

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Bakalářská práce

Testování háďátka octového (*Turbatrix aceti*)

a substrátů pro eliminaci olejových látek

z povrchové blanky pro raná stádia

okouna říčního (*Perca fluviatilis*)

Autor: Tadeáš Příbyl

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Roman Šebesta

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

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2018

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 2. 5. 2018

Tadeáš Příbyl

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému konzultantovi Ing. Vlastimilovi Stejskalovi, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům Laboratoře řízené reprodukce a intenzivního chovu ryb v Českých Budějovicích za jejich pomoc při realizaci tohoto experimentu.

Jméno a příjmení: **Tadeáš PŘIBYL**
Osobní číslo: **V15B014P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Testování háďátka octového (*Turbatrix aceti*) a substrátů pro eliminaci olejových látek z povrchové blanky pro raná stádia okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.)**
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury a ochrany vod**

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

Chov okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v recirkulačních systémech patří mezi perspektivní směry evropské sladkovodní akvakultury. Vzhledem k omezeným možnostem zvyšování jeho produkce extenzivním chovem v rybnících, resp. exploataci volných vod (zejména jezer a údolních nádrží) představuje intenzivní chov reálnou možnost zvýšení jejich produkce. Intenzivní akvakultura okounovitých však stále závisí (vždy bude) na použití živé potravy v počátečních fázích odchovu. Volně plovoucí háďátka octová, na rozdíl od ostatních háďátek, která musí být udržována v suspenzi, se jeví jako potencionálně vhodný krmný organismus. *T. aceti* lze poměrně snadno a efektivně kultivovat v kultuře s vysokou hustotou a s nízkým rizikem kontaminace patogenními mikroorganismy. Problémem v raném odchovu okouna je tzv. syndrom nenaplňování plynového měchýře, který stále není uspokojivě vyřešen a může působit citelné ztráty.

Cílem práce bude otestovat možnost raného odchovu larev candáta či okouna pomocí háďátka octového (*Turbatrix aceti*). Budou založeny experimentální skupiny, které se budou lišit délkou periody, během které budou krmeny nauplia *Artemia* v období před přechodem na kompletní krmnou směs. Experimentální skupiny budou založeny s cílem minimalizovat spotřebu *Artemia* v raných fázích odchovu a nahradit ji *T. aceti* jakožto levnějším potravním organismem. Dále budou založeny kontrolní skupiny, které budou krmeny *Artemia* sp. a *T. aceti* po celé období před odstavením larev od živé potravy. Hlavními sledovanými parametry bude přežití, rychlost růstu (hmotnost ryb), hmotnostní heterogenita a kvalita produkovaných ryb (odolnost proti osmotickému šoku). Druhým cílem bude otestovat různé typy povrchových substrátů používaných k eliminaci olejových látek z vodní hladiny a jejich použitelnost k eliminaci syndromu nenaplňování plynového měchýře u larev okouna.

Testovanou hypotézou je nenalezení rozdílů v růstu při krmení larev určitou strategií náhrady *Artemia* sp. krmným organismem *T. aceti*, a nalezení vhodného povrchového substrátu zajišťujícího vyšší frekvenci ryb s naplněným plynovým měchýřem.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby (do 10 stran)**
Rozsah pracovní zprávy: **30-50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Roman Šebesta**
Ústav akvakultury a ochrany vod
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.**
Ústav akvakultury a ochrany vod
Datum zadání bakalářské práce: **7. února 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**

U. 2.

prof. Ing. Pavel Kouřek, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 19. února 2018

Príloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- Babiak, I., Mandiki, S. N. M., Ratsinjomanana, K., Kestemont, P., 2004. Initial weight variation in post-larval Eurasian perch affect quantitative characteristics of juvenile cohorts under controlled conditions. *Aquaculture* 234, 263-276.
- Bagarinao, T., Kungvankij, P., 1986. An incidence of swim bladder stress syndrome in hatchery reared sea bass (*Lates calcarifer*) larvae. *Aquaculture* 51 (3-4), 191-199.
- Barrows, F.T., 1988. Intensive culture of larval walleyes with dry or formulated feed: note on swim bladder inflation. *Prog. Fish-Cult.* 50, 160- 166.
- Battaglione, S.C., Talbot, R.B., 1990. Initial swim bladder inflation in intensively reared Australian bass larvae, *Macquaria novemaculeata* (Steindachner) (Perciformes : Percichthyidae). *Aquaculture* 86, 431- 442.
- Brüggemann, J., 2012. Nematodes as live food in larviculture - a review. *J. World Aquac. Soc.* 43, 739-763.
- Bulak, J.S., Heidinger, R.C., 1980. Developmental anatomy and inflation of the gas bladder in stripes bass, *Morone saxatilis*. *Fish. Bull.* 77 (4), 1000- 1003.
- Craig, J. F., 2000. Percid fishes - systematics, ecology and exploitation. Blackwell, Oxford, 352 p.
- Egloff, M., 1996. Failure of swim bladder inflation of perch, *Perca fluviatilis* L. found in natural populations. *Aquat. Sci.* 58 (1), 15-23.
- Hundt, J., Brüggemann, J., Grote, B., Bischoff, A., A., Martin-Creuzburg, D., Gergs, R., Buck, B., H., 2015. Fatty acid composition of *Turbatrix aceti* and its use in feeding regimes of *Coregonus maraena* (Bloch, 1779). is it really a suitable alternative to *Artemia nauplii*? *Journal of Applied Ichthyology* 31, 343-348.
- Chapman, D.C., Jackson, U.T., Hubert, W., 1988. Method for separating normal striped bass larvae from those with uninflated gas bladders. *Prog. Fish-Cult.* 50, 166- 169.
- Chatain, B., Corrao, D., 1992. A sorting method for eliminating fish larvae without functional swim bladders. *Aquaculture* 107, 81-88.
- Jacquemond, F., 2004. Separation of perch fries (*Perca fluviatilis* L.) with and without functional swim bladder: development of a sorting method. *Aquaculture* 231, 249-262.
- Jones, F.R.H., 1957. The swim bladder. In: Brown, M.E. (Ed.), *The Physiology of Fishes, Behavior*, vol. 2. Academic Press, New York, pp. 305- 322.
- Kitajima, C., Tsakashima, Y., Tanaka, M., 1985. The voluminal changes of swim bladder of larval red sea bream *Pagrus major*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 51 (5), 7549-7764.
- Marty, G.D., Hinton, D.E., Cech, J., 1995b. Oxygen consumption by larval Japanese Medaka with inflated and uninflated swim bladders. *Trans. Am. Fish. Soc.* 124, 623- 627.
- Polícar, T., Stejskal, V., Bláha, M., Alavi, S.M.H., Kouřil, J., 2009. Technologie intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) *Edice Metodik (Technologická řada)*, FROV JU Vodňany, č. 89, 51 s.
- Rehstein, M.; Gütz, P., 1968. Biosynthesis of fatty acids in the free-living nematode *Turbatrix aceti*. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 126, 131-140.
- Schlechtriem, C.; Tocher, D. R.; Dick, J. R.; Becker, K., 2004. Incorporation and metabolism of fatty acids by desaturation and elongation in the nematode, *Panagrellus redivivus*. *Nematology* 6, 783-795.
- Stejskal, V., Polícar, T., Bláha, M., Kříššan, J., 2010. Produkce tržního okouna říčního (*Perca fluviatilis*) kombinací rybníčního a intenzivního chovu. *Edice*

Metodik, FROV JU, Ověřená technologie, č. 105, 34 s.

OBSAH

1 Úvod	10
2 Literární přehled	12
2.1 Význam okouna říčního na trhu	12
2.2 Chov okouna říčního v intenzivních podmínkách	13
2.3 Alternativní krmné organismy (náhrada <i>Artemia</i> sp.).....	15
2.3.1 Vířníci (<i>Rotatoria</i>) – druhy a využití	15
2.3.2 Klanonožci (<i>Copepoda</i>) – druhy a využití	15
2.3.3 Druhy háďátek využitelné v akvakultuře	17
2.3.4 Chov a příprava háďátka octového <i>Turbatrix aceti</i>	19
2.3.5 Využití v odchovu larev ryb.....	23
2.3.6 Možnosti obohacení <i>Turbatrix aceti</i>	24
2.3.7 Ekonomická analýza produkce háďátka <i>Turbatrix aceti</i>	24
2.4 Problém nenaplňování plynového měchýře u okouna říčního	25
2.4.1 Morfologie a ontogeneze plynového měchýře	25
2.4.2 Morfologické a fyziologické dopady nenaplnění plynového měchýře	27
2.4.3 Možnosti separace ryb s nenaplněným plynovým měchýřem	29
2.4.4 Vliv abiotických faktorů na syndrom nenaplňování plynového měchýře.....	30
2.4.5 Metody prevence nenaplňování plynového měchýře.....	34
3 Materiál a metodika	35
3.1 Získání a původ ryb pro vlastní experimenty	35
3.2 Experiment – Náhrada <i>Artemia</i> sp háďátkem <i>Turbatrix aceti</i> v protokolu pro odchov larev okouna říčního (<i>Perca fluviatilis</i> L.)	35
3.2.1 Popis experimentálního recirkulačního systému pro odchov ryb	35
3.2.2 Vlastní popis experimentu	38
3.2.3 Denní režim a harmonogram celého pokusu.....	42
3.2.4 Zpracování získaných dat a údajů	42
3.3 Experiment – Vliv povrchových substrátů pro absorpci olejových látek na frekvenci výskytu syndromu nenaplňování plynového měchýře u okounů říčních	43
3.3.1 Popis experimentálního recirkulačního systému pro odchov ryb	43

3.3.2 Vlastní popis experimentu	43
3.3.3 Denní režim a harmonogram celého pokusu.....	44
3.3.4 Zpracování získaných dat a údajů	45
4 Výsledky	46
4.1 Experiment 1: Alternativní krmný organismus háďátka octové (<i>Turbatrix aceti</i>) a jeho možnosti využití v odchovu larev okouna říčního.....	46
4.1.1 Přežití larev okouna v průběhu experimentu (%)	46
4.1.2 Průběh denních úhynů.....	47
4.1.3 Konečná hmotnost (mg) larev okouna říčního.....	48
4.2 Výsledky syndromu nenaplňování plynového měchýře.....	49
4.2.1 Frekvence naplnění plynového měchýře (%) u larev okouna říčního v závislosti na přítomnosti povrchových sorbentů	49
4.2.2 Přežití larev okouna říčního v průběhu experimentu s využitím povrchových sorbentů	50
4.2.3 Průběh denních úhynů.....	51
4.2.4 Relativní výška plynového měchýře	52
4.2.5 Relativní délky plynového měchýře	53
4.2.6 Celková délka ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.....	54
4.2.7 Délka těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem	55
4.2.8 Výsledky výšky těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem	56
4.2.9 Deformity a lordózy u ryb s naplněným a nenaplněným měchýřem vyjádřených v procentech.....	57
5 Diskuse	58
5.1 Alternativní krmný organismus <i>Turbatrix aceti</i>	58
5.2 Diskuse odstranění syndromu nenaplňování plynového měchýře	60
6 Závěr	64
7 Seznam literatury	66
8 Abstrakt	75
9 Abstract	76

1 Úvod

Chov okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v recirkulačních systémech patří mezi perspektivní směry evropské sladkovodní akvakultury. Intenzivní chov představuje možnost zvýšení jeho produkce za účelem prodeje. Zvyšování produkce v extenzivních chovech, tedy v rybnících nebo odlovem z volných vod, je možné pouze v omezené míře.

Cílem bakalářské práce bylo testování možností využití háďátka octového (*Turbatrix aceti*) jakožto potencionálně vhodného krmného organismu pro odkrm raných stádií okouna říčního. Druhá část závěrečné práce byla věnována testování substrátů pro eliminaci olejových látek z povrchové blanky vody a redukci projevů syndromu nenaplňování plynového měchýře.

Z předchozích prací na okounovi je známo, že je nutné předkládat živou potravu v prvních 20 dnech po vykulení, protože jeho larvy nemají dostatečně vyvinutý gastrointestinální trakt a dostatek endogenních trávicích enzymů, které právě z těchto živých organismů získává. V intenzivní akvakultuře se v současné době pro odkrm raných stádií okouna využívá jako krmný organismus *Artemia* sp. S tím, jak dochází k celosvětovému masivnímu rozvoji intenzivní akvakultury, roste také poptávka po *Artemia* sp. Jelikož roste spotřeba *Artemia* sp. a dochází k jejímu úbytku, roste její cena. Proto je potřeba najít vhodný, levnější, alternativní krmný organismus, který by zabezpečil krmné požadavky intenzivně chovaných ryb alespoň v části protokolu pro odchov larev intenzivně chovaných ryb.

Testovaným krmným organismem této bakalářské práce je háďátko octové (*Turbatrix aceti*), které se jeví jako vhodný kandidát pro některé druhy ryb (síl maréna). Háďátko lze poměrně snadno kultivovat ve vysoké hustotě s nízkým rizikem kontaminace patogenními mikroorganismy.

Tato bakalářská práce se skládá ze dvou částí, literární rešerše, která se věnuje alternativním krmným organismům a problematice nenaplňování plynového měchýře. Praktická část se skládá ze dvou dílčích částí, resp. experimentů.

Cílem prvního experimentu bylo otestovat vhodnost *T. aceti* jako alternativního levnějšího krmného organismu u larev okouna říčního. Z tohoto důvodu byly založeny experimentální nádrže, kde bude využit různý krmný režim *Artemia* sp. společně s háďátkem octovým. Po celou dobu pokusu byly založeny kontrolní skupiny, které byly krmeny pouze *Artemia* sp. a *T. aceti*. Hlavními sledovanými parametry bylo přežití, rychlost růstu (hmotnost) ryb, hmotnostní heterogenita a kvalita produkovaných ryb.

Druhý experiment si kladl za cíl redukcí syndromu nenaplňování plynového měchýře u okouna v intenzivní akvakultuře. Tento syndrom pravděpodobně vzniká při samotném líhnutí larev z látek při tomto procesu z jiker uvolňovaných a také v důsledku exogenního krmení, což zapříčiňuje zvýšené povrchové napětí (tvorba filmu) na hladině. Pro odstranění syndromu nenaplňování plynového měchýře byly využity různé typy povrchových substrátů využívaných k eliminaci olejových látek z vodní hladiny.

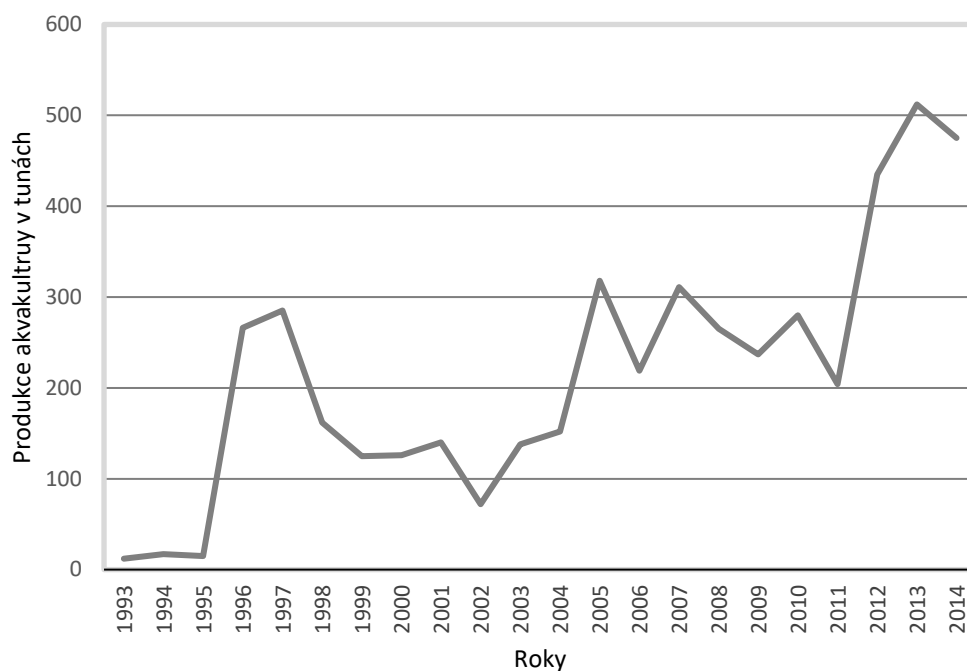
Testovanou hypotézou, tedy cílem bakalářské práce, je nenalezení rozdílu v růstu při krmení larev určitou strategií náhrady *Artemia* sp. krmným organismem *T. aceti* a nalezení vhodného povrchového substrátu zajišťujícího vyšší počet ryb s naplněným plynovým měchýřem v odchovných nádržích.

2 Literární přehled

2.1 Význam okouna říčního na trhu

Okoun říční (*Perca fluviatilis* L.) společně s candátem obecným (*Sander lucioperca*) patří mezi sladkovodní druhy okounovitých ryb, které mají z hlediska zvyšování produkce dobré vyhlídky do budoucnosti. V posledních desetiletích jim je věnováno mnoho odborné pozornosti (Fontaine a kol., 1993; Kestemont a Dabrowski, 1996; Ashe, 1997, Strand a kol., 2007; Rossi a kol., 2007; Toner, 2015). V současné době jsou vyvíjeny výzkumné aktivity, během kterých se vědečtí pracovníci a komerční subjekty snaží zařadit okouna říčního mezi ryby, které se budou s úspěchem chovat v technických akvakulturách (Fontaine a Kestemont, 2008). U nás je okoun říční chován jako doplňková ryba v rybničním hospodářství v polykulturních obsádkách společně s kaprem (Mélard a kol., 1996). Význam okouna říčního je značný v níže uvedených státech, ve kterých je jeho konzumace vyšší než v okolních zemích. V západní Evropě je považován za delikatesu, a to zvláště kvůli svému dietnímu masu, které je bílé, chutné, netučné, a především bez svalových „Y“ kostí (Watson, 2008). Alpské země jsou již tradičně spojovány s nejvyšší spotřebou tržního okouna. Pro představu se jedná o hodnoty až 6000 tun filet ve Švýcarsku, v Německu 2000 tun filet, ve Francii 1500 tun filet a v Rakousku 500 tun filet (Watson, 2008; Fontaine a kol., 1998). Současný trh s okounem může být charakterizován jako lokální, protože je napojen především na výše uvedené státy. (Watson, 2008). Konzumenti z různých zemí dávají přednost rozdílně velkým filetům a podle preferencí jsou takové filety do jejich zemí na trh dodávány (Fontaine a kol., 2004). Pro představu jsou do Švýcarska, resp. do jeho francouzsky mluvících částí (kantonů), dodávány ryby pro zpracování na 15g filety z okounů. Naopak do německy mluvících částí jsou dodávány větší ryby pro zpracování na 40g filety. Do Skandinávie, severní Francie, států Beneluxu a Německa jsou dodávány ryby pro přípravu 100–150g filet (Tamazouzt a kol., 1993; Watson, 2008).

Celková produkce okouna říčního vyprodukovaného v intenzivní akvakultuře je uvedena na obrázku č. 1.



Obázek. č. 1: Produkce okouna říčního v akvakultuře (FAO, 2017).

2.2 Chov okouna říčního v intenzivních podmínkách

Produkce okouna říčního v rybníční akvakultuře v současné době nedokáže pokrýt požadavky evropského trhu. Toto rozpoložení trhu však dává velkou možnost rozvoji technologie pro produkci tržního okouna v intenzivní akvakultuře (Fontaine, 2008). Pokud má být produkce okouna říčního rentabilní, musíme docílit co nejrychlejšího možného růstu ryb (co nejkratšího pobytu ryb v odchovném zařízení). K tomu je vhodné využít recirkulační systémy (RAS), v kterých jsme schopni zajistit optimální podmínky pro chov okouna říčního. Klíčovou roli v jeho růstu hraje teplota vody, pro rychlý růst okouna je ideální teplota vody 23 °C. Z pohledu provozu a rentability RAS je důležité, aby byly odchovné systémy nasazeny rybami v maximální možné míře po celý rok. Z tohoto důvodu přichází do popředí zájmu i možnost tzv. mimosezónních výtěrů. Pro ohřev vody může být využíváno hlubokých geotermálních vrtů, odpadní teplo z procesů chlazení strojů či řízené oteplování vody za pomoci elektrického proudu nebo pevných paliv, případně zbytkové teplo z bioplynových stanic (Kouřil a kol., 2008).

Pro správný růst ryb je nutné také zajištění vhodného nasycení vody kyslíkem, které by u zmiňované teploty nemělo klesnout pod 60 %, což je koncentrace kolem 5 mg O₂.l⁻¹. Rozmezí hodnot pH by se mělo pohybovat mezi 6–7,5. Při udržení těchto

optimálních chovných podmínek můžeme okouna říčního chovat v biomase 60 kg.m⁻³. Při extenzivním způsobu odchovu (v rybníční akvakultuře) nám vyprodukování tržních ryb (100–150 g) trvá zhruba o 12–14 měsíců déle než v intenzivní akvakultuře, při které je potřeba dodržet výše zmíněné optimální podmínky.

Využití recirkulačních systémů je také vhodné pro zajištění komplexní kontroly nad chovem, případně pokud chceme využívat mimosezónní výtěry u okouna říčního. Nesmí být opomenuta náročnost tohoto provozu na počáteční vybavení, provozní náklady a kvalifikovanost obsluhy systému (Kestemont a kol., 2008; Policar a kol., 2009).

V intenzivní akvakultuře se vyskytuje při produkci okouna říčního několik problémů. Jedním z rizik může být zajištění dostatečného množství rozkrmeného plůdku okouna říčního zvyklého na startérová krmiva. Je nezbytné mu předkládat v prvních 20 dnech živou potravu, protože jeho larvální stádium nemá dostatečně vyvinutý gastrointestinální trakt a dostatek endogenních trávicích enzymů. Kvůli tomu musí 20 dnů od vykolení přijímat živou potravu a v ní obsazené trávicí enzymy. Z toho důvodu u něj není možný rozkrm startérovými směsmi jako u salmonidů (Cuvier-Péres a Kestemont, 2000).

Dalším problémem je obtížné naplňování plynového měchýře mezi 10. a 20. dnem od vylíhnutí, což je pravděpodobně zapříčiněno vyšším povrchovým napětím na hladině (tvorba filmu). Předpokládá se, že zdrojem olejových látek jsou vlastní larvy (látky uvolněné při líhnutí) a krmivo. V době mezi 10.–20. dnem se uzavírá spojení mezi plynovým měchýřem a jícnem a pozdější naplnění již není možné. Larvy okouna říčního nejspíše nejsou schopny proniknout skrz povrchovou blanku filmu, která se vytváří na hladině, a plynový měchýř si naplnit (Jacquemon, 2004; Policar a kol., 2009). Pro takového jedince se plavání stává energeticky velice náročné, navíc se objevují retardace růstu a různé tělesné malformace (Jacquemon, 2004).

