Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury

Diplomová práce

Provozní ověření vlivu krmení raného plůdku jeseterovitých ryb obohacenými naupliemi žábronožky na jejich přežití a rychlost růstu

Autor: Bc. Jakub Starý

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

Konzultant diplomové práce: M.Sc. Katsiaryna Lundová Novikava

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

Forma studia: prezenční

Ročník: 2.

České Budějovice 2018

PROHLÁŠENÍ

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

V Českých Budějovicích Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D., rovněž i mé konzultantce M.Sc. Katsiaryně Lundové za jejich trpělivost, odbornou pomoc a perfektní vedení ke zdárnému konci mé práce. Dále bych rád poděkoval ing. Radku Luhanovi za poskytnutí prostorů rybí líhně v Mydlovarech a jeho pomoc při samotném pokusu. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za jejich podporu během celého mého studia.

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Akademický rok: **2016/2017**

Zadání diplomové práce

(PROJEKTU, EMĚLECKÉHO DÍLA, EMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub STARÝ**

Osobní číslo: **V16N013P**

Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**

Studijní obor: **Rybářství a ochrana vod**

Název tématu: **Provozní ověření vlivu krmení raného plůdku jeseterovitých ryb obohacenými naupliemi žábronožky na jejich přežití a rychlost růstu**

Zadávající katedra: **Ústav akvakultury a ochrany vod**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je experimentálně ověřit vliv použití nauplií žábronožky (r. Artemia) obohacených vybraným komerčním přípravkem obsahujícím polynenasycené mastné kyseliny (např. SELCO nebo Spresso) na přežití a růst raného plůdku některého z jeseterovitých druhů ryb v provozních podmínkách na rybí líhni BaHa s.r.o. v Mydlovarech. Uvedený způsob výživy se osvědčil u některých druhů ryb náročných na masový odchov v kontrolovaných podmínkách prostředí.

Metodický postup práce bude spočívat ve zpracování literární rešerže zaměřené jednak na použití obohacených živých krmiv pro odchov plůdku ryb, jednak na současný stav technologie odchovu raného plůdku 1-2 druhů jeseterovitých (Polyodon spathula, Huso huso, příp. některý druh rodu Acipenser). Experimentální část diplomové práce obsahuje uskutečnění provozního experimentu s odchovem plůdku vybraného druhu jeseterovitých v průtočných žlabech. Experiment bude zahrnovat 1-2 různé varianty krmení obohacenými živými naupliemi žábronožek s využitím komerčních přípravků (lišící se délkou podávání obohacené potravy, příp. jiným faktorem) a kontrolní variantu (krmenou neobohacenými naupliemi žábronožek), vždy ve 3 opakováních. Krmení naupliemi bude prováděno kontinuálně ad libitum s ohledem na aktuální biomasu odchovávaného plůdku. Po rozkrmení naupliemi žábronožky bude proveden převod na dekapsulovaná vajíčka žábronožek, resp. startérovou krmnou směs. Teplota vody bude udržována na optimálních hodnotách (19-21 °C). V průběhu odchovu bude denně evidován úhyn. Předpokládaná délka odchovu je 25 dnů. V průběhu odchovu budou odebrány vzorky plůdku pro stanovení hmotnostního a délkového růstu. Statisticky budou vyhodnoceny parametry: přežití, délkový a hmotnostní růst (vč. variability), výskyt kanibalů, výskyt deformovaných jedinců a testována průkaznost dosažených rozdílů.

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

Vedoucí diplomové práce:	**prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.** Ústav akvakultury a ochrany vod
Konzultant diplomové práce:	**MSc. Katsiaryna Novikava** Ústav akvakultury a ochrany vod

Datum zadání diplomové práce:	**11. prosince 2016**
Termín odevzdání diplomové práce:	**4. května 2018**

prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.

Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

agh, N., Noori, F., Irani, A., van Stappen, G., Sorgeloos, P., 2013. Fine tuning of feeding practices for hatchery produced Persian sturgeon, Acipenser persicus and Beluga sturgeon, Huso huso. Aquaculture Reserch 44:335-344.

