výskytu deformit páteře (skolióza, lordóza, kyfóza a zig-zag) u odchovávaných larev candáta obecného (<i>Sander lucioperca</i>) na konci poloprovozního experimentu | 46 |
|--|----|

9 Abstrakt

Cílem této diplomové práce bylo vyzkoušet, porovnat a najít nejvhodnější hustotu vířníků (*Brachionus plicatilis*) na růst a přežití larev candáta obecného (*Sander lucioperca*) v recirkulačním akvakulturním systému. Druhý pokus otestoval počáteční odkrm candáta za pomoci vířníka a jeho následné kombinace s žábronožkou.

V prvním experimentu byl pozorován vliv různé hustoty vířníků na růst a přežití larev candáta. Další sledované hodnoty byly např. Fultonův koeficient, celková délka ryb, hmotnost ryb a podobně. Ryby byly rozděleny na 4 skupiny o různých dávkách krmení a na kontrolní skupinu, která krmení nebylo podáváno. Vířníci byli použiti ve čtyřech hustotách 2 ks, 6 ks, 10 ks a 20 ks vířníků na larvu. Nejlepší růst vykazovala skupina D, ale to bylo kompenzováno nižším přežitím. Naopak nejlepší přežití bylo zaznamenáno u skupiny C, ale u této skupiny byl zaznamenán nižší růst. Jako neoptimálnější byla zvolena skupina B, která byla krmena dávkou 6 ks vířníků na larvu.

V druhém experimentu byly sledovány změny na těle candátů po rozkrmu vířníkem a následné kombinaci s žábronožkou. Pozorováno bylo úspěšné naplnění plynového měchýře a deformity těla a páteře po 40 denním odchovu larev candáta v RAS. U ryb na konci experimentu byly zaznamenány deformity těla v podobě chybějící horní čelisti, dolní čelisti a obou čelistí. Deformity páteře se vyskytovaly v podobě skoliózy, lordózy, kyfózy a pokřivení zig – zag. Experiment prokázal, že neúspěšně naplněný plynový měchýř úzce souvisí s tvorbou deformit u candáta. Dalším zaznamenaným negativním faktorem, který ovlivňuje plnění plynového měchýře, jsou mastnoty na povrchu hladiny vody, a proto bych doporučil ve fázi plnění plynového měchýře instalovat na hladinu sběrače mastnot.

Klíčová slova: candát obecný, larva, vířník, přežití, růst, deformity, plynový měchýř, čelist

10 Abstract

The aim of this master thesis was test, compare and observe the best density of rotifers (*Brachionus plicatilis*) for growth and survival of zander (*Sander lucioperca*) larvae stage in the recirculation aquatic system (RAS). The secondary experiment tests initial feeding of zander by dint of rotifers and consequently by mix of rotifers and artemia.

Main experiment observe effect of different density of rotifers on survive and growth of zander. Other observe parameters such as Fulton's coefficient, total length of fish, weight of fish, etc. Fish was divided into 4 groups with different density of feeding and the control group without feeding. Rotifers has been used in density of 2, 6, 10 and 20 pieces per larva. The best growth in „D“ group has been compensate by lower surviving. On the other hand the best ratio of survive has been observe in „C“ group, which showed lower growth. The optimal rate of growth and survive has been declared in „B“ group, which were feed with dose of 6 pieces rotifers for larva.

In the second experiment were observe body changes of zander after initial feeding by rotifers followed with feeding mix of rotifers and artemia. There were observe successful fulfillment of gas bladder and deformation of fish body and spinal after 40 days of keeping larvae in RAS. In the end of experiment there were also observe deformations body - for example missing lower jaw, upper jaw or both of them. Spinal deformities occurred in the form of scoliosis, lordosis, kyphosis and zig – zag distortion. The experiment has shown that unsuccessfully filled gas bladder is closely related to the formation of deformity in the zander. Another negative factor that affects the filling of the gas bladder is grease on the surface of the water level, so I recommend installing the grease trap in the fill phase of the gas bladder.

Keywords: pikeperch, larvae, rotifers, survival, grow, deformity, gas bladder, jaw