Průzkum Egloff (1996) zabývající se selháním naplnění plynového měchýře byl realizován na 5 populacích volně žijícího okouna říčního ve švýcarských jezerech (Bodamské, Ženevské, Lucernské, Sempach a Curyšské). Okouni s nenaplněným plynovým měchýřem byli nalezeni ve všech pěti zkoumaných lokalitách. Frekvence výskytu ryb s nenaplněným plynovým měchýřem se pohybovala od 0,1 % do 7,9 % ve zmiňovaných populacích. Ryby s nenaplněným plynovým měchýřem z divokých populací vykazovaly stejné chování a malformace jako ryby se stejným problémem (syndromem) chované v laboratorních podmínkách. Tento problém je také zjištěn u ryb

chovaných v intenzivní akvakultuře, ale v tomto výzkumu je poprvé hlášen z populací okounů žijících ve volné vodě (Egloff, 1996).

V intenzivní akvakultuře je také doporučováno třídění obsádek ve 14–28 denních intervalech (Polícar a kol., 2009). Tím se zmírní jinak výrazný raný kanibalismus, který se začíná projevovat již od 10. dne po vylíhnutí, a může způsobit až 40% ztráty (Mélard a kol., 1995).

2.3 Alternativní krmné organismy (náhrada *Artemia* sp.)

2.3.1 Vířníci (*Rotatoria*) – druhy a využití

V akvakultuře se nejčastěji využívají 3 druhy *Brachionus*, a to *B. rubens*, *B. calyciflorus*, *B. plicatilis*. V chovu ryb a krevet se nejvíce využívá *B. plicatilis* především kvůli své toleranci k mořskému prostředí. V intenzivní mořské akvakultuře je hojně využíván *B. plicatilis* jako první krmný organismus, a proto úspěšné odchování ryb závisí na jeho dostatečných zásobách, tedy zajištění potřebného množství kultivačních kultur. Reprodukční rychlost vířníků v kultuře závisí na kvalitě a množství potravy, slanosti, teplotě a pH mediu. Odstraňování odpadních produktů z kultivačních nádrží vede k vyšší a účinnější produkci vířníků po delší dobu.

Vířník *Brachionus calyciflorus* ze sladkovodních druhů vířníků bývá nejčastěji kultivován a používán jako potrava pro larvy ryb. Výhodou tohoto druhu je jeho schopnost přežít ve sladkovodních nádržích na rozdíl od nauplií žábřonožek, které ve sladkovodním prostředí hynou po 30 až 60 minutách (Mallia a Baník, 2015).

2.3.2 Klanonožci (*Copepoda*) – druhy a využití

Klanonožci (*Copepoda*) patří do skupiny korýšů. Jedná se o menší vodní organismy s velikostí okolo 1–2 mm s dlouhými antenulami, které využívají k plavání. Dalšími charakteristickými rysy mimo dlouhé antenuly jsou antény a nepárové naupliové očko. U samic se navíc vyskytují po stranách abdomenu vaječné váčky. Skupina *Copepoda* tvoří významnou složku planktonu ve slaných, brakických i sladkých vodách. Mezi klanonožci se nalézají filtrátoři, dravci nebo paraziti. Klanonožci se dále dělí na vznášivky (*Gymnoplea*), buchanky (*Cyclopoida*) a plazivky (*Harpacticoida*). (Říhová Ambrožová, 2007).

Volně žijící *Copepoda* byla předmětem mnoha analýz kvůli své klíčové roli v mořském prostředí. Tato skupina může představovat až 80 % celkové biomasy mesozooplanktonu (Mauchline a kol., 1998). Jsou důležitým zdrojem potravy pro ryby a larvy ryb živící se planktonem (např. Foxet a kol., 1999; Möllmann a kol., 2004).

Copepoda jsou také důležitá v ekologii, trofické biologii, rybářství, ekotoxikologii a také v akvakultuře a akvarijním obchodě, což jsou rychle rostoucí odvětví (Foxet a kol., 1999).

Støttrup (2000) a Payne společně s kolektivem (2001) navrhuje zařazení *Copepoda* do akvakultury. Jejich začleněním chtějí zvýšit počet chovaných druhů ryb v akvakultuře. Tato navržená teorie se dá využít i pro zvýšení produkce různých druhů okrasných ryb a také pro obchod s akvarijními rybami, což by vedlo ke snížení rybářského tlaku na přirozené zdroje a zvýšila by se také ochrana citlivého prostředí, jako jsou například korálové útesy. Mezi další přínosy by patřily i spolehlivé dodávky ryb pro koncové uživatele. Jedním z hlavních aspektů úspěšného odchovu larev ryb je vysoká nutriční hodnota klanonožců oproti tradičně využívaným organismům (Drillet a kol., 2006b, Engell-Sørensen a kol., 2004; Evjemo a kol., 2003; Olivotto a kol., 2008; Rajkumar a Vasagam, 2006; Sørensen a kol., 2007; Toledo a kol., 1999; Van der Meeren a kol., 2008; Wilcox a kol., 2006).

Acartia tonsa

Je to pelagický živočich patřící do řádu vznášivek (*Calanoida*) a podtřídy klanonožců (*Copopeda*), kteří se řadí do podkmene korýšů (*Crustacea*). *Acartia tonsa* je celosvětově rozšířený živočich vyskytující se v Atlantském, Indickém a Pacifickém oceánu. Vyskytuje se také v Azovském, Baltském, Kaspickém a Středozezemním moři. Toleruje širokou škálu slanosti vody, a to v rozmezí od 1 ppt do 38 ppt. Je přizpůsobivý vůči různým teplotám vody, a to v rozmezí od 0 °C do 30 °C. *A. tonsa* nejčastěji žije v mořích do 200 m hloubky. Její největší zastoupení je ale v hloubkách od 0 do 20 m. Byl dokonce zaznamenán výskyt v hloubce okolo 600 metrů. Vyskytuje se celoročně, ale objevují se sezónní výkyvy hustoty její populace. Dospělci jsou přibližně 1,5 mm dlouzí a jejich nauplie ve stádiu N1 měří přibližně 100 μm. Vajíčka mají v průměru 70–80 μm a jsou kulovitého tvaru, který je chráněn krátkými ostny. Vajíčka jsou o trochu těžší než mořská voda. Při 25 °C se z většiny vajíček vylíhne nauplie již během 48 hodin.

Acartia prochází během vývoje celkem šesti vývojovými fázemi (N1 až N6), aby se z ní mohl stát klanonožec. Tento klanonožec poté prochází dalšími šesti stádii (C1 až C6), aby se z něho mohl stát pohlavně dospělý jedinec. Mezi dospělým samcem a samičkou je patrný rozdíl v anténách, urosomu a v pleopodiích. Samci používají svoje antény k obejmutí samičky, ty jim následně dovolí vložit jejich spermatofor na samičí urosom, kvůli oplodnění (Parrish and Wilson 1978, Sazhina 1987). Samička průměrně uvolní okolo 18–50 vajíček v jedom vrhu (Mauchline, 1998) každých 5–6 dní (Sazhina 1971) a mohou vyprodukovat až 718 vajíček za svůj život (Parrish a Wilson 1978).

Acartie tonsa se primárně žije fytoplanktonem, ale konzumuje také nálevníky, vířníky, své vlastní vajíčka i nauplie (Mauchline, 1998). Dokáže konzumovat kořist v rozmezí od 5 µm do 100 µm (Petipa, 1959). *A. tonsa* je obvykle krmena fytoplanktonem (*Isochrysis galbana*, *Rhodomonas* sp.), a to především kvůli jeho snadné kultivaci.

Výzkumy ukázaly, že u larev mořských ryb, u kterých jsou použity nauplia *Copepoda* v raném odchovu, vykazují tyto larvy lepší růst, nutriční obsah a přežití v porovnání s larvami krmenými pouze vířníky a *Artemia* sp. (Watanabe a kol. 1983; Støttrup a kol. 1986; Kraul a kol. 1992; Støttrup a Norsker 1997; Schipp a kol. 1999; Shields a kol. 1999; Støttrup 2000; Payne a kol. 2001; Evjemo a kol. 2004). Bylo zjištěno, že *Copepoda* obsahují více přírodních omega-3 nenasycených mastných kyselin, než je tomu v případě obohacených vířníků a artémií (Sargent a kol., 1997).

Jednou z firem, která se zabývá komerční produkcí kopepodových stádií (*A. tonsa*) pro krmení mořských druhů ryb, korýšů a dalších mořských živočichů v raném stádiu je norská společnost C-FEED AS. Jejich výrobní technologie jsou založeny na desetiletém výzkumu a patentovaných řešení vyvinutých v SINTEF Fisheries and Aquaculture v Norsku (C-FEED, 2014).

2.3.3 Druhy háďátek využitelné v akvakultuře

Háďátka, v praxi označovaná jako „mikry“, se používají hlavně jako krmivo pro potěr ryb. Bez problémů ho mohou přijímat i menší druhy dospělých ryb. Pod označením mikry, které je hojně využíváno u akvaristů, se nalézají i některé hlístice (*Nematoda*). Háďátek je tisíce druhů (některé z nich níže). V akvaristice a teraristice se můžeme setkat se čtyřmi druhy háďátek: *Turbatrix aceti*, *Caenorhabditis elegans*, *Caenorhabditis briggsae*, *Panagrolaimus redivivus*. Nejčastější velikost háďátek je 1–2 mm, ale nalezneme samozřejmě mnohem menší i větší jedince.

Hád'átka, která jsou využívána v akvaristice, patří mezi potravní specialisty. Jako potrava jim slouží mikroorganismy provádějící fermentaci (kvašení), především bakterie a kvasinky. Pro úspěšnou kultivaci hád'átek je důležité současně vytvořit vhodné podmínky i pro mikroorganismy, kterými se hád'átka živí.

Také hlístice rodu *Caenorhabditis* mohou být pro akvakulturu také zajímavé. Široké použití má *Caenorhabditis elegans*, a to především v genetice a mikrobiologii jako modelový organismus. Gbewonyoet (1994) vyvinul způsob kultivace *C. elegans* na suspenzi *Escheria coli* v bioreaktorech obvykle využívaných pro kultivaci bakterií. Většina těchto kultivačních metod je využívána pro laboratorní účely. Zda by se daly tyto kultivační techniky transformovat a využít pro požadavky komerční akvakultury, je potřeba ještě testovat.

Panagrolaimus redivivus

V posledních letech byla identifikována řada různých druhů hlístic jako možná vhodná alternativa k *Artemia* sp. (Brüggemann, 2012). Půdní hlístice *Panagrolaimus redivivus* získala zvláštní pozornost. Jelikož tato hlístice má schopnost se rychle rozmnožovat a produkovat velké množství biomasy (Ricci a kol., 2003). Podle Wilkenfelda a kol. (1984) je produkce o 30 % levnější ve srovnání s kulturou *Artemia* sp. Kromě toho jsou profily mastných kyselin a obsah lipidů v závislosti na použitém kultivačním médiu (Schlechtriem a kol., 2004a) v *P. redivivus* mezi 2,7 a 39,8 % (Rouse a kol., 1992; Schlechtriem a kol., 2005). Aminokyselinový profil tohoto druhu hlístice je podobný jako u žábřonožky (Biedenbach a kol., 1989; Lavens a Sorgeloos, 1996; Santiago a kol., 2003) a zmrazeného zooplanktonu (Schlechtriem a kol., 2004b).

Panagrolaimus sp. se zdá jako vhodný organismus pro použití v akvakultuře. Je možné ho masově kultivovat s využitím živného média založeného na kvasnicích (Honnens a Ehlers 2013). Při vyschnutí dokáží přejít do stavu anhydrobiozy, ve které sníží své metabolické pochody na minimum (Wharton 2004; Honnens a kol. 2013). V tomto stavu je jejich přeprava a skladování výrazně snazší než u hydratovaných a metabolicky aktivních organismů. Když vysušený *Panagrolaimus* sp. vystavíme vodě, obnoví opět své metabolické pochody (Womersley a kol. 1998; Honnens a kol. 2013) a jeho funkce se vrátí do normálního stavu.

Jedna z nevýhod *Panagrolaimus* sp. spočívá v jeho nutriční hodnotě, která často není optimální pro larvy mořských ryb. Mezi esenciální mastné kyseliny patří kyselina

dokosaheptaenová (DHA), kyselina eikosapentaenová (EPA) a kyselina arachidonová (ARA). *Panagrolaimus redivivus* nebo *Caenorhabditis elegans* dokáží syntetizovat ARA a EPA (Watts a Browse 2002; Schlechtriem a kol. 2004c), ale nedokáží syntetizovat DHA (Rouse a kol. 1992; Tanaka a kol. 1996; Kumlu a kol. 1998; Schlechtriem a kol. 2004b, c; De Lara a kol. 2007), a proto je nezbytně nutné obohacení *Panagrolaimus* sp. o DHA, pokud jsou jedinou počáteční potravou ryb.

U larev krevet a kaprovitých ryb, které byly krmeny *Panagrolaimus redivivus*, bylo prokázáno vysoké přežití a jejich růst. Tyto výsledky byly podobné jako u využití *Artemia* sp. (Rottmann a kol., 1991; Kumlu a kol., 1998; Focken a kol., 2006; Bruggemann, 2012).

Výživová hodnota *Panagrolaimus redivivus* je podle Nováka (2012) následovná: nejvíce jsou zastoupeny bílkoviny, a to 48 %, dále z 31 % tuky, z toho 12 % fosfolipidů a 19 % klasických tuků. Vedle bílkovin a tuků jsou zastoupeny také sacharidy ze 7 %, z 1 % organické látky a nukleové kyseliny.

Turbatrix aceti

Patří mezi výživové specialisty, žíví se především mikroorganismy provázejícími fermentaci (kvašení).

Podle Bruuna (1949) je *T. aceti* až 1990 μm (samci) a 2560 μm (samice) dlouhý s průměrem od 50 μm do 80 μm . Velkou výhodou této hlístice v akvakultuře je, že dokáže plavat ve sloupci po dlouhou dobu na rozdíl od jiných hlístic a dalších krmných organismů, které klesají pomalu ke dnu a stávají se pro larvy ryb neatraktivní.

Internetový obchod SMARTI (2011) udává *T. aceti* jako jedno z nejlepších krmiv pro rybí potěr, nejmenší rybky líhnoucí se právě z jiker. Za vhodných podmínek dokáže tento organismus velmi rychle znásobit svojí populaci. Samička rodí až 45 mladých každých 8–10 dní. Životní cyklus háďátka octového se pohybuje kolem 220 dní (SMARTI, 2011).

2.3.4 Chov a příprava háďátka octového *Turbatrix aceti*

Chov háďátka octového probíhá ve speciálních nádobách, do kterých namícháme danou kulturu (viz kapitola 2.4.4.1. Kultivační média). Do připraveného roztoku přidáme startovací kulturu, tedy tekutinu s *T. aceti* z přechozí kultivace. Startovací kultury by se mělo nasadit okolo 10 % z celkového objemu připraveného kultivačního média. Je

možno nasadit i menší nebo větší startovací dávky, ale vždy je potřeba věnovat zvýšenou pozornost hygieně kultivačního roztoku. Při zakládání nové kultury je také možno využít starou kulturu. Ze staré kultury odebereme část roztoku (bez *T. acetii*) a naočkujeme tím novou kulturu, kterou necháme několik dní odležet, aby mohla započít fermentace. Teprve po nastartování fermentace vložíme násadu *T. acetii*, kterou získáme z původní kultury. Vhodné je nádobu s kulturou hád'átek zakrýt tkaninou nebo papírovým ubrouskem proti vniknutí hmyzu, především proti muškám octomilkám (*Drosophila*). Zakrytí nám také sníží „octový zápach“ (Novák, 2012).

Je doporučováno kulturu po 6–8 týdnech obměňovat za novou. Násadu, kterou poté budeme očkovat do připraveného roztoku, je potřeba odebírat na vrcholu růstu (množení). Na vrcholu růstu je největší pravděpodobnost, že kultura je v dobré kondici a neobsahuje žádné nebo minimum rizikových mikroorganismů. Při ztmavnutí tekutiny nebo výskytu plísní na hladině se doporučuje kultivaci ukončit. Je potřeba mít k dispozici založené kultury různého stáří a provádět v určitých intervalech jejich obnovu, abychom měli čerstvou kulturu vždy k dispozici, jelikož dochází k postupnému zhoršování její kvality (Novák, 2012).

T. acetii je možné kultivovat při běžné pokojové teplotě. Je to organismus, který je tolerantní k poměrně širokému spektru teploty, avšak kultivace se nejčastěji provádí při teplotách 20–30 °C. Osvětlení u kultivace *T. acetii* nehraje důležitou roli, ale je doporučováno tmavší prostředí (Novák, 2012).

2.3.4.1 Kultivační media

Hofsten a kol. (1983) kultivovali *T. acetii* na přírodním jablečném octě, což doporučuje i Novák (2012), který dále uvádí jako možné médium směs peptonu (0,5 %), kvasničného extraktu (0,3 %), NaCl (0,5 %) a kyseliny octové (2–4 %), kterou nazývá jako tzv. laboratorní recepturu. Novák (2012) také využívá jako kultivační médium roztok jablečné šťávy nebo jablečného džusu (1 díl), pitné vody (1 díl) a octu kvasného lihového (1 díl).

2.3.4.2 Metody získávání čisté kultury pro zkrmování

Novák (2012) uvádí čtyři různé postupy pro získání čisté kultury na zkrmování a zároveň zdůrazňuje, že odebrání čistého krmiva patří k nejsložitějším procesům z celé kultivace.

Při prvním postupu dochází k odlití tekutiny ze svrchní vrstvy kultury přes některý z filtrů. Uvádí využití papírového filtru, například kávového, ale za nejlepší považuje využití uhelonu nebo speciálního síta na plankton. Dále je možné postupovat dvěma způsoby, buď přefiltrovaná hád'átka na filtru propláchneme vodou a zkrmíme nebo je z filtru dáme do nádoby s čistou vodou. Nádoba s hád'átkem se nechá chvíli odstát a poté se opět přefiltruje a použije se ke krmení.

Další ze způsobu, které uvádí, je založen na využití lahve s úzkým hrdlem, do které se nalije tekutina z vrchní části kultivačního roztoku. Důležité je, aby tekutina dosahovala, až ke zúžení lahve. Následuje vložení smotku vaty do hrdla láhve a nad něj se nalije čistá voda. Hád'átka na to reagují tak, že začnou prolézat skrze smotek vaty do čisté vody, odkud jsou odebírány pipetou. Nakonec smotek vaty odstraníme a tekutinu vrátíme zpět do kultury.

Jako předposlední postup provádí Novák (2012) kultivaci hád'átek v nádobě s vnitřními závity v hrdle. Opět naplníme nádobu až po okraj závitu. Hád'átka totiž mají tendenci po závitech vylézat a zde je možné, je lehce setřít za pomoci štětečku. Lze také využít konec seříznuté PET lahve s vnějším závitem a tu vhodně zavěsit do nádoby s kulturou hád'átek. Opět je podstatné, aby se závit dotýkal kultury s hád'átkem. Seříznutá plastová lahev se nemusí upevňovat, můžeme ji také nechat plavat po hladině.

Jako poslední způsob uvádí využití kultivační nádoby. Její okraj, k němuž dosahuje kultura s hád'átkem, se zdrsní za pomoci smirkového papíru. Vytvoříme tak vertikální škrábance. V těchto rýhách se hád'átka shlukují a dají se jednoduchým způsobem za pomoci kapátka nebo pipety v desetiminutových intervalech odebírat.

2.3.4.3 Nutriční složení a chování

Krusberg (1972) ve svém výzkumu udává obsah tuku v *T. acetii* od 20,2 do 28,7 % v sušině. Celkové mastné kyseliny představovaly od 11 do 16,8 % v sušině. Průměrná hodnota dosahovala 14,0 % nebo mírně přes polovinu celkového lipidu. Krusberg také udává, že zde nenasycené mastné kyseliny výrazně převažují nad nasycenými.

Složení mastných kyselin u *Artemia* sp., MiniproTM mikrodiety (Maripro AS) a *T. aceti* před obohacením a po obohacení komerčními PUFA roztoky udává také Hundt a kol. (2015). Výsledky obsahu jednotlivých kyselin jsou uvedeny v tabulce č. 1 pro lepší přehlednost. Všechny hodnoty jsou vyjádřeny v procentech z celkového obsahu mastných kyselin, pokud není uvedeno jinak.

Tabulka č. 1: Zastoupení mastných kyselin v *Artemia* sp., MiniproTM, *T. aceti* a *T. aceti* obohacené o MiniproTM (upraveno podle Hundt a kol. 2014).