Conceicao, L.E.C., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M.T., 2010. Live feeds for early stages od fish rearing. Aquaculture Research, 41:613-640.

Gela, D., Kahanec, M., Rodina, M., 2012. Metodika odchovu raných stádií jeseterovitých ryb. Edice Metodik, FROV JU, č. 126, 44 s.

Chepurkina, M.A., Kouřil, J., Prusinska, M., Gilyeva, E.A., 2014. The efficiency of use of enriched Artemia nauplii from different populations for feeding larvae valuable fish. In: Pishchenko, E.V., Barsulkova, M.A., Moruzi, I.V. (red.): Proc. of 3-rd International Conf. Current Status of Aquatic Resources, State Agrarian University of Novosibirsk, 9.-11.12. 2014, Novosibirsk, s. 223-227.

Jankových, A., Chepurkina, M.A., Kouřil, J., 2014. Vliv použití obohacených nauplií žábronožky (Artemia franciscana) k odkrmu raného plůdku na přežití a růst candáta obecného (Sander lucioperca). In: Kouřil, J., Podhorec, P., Dvořáková, Z. (red.): Sb. abstraktů 14. Česká rybářská a ichtyologická konference, FROV JU Vodňany a ČZS Rybářská a ichtyologická sekce, Vodňany, 1.-3.10. 2014, s. 50

Kouba, A., Hamáčková, J., Kozák, P., 2009. Dekapsulace, líhnutí a odkrm žábronožek rodu Artemia. Edice metodik, č. 94. FROV JU, Vodňany, 36 s.

Novikava, K., Kouřil, J., Stejskal, V., Samples, S., Matousek, J., 2017. Enrichment of Artemia nauplii with different diets: Effect on growth and survival rate, and fatty acids composition of the sterlet larvae (Acipenser ruthenus) (in prepare).

Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture. Aquaculture, 200: 147-159.