Kyseliny	<i>Artemia</i> sp.	Minipro	<i>T. aceti</i>	<i>T. aceti</i> obohacené
MK celk.	54.9 ± 1.5	81.4 ± 3.7	111.1 ± 19.0	104.1 ± 7.5
14:0	1.3 ± 0.1	5.0 ± 0.2	2.1 ± 0.3	3.1 ± 0.4
15:0	x	0.4 ± 0.0	x	0.3 ± 0.0
16:0	17.0 ± 0.9	20.0 ± 0.7	4.8 ± 1.1	11.7 ± 1.1
18:0	8.5 ± 0.3	2.7 ± 0.1	9.0 ± 2.3	5.6 ± 0.2
20:0	0.2 ± 0.4	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.0
21:0	1.0 ± 0.2	x	x	x
22:0	0.5 ± 0.1	1.8 ± 0.2	x	0.4 ± 0
SAFA CELK.	28.5 ± 0.8	30.5 ± 1.3	16.5 ± 3.4	21.6 ± 1.7
16:1n-7	2.5 ± 0.1	1.9 ± 0.1	2.5 ± 0.6	3.2 ± 0.3
17:1n-7	1.0 ± 0.1	0.5 ± 0.0	x	0.3 ± 0.0
18:1n-12/n-9	23.9 ± 0.9	10.6 ± 0.7	27.5 ± 5.0	11.9 ± 1.2
18:1n-7	6.3 ± 0.5	2.1 ± 0.1	0.7 ± 0.1	4.9 ± 0.3
20:1n-9	1.2 ± 0.1	2.6 ± 0.3	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.0
20:1n-7	0.6 ± 0.1	0.0 ± 0.0	3.3 ± 0.7	1.1 ± 0.1
22:1n-9	x	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0	x
24:1n-9	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.0
MUFA celk.	35.5 ± 1.4	18.2 ± 1.2	35.0 ± 6.1	22.0 ± 2.0
18:2n-6	4.1 ± 0.2	20.9 ± 1.1	12.2 ± 2.3	17.3 ± 1.4
18:3n-6	0.7 ± 0.0	x	1.4 ± 0.2	0.8 ± 0.1a
20:2n-6	0.1 ± 0.3	x	1.0 ± 0.3	0.9 ± 0.1
20:3n-6	x	3.7 ± 0.3	5.0 ± 0.9	2.2 ± 0.1
20:4n-6	0.5 ± 0.0	1.1 ± 0.1	2.4 ± 0.6	1.0 ± 0.1
n-6 PUFA	5.5 ± 0.5	25.7 ± 1.4	22.0 ± 4.1	22.3 ± 1.8
18:3n-3	24.1 ± 1.2	2.8 ± 0.1	0.7 ± 0.2	2.9 ± 0.2
18:4n-3	4.1 ± 0.2	1.8 ± 0.1	0.5 ± 0.2	0.4 ± 0.0
20:3n-3	x	x	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.0
20:4n-3	1.1 ± 0.1	0.6 ± 0.0	5.9 ± 1.5	2.6 ± 0.1
20:5n-3 EPA	1.3 ± 0.1	7.4 ± 0.5	18.3 ± 2.1	12.2 ± 0.7
22:5n-3	x	0.5 ± 0.0	x	0.7 ± 0.1
22:6n-3 DHA	X	12.4 ± 0.1	0.8 ± 0.6	15.0 ± 2.4
n-3 PUFA	30.5 ± 1.6	25.5 ± 0.8	26.6 ± 3.6	34.1 ± 3.6
PUFA celk.	36.0 ± 2.1	51.2 ± 2.2	48.6 ± 7.7	56.4 ± 5.2

Na rozdíl od mnoha volně žijících druhů hlístic je *T. aceti* schopno plavat ve vodním sloupci (Bruggemann, 2012), což může zvýšit jeho dostupnost pro pelagické larvy ryb. Také je důležité, že *T. aceti* mají schopnost produkovat polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) *de novo* (Rothstein a Gotz, 1968).

2.3.5 Využití v odchovu larev ryb

T. aceti, který je po mnoho let využíván jako krmení pro raná stádia akvariálních ryb (Hofsten a kol., 1983), by měl být považován za zajímavého kandidáta pro odkrm larválních stádií ryb v intenzivní akvakultuře. Lze ho snadno kultivovat ve vysokých hustotách a s nízkým rizikem kontaminace patogenními mikroorganismy (Buck a kol., 2014)

Začlenění *T. aceti* do režimu krmení síha marény (*Coregonus maraena*), při společném podávání *Artemia nauplii*, výrazně zvýšilo růst během prvních 5 dnů odchovu. Proto by *T. aceti* mohl být vhodný pro zlepšení protokolů pro ranný odchov *C. maraena* minimálně jako cenově příznivý vektor (přenašeč) esenciálních mastných kyselin (Bruggemann, 2012)

Kvůli snadné produkci *T. aceti*, výhodnému složení mastných kyselin a jeho schopnosti plavat ve sloupci, by měla být aplikace *T. aceti* testována i pro jiné druhy ryb. Zejména u korýšů, kde byla prokázána schopnost trávit hád'átka efektivněji než ryby (Bruggemann, 2012).

Ingesce a digesce hád'átka *Turbatrix aceti* rybami

M. Hundt a kol. (2015) zjistili při svém výzkumu, že ačkoliv je síh maréna schopen strávit *T. aceti*, kvůli nízkému přežití a pomalému růstu není možné u síha marény nahradit výživu *Artemia* sp. v plné míře hád'átkem octovým. V případě *T. aceti* se nám jeví jeho největší přínos v odkrmu nejranějších larválních stádiích a urychlení přechodu na exogenní výživu u síha marény. Hlavně kvůli relativně malé velikosti *T. aceti* oproti naupliím *Artemia* sp. Také může sloužit jako potenciální vektor esenciálních mastných kyselin v systémech společného krmení.

2.3.6 Možnosti obohacení *Turbatrix aceti*

M. Hundt a kol. (2015) se zabývali pokusem, při kterém krmili larvy síha marény pomocí nauplií *Artemia* sp., *T. aceti* a obohacenou *T. aceti*. Byly testovány různé kombinace, při kterých se sledoval růst a přežití larev *Coregonus maraena*. Analýzou složení *T. aceti* před obohacením a po obohacení emulzí Selco S.preso (INVE-aquaculture) bylo zjištěno, že profil mastných kyselin (zastoupení n3-PUFA) v *T. aceti* byl vylepšen (Hundt a kol., 2015).

Po obohacení o PUFA se získané hlístice dají do 50ml zkumavky, která se naplní vodou z vodovodu a následně se obohatí o Selco S. presno (INVE-aquaculture), podle pokynů výrobce se přidá 1 gram emulze na 1 litr vody ve dvou fázích po dvanácti hodinách. Obohacování končí po 24 hodinách. Poté jsou hlístice propláchnuty přes filtrační tkaninu s 20 µm oky a následně zamrazeny při -80 °C pro následnou analýzu mastných kyselin.

Po vyhodnocení bylo zjištěno, že vzorky *T. aceti* obsahovaly 0,8 % a 0,6 % DHA a 18,3 % a 2,1 % EPA. Po obohacení se zvýšila koncentrace DHA 19krát.

Hladina DHA o PUFA obohacené hlístice byla 2krát větší než u PUFA obohacené artemie. Zatímco hladina EPA byla srovnatelná s výsledky s obohacenou artemií (Shields a kol., 1999). Naměřená úroveň DHA překračuje také hodnoty zjištěné pro *Panagromlaimus* sp., který byl srovnatelně obohacen přípravkem S.presso (Honnens et al., 2013).

Průměrná frakce EPA nebohaceného *T. aceti*, kterou udává Krusberga (1972), se při výzkumu (M. Hundt, 2014) při obohaceném *T. aceti* téměř zdvojnásobily a také překonává maximální uváděné množství EPA pro nebohacené *P. redivivus* (Schlechtriem et al., 2004).

Podle (Tocher, 2010) je potřeba samostatně prozkoumat vhodnost *T. aceti* pro mořské druhy ryb kvůli jejich vyšším nárokům na DHA.

2.3.7 Ekonomická analýza produkce háďátka *Turbatrix aceti*

Novák (2012) uvádí jako nejekonomičtější variantu kultivace háďátka tzv. laboratorní recepturu viz kapitola 2.3.4.1. při které jeden litr kultivačního média vyjde na 5–6 Kč. Navíc je zde vysoká produkce háďátka a nejmenší sklony k tvoření povlaku na hladině. Filtrací můžeme snadně odebrat háďátka z kultivačního média. Kultivační médium navíc dlouho vydrží, tudíž není potřeba ho tak často obnovovat jako jiná kultivační média.

Receptura založená na jablečné šťávě, pitné vodě a kvasném lihovém octu je nejvýhodnější pro vysokou produkci háďátka. Jeden litr kultivačního média vyjde na 7–10 Kč. Kultivační roztok má sklon k tvoření povlaku na hladině, který pro promíchání zmizí. Po 2–3 měsících se povlak vytváří stále častěji a je potřeba založit novou kulturu.

Jako poslední z ekonomické analýzy Novák (2012) uvádí recepturu založenou na jablečném octě. Z uvedených receptur patří mezi nejdražší, jelikož jeden litr roztoku vyjde na 25–100 Kč. Kvalita použitých surovin se tak odrazí ve finální produkci háďátka. Nevýhoda tohoto média také tkví v silné tvorbě povlaku na hladině a usazování sedimentu na dně. Tyto věci znepríjemňují čistý odběr *T. aceti*.

Cenovou analýzu kultury *T. aceti* provedl také Buck a kol. (2014). Do analýzy byly zahrnuty cenové náklady na použité médium, produkci milionu jedinců *T. aceti* včetně metody jejich separace z média a provozní (energetické) náklady během denního režimu. Celkové nejlevnější náklady byly u média, které obsahovalo jablečný ocet s kvasničným extraktem a to 5,39 € naopak nejdražší bylo médium jablečného octa s peptonem a to 6,19 €.

Buck a kol. (2014) také uvádí hustotu kultury háďátka octového jako vysokou, ale řádově nižší v porovnání s masovou kulturou *P. redivivus*, která představuje, až 291 000 jedinců na gram média (Ricci a kol. 2003), a ani s *Panagrolaimus* sp., které obsahuje až 238 000 jedinců na gram média (Honnens a Ehlers, 2013). U háďátka octového, které bylo kultivováno na jablečném octě byly hodnoty 10krát nižší.

Pro dávkování *Turbatrix aceti* se využívá krmný režim jako u *Artemia* naupli, kde se dávkuje 500–1000 *Artemia* naupli na larvu. Kvůli menší hmotnosti *Turbatrix aceti* se předkládá dávka 4krát větší (2000–4000) jedniců na larvu.

Hundt a kol. využívali pro odkrm raných stádií *Coregonus maraena* krmný režim, kdy udržovali hustotu *Turbatrix aceti* 20 jedinců v jednom ml vody v odchovných nádržích.

2.4 Problém nenaplňování plynového měchýře u okouna říčního

2.4.1 Morfologie a ontogeneze plynového měchýře

Plynový měchýř (*vesica natatoria*) je pro ryby velice důležitý orgán, který se podílí na schopnosti nadnášení ryby ve vodním prostředí. Plní zejména hydrostatickou funkci, během které dochází k vyrovnávání tlaku v plynovém měchýři s tlakem ve vnějším prostředí v různých hloubkách. Plynový měchýř se u ryb vyvíjí jako vychlípenina

stěny jícnu. Během raného stádia vývoje larev ryb dochází k obklopení mezenchymálními buňkami vnitřního primordia epitelárních buněk (Schmidt-Nielsen 1983). V prvním kroku při organogenezi se zárodečný list, který je spojený s trávicím traktem vzduchovým kanálkem, obrátí naruby. Po tomto procesu nastává morfogeneze *endoteliálních* buněk, a nakonec dochází k rozšíření lumenu (Bailey a Doroshov, 1995). Počáteční naplnění plynového měchýře u některých druhů ryb jako například u morčáka pruhovaného (*Morone saxatilis*) (Chapman a Hubert, 1988), mořana zlatého (*Sparus aurata*) (Chatain a Ounais-Guschemann, 1990), candáta severoamerického (*Sander vitreus*) (Marty a kol., 1995), trumpetníka podélnopruhého (*Latris lineata*) (Trotter a kol., 2005) a jesetera čínského (*Acipenser sinensis*) (Watanabe a kol., 2008) nastává, když larva pohltí vzduch na povrchu vody. Vzduchový kanálek je nezbytný pro počáteční pohlčení vzduchu za účelem naplnění plynového měchýře. Larvy ryb nejsou schopny naplnit svůj plynový měchýř během postlarválního vývoje, protože vzduchový kanálek je následně degenerovaný.

Kostnatí (*Teleostei*) se dělí na dvě skupiny podle napojení plynového měchýře na trávicí trakt, první se nazývají *Physostomi* a druhá *Physoclisti*. *Physostomi* ryby si udržují objem měchýře tím, že pohlcují vzduch na hladině a ten potom putuje do plynového měchýře vzduchovým kanálkem, který spojuje plynový měchýř a trávicí trakt (Schmidt-Nielsen, 1983). Naopak *Physoclisti* mají plynový měchýř, který je úplně oddělen od trávicího traktu. Potom, co proběhne prvotní naplnění pomocí atmosférického vzduchu, regulují objem měchýře sekrecí (vyučováním) a absorpcí plynů skrze síť kapilár, této síti se říká *rete mirabile* (Fänge, 1966; Schmidt-Nielsen, 1983). *Rete mirabile* funguje jako protiproudící systém výměny, který umožňuje pasivní difuzi plynů z žilní do tepenné krve (Jobling, 1998). Endodermální tkáň, která vyrůstá naruby z trávicího traktu, aby zformovala vnitřní epitelovou vrstvu primordiálního plynového měchýře se u *Physoclisti* mění na plyn vylučující žlázové buňky (Bailey a Doroshov 1995).

Cílem studie Zakeš a kol. (2003) bylo popsat vývoj plynového měchýře u candáta obecného (*Sander lucioperca* L) v podmínkách intenzivní akvakultury a určit, kdy zaniká kanálek mezi jícnem a plynovým měchýřem. Vývoj plynového měchýře byl pozorován v průběhu 30 dnů u larev v recirkulačním systému. Plynový měchýř a vzduchový kanálek byly jasně viditelné v histologickém řezu u 4 dnů starých larev. V 6. den po vykulení byly patrné významné změny v mikroskopické struktuře, např. se objevila plynová žláza a oválné primordium. Vzduchové kanálky postupně zakrňovaly u larev s naplněným

plynovým měchýřem mezi 11. a 13. dnem, zatímco u larev s nenaplněným plynovým měchýřem zůstaly otevřené až do 24./26. dne.

K dispozici je pouze málo informací, zda naplňování plynového měchýře souvisí s genetickým základem. Peruzzi a kol. (2007) ve své práci zkoušel chovat 24 plně sourozeneckých morčáků pruhovaných. V poměru 4 samice krát 6 samců, kteří byli chováni ve společných podmínkách. U jejich 273 potomků mohlo být 97 % ryb přiděleno jedinému rodičovskému páru. Genotyp a rodokmenová analýza ukázala nerovnováhu ve velikosti rodiny v důsledku rozdílného přežívání larev s naplněným plynovým měchýřem. Přičemž potomstvo od jedné samice a jednoho samce je dvakrát až třikrát kvalitnější (růst, kondice, mortalita) než u ostatních rodičů. U larev s naplněným plynovým měchýřem byly významné rozdíly ve velikosti rodiny pozorovány pouze mezi polosouzeneckými samci (tzn. pouze jeden rodič se shodoval), zatímco u larev s extrémně naplněnými měchýři (hyper-inflated) byly zjištěny rozdíly mezi dvěma polosouzeneckými samci a samicemi. Výsledky této práce naznačují, že zděděné otcovské a mateřské geny mohou přispět k projevu anomálií plynového měchýře u morčáka pruhovaného (Peruzzi a kol. 2007).

2.4.2 Morfologické a fyziologické dopady nenaplnění plynového měchýře

Absence vývoje plynového měchýře je v komerční produkci mořčáka evropského (*Dicentrarchus labrax*) významným problémem (Chatain, 1994). Totéž platí i v případě trumpetníka podélnopruhého (*Latris lineata*) (Trotter a kol., 2001) a kranase amerického (*Seriola lalandi*). V komerční akvakultuře se vyskytuje problém týkající se nízké míry naplnění plynového měchýře u poměrně mnoha mořský druhů larev ryb během intenzivního odchovu, a to patří mezi hlavní důvody vysoké mortality (Spectorova a Doroshev, 1976; Goolish a Okutake, 1999; Trotter a kol., 2001). U druhů, u kterých nejsou technologie chovu dostatečně propracované, se objevují malformace plynového měchýře okolo 70–100 % (Trotter a kol., 2001). Jedná se o zásadní problém komerční produkce mnoha druhů ryb, jako je paokoun australský (*Macquaria novemaculeata*), kanic proužkovaný (*Centropristis striata*) a mořan zlatý (*Sparus aurata*) (Battaglione a Talbot, 1990; Chatain, 1994).

V zimě roku 1994/5 byl v severním Norsku na farmových chovech lososa atlantského (*Salmo salar* L.) zaznamenán zvýšený počet ryb s aberantním chováním. Postižená ryba vykazuje charakteristický styl plavání, poukazuje to na výrazné

pozměnění rovnováhy a schopnost plavání. Často plavou téměř ve svislé poloze. Tento způsob plavání je snadno odlišitelný, protože postižené ryby plavou více energicky než zdravé ryby (Poppe a kol., 1997).

Syndrom nenaplňování plynového měchýře se objevuje také u ryb ve volné přírodě. Ryby s takovýmto měchýřem mohou přežít za příznivých podmínek do dospělosti (Czesny a kol., 2005). U divoké populace okouna říčního ve Švýcarském jezeře bylo zjištěno až 8 % dospělých jedinců bez naplněného plynového měchýře (Egloff, 1996). Naproti tomu ryby s nenaplňným plynovým měchýřem mají v komerčních líhních příznivé podmínky pro přežití díky neustálému přístupu k potravě a nehrozí jim ani žádné nebezpečí ze strany predátorů, kteří se běžně vyskytují ve volných vodách.

Larvy okouna žlutého (*Perca flavescens*) s nenaplňným plynovým měchýřem loví kořist obtížněji a musí vynaložit více energie pro své nakrmení a udržení pozice ve vodním sloupci (Czesny a kol., 2005).

Okoun žlutý s nenaplňným plynovým měchýřem v délce mezi 8–16 mm spotřebovává více kyslíku než jeho stejně staří a velcí soukmenovci s naplněným plynovým měchýřem. Tato vyšší spotřeba kyslíku je přičítána vyšším energetickým nárokům ryb, které se hůře udržují ve vodním sloupci a snaží se zabránit svému „potopení“. Vyšší spotřeba kyslíku se týká i medaky japonské (*Oryzias latipes*) v případě nenaplňování plynového měchýře. Medaka tak spotřebovává o 36 až 90 % více kyslíku než jedinci s naplněným plynovým měchýřem (Marty a kol., 1995). Okoun žlutý a mořan zlatý bez naplněného plynového měchýře vykazují pomalejší růst a nižší hmotnost o 22 až 33 % v porovnání s jedinci s naplněným plynovým měchýřem (Chatain, 1987). Martin-Robichaud a Peterson (1998) zjistili, že larvy, které měly funkční plynový měchýř, měly větší pravděpodobnost nakrmení se, a proto byly větší než ty s nenaplňným plynovým měchýřem.

Jacquemond (2004) se zabýval problematikou dodatečného naplnění plynového měchýře u okouna říčního. Juvenilní ryby s naplněným a nenaplňným plynovým měchýřem byli odchováni odděleně za stejných podmínek od 30 do 105 dne po vykulení. U 66 % jedinců s původně nenaplňným plynovým měchýřem, bylo zjištěno dodatečné naplnění jejich plynového měchýře. Juvenilové s později naplněným plynovým měchýřem vykazovali jeho různou morfologii. Velikost plynového měchýře se zvětšila, ale pořád byla menší než u jedinců, jejichž plynový měchýř se naplnil mezi 12 až 14 dnem po vykulení. Po 30 dnech po vykulení je možno chovat juvenilní jedince s naplněným a nenaplňným plynovým měchýřem odděleně. Toto zjištění může být

užitečné pro komerční chov, kdy nám toto zjištění dovoluje chovat i skupinu ryb s nenaplněním plynovým měchýřem (dojde k pozdějšímu naplnění).

2.4.3 Možnosti separace ryb s nenaplněným plynovým měchýřem

V komerčních chovech je důležité vyřadit ryby bez funkčního plynového měchýře ze skupiny chovných ryb, protože ryby bez funkčního plynového měchýře vykazují pomalejší růst, vyšší frekvenci výskytu deformit těla, energetické nároky a vyšší mortalitu, když jsou vystaveny stresu. Jednoduchá metoda třídění pro posouzení naplněnosti plynového měchýře spočívá v rozdílech hustoty mezi rybami s naplněným plynovým měchýřem a bez něj. Když je plynový měchýř naplněn plyny, tělesný vztlak (nadmášení) ryby se zvyšuje, protože plyny v plynovém měchýři jsou méně husté než v okolním prostředí. Anestetizované larvy ryb, které mají naplněný plynový měchýř, budou plavat, a naopak ty s nenaplněným plynovým měchýřem se potopí. Předchozí studie ukázaly nesrovnalosti, při separaci larev s naplněným plynovým měchýřem, protože anestetizované larvy mají sklon plyn z plynového měchýře vypustit (Massee a kol., 1995). Anestetika jsou široce používána pro usnadnění manipulace s rybami a snížení jejich stresu. V některých případech může samotná anestezie vyvolat stresovou reakci (Small, 2003). Z tohoto důvodu je potřeba určit, jaký dopad má anestezie na plynový měchýř, když jsou larvy vzorkovány z chovných nádrží.

Při použití tricaine methane sulfonate (TMS) nebo mořské soli se mění účinek anestezie. Pokud zvýšíme koncentraci tricaine methane sulfonate (TMS) od 30 do 100 mg/l, snižuje se doba pro nástup anestezie. Doba pro dosažení úplné anestezie je kratší u nenakrmených juvenilních jedinců a také při zvýšení salinity koncentrace TMS. Optimální koncentrace TMS činí 50–70 mg/l u jedinců starších víc než 20 dní. Účinnost třídění a přežití zůstává u 30 dní starých jedinců maximální bez ohledu na testovanou koncentraci anestetik (30–100 mg/l). Juvenilové by neměli být krmeni 6 hodin před manipulací, aby se zabránilo chybě při třídění ryb a také zvýšené mortalitě u ryb s naplněnými a nenaplněnými plynovými měchýři.

Přidání mořské soli s anestetickým roztokem také výrazně zlepšuje účinnost třídění. Minimální koncentrace soli je 20 g/l u juvenilů ve věku 20–25 dnů, zatímco u ryb ve věku 30 dnů postačuje 10 g/l. Více citlivější na změnu salinity jsou jedinci o délce 15–16 mm (20–25 dní) než menší nebo větší jedinci. Jacquemond (2004) navrhuje hypotézu, že tato citlivost u juvenilních jedinců by mohla souviset s morfologickými nebo fyziologickými

změnami organismu larvy/juvenila. Bylo studováno naplnění plynového měchýře u juvenilů, kde v 86 % testovaných skupin jedinci s naplněným plynovým měchýřem vykazovali lepší růst než jedinci s nenaplněným plynovým měchýřem. Z tohoto důvodu dochází k rozdílům v růstu jedinců a jejich ztrátám způsobených kanibalismem. Je nutné třídit ryby s naplněným plynovým měchýřem od ryb s nenaplněným, protože právěčasné třídění je nutné k udržení homogenity juvenilních jedinců.

Chatain a Corrao (1992) úspěšně rozřídili 90 000 jedinců potěru kanice proužkovaného s pouze 18 % naplněného plynového měchýře pomocí methansulfonátu (MS222) o koncentraci 0,07 g/l. Látka MS-222 je účinná při nízkých dávkách s okamžitým a reverzibilním účinkem. Bylo prokázáno, že pokud udržujeme larvy kanice proužkovaného několik hodin v temnotě, je dosaženo před anestezií ryb maximálního objemu naplnění plynového měchýře (Saborido-Rey a kol., 2003).

Chatain a Corrao (1992) larvy ryb kanice proužkovaného uchovaly ve tmě a nekrmily je po dobu 12 hodin před začátkem třídění. Tyto dvě podmínky zlepšily rozdíl v hustotě mezi naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem ryb. Udržování larev kanice proužkovaného ve tmě po dobu 12 hodin mělo za následek maximální naplnění plynového měchýře (Chatain, 1982).

Látka MS-222 může úspěšně anestetizovat rybí larvy 23 dní po vylíhnutí a není škodlivá v koncentracích 50–63 mg/l (Chapman a Hubert, 1988). Hare a kol. (2006) zjistili, že plynové měchýře u anestetizovaných smuh kalifornských (*Micropogonias undulatus*) a menhadenů atlantských (*Brevoortia tyrannus*) byly menší již jednu hodinu od provedené anestezie. Hare a kol. (2006) uvedli, že anestetikum MS-222 může způsobit uvolnění svalové chlopně, která reguluje průtok krve do oblastí odstraňování plynů, zvyšuje se resorpce plynu z plynového měchýře do krevního oběhu.

2.4.4 Vliv abiotických faktorů na syndrom nenaplňování plynového měchýře

Polknutí vzduchové bublinky – formování plynového měchýře

Přístup na vodní hladinu je zvláště důležitý, protože polknutí vzduchové bublinky na povrchu nádrže je nezbytně nutné pro naplnění plynového měchýře *Physostomi* druhů ryb (Trotter a kol., 2005). Mezi běžně chované druhy těchto ryb patří ryby lososovité (Tait, 1960), morčák pruhovaný (Doroshev a Cornacchia 1979; Chapman a Hubert, 1988), kanic proužkovaný (Chatain a Ounais-Guschemann, 1990), paokoun australský (Battaglione a Talbot, 1990) trumpetník podélnopruhý (Trotter a kol., 2005). Tyto ryby

potřebují polknout vzduch z vodní hladiny, který naplní jejich plynový měchýř v průběhu raného vývoje. V intenzivních podmínkách se na hladině vytváří olejový film, který vzniká především během exogenního krmení. Tento olejový film způsobuje vysoké povrchové napětí, které zabraňuje některým larvám pohltnout vzduchovou bublinku z vodní hladiny a tím zformovat a naplnit jejich plynový měchýř. Pokud se nepodaří olejový film odstranit, počáteční naplnění plynového měchýře je sníženo, u některých druhů se vůbec nepodaří (Doroshev a Cornacchia, 1979; Battaglione a Talbot, 1990).

Počáteční naplnění bylo u mořana zlatého experimentálně znemožněno experimentální aplikací parafínu, který na hladině vytvořil olejový film (Chatain a Ounais-Guschemann, 1990). Parafín vytváří mechanickou bariéru a tím blokuje přístup larvám k vodní hladině, brání jejich pohlčení vzduchu. Parafín se také nacházel v zažívacím traktu larev, což naznačuje, že když se larvy pokoušely na hladině nadechnout požíly přitom parafín. Autoři uváděli, že když byl skimmer použit k odstranění olejového filmu na vodní hladině, míra naplnění měchýře dosáhla 60 %. Byly provedeny experimenty týkající se odstranění olejových filmů na hladině za použití sprinklerů a trysek. Tyto systémy se umísťují na hladinu vody a vyvolávají vodní turbulence ve svrchní vrstvě. U těchto turbulencí bylo zjištěno, že zabraňují počátečnímu naplnění. V takovýchto systémech mnoho larev nedokáže překonat neustálé míchání a proudění vody, zvláště v případě trysek se larvy nemohly dostat k vodní hladině, pohltnout vzduch a naplnit plynový měchýř v rozhodujícím čase (Chatain a Ounais-Guschemann, 1990). Rovněž morčák pruhovaný potřebuje polknout vzduchovou bublinku z vodní hladiny nebo vodního sloupce pro naplnění plynového měchýře (Chapman a Hubert, 1988). Určení časového rámce pro zavedení povrchového čističe vyžaduje kompletní porozumění délce trvání a dynamice počátečního naplňování plynového měchýře pro jednotlivé druhy ryb. Počáteční naplnění plynového měchýře se děje před zformováním pylorických přívěsků a také vytváří bariéru mezi žlučovodem a vzduchovým kanálkem. Látky vylučované ze žlučovodu napomáhají rozpadnutí plynových bublin, a tím pádem usnadňují průchod plynů skrze dýchací trubici do plynového měchýře (Marty a kol., 1995).

Fotoperioda a intenzita světla

Fotoperioda je jednou z nejdůležitějších vlastností fyzikálních parametrů, která má vliv na růst a přežití larev. Většina mořských ryb hledá potravu pomocí vizuálního

vjemu, a proto vyžadují světlo (Fielder a kol., 2002). Reakce larev různých druhů ryb na světlo jsou často specifické (Monk a kol., 2006). Mořan zlatý měl vyšší míru přežití při menší intenzitě světla (Saka a kol., 2001) a larvy tresky jednoskvrné (*Melanogrammus aeglefinus*) vykazovaly větší přežití při vyšší intenzitě osvětlení (Downing a Litvak, 1999).

Světlo není důležité jenom pro příjem potravy, ale také je rozhodujícím faktorem pro naplnění plynového měchýře u larev. Vývoj plynového měchýře se zkvalitní, když larvy aktivně loví potravu, protože to napomáhá polohování a ovladatelnosti jejich těla. Podmínky pro optimální naplnění plynového měchýře jsou často kompromisem mezi dobou tmy, kdy larvy mohou plavat na vodní hladinu, a světelnou periodou, kdy aktivně mohou sledovat svoji kořist (Fielder a kol., 2002). U morčáka pruhovaného je nízká intenzita světla o 330 lx a světelný režim, který obsahuje šestihodinovou temnou fázi, nezbytný pro maximální naplnění plynového měchýře (Trotter a kol., 2003). Battaglione a Talbot (1990) také uvedli, že paokoun australský vyžaduje osmihodinovou tmavou periodu pro optimální naplnění plynového měchýře. Okoun žlutý chovaný v naprosté tmě vykazoval vysokou míru naplnění (92 %), ale po 18. dnech došlo ke kompletní mortalitě (Villamizar a kol., 2009), protože larvy nemohly zachytit svoji kořist. Ve stejné studii byl také vyzkoušen režim 24 hodin světlo a 0 hodin tma, zde ryby vykazovaly vysoké přežití a krmnou aktivitu, ale docházelo k vyšší míře malformací.

Před více než dvěma desetiletími byla světelná intenzita a její vliv na naplňování plynového měchýře studována u morčáka pruhovaného (Chapman a Hubert, 1988). Míra naplnění plynového měchýře byla větší u ryb, které byly vystaveny 8 hodinám světla a 16 hodinám tmy, ve srovnání s vystavením 16 hodin světlu a 8 hodin tmě. Spotřeba krmiva byla vyšší u larev s naplněným plynovým měchýřem. Martin-Robichaud a Peterson (1998) uvedli, že larvy morčáka pruhovaného jsou pozitivně fototaktické a jsou orientovány směrem na odrážející se hladinu, kde je rozhraní vzduch – voda s přirozeným osvětlením. Larvy byly více dezorientované v bílých nádržích, protože světlo se odráží od stěn a narušuje jejich schopnost orientace směrem k hladině, kde by mohly pohltnout vzduch. Larvy morčáka pruhovaného chované v černých nádržích byly rozloženy více různorodě napříč vodním sloupcem a neměly tendenci hromadit se podél stěn nádrže (tzv. walling behaviour), jak tomu bylo u bílých nádrží (Chatain a Ounais-Guschemann, 1991).

Teplota a velikost těla

Teplota ovlivňuje načasování počátečního naplnění plynového měchýře u morčáka pruhovaného (Trotter a kol., 2003). V jejich studii bylo počáteční naplnění plynového měchýře přibližně 70 %, když byly larvy chovány při teplotě 14–17 °C, ale počáteční naplnění se výrazně snížilo při teplotách vyšších jak 17 °C a nižších jak 14 °C. Nižší a vyšší teploty vody a špatný vývoj plynového měchýře pravděpodobně měly za následek nedostatečné naplnění měchýře. Trotter a kol. (2003) uvádějí vyšší počáteční naplnění plynového měchýře u větších larev, protože větší ryby mají vyšší odolnost a rychlost plavání, což jim dovoluje zvýšit sílu pohlcení vzduchu na povrchu hladiny. Změna teploty v chovu způsobuje rozdíly v metabolismu a velikosti larev. Větší larvy mohou snadněji dosáhnout vodní hladiny a nadechnout se (Marty a kol., 1995).

Palińska-Żarska a kol. (2014) provedli studii, kdy larvy okouna říčního vystavili rozdílným teplotám (15 °C, 20 °C a 25 °C). Výsledky prezentované v této studii poprvé ukazují, že teplota vody má významný vliv na naplnění plynového měchýře u okouna říčního. Největšího naplnění plynového měchýře bylo dosaženo při teplotě 15 °C a to 20,3 %.

Salinita

Frekvence naplnění plynového měchýře u morčáka pruhovaného byla spojena se změnami salinity vody. Battaglione a Talbot (1990) uvedli optimální salinitu vody pro naplnění plynového měchýře vyšší než 25 g/l. Míra počátečního naplnění plynového měchýře se snížila, když byla salinita při chovu snížena z 30 na 10 g/l. Naopak u mořana zlatého, když došlo ke snížení salinity z 40 na 25 g/l, zvýšilo se naplnění plynového měchýře z 65 % na 92 %. Johnson a Katavic (1984) identifikovali stresový syndrom hypertrofie plynového měchýře u okouna říčního. Hypertrofie související se stresem, při naplňování plynového měchýře je spojována s poruchami osmoregulace, což vede k zadržování vody. Tento stres ovlivňuje schopnosti larev udržovat se ve vodním sloupci. Rozdíl hustoty vytvořený zadržováním vody může tlačit larvy na vodní hladinu a může tak dojít k tzv. supernasycení plyny, při kterém dojde ke snadnému pohlcení kyslíku larvou.

2.4.5 Metody prevence nenaplňování plynového měchýře

Odchov larev ryb závisí na podmínkách prostředí, které jim nastolíme, a od toho se odvíjí náš úspěch či neúspěch při jejich odchovu. Z tohoto důvodu je důležité, aby dále byly zkoumány abiotické faktory, jako je přístup k vodní hladině a fotoperioda. Fotoperioda a světelný impuls jsou zvláště důležitými faktory při plavání ryb k hladině a jejich následné pohlcení vzduchu za účelem naplnění plynového měchýře. Pro naplnění plynového měchýře u *Physostomi* ryb je zvláště důležitý tento přístup k vodní hladině. Pro zpřístupnění vodní hladiny a odstranění olejového filmu se běžně používají skimery a trysky. Nevýhoda těchto zařízení, které nám čistí povrch hladiny, je ve vytváření turbulencí ve vodě. Turbulence ve vodním prostředí nám mohou způsobit vysokou mortalitu, která je způsobena dezorientací ryb, nadměrnými energetickými nároky spojenými s překonáváním proudu nebo přímé zachycením larev ve skimeru. Pokud používáme skimery v odchovných nádržích, je důležité jejich používání ve správnou dobu, protože každý druh ryby má specifickou dobu naplňování plynového měchýře.

3 Materiál a metodika

Pokusy probíhaly v akvarijní místnosti Ústavu akvakultury a ochrany vod, který patří pod Fakultu rybářství a ochrany vod v Českých Budějovicích, v období od 18. května do 7. června 2017, tedy 20 dní.

3.1 Získání a původ ryb pro vlastní experimenty

Při experimentech bylo využito larev okouna říčního (*Perca fluviatilis* L), které pocházely z Kraje Vysočina a byly získané z rybníku v Jihlavě z okolí Reindlerova dvora. Larvy ryb byly dodány panem Miroslavem Caklem z jeho hospodářství.

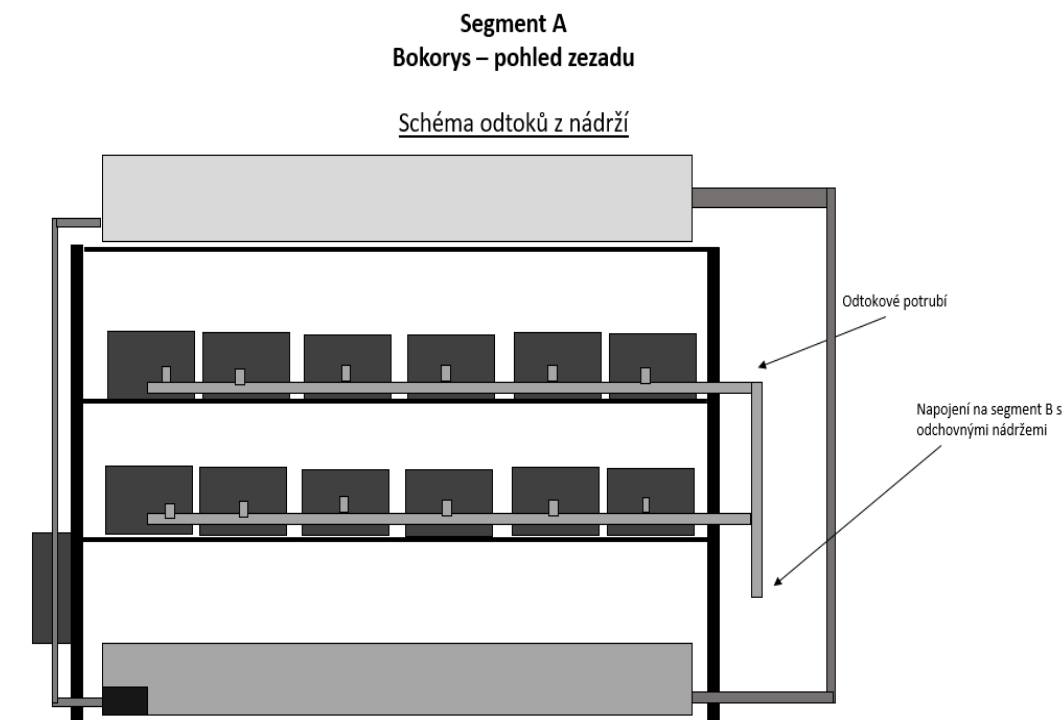
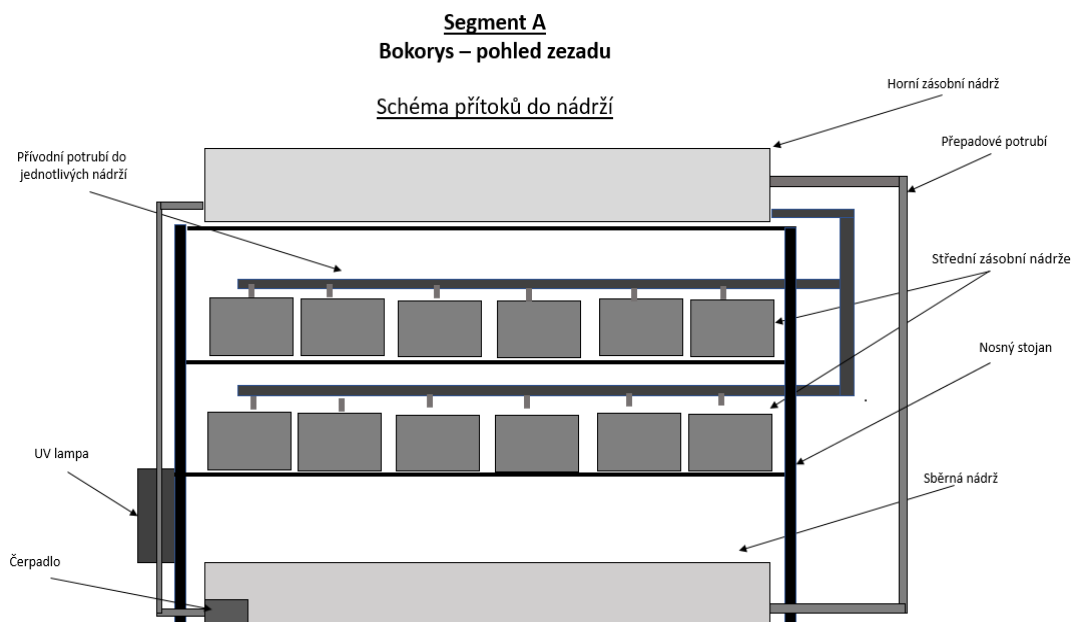
3.2 Experiment – Náhrada *Artemia* sp. hád'átkem *Turbatrix aceti* v protokolu pro odchov larev okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.)

3.2.1 Popis experimentálního recirkulačního systému pro odchov ryb

Recirkulační systém se skládal ze dvou segmentů. Každý ze segmentů byl tvořen samostatným stojanem. Celkový objem vody v experimentálním systému byl tedy 2091 l. Z tohoto objemu bylo 1920 l v biologické a sedimentační části (segment A) a 171 l v odchovné části (segment B).

Segment A se skládal z (viz obr. č. 2):

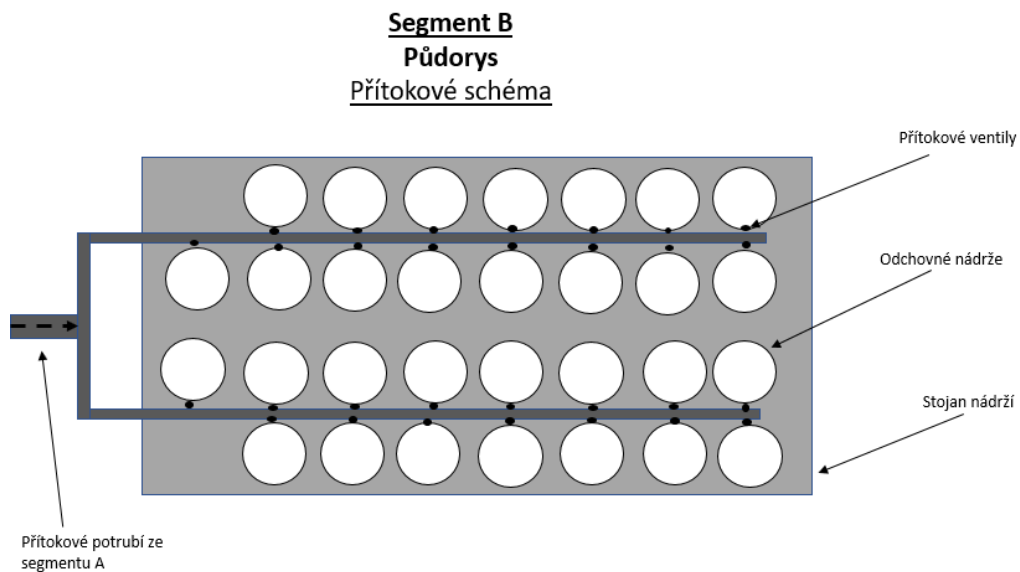
- Jedné horní zásobní nádrže s rozměry 40 x 150 x 90 cm, s objemem vody 540 l
- Dvanácti středních zásobních nádrží s rozměry 25 x 35 x 90 cm, s celkovým objemem vody 840 l
- Jedné dolní sběrné nádrže s rozměry 40 x 150 x 90 cm, s objemem vody 540 l



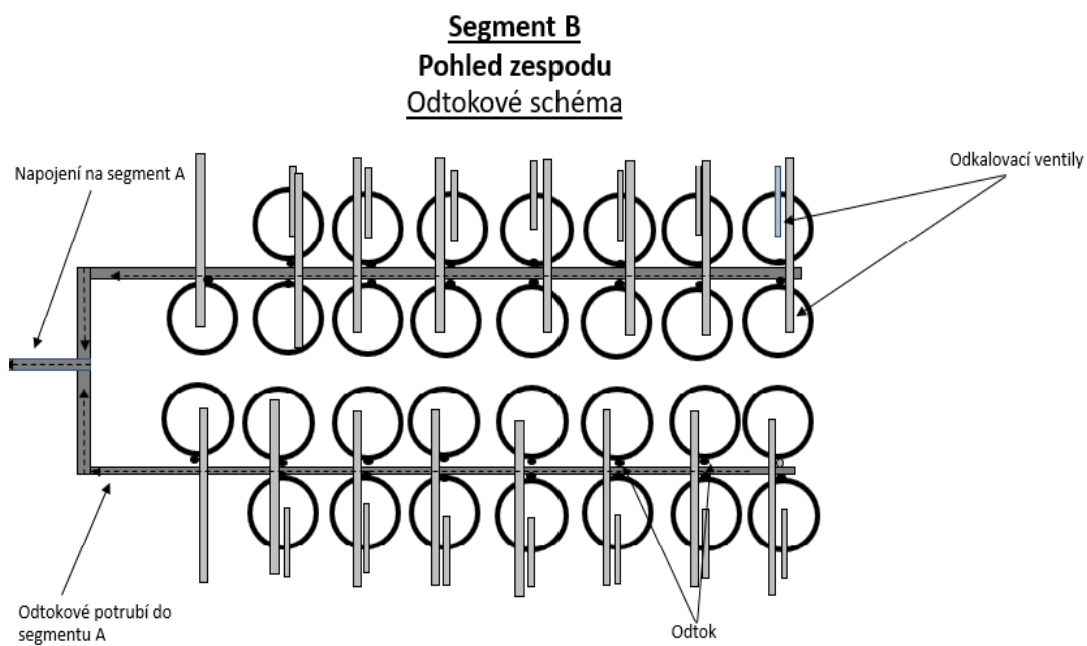
Segment B se skládá z (viz obr. č. 4):

- 30 kruhových, plastových odchovných nádrží bílé barvy s objemem vody 5,7 l, umístěných na stojanu. Součástí byl i systém přítoku a odtoku do jednotlivých nádrží a

system vzduchování tak aby byla zajištěna výměna vody a optimální podmínky v každé nádrži.



Obrázek č. 4: Segment B, půdorys, schéma přítoků (archiv autora).



Obrázek č. 5: Segment B, pohled zespodu, schéma odtoků (archiv autora).



Obrázek č. 6: pohled na experimentální recirkulační systém (archiv autora).

Celkový objem vody v recirkulačním systému byl 2 091 l. Pro biologické čištění vody bylo využito filtrační médium RATZ BT10 a intenzivní vzduchování umístěné v horní zásobní nádrži (segment A). Pro mechanické čištění vody byl použit bioakvacit PP10, který byl umístěn ve spodní sběrné nádrži (segment A). Cirkulace vody probíhala samospádem postupně z horní zásobní nádrže → střední zásobní nádrže → odchovné nádrže → sběrné nádrže a odtud za pomoci čerpadla zpět do horní sběrné nádrže. Mezi čerpadlem a horní zásobní nádrží voda protékala skrze UV lampu AQUAKING kvůli dezinfekci vody.

3.2.2 Vlastní popis experimentu

Cílem experimentu byla snaha o snížení spotřeby *Artemia* sp. v raných fázích odchovu okouna říčního a její náhrada levnějším, místně produkovaným krmným organismem, v našem případě háďátkem octovým.