Obsah

1 ÚVOD 10

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED 11

2.1 Úvod do čeledí Acipenseridae a Polyodontidae 11

2.2 Rozšíření 11

2.3 Morfologie jeseterů a veslonose amerického 11

2.4 Rozmnožování 12

2.5 Stav ohrožení populací jeseterů a veslonosů 12

2.6 Veslonos americký 13

2.6.1 Původ veslonose amerického 13

2.6.2 Akvakultura veslonose amerického 14

2.6.3 Nároky veslonosů na kvalitu vody v akvakulturních systémech 17

2.6.4 Nemoci spjaté s chovem veslonosů 17

2.7 Žábronožka solná (Artemia salina) a ostatní druhy rodu Artemia 18

2.7.1 Hlavní využití artémie 19

2.7.2 Produkce a využití čerstvě vylíhlých nauplií 20

2.7.3 Velikost a obsah energie v artémii 20

2.7.4 Nutriční hodnota artémie 21

2.7.5 Obohacování artémie 21

2.7.6 Použití dalších forem artémie 25

2.8 Rozkrmování jeseterů a veslonose amerického v umělých podmínkách 25

2.8.1 Rozkrm pomocí artémie s přechodem na suché krmivo 25

2.8.2 Rozkrm živou artémií a nitěnkou s přechodem na suché krmné směsi 26

2.8.3 Rozkrm bez artémie 26

2.8.4 Rozkrm planktonem 27

3 MATERIÁL A METODIKA 28

3.1 Experimentální podmínky pokusu 28
3.2 Odlov generačních ryb 28
3.3 Rozdělení generaček podle pohlaví a stupně zralosti pohlavních produktů 29
3.4 Převoz generačních ryb a jejich rozmístění do nádrží 29
3.5 Kontrola zralosti ovocytů 29
3.6 Příprava generačních ryb na výtěr 30
3.7 Hormonální stimulace a latence u jikrnaček 31
3.8 Hormonální stimulace a latence u mlíčáků 31
3.9 Umělý výtěr mlíčáků 31
3.10 Umělý výtěr jikernaček 31
3.11 Oplození, aktivace a odlepkování 32
3.12 Inkubace jiker a kulení plůdku 32
3.13 Rozdělení larev do skupin 33
3.14 Odkrm larev naupliemi žábronožky solné 33
3.15 Příprava artémie (inkubace a obohacování) 34
3.16 Přechod na suché startérové krmivo (co-feeding) 35
3.17 Údržba a zoohygiena žlabů 36
3.18 Kontrola hmotnostního a délkového růstu larev 36
3.19 Analýza mastných kyselin 36
3.20 Zpracování dat 37
4 VÝSLEDKY 38
4.1 Hmotnostní růst 38
4.2 Délkový růst 38
4.3 Statistické vyhodnocení přežití larev veslonose 39
4.4 SGR (specifická rychlost růstu) 40
4.5 Kanibalismus larev 41

4.6 Zastoupení jednotlivých nenasycených mastných kyselin v tělech larev . 42
5 DISKUZE 47
6 ZÁVĚR 51
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 52
8 ABSTRAKT 61
9 ABSTRACT 62

1 ÚVOD

Cílem práce bylo ověřit vliv obohacování nauplií žábronožky solné (*Artemia salina*) na růst a přežití larev veslonose amerického (*Polyodon spathula*) v provozních podmínkách s využitím komerčně vyráběného obohacujícího přípravku Red pepper, který obsahoval zvýšené množství HUFA (především DHA: kyselina dokosahexaenová).

Veslonos byl vybrán pro jeho zvyšující se popularitu, prozatím hlavně v Severní Americe. Tam je chován především v rybniční akvakultuře kvůli jeho vysokým nárokům na prostor. Odchovávaní jedinci v těchto umělých podmínkách pak částečně zvyšují stavy populací ve volných vodách díky umělému vysazování, ale především jsou dále chováni na kaviár (Wang a kol., 1995).

Ve volné přírodě je původní pouze v Severní Americe v povodí řeky Mississippi. Zde byl také dříve v hojném počtu odlovován při masivních tazích na svá trdliště. Z ulovených jikrnaček byl pak především vyráběn velmi chutný kaviár. Tyto odlovy však způsobily značný úbytek populací veslonosů v Severní Americe, proto v dnešní době je jeho lov regulován (Firehammer and Scarnecchia, 2006).

Obecně se pro chov larválních stádií jeseterovitých ryb i některých ostatních rybích druhů využívá artémie, která se řadí do třídy *Branchiopoda*. Na světě je známo 8 druhů artémií, jejichž jména jsou téměř vždy odvozená od místa naleziště (Van Stappen, 1996). Artémie je svým způsobem jedno z nejlepších živých krmiv, neboť je prostá chorob. Avšak pro některé druhy je výživově nedostačující (Lavens a Sorgeloos, 2000). Proto jsme v naší studii využili jejího obohacení, především o nenasycené mastné kyseliny, které jsou často aspektem zvyšujícím přežití i růst (Sargent a kol., 1999). I přesto, že využití artémie v chovu larválních stádií veslonose amerického není moc obvyklé, pokusili jsme se ovlivnit výše zmíněný růst a přežití pomocí obohacení artémie, která byla následně jedné skupině larev předkládána.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Úvod do čeledí Acipenseridae a Polyodontidae

Některé záznamy o chovu jeseterů jsou známy už z 19. století, kdy také proběhla roku 1869 první umělá reprodukce, a to v Rusku (Milshteyn, 1969). Naproti tomu o několik let později Ryder (1890) popsal techniky umělé reprodukce a zpracování kaviáru v Severní Americe. Avšak největšího rozvoje výzkumu v oblasti biologie a systematiky se dosáhlo ve 20. století. V Rusku to byl Berg (1948) a jeho nástupce Holcik (1989), v Rumunsku Antipa (1933), ve Francii Magnin (1962) a v Severní Americe Vladykov (1955).