Bylo založeno 5 experimentálních skupin (nádrží), každá experimentální skupina měla 6 opakování. Do každé z nádrží byl nasazen přesný počet larev. Pro náš experiment to bylo po 500 ks larev do každé z nádrží. Přibližného počtu 500 ks v nádrži jsme nejprve dosáhli za použití objemové metody prostřednictvím 100 ml odměrky. Abychom získali

přesně 500 ks larev v každé z 30 experimentálních nádrží, vylili jsme larvy z odměrného válce na ták, kde byly larvy vyfotografovány fotoaparátem Nikon D5100 a pomocí programu ImageJ přesně spočítány. Následně jsme larvy odlovili nebo přidali do požadovaného počtu 500 ks v nádrži. Tento postup minimalizoval manipulaci s larvami a zkrátil čas pro nasazení. Ve většině případů bylo potřeba larvy přidat. Celkem tedy bylo použito při 6 opakování 15 000 kusů larev okouna říčního. Pro lepší představu o získání přesného počtu larev okouna říčního je přiložen obrázek. (viz obr. č. 7)



Obrázek č. 7: Průběh zjištění přesného počtu larev za pomoci programu ImageJ (archiv autora).

V každé z 30 nádrží probíhal určitý režim krmení. Testovali jsme 5 variant krmení po šesti opakování:

1. T: pouze *Turbatix aceti* podávaný po 20 dnů
2. A: pouze *Artemia salina* podávána po 20 dnů
3. A5T15: kombinace A podávána 5 dnů a následně 15 dnů krmení T
4. A10T10: kombinace A podávána 10 dnů a následně 10 dnů krmení T
5. A15T5: kombinace A podávána 15 dnů a následně 5 dnů krmení T

Pro názornost je krmný protokol uveden ve schématu (viz obr. 8).

		věk (dph)																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
experimentální varianta	A																					
	T																					
	A5AT5																					
	A10AT10																					
	A10T10																					

artemia
 tubatrix acetii

Obrázek č. 8: Krmný protokol ve schématu. (archiv autora)

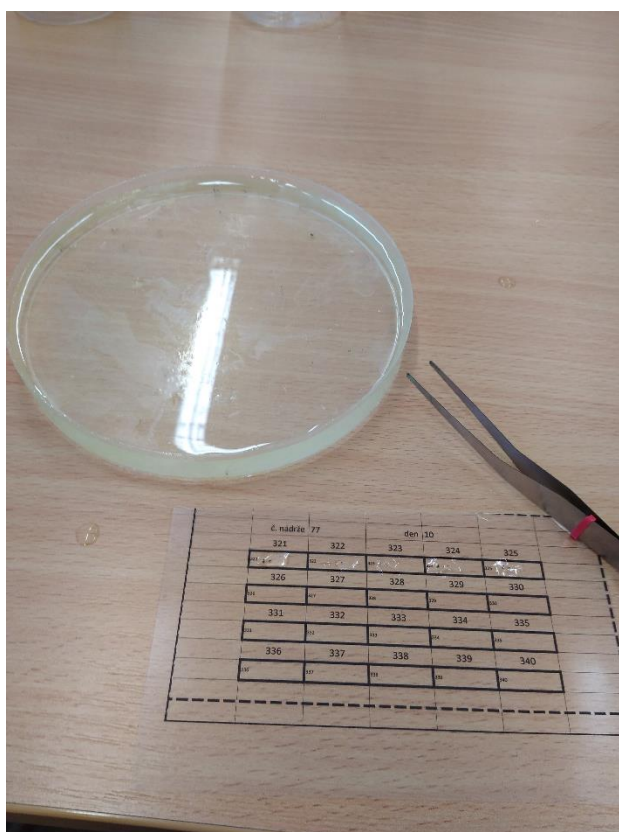
Krmení larev ryb bylo prováděno ve dvouhodinových intervalech (během světlé části dne v intervalu od 8:00 do 20:00) a ve čtyřhodinových intervalech (rovněž během světlé části dne) byla přidávána řasa *Chlorella* sp. v hustotě 8-13 NTU (jednotka zákalu), aby došlo k zakalení vody v nádržích a pro zlepšení hydrochemických parametrů a prevenci tzv. “walling behaviour” tj. shlukování larev podél stěn nádrže. Každý den ráno bylo zapotřebí odkalit nádrže od zbytků krmení a uhynulých jedinců. Počet uhynulých jedinců byl zaznamenán do protokolu (viz výsledky). Postup denního počítání larev je vidět na obr.č. 9.



Obrázek č. 9: Počítání uhynulých jedinců (archiv autora).

V desátý den experimentu bylo z každé nádrže odloveno 30 kusů larev z důvodu vyhodnocení jejich celkové délky, standardní délky, hmotnosti a kondice.

Toto měření a vážení probíhalo tak, že larvy ryb byly nejdříve usmrceny za pomoci předávkování hřebíčkovým olejem (0,3 ml/l) Poté byly umístěny na připravenou mřížkovanou podložku (viz obr. č. 10) a následně byly podrobeny analýze pod mikroskopem Leica Z6 APO s obrazovým softwarem, kde byly larvy ryb vyfotografovány pro následné změření v programu Microsoft Image (Olympus).



Obrázek č. 10: Petriho miska, kde došlo k usmrcení předávkováním anestetikem ryb a mřížkovaná podložka na kterou byly usmrcené ryby pokládány pro účely fotografování pod makroskopem (archiv autora).

Pro zjištění hmotnosti ryb bylo využito váhy METTLER TOLEDO a eppendorfek (0,5 ml) do kterých byly larvy individuálně umísťovány. Bylo nutné nejprve zvážit samotné eppendorfky kvůli jejich rozdílné váze a poté zvážit eppendorfky s larvou a odečíst hmotnost samotné eppendorfky od eppendorfky s larvou. Takto jsme získali přesnou hmotnost larev. Tímto dnem byl experiment ukončen a následovalo zpracování a hodnocení dosažených výsledků.

3.2.3 Denní režim a harmonogram celého pokusu

Experiment probíhal od 18. května do 7. června 2017, tedy 20 dní. Larvy okouna říčního bylo zapotřebí pravidelně krmit. Krmení probíhalo každý den, vždy ve dvouhodinových intervalech a to od 8:00 do 20:00. Larvy byly krmeny od 3. dne po vykulení čerstvě vylíhlých nauplií *Artemia* sp. (cysty byly nasazovány 2x denně). Z toho vyplývá, že larvy byly krmeny 7 x denně. Denní dávka nauplií byla kalkulována dle aktuálního počtu larev v nádrži a pohybovala se od 700 do 900 nauplií/larva/den. Dávka byla postupně zvyšována s průběhem odchovu. Hád'átka octové bylo produkováno pomocí kultivačního média na bázi kvasného octa, jablečného džusu a vody (viz 2.3.4.1.). Celkem bylo připraveno 600 l kultivačního média. Separace hád'átka ze zásobní kultury byla prováděna denně sběrem z povrchových partií zásobních nádrží, následným cezením přes kbelíky s navařenou ocelovou tkaninou (20 μ m). Následně byla kultura promyta čistou vodovodní vodou. Na začátku každého dne byla připravená nová zásobní čistá kultura scezeného hád'átka o známém počtu jedinců v jednotce objemu (spočítáním počtu jedinců v 0,1 ml zásobní čisté kultury). Denní dávka hád'átek byla kalkulována dle aktuálního počtu larev v nádrži a pohybovala se od 6000 do 8000 ks/larva/den. Dávka byla postupně zvyšována s průběhem odchovu. Řasa *Chlorella* sp. byla přidávána ve 4hodinových intervalech a to v 8:00, 12:00 a v 16:00. Larvy byly odchovávány při světelném režimu 12 hodin světla a 12 hodin tmy. Každé ráno v 7:00 hodin probíhalo odkalování nádrží a počítání uhynulých jedinců v každé z odchovných nádrží. V 10. a 20. den experimentu proběhlo odlovení 30 náhodně odlovených jedinců, kvůli analýze jejich délkových parametrů, hmotnosti a kondice.

3.2.4 Zpracování získaných dat a údajů

Měření délek a počítání larev probíhalo s využitím výše popsaných postupů a programů pro analýzu obrazu (ImageJ a Micro Image). Pro základní editaci získaných dat a konstrukci grafů byl využit tabulkový procesor Excel 2010. Statistické hodnocení probíhalo pomocí programu STATISTICA 10.0. K zhodnocení dat byla použita parametrická jednocestná analýza variance ANOVA LSD test. Před tímto testem byla testována homogenita variance Cochran, Hartley, Barlet testem. Jestliže nebyla splněna homogenita dat byl použit neparametrický test KruskalWallisuv. Statistické rozdíly byly značeny odlišnými indexy

3.3 Experiment – Vliv povrchových substrátů pro absorpci olejových látek na frekvenci výskytu syndromu nenaplňování plynového měchýře u okounů říčních

3.3.1 Popis experimentálního recirkulačního systému pro odchov ryb

Pro druhý experiment bylo využito identického experimentálního recirkulačního systému popsaného v kapitole 3.2.1.

3.3.2 Vlastní popis experimentu

Cílem experimentu bylo otestování různých typů povrchových sběračů s účelem odstranění nebo alespoň snížení množství olejových látek na vodní hladině a tím eliminovat (redukovat) syndrom nenaplňování plynového měchýře u larev okouna.

Byl založen stejný počet experimentálních odchovných nádrží (stejného typu a provedení) jako v prvním pokusu a pro dosažení přesného počtu larev na nádrž, byl použit stejný postup jako v předešlém experimentu. Tyto informace jsou popsány v kapitole 3.2.1.

Do experimentálních nádrží byly umístěny sorpční kostky, olejový had a PW Spill na olej (obr. č. 11)

Tyto komponenty byly zakoupeny z internetových obchodů Happyend a Luksík – Promex s. r. o. Pro naše účely byly využity sorpční kostky s názvem Öl-Ex-OE 3, olejový had – OSM 8120/1 a PW Spill souprava na olej (20l)

Bylo založeno 6 experimentálních skupin po 5 opakováních.

- O – 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3 / nádrž S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm) / nádrž
- MT – 1 ks sorpční podložky / nádrž umístěné po obvodu nádrže
- ML – 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění
- PP – periodické čištění hladiny pomocí savého papíru
- C – kontrola



Obrázek č. 11: Komponenty pro odstranění olejového filmu z hladiny (archiv autora).

V desátý den experimentu bylo z každé nádrže odloveno 30 náhodně odlovených jedinců, kvůli analýze jejich délkových parametrů, hmotnosti a kondice.

Toto měření a vážení probíhalo tak, že larvy ryb byly nejdříve usmrceny za pomoci předávkování hřebíčkovým olejem 0,3 ml/l. Poté byly umístěny na připravenou mřížkovanou podložku (viz obr. č. 10) a následně byly podrobeny analýze pod mikroskopem Leica Z6 APO s obrazovým softwerem, v kterém byly larvy ryb vyfotografovány pro následné změření. Odebrání larev okouna proběhlo stejným způsobem ještě v 20. poslední, den experimentu. Pro oddělení larev okouna s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem byl použit anestetický roztok (TMS) 50 mg/l a sůl 20 g/l. Poté byly larvy vyfoceny pod makroskopem pro následné zjištění jejich různých délek částí těla (celková délka, standardní délka těla, výška těla, délka plynového měchýře, výška plynového měchýře).

3.3.3 Denní režim a harmonogram celého pokusu

Pokus probíhal souběžně s pokusem uvedeným v kapitole 3.2. Tedy v termínu od 18. května do 7. června 2017, tedy 20 dní. Larvy okouna říčního bylo zapotřebí pravidelně krmit. Pro krmení bylo využíváno krmného organismu *Artemia salina*. Krmení probíhalo

každý den, vždy ve dvouhodinových intervalech a to od 8:00 do 20:00. Larvy byly krmeny od 3. dne po vykulení čerstvě vylíhlých nauplií *Artemia salina* (cysty byly nasazovány 2x denně). Z toho vyplývá, že larvy byly krmeny 7 x denně. Denní dávka nauplií byla kalkulována dle aktuálního počtu larev v nádrži a pohybovala se od 700 do 900 nauplií/larva/den. Dávka byla postupně zvyšována s průběhem odchovu. Krmení probíhalo každý den podle stejného protokolu jako v předchozím experimentu 3.2.3.

3.3.4 Zpracování získaných dat a údajů

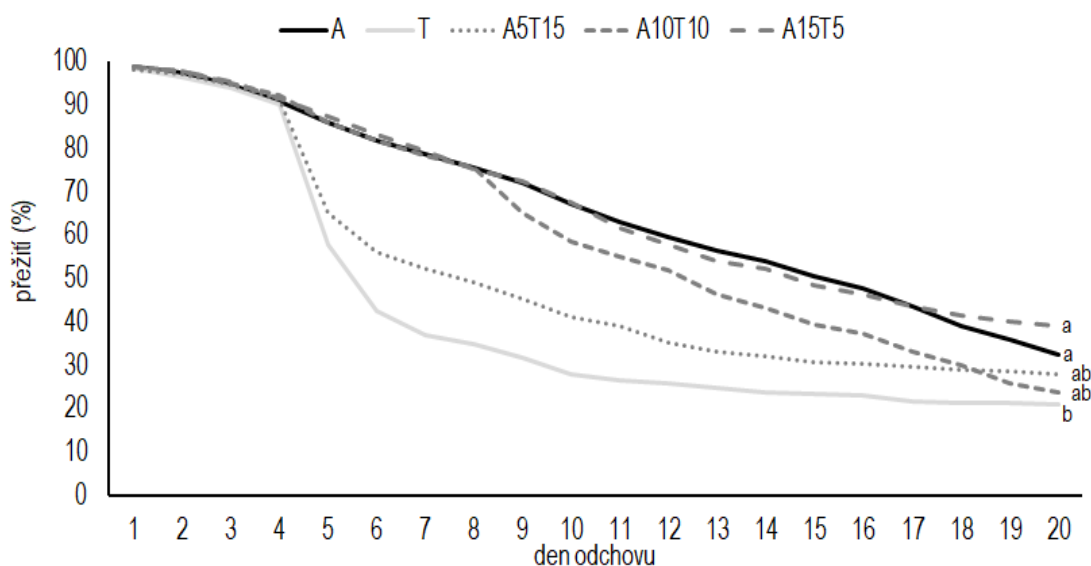
Měření délek a počítání larev probíhalo s využitím výše popsaných postupů a programů pro analýzu obrazu (ImageJ a Micro Image). Pro základní editaci získaných dat a konstrukci grafů byl využit tabulkový procesor Excel 2010. Statistické hodnocení probíhalo pomocí programu STATISTICA 10.0. K zhodnocení dat byla použita parametrická jednocestná analýza variance ANOVA LSD test. Před tímto testem byla testována homogenita variance Cochran, Hartley, Barlet testem. Jestliže nebyla splněna homogenita dat byl použit neparametrický test KruskalWallisuv. Statistické rozdíly byly značeny odlišnými indexy

4 Výsledky

4.1 Experiment 1: Alternativní krmný organismus háď'átko octové (*Turbatrix aceti*) a jeho možnosti využití v odchovu larev okouna říčního

4.1.1 Přežití larev okouna v průběhu experimentu (%)

V grafu níže (obr. č. 12) jsou prezentovány výsledky přežití v procentech u raných stádií okouna říčního za použití různých krmných režimů při různých kombinacích *Turbatrix aceti* a *Artemia* sp.



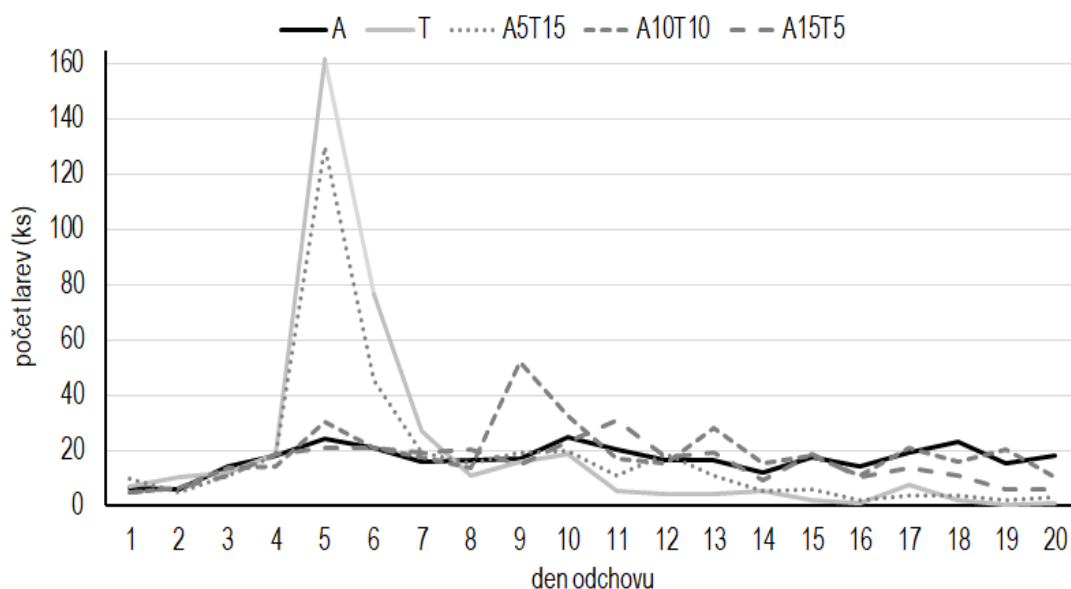
Obrázek č. 12: Přežití larev okouna v průběhu experimentu s využitím *Turbatrix aceti* jako alternativního krmného organismu.

vysvětlivky: T: pouze *Turbatrix aceti* podáváný po 20 dnů, A: pouze *Artemia salina* podávána po 20 dnů, A5T15: kombinace A podávána 5 dnů a následně 15 dnů krmení T, A10T10: kombinace A podávána 10 dnů a následně 10 dnů krmení T, A15T5: kombinace A podávána 15 dnů a následně 5 dnů krmení T

Z výsledků prezentovaných na obrázku č. 12 je tak patrné, že larvy okouna říčního krmené výhradně háď'átkem octovým dosahovaly nejvyšší mortality, tzn. v této testované skupině přežilo nejméně jedinců (T). Nejlepší výsledky týkající se přežití raných stádií okouna vykazovala experimentální skupina v režimu A15T5 nicméně se statisticky nelišila od krmného režimu A. Z grafu je patrné, že u skupin T a A5T15 došlo k velké mortalitě mezi 4. a 5. dnem a to ze 100 % na 40 % naopak u dalších skupin byla mortalita postupná.

4.1.2 Průběh denních úhynů

V grafu níže (obr. č. 13) jsou prezentovány výsledky denních úhynů v kusech u raných stádií okouna říčního za použití různých krmných režimů při různých kombinacích *Turbatrix aceti* a *Artemia* sp



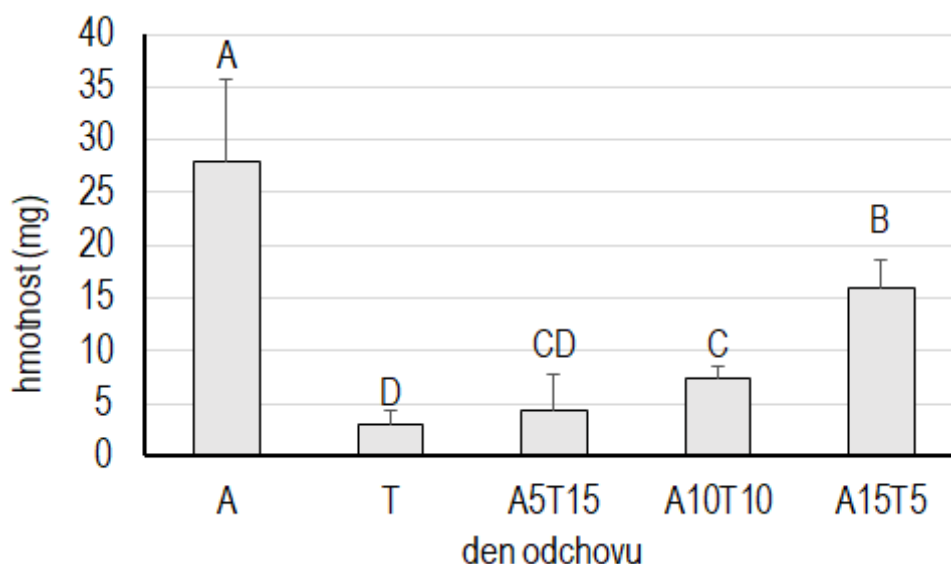
Obrázek č. 13: Denní úhyny v průběhu experimentu s využitím *Turbatrix aceti* jako alternativního krmného organismu.

vysvětlivky: T: pouze *Turbatrix aceti* podávány po 20 dnů, A: pouze *Artemia salina* podávána po 20 dnů, A5T15: kombinace A podávána 5 dnů a následně 15 dnů krmení T, A10T10: kombinace A podávána 10 dnů a následně 10 dnů krmení T, A15T5: kombinace A podávána 15 dnů a následně 5 dnů krmení T

Z grafu je patrné, že u skupiny T došlo k velké mortalitě mezi 4. a 7. dnem odchovu a to samé u skupiny A5T15, která ale nebyla tak markantní jako u skupiny T. U ostatních skupin nepřekročil denní úhyn 50 jedinců.

4.1.3 Konečná hmotnost (mg) larev okouna říčního

Při experimentu byla sledována také konečná hmotnost larev v období po konci aplikace živé potravy při různých režimech krmení viz graf níže (obr. č. 14)



Obrázek č. 14: Hmotnost (mg) larev okouna říčního na konci experimentu.