2.2 Rozšíření

Jeseteři žijí výhradně na severní polokouli, kde se také rozmnožují ve sladkých vodách. Někteří v těchto vodách také trvale žijí jako např.: jeseter malý (*Acipenser ruthenus*), jeseter sibiřský (*Acipenser baerii*) nebo veslonos americký (*Polyodon spathula*). Ostatní však migrují mezi slanou a sladkou vodou, často kvůli potravě. Jsou i jedinci, kteří značnou část svého života žijí v moři, z kterého pak migrují do řek za potravou a rozmnožováním. Mezi tyto druhy patři jeseter bílý (*Acipenser transmontanus*) nebo jeseter velký (*Acipenser sturio*). Naproti tomu jsou i jedinci, kteří migrují do brakických vod Azovského, Kaspického a Černého moře. K těmto druhům se řadí vyza velká (*Huso huso*), jeseter ruský (*Acipenser gueldenstaedti*) nebo jeseter hvězdnatý (*Acipenser stellatus*). Během života v mořské a brakické vodě podstoupí jeseteři několik migrací do sladkých vod, kde jejich růst není tak rapidní jako ve slané vodě (Carr a kol., 1996). Avšak i přesto tyto druhy dospívají v zajetí, kde žijí pouze ve sladké vodě (Duke a kol., 1999).

2.3 Morfologie jeseterů a veslonose amerického

Obecná morfologie jeseterů je velmi charakteristická, mají podlouhlé tělo pokryté několika řadami kostěných štítků. Avšak u veslonosů je tomu právě naopak, ti nemají šupiny žádné. Tělo jeseterů oproti veslonosům je specifické svojí ventrální plochou základnou a hlavou zakončenou rostrem, které je odlišně dlouhé pro každý druh. Nejdelší je u veslonosů. Avšak jeseteři mají namísto toho oproti veslonosům navíc čtyři hmatové vousky. (Bemis a kol., 1997). Dlouho se nevědělo, k čemu tak dlouhé rostrum veslonosům slouží. Různé historické názory se často opíraly o fakt, že veslo jim napomáhá k hrabání a hledání potravy ve dně (Imms, 1904). Tato teorie byla však o dva roky později vyvrácena (Kistler, 1906). Na místo toho vznikly další teorie, díky kterým

se předpokládalo, že veslo slouží jako hmatový nebo tlakový receptor (Stockard, 1907; Norris, 1923). Nejnovější studie ale ukázaly, že veslo slouží jako orgán k detekci planktonu, což veslonosům usnadňuje filtrování potravy i ve špinavých a zakalených vodách (Wilkens a kol., 1997). To bylo dokázáno při jednom z řady pokusů, kdy veslonosům byla potrava podávána za tmy, a i přesto neměli všichni jedinci sebemenší problém plankton najít (Wilkens a kol., 2001). To je způsobeno širokou škálou ampulárních kanálků, které jsou po délce celého vesla, jejich hloubka je však pouze 1 až 2 mm (Murray 1974).

2.4 Rozmnožování

Dospělí jeseteři se nerozmnožují každý rok. Většinou je to jednou za 2-11 let u samic. U samců je to pak v rozmezí 1-6 let. Avšak v přírodě je také známo, že až 25 % jeseterů sibiřských je schopno se rozmnožovat každý rok, u ostatních je to po dvou (54 %), po třech (11 %) nebo po více letech (10 %) (Williot a Brun,1998). Cyklus výtěrů pak také ovlivňuje gonado-somatický index (GSI), který se pohybuje u samců mezi 3 a 9 % a u samic mezi 10 a 25 % (Holcik, 1989).