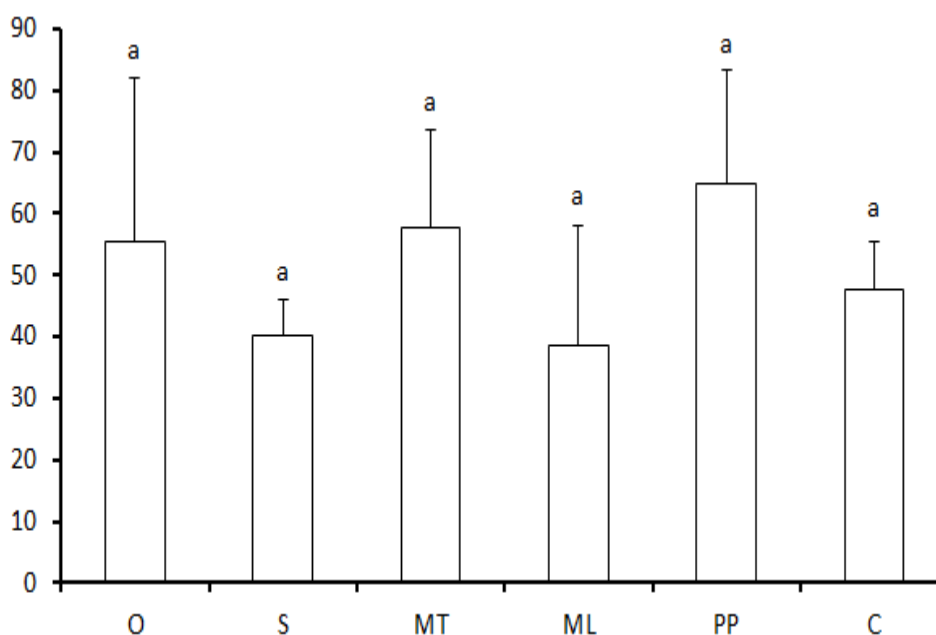
vysvětlivky: T: pouze *Turbatrix aceti* podáváný po 20 dnů, A: pouze *Artemia salina* podávána po 20 dnů, A5T15: kombinace *Artemia* sp. podávána 5 dnů a následně 15 dnů krmení *Turbatrix aceti*, A10T10: kombinace *Artemia* sp. podávána 10 dnů a následně 10 dnů krmení *Turbatrix aceti*, A15T5: kombinace *Artemia* sp. podávána 15 dnů a následně 5 dnů krmení *Turbatrix aceti*

Byla vyhodnocena průměrná hmotnost raných stádií okouna říčního po 20 dnech odchovu z jednotlivých experimentálních režimů krmení. I zde výsledky ukazují nejnížší hmotnost u raných stádií okouna, který byl krmen pouze háďátkem octovým (T). Uspokojivých výsledků nebylo dosaženo ani u dalších krmných kombinací *Turbatrix aceti* s *Artemia* sp. Raná stádia okouna říčního krmeného pouze *Artemia* sp. vykazovala mnohem vyšší hmotnosti. Parametry přežití a konečné hmotnosti se vzájemně prolínají a je potřeba říci, že i když krmný režim A15T5 vykazoval podobné přežití jako krmný režim A, tak hmotnost ryb v rámci A15T5 byla mnohem nižší než u krmného režimu A. Z tohoto důvodu krmný režim A15T5 nemůže být považován za perspektivní stejně jako další režimy A5T15, A10T10.

4.2 Výsledky syndromu nenaplňování plynového měchýře

4.2.1 Frekvence naplnění plynového měchýře (%) u larev okouna říčního v závislosti na přítomnosti povrchových sorbentů

Byl proveden experiment zaměřený na možnosti snížení syndromu nenaplňování plynového měchýře. Byly využity různé sorpční komponenty na pohlcování olejového filmu z vodní hladiny, které jsou prezentované na grafu níže (obr. č. 15).



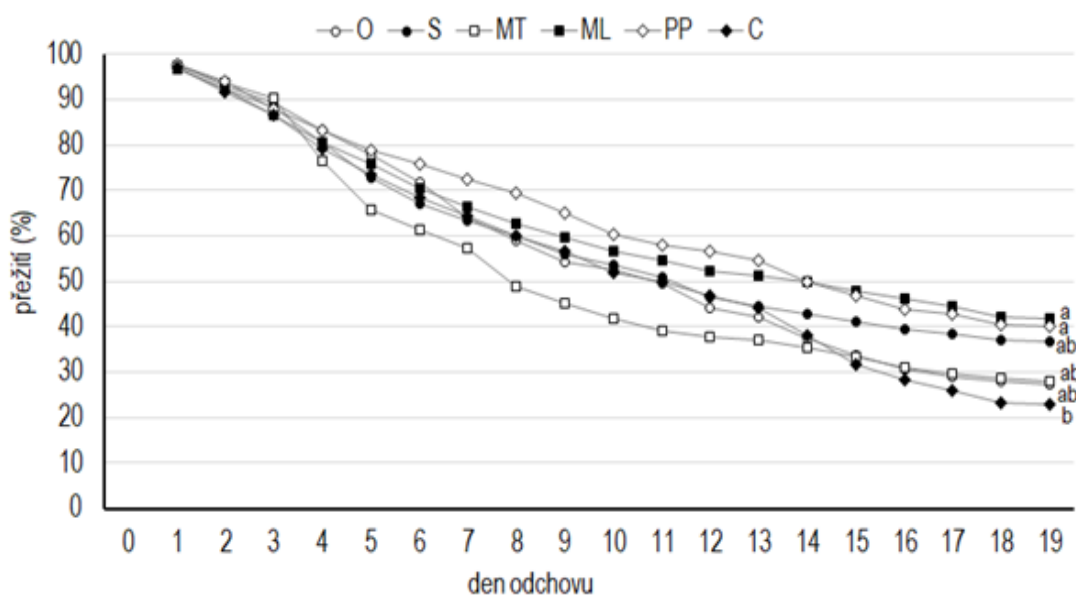
Obrázek č. 15: Frekvence naplnění plynového měchýře (%) u larev okouna říčního v závislosti na přítomnosti povrchových sorbentů.

vysvětlivky: O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola

Z výsledků je patrné, že nebyl prokázán rozdíl ve frekvenci naplňování plynového měchýře za použití různých sorpčních komponentů oproti kontrolní skupině C, kde nebyl využit žádný sorpční komponent.

4.2.2 Přežití larev okouna říčního v průběhu experimentu s využitím povrchových sorbentů

Na grafu níže (obr. č. 16) je prezentováno přežití v procentech u raných stádií okouna říčního v nádržích s různými sorpčními komponenty, které byly otestovány za účelem snížení syndromu nenaplňování plynového měchýře.



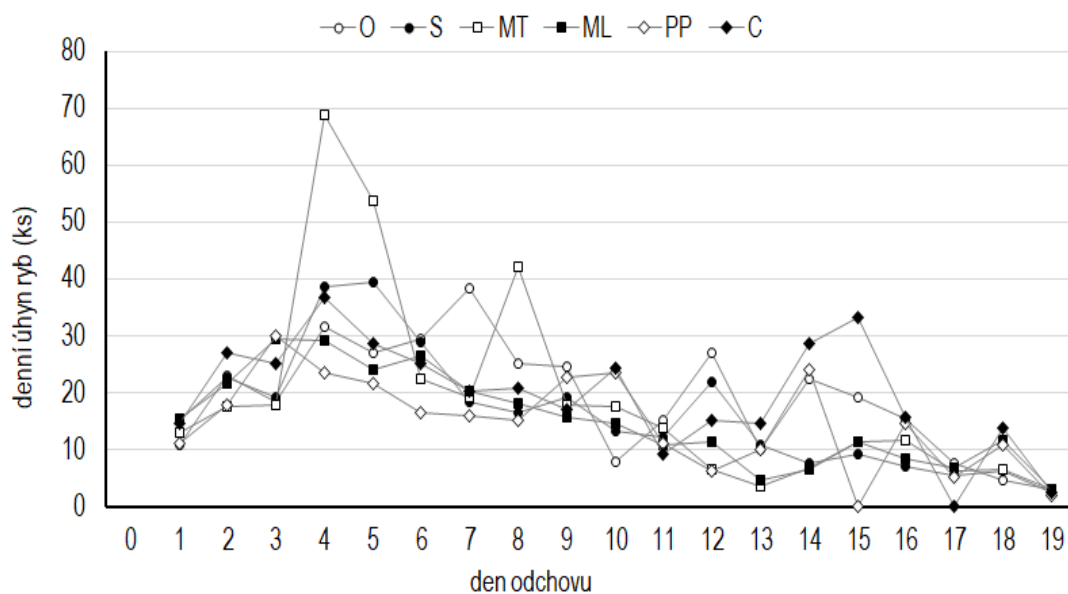
Obrázek č. 16: Přežití larev okouna říčního v průběhu experimentu s využitím povrchových sorbentů.

vysvětlivky: O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola

Z výsledků přežití je patrná nejvyšší mortalita u raných stádií okouna v kontrolní skupině C, kde nebyly využity žádné sorpční materiály. Naopak nejvyšší přežití vykazovaly experimentální skupiny ML a PP. Výsledky nám také ukazují postupnou denní mortalitu bez větších výkyvů.

4.2.3 Průběh denních úhynů

V grafu níže (obr. č. 17) jsou prezentovány výsledky denních úhynů v kusech u raných stádií okouna říčního za použití různých sorpčních komponentů pro odstranění olejového filmu z hladiny.



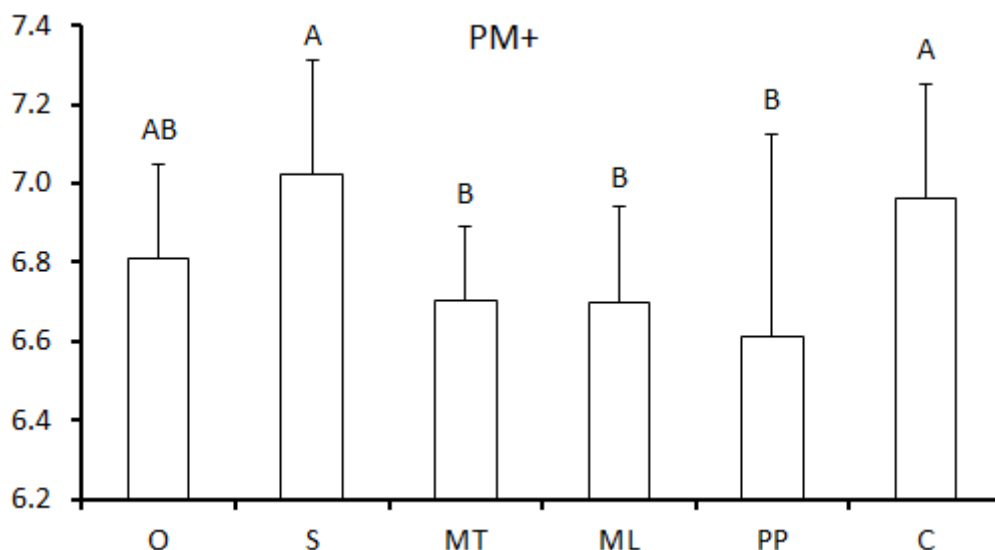
Obrázek č. 17: Denní úhyny larev okouna říčního v průběhu experimentu s využitím povrchových sorbentů.

vysvětlivky: O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola

Z výsledků (obr. č. 17) je patrná největší mortalita mezi 3 až 6 dnem u skupiny MT, kdy dosáhla mortalita až 70 jedinců za den. V ostatních sledovaných skupinách mortalita nepřesáhla 45 jedinců za den.

4.2.4 Relativní výška plynového měchýře

U raných stádií okouna říčního s vyvinutým plynovým měchýřem byly zpracovány výsledky relativní výšky plynového měchýře u různých experimentálních skupin, které jsou vidět na grafu níže (obr. č. 18). Pro separaci larev okouna s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem byl použit anestetický roztok (TMS) 50 mg/l a sůl 20 g/l.



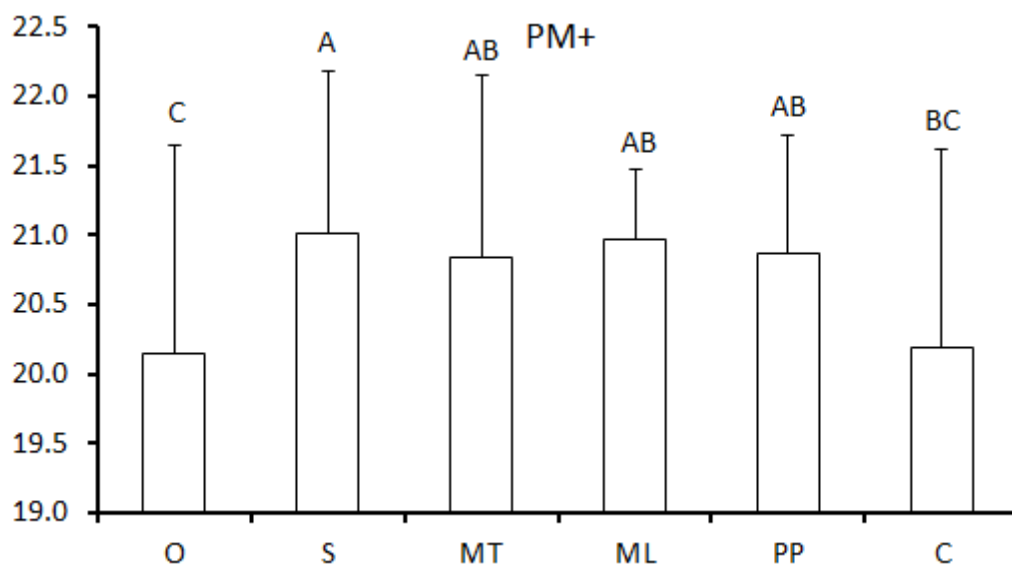
Obrázek č. 18: Relativní výška plynového měchýře.

vysvětlivky: O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola, PM+ ryby s naplněným plynovým měchýřem

Z výsledků je patrné, že nejvyšší relativní výška plynového měchýře byla u experimentálních skupin S a C, a naopak nejmenší relativní výška plynového měchýře byla u skupin MT, ML a PP.

4.2.5 Relativní délky plynového měchýře

U raných stádií okouna říčního, které měly naplněný plynový měchýř, byly zpracovány výsledky relativní délky plynového měchýře u testovaných experimentálních skupin.



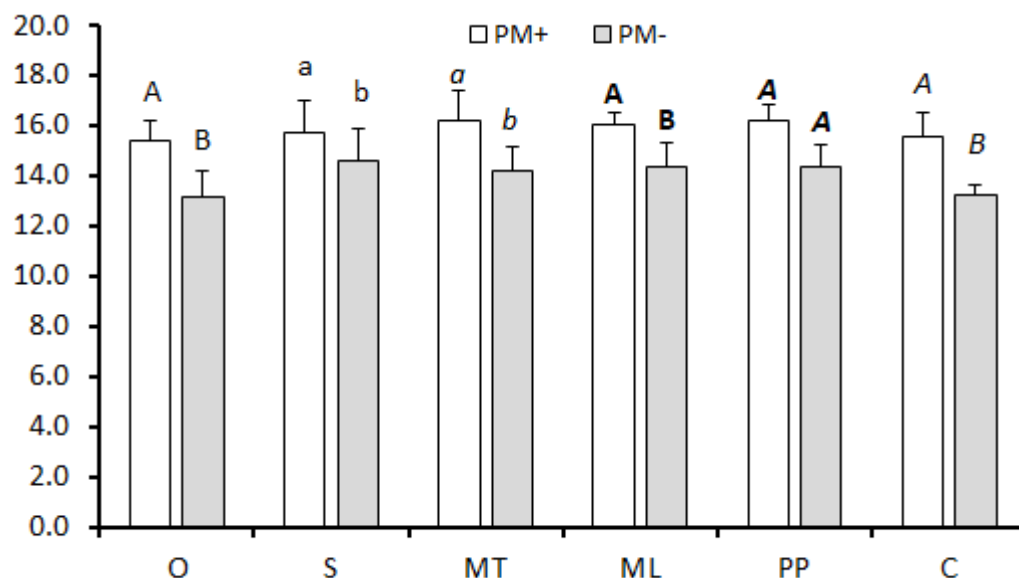
Obrázek č. 19: Relativní délky plynového měchýře.

vysvětlivky O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola

. Z grafu (obr. č. 19) je patrná nejvyšší délka plynového měchýře u experimentální skupiny S a naopak nejnižší u experimentální skupiny O.

4.2.6 Celková délka ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem

Také byly zpracovány výsledky celkové délky těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem. Výsledky jsou patrné na grafu (obr. č. 20). Dále byly porovnány délky ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.



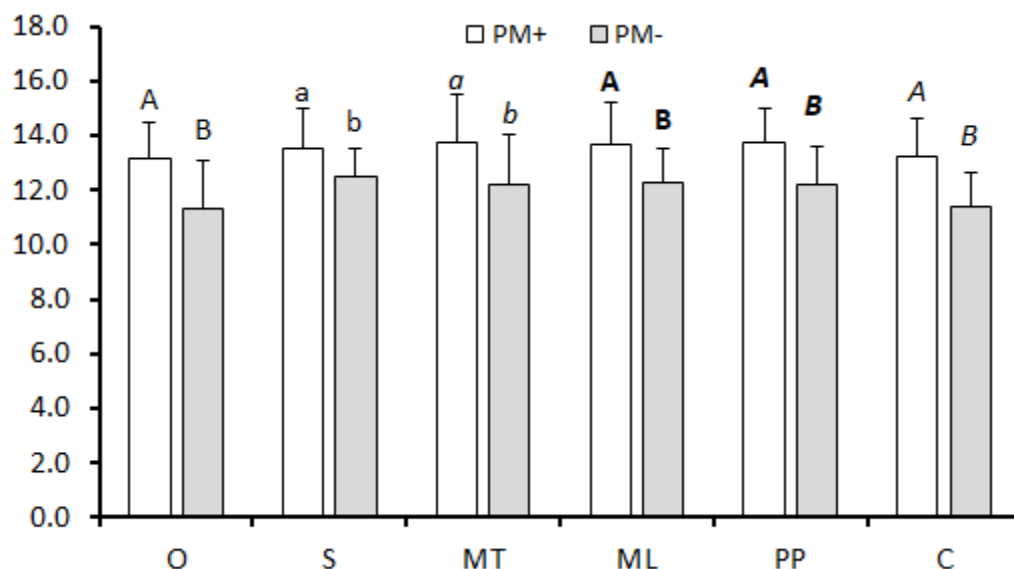
Obrázek č. 20: Celková délka ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.

vysvětlivky: PM+ značí ryby s naplněným plynovým měchýřem a naopak PM- ryby bez naplněného plynového měchýře, O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola

Z grafu (obr. č. 20) se dá konstatovat, že u všech skupin mimo skupinu PP měly ryby s naplněným plynovým měchýřem větší celkovou délku těla než ryby s nenaplněným plynovým měchýřem. Pouze u skupiny PP nebyl prokázán rozdíl v celkové délce těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.

4.2.7 Délka těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem

Také byly zpracovány výsledky délky těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem. Výsledky jsou patrné na grafu (obr. č. 21)



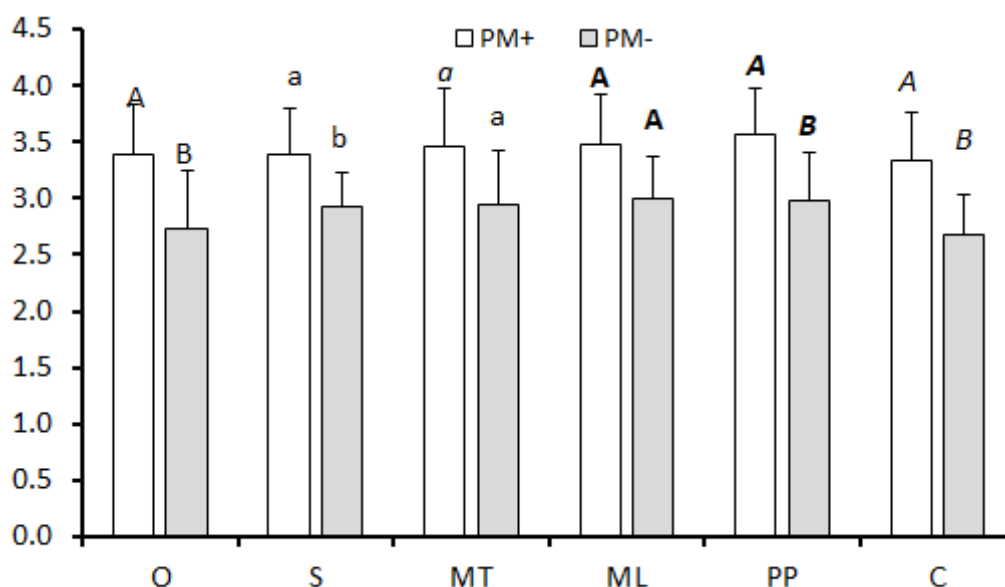
Obrázek č. 21: Délka těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.

vysvětlivky: PM+ značí ryby s naplněným plynovým měchýřem a naopak PM-ryby bez naplněného plynového měchýře, O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola

Na grafu (obr. č. 21) jsou vidět rozdílné délky těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem. Ryby s naplněným plynovým měchýřem vykazovaly větší délku těla ve všech testovaných skupinách.

4.2.8 Výsledky výšky těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem

Také byly zpracovány výsledky výšky těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem. Výsledky jsou patrné na grafu (obr. č. 22).



Obrázek č. 22: Výsledky výšky těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.

vysvětlivky: PM+ značí ryby s naplněným plynovým měchýřem a naopak PM-ryby bez naplněného plynového měchýře, O - 3 ks sorpčních kostek Öl-Ex-OE 3, S - 1 ks olejového hada (délka 15 cm), MT - 1 ks sorpční podložky / umístěné po obvodu nádrže, ML - 1 ks sorpční podložky / nádrž používané k periodickému čištění, PP - periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, C – kontrola

Na grafu (obr. č. 22) je vidět vyšší výška těla u ryb s naplněným plynovým měchýřem oproti rybám s nenaplněným plynovým měchýřem ve všech experimentálních skupinách mimo skupinu ML, kde nebyl prokázán rozdíl ve výšce těla u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.

4.2.9 Frekvence výskytu deformit u ryb s naplněným a nenaplněným měchýřem

Byly vyhodnoceny deformity čelistí a lordózy u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem.

Deformace čelistí u ryb s naplněným plynovým měchýřem dosahovaly $13,6 \pm 6,3$ % naopak u ryb s nenaplněným plynovým měchýřem $10,7 \pm 9,6$ %. Lordózy u ryb s nenaplněným plynovým měchýřem dosahovaly $3,6 \pm 3$ % naopak u ryb s naplněným plynovým měchýřem $0,9 \pm 2,2$ %.

5 Diskuse

5.1 Alternativní krmný organismus *Turbatrix aceti*

Jedním z cílů bakalářské práce bylo testování možností využití háďátka octového (*Turbatrix aceti*) jakožto potencionálně vhodného krmného organismu pro odkrm raných stádií okouna říčního.

Z předchozích prací na okounovi je známo, že je nutné předkládat živou potravu v prvních 20 dnech po vykulení, protože jeho larvy nemají dostatečně vyvinutý gastrointestinální trakt a dostatek endogenních trávicích enzymů, které právě z těchto živých organismů získává. V intenzivní akvakultuře se v současné době pro odkrm raných stádií okouna využívá jako krmný organismus *Artemia* sp. S tím, jak dochází k celosvětovému masivnímu rozvoji intenzivní akvakultury, roste také poptávka po *Artemia* sp. Jelikož roste spotřeba *Artemia* sp. a dochází k jejímu úbytku, roste její cena. Proto je potřeba najít vhodný, levnější, alternativní krmný organismus, který by zabezpečil krmné požadavky intenzivně chovaných ryb alespoň v části protokolu pro odchov larev intenzivně chovaných ryb

Bruggemann (2012) uvádí jako jednu z největších výhod *Turbatrix aceti* její schopnost plavat ve vodním sloupci, a tím se stává velice atraktivním krmným organismem pro pelagické larvy ryb. Také uvádí, že nutriční kvalita u *T. aceti* a její dopad na larvální vývoj u larev ryb nebyl do roku 2012 zkoumán. Jako první se vhodnost tohoto alternativního krmného organismu pokusil podhalit Hundt a kol. (2015). Snažil se začlenit *T. aceti* do postupu pro raný odchov *Coreogonus maraena*. Provedli 14denní pokus, kdy se snažili ověřit vhodnost *T. aceti* jakožto potencionálního alternativního krmného organismu k *Artemia* sp. V jejich experimentu bylo *T. aceti* předkládáno buďto jako výhradní krmivo larvám ryb anebo v různých kombinacích s *Artemia* sp. Byla sledována rychlost růstu a míra přežití u larev *Coreogonus maraena*. Výsledkem experimentu je zjištění, že alternativní krmný organismus *T. aceti* nemůže plnohodnotně nahradit *Artemia* sp., ale *T. aceti* se může využít jako potencionální vektor mastných kyselin. V 8. den po vykulení larvy ryb vykazovaly vyšší rychlost růstu, ale ne vyšší přežití.

V našem experimentu jsme chtěli dosáhnout snížení spotřeby *Artemia* sp., a to z důvodu její rostoucí poptávky na trhu, s čímž souvisí také její rostoucí cena. Larvy okouna říčního se jeví jako vhodný kandidát, který by mohl přijímat *T. aceti*, protože larvy okouna říčního potřebují v počátcích odchovu přijímat potravu, která se pohybuje ve

vodním sloupci, a to splňuje právě *T. aceti*. Předpoklady se potvrdily a larvy okouna říčního opravdu toto předkládané krmivo přijímaly. Kýžený výsledek v podobě srovnatelnému růstu a přežití ve srovnání s kontrolní skupinou se ale nedostavil. Larvy krmeny *T. aceti* vykazovaly pomalejší růst a vyšší mortalitu než larvy krmené *Artemia* sp, a to ve všech testovaných režimech náhrady. To lze vysvětlit domněnkou, ve které předpokládáme neschopnost larev okouna říčního trávit pevnou kutikulu háďátka a tím se dostat k tolik potřebným živinám. Při velmi jemném tlaku na dutinu břišní u larev vycházela háďátka téměř v neporušeném (nestráveném) stavu. Pro ověření této domněnky by se musel provést příčný histologický (mikroskopický) řez tělem háďátka před a po strávení, ale to nebylo předmětem zkoumání v této práci. Z výše uvedeného vyplývá, že larvy okouna říčního přijímaly alternativní krmný organismus *T. aceti*, ale na jejich rychlosti růstu a přežití se to projevilo negativně.

Hundt a kol. (2015) využívali ve svém pokusu krmnou strategii, během které krmili *Coreogonus maraena* v experimentálních nádržích různými kombinacemi *T. aceti* a *Artemia* sp. a také měli založeny kontrolní skupiny, které byly krmeny pouze *T. aceti* nebo *Artemia* sp. My jsme v našem experimentu využili jinou krmnou strategii.

1. T: pouze *Turbatrix aceti* podávaný po 20 dnů
2. A: pouze *Artemia salina* podávaná po 20 dnů
3. A5T15: kombinace A podávaná 5 dnů a následně 15 dnů krmení T
4. A10T10: kombinace A podávaná 10 dnů a následně 10 dnů krmení T
5. A15T5: kombinace A podávaná 15 dnů a následně 5 dnů krmení T

Ani jedna z těchto krmných strategií se neosvědčila a možná by v případě dalších experimentů bylo vhodné, vyzkoušet režim krmení, který provedl Hundt a kol. (2015) a zjistit tak, jestli se nedá využít *T. aceti* jako vektor pro rychlejší růst v prvních dnech odchovu okouna říčního, jak tomu bylo při pokusu s larvami *Coreogonus maraena* (Hundt a kol. 2015).

Hundt a kol. se také podařilo obohatit *T. aceti*, a tím zvýšit profil mastných kyselin (zastoupení n3-PUFA) za pomoci emulze Selco S. preso (INVE-aquaculture) (2015). Obohacení *T. aceti* v našem experimentu nebylo praktikováno a pravděpodobně by na výsledky naší práce nemělo žádný vliv, protože kdybychom *T. aceti* obohatili, larvy okouna říčního by si pravděpodobně stejně nedokázaly poradit s pevnou kutikulou *T. aceti*.

V prezentované práci byly pro odchov larev okouna říčního využity bílé odchovné nádrže, kde by pravděpodobně vznikl problém s hromaděním ryb podél nádrže (tzv.

walling behaviour). Toto chování popisuje ve své práci Chatain a Ounais-Guschemann (1991). Pro zabránění hromadění ryb podél nádrže bylo uměle vytvořeno zakalení vody v nádržích za pomoci řasy *Chlorella* sp.

Je potřeba konstatovat, že alternativní krmný organismus *T. aceti* nemůže nahradit a ani snížit spotřebu *Artemia* sp. v počátečním odchovu larev okouna říčního. A je třeba nadále hledat vhodný alternativní krmný organismus, aby mohla být do budoucna odstraněna závislost na *Artemii* sp. Jako další potencionální vhodný kandidát se jeví hlístice rodu *Caenorhabditis elegans*, *Caenorhabditis briggsae* anebo klanonožec *Acartia tonsa*, který je velmi přizpůsobivý. Ačkoliv se jedná o mořský organismus, dokáže po určitou dobu tolerovat i sladkou vodu. Také vířníci *Brachionus calycifrolus* a *B. plicatilis* se jeví jako vhodní kandidáti pro odkrm raných stádií okouna říčního.

Jako alternativní krmný organismus se také využívá *Panagrolaimus redivivus* u larev krevet a kaprovitých ryb. Experiment ukázal vysoké přežití a rychlý růst. Tyto výsledky byly podobné jako u využití *Artemia* sp. (Rottmann a kol., 1991; Kumlu a kol., 1998; Focken a kol., 2006; Bruggemann, 2012). Dalším z alternativních krmných organismů je *Acartia tonsa*. Výzkumy ukázaly, že u larev mořských ryb, u kterých jsou použity nauplia *Copepoda* v raném odchovu, vykazují tyto larvy lepší růst, nutriční obsah a přežití v porovnání s larvami kmenými pouze vířníky a *Artemia* sp. (Watanabe a kol. 1983; Støttrup a kol. 1986; Kraul a kol. 1992; Støttrup a Norsker 1997; Schipp a kol. 1999; Shields a kol. 1999; Støttrup 2000; Payne a kol. 2001; Evjemo a kol. 2004).

5.2 Redukce výskytu syndromu nenaplnění plynového měchýře

Jedním z dílčích cílů této práce byla sumarizace publikovaných informací o vlivu abiotických faktorů na syndrom nenaplňování plynového měchýře a možnosti prevence nenaplňování plynového měchýře u larev ryb. V experimentu který byl součástí práce byly pro snížení syndromu nenaplnění plynového měchýře využity sorbenty, které rychle a bezpečně odstraňují uniklé olejové látky při haváriích nebo v běžném provozu. Tyto sorbenty se vyznačují vysokou sorpční schopností, a proto se jeví jako vhodné komponenty pro otestování jejich schopnosti na odstranění olejového filmu z hladiny a s cílem snížit syndrom nenaplňování plynového měchýře.

Otázka syndromu nenaplňování plynových měchýřů je závažným problémem u ryb chovaných v intenzivní akvakultuře, protože tyto ryby vykazují pomalejší růst a vyšší potřebu energie čímž dochází k finančním ztrátám. Stejně poznatky jsou publikovány u

produkce mořčáka evropského (*Dicentrarchus labrax*) (Chatain, 1994), trumpetníka podélnopruhého (*Latris lineata*) (Trotter a kol., 2001), kranase amerického (*Seriola lalandi*) (Trotter a kol., 2001) a dalších ryb.

Jednoduchá metoda třídění pro posouzení naplněnosti plynového měchýře spočívá v rozdílech hustoty mezi rybami s naplněným plynovým měchýřem a bez něj. Když je plynový měchýř naplněn plyny, tělesný vztlak (nadmášení) ryby se zvyšuje, protože plyny v plynovém měchýři jsou méně husté než v okolním prostředí. Anestetizované larvy ryb, které mají naplněný plynový měchýř, budou plavat, a naopak ty s nenaplněným plynovým měchýřem se potopí. Takovýto postup pro separaci ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem byl použit i v našem experimentu. Pro zvýšení účinnosti separace byla přidána sůl. Tuto metodu separace popisuje ve své práci Jacquemond (2004).

Okoun žlutý a mořan zlatý bez naplněného plynového měchýře vykazují pomalejší růst a nižší hmotnost o 22 % až 33 % v porovnání s jedinci s naplněným plynovým měchýřem (Chatain, 1987). Pomalejší růst vykazoval i okoun říční bez naplněného plynového měchýře v našem experimentu u všech použitých sorpčních komponentů mimo skupinu, kde byla hladina periodicky čištěna za využití svého papíru, zde byla rychlost růstu stejná v rozmezí od 14 do 16 mm. Byly také vypracovány výsledky pro porovnání délky těla, které ukazují rozdílnou délku u ryb s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem ve všech testovaných skupinách. Naopak výška těla vykazovala stejné hodnoty u ryb s naplněným a nenaplněným měchýřem mimo testovanou skupinu ML.

Rovněž bylo provedeno hodnocení deformit čelistí a lordóz, kde ryby s naplněným plynovým měchýřem vykazovaly větší procento deformit než ryby bez naplněného plynového měchýře. Deormace ve své práci popisuje také Jacquemond (2004), ale uvádí že více na deformity trpí ryby bez naplněného plynového měchýře, což se v našem experimentu nepotvrdilo. Dabrowski (1982) uvádí jako pravděpodobný vznik deformací nedostatek vitamínu C a vápníku v dietě, kterou pro svůj pokus využíval. My předpokládáme, že deformace vznikly z důvodu "walling behaviour". Larvy ryb, které nemají naplněný plynový měchýř, ztrácí oporu pro správný vývoj páteře a objevují se u nich lordózy, kyfózy nebo skoliózy páteře Jacquemond (2004).

Velice zajímavý článek publikoval Jacquemond (2004), kdy se zabýval problematikou dodatečného naplnění plynového měchýře u okouna říčního. Juvenilní ryby s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem byly odchovávány odděleně za

stejných podmínek od 30. do 105. dne po vykulení. U 66 % jedinců s původně nenaplněným plynovým měchýřem, bylo zjištěno dodatečné naplnění jejich plynového měchýře. Juvenilové s později naplněným plynovým měchýřem vykazovali jeho různou morfologii. Velikost plynového měchýře se zvětšila, nicméně pořád byla menší než u jedinců, jejichž plynový měchýř se naplnil mezi 12. až 14. dnem po vykulení. Po 30. dnu po vykulení je možno chovat juvenilní jedince s naplněným a nenaplněným plynovým měchýřem odděleně. Toto zjištění může být užitečné pro komerční chov, kdy nám toto zjištění dovoluje chovat i skupinu ryb s nenaplněným plynovým měchýřem (dojde k pozdějšímu naplnění). Bylo by zajímavé tento fakt ověřit také v této práci, po rozdělení na skupiny s nenaplněným plynovým měchýřem a pokračovat v jejich odchovu a zjistit tak procento ryb, které dodatečně naplnilo svůj plynový měchýř, ale tento efekt nebyl cílem této práce.

Přístup na vodní hladinu je velice důležitý pro *Physostomi* druhy ryb (Trotter a kol., 2005). Tyto ryby potřebují polknout vzduch z vodní hladiny, který naplní jejich plynový měchýř v průběhu raného vývoje. V intenzivních podmínkách se na hladině vytváří olejový film, který vzniká především během exogenního krmení, z nespotřebovaného krmiva, uhynulých larev a z procesu líhnutí larev. Tento olejový film způsobuje vysoké povrchové napětí, které raná stádia ryb (někteří jedinci) těžko překonávají a obtížně naplňují (formují) svůj plynový měchýř, tím že nedokáží polknout vzduchovou bublinu z vodní hladiny. Pokud se nepodaří olejový film odstranit je počáteční naplnění plynového měchýře sníženo, u některých druhů ryb se vůbec nepodaří. Autoři uváděli (Chatain a Ounais-Guschemann, 1990), že když byl skimmer použit k odstranění olejového filmu na vodní hladině, míra naplnění dosáhla 60 %. U našeho experimentu, kde jsme využili sorbenty pro odstranění olejového filmu z hladiny se procento naplnění plynového měchýře pohybovalo od 40 % do 65 %. Kvůli velké variabilitě výsledků (směrodatné odchylce) nemůžeme doporučit žádný z našich použitých sorpčních komponentů, protože se procento naplnění plynového měchýře se statisticky neliší od kontrolní skupiny, kde nebylo využito žádného sorpčního materiálu.

Larvy okouna žlutého chovaného v naprosté tmě vykazovaly vysokou míru naplnění (92 %), ale po 18 dnech došlo ke kompletní mortalitě (Villamizar a kol., 2009), protože larvy nemohly zachytit svoji kořist. Ve stejné studii byl také vyzkoušen režim 24 hodin světlo a 0 hodin tma, zde ryby vykazovaly vysoké přežití a krmnou aktivitu, ale docházelo k vyšší míře malformací. V našem experimentu byl využit světelný režim 12h tmy a 12h světla. Pro praktické využití těchto poznatků je nutné najít kompromis mezi

dobou světla a tmy, protože okoun chovaný v naprosté tmě vykazuje lepší procento naplnění, ale v úplné tmě zase nedokáže zachytit svoji kořist a po několika dnech dochází k jeho mortalitě. Pro další experimenty by bylo vhodné vyzkoušet režim s prodloužením temné fáze oproti našemu světelnému režimu, případně některé další manipulace s délkou fotoperiody.

Pro rozbití povrchové blanky se využívají trysky, ty zlepšují naplnění plynových měchýřů u ryb, ale někteří jedinci nejsou schopni překonat turbulence, které trysky vytváří a tím nedojde k naplnění jejich plynových měchýřů. Turbulence ve vodním prostředí nám také mohou způsobit vysokou mortalitu, která je způsobena dezorientací ryb, nadměrným energetickými nároky spojenými s překonáváním proudu.

Pro odstranění olejového filmu se běžně používají skimmery. Nevýhoda těchto zařízení, které nám čistí povrch hladiny je v možném zachycení larev ve skimmeru. Proto je nutné naprosté porozumění těmto přístrojům a jejich správné nastavení a pravidelná kontrola.

6 Závěr

Na základě provedení experimentu a vyhodnocení výsledků lze konstatovat, že alternativní krmný organismus *T. aceti* není možné využít k odkrmu raných stádií okouna říčního. Larvy okouna říčního krmené výhradně háďátkem octovým dosahovaly nejvyšší mortality, tzn. v této testované skupině přežilo nejméně jedinců. Nejlepší výsledky týkající se přežití raných stádií okouna vykazovala experimentální skupina v režimu, kde bylo prvních 15 dnů krmeno *Artemia* sp. a následně pět dnů *T. aceti*. Nicméně se statisticky nelišila od krmného režimu, kde bylo krmeno pouze *Artemia* sp. Byla také vyhodnocena průměrná hmotnost raných stádií okouna říčního po 20 dnech odchovu z jednotlivých experimentálních režimů krmení. I zde výsledky prokázaly nejnižší hmotnost u larev okouna krmných pouze *T. aceti*. Uspokojivých výsledků nebylo dosaženo ani u dalších krmných kombinací *T. aceti* s *Artemia* sp. Raná stádia okouna říčního krmného pouze *Artemia* sp. vykazovala mnohem vyšší konečnou hmotnost. Při porovnání výsledků přežití a konečné hmotnosti je potřeba říci, že krmný režim, kde bylo krmeno prvních 15 dnů *Artemia* sp. a následně 5 dnů *T. aceti*, způsoboval podobné přežití larev okouna jako krmný režim, kde byla po celou dobu aplikována *Artemia* sp. V případě hmotnosti, kde bylo krmeno prvních 15 dnů *Artemia* sp. a následně 5 dnů *T. aceti*, byla hmotnost mnohem nižší než u krmného režimu, kde byla aplikována pouze *Artemia* sp.

Z toho důvodu nelze doporučit *Turbatrix aceti* pro odchov raných stádií okouna říčního. Nadále je potřeba testovat další alternativní krmné organismy, který by byly larvy okouna říčního schopny efektivně využít a tím se zbavit závislosti na *Artemia* sp.

Byl také proveden experiment zaměřený na možnosti snížení syndromu nenaplňování plynového měchýře. Byly využity různé sorpční komponenty na pohlcování olejového filmu z vodní hladiny. Výsledky ukazují, že nebyl prokázán rozdíl ve frekvenci naplňování plynového měchýře za použití různých sorpčních komponentů oproti kontrolní skupině, kde nebyl využit žádný sorpční komponent.

Z toho vyplývá, že použité komponenty, které měly odstraňovat olejový film z hladiny se nedají pro tento účel využít. Výsledky celkové délky těla u ryb s naplněným a nenaplňovým plynovým měchýřem ukázaly vyšší celkovou délku u ryb s naplněným plynovým měchýřem u všech testovaných skupin mimo skupinu, kde probíhalo periodické čištění hladiny pomocí savého papíru, zde nebyl prokázán rozdíl v celkové délce u ryb s naplněným a nenaplňovým plynovým měchýřem. U délky těla měly ryby

s naplněným plynovým měchýřem vždy větší délku než ryby s nenaplněným plynovým měchýřem. Rozdíly mezi jednotlivými experimentálními skupinami se statisticky lišily.

Nadále je potřeba řešit otázku nenaplnění plynových měchýřů u ryb a pokusit se tento syndrom snížit na co nejmenší úroveň.

7 SEZNAM LITERATURY

- Agh, N., Sorgeloos, P., 2005. Handbook of protocols and guidelines for culture and enrichment of live food for use in larviculture. *Artemia & Aquatic Animals Research Center Urmia University*.
- Bailey, H.C., Doroshov, S.I., 1995. The duration of the interval associated with successful inflation of the swimbladder in larval striped bass (*Morone saxatilis*). *Aquaculture* 131: 135-143.
- Basaran, F.S.H., Karabulut, S., 2007. Effects of 2-phenoxyethanol on survival of normal juveniles and malformed juveniles having lordosis or nonfunctional swimbladders of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758). *Aquaculture Research* 39: 933–939.
- Battaglione, S.C., Talbot, R.B., 1990. Initial swim bladder inflation in intensively reared Australian bass larvae, *Macquaria novemaculeata* (*Steindeachner*) (Perciformes: Percichthyidae). *Aquaculture* 86: 431–442.
- Bermudes, M., Ritar, A.J., 1999. Effects of temperature on the embryonic development of the striped trumpeter (*Latris lineata* Bloch and Schneider, 1801). *Aquaculture* 176: 245–255.
- Biedenbach, J.M., Smith, L.L., Thomsen, T.K., Lawrence, A.L., 1989. Use of the nematode *Panagrellus redivivus* as an *Artemia* replacement in a larval penaeid diet. *Journal of the World Aquaculture Society*, 20, 61–71.
- Blaxter, J.H.S., 1992. The effect of temperature on larval fishes. *Netherlands Journal of Zoology* 42: 336–357.
- Bolla, S., Holmefjord, I., 1988. Effect of temperature and light on development of Atlantic halibut, (*Hippoglossus hippoglossus*), larvae. *Aquaculture* 74: 355–358.
- Bruggemann, J., 2012. Nematodes as live food in larviculture € –a review *Journal of the World Aquaculture Society* 43, 739–763.
- Bruun, A.F. 1949. The use of nematodes as food for larval fish. *Journal du Conseil/Conseil Permanent International Pour l'Exploration de la Mer* 16(1):96–99.
- Buck, B. H., Bruggemann, J., Hundt, M., Bischoff, A. A., Grote, B., Strieben, S., a Hagen, W., Improving nematode culture techniques and their effects on amino acid profile with considerations on production costs. *Journal of Application Ichthyology* 31 (2015), 1–9.
- C-FEED AS, 2014. Starter feed for marine fish, [online, cit. 4.3 .2018]. Dostupné z: <http://www.cfeed.no/>.
- Cuvier-Péres, A. & Kestemont, P. *Fish Physiology and Biochemistry* (2001) 24: 279. <https://doi.org/10.1023/A:1015033300526>

- Czesny, S.J., Graeb, B.D.S., Dettmers, J.M., 2005. Ecological consequences of swimbladder noninflation for larval yellow perch. *Transactions of the American Fisheries Society* 134: 1011–1020.
- Dąbrowski, K. (1982). Further study on dry diet formulation for common carp larvae. *Riv. Ital. Piscic. Ittiopat.*, 17: 11–22.
- De Lara, R., Castro, T., Castro, J., Castro, G. 2007. Nematode culture of *Panagrellus redivivus* (Goodey, 1945) with *Spirulina* sp.-enriched oatmeal. *Rev Biol Mar Oceanogr* 42:29–36.
- Demska-Zakęs, K., Kowalska, A., Zakęs, Z., 2003. The development of the swim bladder of pikeperch *Sander lucioperca* Arch. Pol. Fish. 11, 45-55.
- Doroshev, S.I., Cornacchia, J.W., 1979. Initial swimbladder inflation in the larvae of *Tilapia mossambica* (Peters) and *Morone saxatilis* (Walbaum). *Aquaculture* 16: 57–66.
- Downing, G., Litvak, M.K., 1999. The effect of photoperiod, tank colour and light intensity on growth of larval haddock. *Aquaculture International* 7: 369–382.
- Drillet, G., Jørgensen, N.O.G., Sørensen, T.F., Ramløv, H., Hansen, B.W., 2006. Biochemical and technical observations supporting the use of copepods as relevant live feed organisms in marine larviculture. *Aquac. Res.* 37, 756–772.
- Egloff, M., 1996 Failure of swimbladder inflation of perch, *Perca fluviatilis* L., found in natural populations. *Aquatic Sciences* 58: 15–23.
- Engell-Sørensen, K., Støttrup, J.G., Holmstrup, M., 2004. Rearing of flounder (*Platichthys flesus*) juveniles in semi-extensive systems. *Aquaculture* 230, 475–491.
- Evjemo, J.O., Reitan, K.I, Olsen, Y., 2004. Copepods as live food organisms in the rearing of Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis on nutritional value. *Aquaculture* 227(1-4):191-211.
- FAO, 2015. Fisheries and aquaculture department. Species fact sheets *Perca fluviatilis*. [online, cit. 4.3.2018]. Dostupné z: <http://www.fao.org/fishery/species/2298/en>.
- FAO, 2017. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. [online, cit. 18.3.2018] dostupné na: <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-producton/query/en>.
- Fielder, D.S., Bardsley, W.J., Allan, G.L., Pankhurst, P.M., 2002. Effect of photoperiod on growth and survival of snapper *Pagrus auratus* larvae. *Aquaculture* 211: 135–150.
- Focken, U., Schlechtriem, C., von Wuthenau, M., Garcia-Ortega, A., Puello-Cruz, A., Becker, K., 2006. *Panagrellus redivivus* mass produced on solid media as live food for *Litopenaeus vannamei* larvae. *Aquac. Res.* 37, 1429–1436.

- Fontaine, P., Kestemont, P., 2008. Preface. v Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (Eds.), Percid fish culture. From research to production (8–10). Namur, Belgium: Presses Universitaires de Namour.
- Fox, C.J., Harrop, R., Wimpenny, A., 1999. Feeding ecology of herring (*Clupea harengus*) larvae in the turbid Blackwater Estuary. *Mar. Biol.* 134, 353–365.
- Gbewonyo, K., Pohrer, S.P. Lister, L. Burgess, B. Cully, D. Buckland, B., 1994. Large scale cultivation of the free living nematode *Caenorhabditis elegans*. *Biotechnology* 12(1):51–54.
- Goolish, E.M., Okutake, K., 1999. Lack of gas bladder inflation by larvae of zebrafish in absence of an air-water interface. *Journal of Fish Biology* 55: 1054–1063.
- Hare, J.A., Walsh, H.J., Wuenschel, M.J., 2006. Sinking rates of late-stage fish larvae: Implications for larval ingress into estuarine nursery habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 330: 493–504.
- Hofsten, A. V., Kahan, D., Katznelson, R., Bar-El, T., 1983: Digestion of free-living nematodes fed to fish. *J. Fish Biol.* 23, 419–428.
- Honnens, H., Assheuer, T., Ehlers, R. U., 2013. Enrichment of the nematode *Panagrolaimus* sp., a potential live food for marine aquaculture, with essential n-3 fatty acids. *Aquacult. Int.* 22, 399–409.
- Honnens, H., Ehlers, R. U., 2013. Liquid culture of *Panagrolaimus* sp. for use as food for marine aquaculture shrimp and fish species. *Nematology* 15, 417–429.
- Hundt, M., Bruggemann, J., Grote, B., Bischoff, A.A., Martin-Creuzburg, D., Gergs R., Buck B.H., 2014. Fatty acid composition of *Turbatrix acetii* and its use in feeding regimes of *Coregonus maraena* (Bloch, 1779): is it really a suitable alternative to *Artemia* nauplii? *J. Appl. Ichthyol.* 31, 343–348.
- Chalain, B., 1982 Contribution g Y&rude de l'&evage larvaire de la doradc japonaise (Chr,w+ phrts nrajor). Th&se de 3eme cycle. Univ. Aix-Marseille II, 121 pp.
- Chapman, D.C., Hubert, W.A., Jackson, T., 1988. Method for separating normal striped bass larvae from those with uninflated gas bladders. *The Progressive Fish Culturist* 50: 166–169.
- Chatain, B., 1987. The swimbladder in *Dicentrarchus labrax* and *Sparus auratus*. II. Influence of development anomalies on larval growth. *Aquaculture* 65: 175–181.
- Chatain, B., 1994. Abnormal swimbladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*). *Aquaculture* 119: 371–379.
- Chatain, B., Corrao, D., 1992. A sorting method for eliminating fish larvae without functional swimbladders. *Aquaculture* 107, 81-88.

- Chatain, B., Ounais-Guschemann, N., 1990 Improved rate of initial swim bladder inflation in intensively reared *Sparus auratus*. *Aquaculture* 84: 345–353.
- Chatain, B., Ounais-Guschemann, N., 1991. The relationship between light and larvae of *Sparus aurata*. *EAS Speacial Publication* 15: 310–313.
- Jacquemond, F., 2004. Separated breeding of perch fingerlings (*Perca fluviatilis* L.) with and without initial inflated swim bladder: comparison of swim bladder development, skeleton conformation and growth performances. *Aquaculture* 239, 261-273
- Jacquemond, M. 2004. Sorting perch fingerlings (*Perca fluviatilis* L.) with and without functional swim bladder using tricaine methane sulfonate. [soubor 231, vydání 1–4](#), strana 249-262.
- Jacquemond, M., 2004. Separated breeding of perch fingerlings (*Perca fluviatilis* L.) with and without initial inflated swim bladder: comparasion of swim bladder development, skeleton conformation and growth performances. [soubor 239, vydání 1–4](#)., strana 261-273.
- Jobling, M., 1998. *Environmental Biology of Fishes*. Chapman and Hall, London, UK.
- Johnson, D.V., Katavic, I., 1984. Mortality, growth and swim bladder stress syndrome of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae under varied environmental conditions. *Aquaculture* 38: 67–78.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice metodik (Technologická řada), FROV JU.
- Kraul, S., Ako, H., Nelson, A., Brittain, K., Ogasawara A., 1992. Evaluation of live feeds for larval and postlarval mahimahi, *Coryphaena hippurus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 23(4): 299–306.
- Krusberg, L.R., 1972. Fatty acid composition of *Turbatrix aceti* and its culture medium 41b:89 - 98.
- Kumlu, M., Fletcher, D.J., Fisher, C.M., 1998. Larval pigmentation, survival and growth of *Penaeus indicus* fed the nematode *Panagrellus redivivus* enriched with astaxanthin and various lipids. *Aquac. Nutr.* 4, 193–200.
- Lavens, P., Sorgeloos, P., 1996. *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*. FAO, Rome, Italy.
- Malla, S., Banik, S., 2015. Production and application of live food organisms for freshwater ornamental fish larviculture. *Advances in Bioresearch*, 6: 159–167.
- Martin-Robichaud, D.J., Peterson, R.H., 1998. Effect of light intensity, tank colour and photoperiod on swimbladder inflation success in larval striped bass *Morone saxatilis* (Walbaum). *Aquaculture* 29: 539–547.

- Mauchline, J., Blaxter, J.H.S., Southward, A.J., Tyler, P.A., 1998. The Biology of Calanoid Copepods — Introduction. Elsevier Academic Press. 710 pp.
- Mélard, C., Kestemont, K., Baras, E., 1995. Premiers resultats de l'élevage intensif de la perche (*Perca fluviatilis*) en bassin: effet de la temperature et du tri sur la croissance. Bulletin Francaise de la Peche et Pisciculture 336, 19-27.
- Mélard, C., Kestemont, P., Grignard, J.C., 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): Effect of major biotic and abiotic factors on growth. Journal of Applied Ichthyology 12, 175–180.
- Möllmann, C., Kornilovs, G., Fetter, M., Köster, F.W., 2004. Feeding ecology of central Baltic Sea herring and sprat. J. Fish Biol. 65, 1563–1581.
- Monk, J., Puvanendruan, V., Brown, J.A., 2006. Do different light regimes affect the foraging behaviour, growth and survival of larval cod (*Gadus morhua* L.) Aquaculture 257: 287–293.
- Novák, P., Hád'átka jako krmivo. 2000 [online, cit. 4.3.2018] dostupné na WWW: <https://www.akvahumble.cz/web/clanky/tisk/index.php?id=389>.
- Olivotto, I., Capriotti, F., Buttino, I., Avella, A.M., Vitiello, V., Maradonna, F., Carnevali, O., 2008. The use of harpacticoid copepods as live prey for Amphiprion clarkii larviculture: effects on larval survival and growth. Aquaculture 274, 347–352.
- Palińska-Żarska, K., Żarski, D., Krejszeff, S., Nowosad, J., Kucharczyk, D., 2014. Is the temperature affects somehow effectiveness of swim bladder inflation in eurasian perch, *Perca fluviatilis*, l., larvae? Aquaculture Europe, Organised by the European Aquaculture Society in cooperation with AZTI-Tecnalia, 945 s.
- Payne, M.F., Rippingale R.J. Cleary, J. J. 2001. Cultured copepods as food for West Australian dhufish (*Glaucosoma hebraicum*) and pink snapper (*Pagrus auratus*) larvae. Aquaculture 194(1-2):137-150.
- Polícar, T., Stejskal, V., Bláha, M., Alavi, S.M.H., Kouřil, J., 2009. Technologie intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). Edice metodik (Technologická řada), FROV JU, Vodňany, č. 89, 51 s.
- Poppe, T.T., Hellberg, H., Griffiths, D., Meldal, H., 1997. Swimbladder abnormality in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. Diseases of Aquatic Organisms 30: 73–76.
- Rajkumar, M., Vasagam, K.P.K., 2006. Suitability of the copepod, *Acartia clausi* as a live feed for seabass larvae (*Lates calcarifer* Bloch): compared to traditional live-food organisms with special emphasis on the nutritional value. Aquaculture 261, 649–658.
- Ricci, M., Fifi, A., Ragni, A., Schleichriem, C. & Focken, U. 2003. Development of a low-cost technology for mass production of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as an

- alternative live food for first feeding fish larvae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60, 556–559.
- Ricci, M., Fifi, A., Ragni, A., Schlechtriem, C., Focken, U., 2003. Development of a low-cost technology for mass production of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as an alternative live food for first feeding fish larvae. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 60, 556–559.
- Rossi, F., Chini, V., Cattaneo, A.G., Bernardini, G., Terova, G., Saroglia, M., Gornati, R., 2007. EST-based identification of genes expressed in perch (*Perca fluviatilis*, L.). *Gene Expr.* 14, 117–127.
- Rothstein, M., Gotz, P., 1968. Biosynthesis of fatty acids in the free € living nematode *Turbatrix acetii*. *Arch. Biochem. Biophys.* 126, 131–140.
- Rottmann, R.W., Shireman, J.V., Lincoln, E.P., 1991. Comparison of three live foods and two dry diets for intensive culture of grass carp and bighead carp larvae. *Aquaculture* 96, 269–280.
- Rouse, D.B., Webster, C.D., Radwin, I.A., 1992. Enhancement of the fatty acid composition of the nematode *Panagrellus redivivus* using three different media. *J World Aquac Soc* 23:89–95.
- Rouse, D.B., Webster, C.D., Radwin, I.A., 1992. Enhancement of the fatty acid composition of the nematode *panagrellus redivivus* using three different medial. *Journal of the world aquaculture society*, 23, 89–95.
- Říhová Ambrožová, J., 2007. *Klanonožci*. [Encyklopedie hydrobiologie : výkladový slovník](http://encyklopediehydrobiologie.vykladovy-slovník) [online, cit. 4.3.2018]. Praha: VŠCHT Praha, [cit. 2017-11-13]. Dostupné z: [www: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=K003](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=K003).
- Saborido-Rey, F., Kjesbu, O.S., Thorsen, A., 2003. Buoyancy of Atlantic cod larvae in relation to development stage and maternal influence. *Journal of Plankton Research* 25: 291–307.
- Saka, S., Firat, K., Suzer, C., 2001. Effects of light intensity on early life development of gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae. *Israeli Journal of Aquaculture* 53: 139–146.
- Santiago, C.B., Gonzal, A.C., Ricci, M., Harpaz, S. 2003 Response of bighead carp *Aristichthys nobilis* and Asian catfish *Clarias macrocephalus* larvae to freeliving nematode *Panagrellus redivivus* as alternative feed. *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 239–243.
- Sargent, J.R., McEvoy L.A., Bell, J.G 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acid in marine fish larval feeds. *Aquaculture* 155:117-127.
- Shields, R. J., J. G. Bell, F. S. Luizi, B. Gara, N. R. Bromage and J. R. Sargent. 1999. Natural copepods are superior to enriched *Artemia* nauplii as feed for halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus*) in terms of survival, pigmentation, and retinal morphology: relation to dietary essential fatty acids. *Journal of Nutrition* 129:1186-1194.

- Shields, R.J., Bell, J.G., Luizi, F.S., Gara, B., Bromage, N.R., Sargent, J.R., 1999. Natural copepods are superior to enriched *Artemia* nauplii as feed for halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus*) in terms of survival, pigmentation and retinal morphology: relation to dietary essential fatty acids. *J. Nutr.* 129, 1186–1194.
- Schipp, G.R., Bosmans J. M. P. Marshall A., 1999. A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia* spp. *Aquaculture* 174(1-2):81-88.
- Schlechtriem, C., Focken, U. Becker, K., 2005. Digestion and assimilation of the free-living nematode *panagrellus redivivus* fed to first feeding coregonid larvae: Evidence from Histological and Isotopic Studies. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36, 24–31.
- Schlechtriem, C., Ricci, M., Focken, U. Becker, K., 2004. Mass produced nematodes *Panagrellus redivivus* as live food for rearing carp larvae: preliminary results. *Aquaculture Research*, 35, 547–551.
- Schlechtriem, C., Ricci, M., Focken, U., Becker, K. 2004. The suitability of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as live food for first-feeding fish larvae. *J Appl Ichthyol* 20:161–168.
- Schlechtriem, C., Tocher, D.R., Dick, J.R., Becker, K., 2004. Incorporation and metabolism of fatty acids by desaturation and elongation in the nematode, *Panagrellus redivivus*. *Nematology* 6:783–795.
- Schlechtriem, C., Tocher, D.R., Dick, J.R., Becker, K., 2004. Incorporation and metabolism of fatty acids by desaturation and elongation in the nematode, *Panagrellus redivivus*. *Nematology* 6, 783–795.
- Schmidt-Nielsen, K., 1983 *Animal Physiology: Adaptation and Environment*. Cambridge University Press, New York.
- Small, B.C., 2003. Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine methanesulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture* 217: 177–185.
- SMARTI, 2011. [online, cit. 29.3.2018] dostupné na: http://www.smarti.sk/index.php?route=product/product&product_id=154.
- Sørensen, T.F., Drillet, G., Engell-Sørensen, K., Hansen, B.W., Ramløv, H., 2007. Production and biochemical composition of eggs from neritic calanoid copepods reared in large outdoor tanks (Limfjord, Denmark). *Aquaculture* 263, 84–96.
- Spectorova, L.V., Doroshev, S.I., 1976. Experiments on the artificial rearing of black sea turbot (*Scophthalmus maeoticus maeoticus*). *Aquaculture* 9: 275–286.

- Støttrup, J. 2000. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. *Aquaculture Research* 31(8-9):703-711.
- Støttrup, J. G., Richardson, K., Kirkegaard, B., Pihl, N.J., 1986. The cultivation of *Acartia tonsa* Dana for use as a live food source for marine fish larvae. *Aquaculture* 52(2):87-96.
- Støttrup, J.G., 2000. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. *Aquac. Res.* 31, 703–711.
- Støttrup, J.G., Norsker, N.H., 1997. Production and use of copepods in marine fish larviculture. *Aquaculture* 155(1-4):235-251.
- Strand, A., [Alanärä](#), A., 2015. The Energy Requirements of Percid Fish in Culture. *Biology and Culture of Percid Fishes*.
- Strand, A., Magnhagen, C., Alanara, A. 2007. Effects of Repeated Disturbances on Feed Intake, Growth Rates and Energy Expenditures of Juvenile Perch *Perca fluviatilis*.
- Tait, J.S., 1960. The first filling of the swim bladder in salmonids. *Canadian Journal of Zoology* 38: 179–187.
- Tocher, D.R., 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquacult. Res.* 41, 717–732.
- Toledo, J.D., Golez, M.S., Doi, M., Ohno, A., 1999. Use of copepod nauplii during early feeding stage of grouper *Epinephelus coioides*. *Fish. Sci.* 65, 390–397.
- Toner, D., 2015. The market for Eurasian Perch. v: Kestemont P, Dabrowski K, Summerfelt RC (eds). *Biology and culture of percid fishes*. Springer, Heidelberg, pp 865–879.
- Trotter, A.J., Battaglione, S.C., Pankhurst, P.M., 2003. Effects of photoperiod and light intensity on initial swim bladder inflation, growth and post-inflation viability in cultured striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae. *Aquaculture* 224: 141–158.
- Trotter, A.J., Pankhurst, P.M., Hart, P.R., 2001. Swim bladder malformation in hatchery-reared striped trumpeter *Latris lineata* (Latridae). *Aquaculture* 198: 41–54.
- Van der Meeren, T., Olsen, R.E., Hamre, K., Fyhn, H.J., 2008. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture* 274, 375–397.
- Villamizar, N., Garcia-Alazar, A., Sanchez-Vazquez, F.J., 2009. Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture* 292: 80–86.
- Watanabe, T., Kitajima, C., Fujita S., 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture* 34(1-2):115- 143.

- Watanabe, Y., Wei Q, Yang, D., Chen, X., Du, H., Yang, J., 2008. Swimming behavior in relation to buoyancy in an open swimbladder fish, the Chinese sturgeon. *Journal of Zoology* 275: 381–390.
- Watts, J.L., Browse, J., 2002. Genetic dissection of polyunsaturated fatty acid synthesis in *Caenorhabditis elegans*. *Proc Natl Acad Sci USA* 99:5854–5859.
- Wilcox, J.A., Tracy, P.L., Marcus, N.H., 2006. Improving live feeds: effect of a mixed diet of copepod nauplii (*Acartia tonsa*) and rotifers on the survival and growth of firstfeeding larvae of the Southern Flounder, *Paralichthys lethostigma*. *J. World Aquac. Soc.* 37, 113–120.
- Wilkenfeld, J.S., Lawrence, A.L. & Kuban, F.D. 1984. Survival, metamorphosis and growth of penaeid shrimp larvae reared on a variety of algal and animal foods. *Journal of the World Aquaculture Society*, 15, 31–49.
- Zakeš Z., Szkudlarek M., WoŹniak M., Demska-Zakêœ K., Czerniak S. 2003. Effects of feeding regimes on growth, within-group weight variability, and chemical composition of the juvenile zander, *Sander lucioperca* (L.), body – EJPAU 6(1):<http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue1/fisheries/art-04.html>.

8 Abstrakt

Testování háďátka octového (*Turbatrix aceti*) a substrátů pro eliminaci olejových látek z povrchové blanky pro raná stádia okouna říčního (*Perca fluviatilis*)

V této práci jsem se zabýval alternativním krmným organismem *Turbatrix aceti* pro odkrm raných stádií okouna říčního a možností eliminací olejových látek z povrchové blanky pro raná stádia okouna říčního. Larvám okouna je nezbytné v prvních 20 dnech po vykulení předkládat živou potravu. Pro odkrm raných stádií okouna se běžně využívá *Artemia* sp.

Bylo testováno 5 variant režimů krmení po šesti opakování, kdy hlavními sledovanými parametry bylo přežití a rychlost růstu (hmotnost). Průměrné přežití na konci experimentu v jednotlivých 5 variantách režimů krmení bylo následující (T – 107 ks, A5T1 5 – 145 ks, A10T10 – 150 ks, A – 196 ks, A15T5 – 207 ks). Mezi skupinou A a A15T5 nebyl prokázán rozdíl po udělení směrodatné odchylky. Konečná hmotnost (mg) (po 20 dnech odchovu) dosáhla $28 \pm 7,7$ ve skupině A; $2,9 \pm 1,4$ ve skupině T; $4,4 \pm 3,3$ ve skupině A5T15; $7,4 \pm 1,1$ ve skupině A10T10; $15,9 \pm 2,7$ ve skupině A15T5. Z výsledků je patrné, že *Turbatrix aceti* se nedá využít pro odkrm raných stádií okouna říčního, protože mortalita a hmotnost ryb byla větší než v kontrolní skupině, kde bylo krmeno pouze *Artemia* sp.

V druhém experimentu byla testována možnost redukce syndromu nenaplňování plynového měchýře u okouna v intenzivní akvakultuře pomocí několika typů povrchových substrátů.

Naplnění plynového měchýře v jednotlivých skupinách bylo následovné (O – 55 ± 27 %, S – 40 ± 6 %, MT – 58 ± 16 %, ML – 38 ± 20 %, PP – 65 ± 18 %, C – 48 ± 8 %). Po udělení směrodatné odchylky nebyly výsledky signifikantní.

Použité hladinové sběrače tuku se neosvědčily, protože procento naplnění plynového měchýře se nelišilo od kontrolní skupiny, kde žádný povrchový sběrač nečistot (olejového filmu) nebyl použit.

Klíčová slova: živá potravu, odchov larev, syndrom nenaplňování plynového, deformity

9 Abstract

A test of vinegar nematode (*Turbatrix aceti*) as a live food and substrates for oily substances elimination from the surface water layer for aquaculture of early life stages of European perch (*Perca fluviatilis*)

This thesis evaluates an alternative live food *Turbatrix aceti* for feeding of European perch in its early life stages and the possibility of oily substances elimination from the surface water layer in perch aquaculture. It is of crucial importance to provide perch live food up to 20 days after hatching. *Artemia* sp. is commonly used for perch feeding in its early life stages.

Five different feeding treatments with six replicates in each treatment were performed. The main investigated parameters were fish survival and growth (weight). Average survival (expressed as the number of fish survived) in each of five feeding treatments were: T – 107, A5T15 – 145, A10T10 – 150, A – 196 and A15T5 – 207. Treatment A and A15T5 were not significantly different. After termination of the experiment, the average weights in mg \pm standard deviations after 20 days of rearing in given treatment were: A - 28.0 ± 7.7 ; T - 2.9 ± 1.4 ; A5T15 - 4.4 ± 3.3 ; A10T10 - 7.4 ± 1.1 and A15T5 - 15.9 ± 2.7 . The results indicate that *Turbatrix aceti* cannot be used for rearing of perch early life stages, since mortality was higher and weight lower than in control group, where *Artemia* sp. was used as a live food.

The second experiment tested the possibility to reduce amount of swim bladder inflation failures in perch intensive aquaculture using several types of surface substrates. Swim bladder inflation rates in each treatment were as follows: O – 55%, S – 40 %, MT – 58 %, ML – 38 %, PP – 65 %, C – 48 %. The treatments were not significantly different from each other.

Used surface layer collectors of oily substances have not been proved successful, since the percentage of successfully inflated swim bladders were not different from the control treatment, where no surface layer collector of oily substances was used.

Key words: live food, larviculture, swim bladder inflation failure, malformation