K samotnému rozmnožování pak dochází v hlavním proudu řek nebo na jejich okrajích. Hloubka výtěrového místa se pohybuje od 1 do 26 metrů. Důležitý je také proud, který se pohybuje mezi 0,5 a 2,2 $m \times s^{-1}$. To umožňuje široké rozptýlení oplozených jiker. Vzhledem ke krátké době pohyblivosti spermií 1-2 minuty (Billard a kol., 1999) je důležitá synchronizace uvolňování samčích a samičích pohlavních produktů. Avšak šance na oplození se zvyšuje délkou schopnosti oplození jiker (desítky minut) a větším počtem mikropylárních otvorů (Dettlaff a kol., 1993). Ke kulení jiker pak dochází v rozmezí 200 až 250 hodin od oplození. V závislosti na druhu se také liší i celková délka larev (6-15 mm) (Jatteau, 1998). Po vykulení jsou larvy některých druhů (*A. baerii, A. brevirostrum, A. stellatus*) pelagické 2-3 dny. U vyzy velké je tomu tak až 8 dní. Po celou tuto dobu larvy putují s proudem rychlostí až 40 $km \times den^{-1}$. Po strávení žloutkového váčku se začínají larvy živit drobným planktonem a bentosem. Larvy několika druhů (*A. fulvescens a A. medirostris*) tráví žloutkový váček na dně toku a až poté se vydávají k poproudové migraci (Seyler, 1999).

2.5 Stav ohrožení populací jeseterů a veslonosů

Jeseteři jsou nepříznivě ovlivňováni zhoršováním kvality biotopů, ve kterých žijí. Za snižování jejich stavů může z velké části také zhoršování kvality vody, a to hlavně díky

akumulaci toxických látek v sedimentech, kde jeseteři vyhledávají potravu (Bartley, 1998). Špatná kvalita vody negativně ovlivňuje vývoj embryí a přežití larev (Kynard a kol., 2000). Velký vliv na velikost populací jeseterů a veslonosů mají také neustálé výstavby přehrad, které mají za následek nedostatek trdlišť. Migrujícím rybám také brání v tahu na výše zmiňovaná trdliště (Pavlov, 1989). Proto na konci 20. století došlo na několika místech k výstavbě umělých trdlišť pro přirozený výtěr jeseterů a veslonosů. Na Volze v 80. letech vzniklo 48 ha vhodné plochy pro tření, která se skládala ze štěrku o velikosti 2-6 cm. Naproti tomu v USA došlo k výstavbě několika výtěrových kanálů s odpovídajícím substrátem a rychlostí proudu vody. Hustota vytřených jiker se často pohybovala i okolo 4000 ks×m^{-2} (Kynard, 1997).

Dalším důvodem poklesu populací jeseterů je nadměrný rybolov, především díky kaviáru, a vybudované velké přehrady, znemožňující migrace na trdliště. Nejvíce trpí populace v Azovském a Kaspickém moři. Zde bylo mezi lety 1970 a 1985 vyloveno 24 000-25 000 tun jeseterů ročně (Lukyanenko a kol., 1999).

2.6 Veslonos americký

*2.6.1 **Původ veslonose amerického***

Veslonos americký (*Polyodon spathula*), pocházející z řeky Mississippi a jejího povodí, je jedním ze dvou druhů z čeledi *Polyodontidae*. V přírodě dorůstá pozoruhodné délky až 2 metry s váhou okolo 100 kg, za což vděčí poměrně rychlému růstu (Obr. 1). Druhý zástupce, který je vysoce ohroženým druhem, je veslonos čínský (*Psephurus gladius*). Ten žije (poslední chycený kus byl zaznamenán v roce 2003) v řece Yangtze-Kiang (Grande a Bemis, 1991). Veslonos americký žije celkem ve 22 státech, kterými protéká řeka Mississippi. Žijí také ve velkých nádržích a jezerech, která tato řeka vytváří (Mims, 2001; Firehammer and Scarnecchia, 2006).

Obr. 1: Veslonos americký dlouhý 27 cm ve stáří pěti měsíců.

2.6.2 Akvakultura veslonose amerického

Největším důvodem, proč je akvakultura veslonose amerického na vzestupu, je obliba v konzumaci jeho masa, ale především kaviáru, který je velmi kvalitní. Dalším důvodem vzrůstu akvakultury je větší poptávka po výše zmiňovaném kaviáru a zároveň ochrana divokých populací veslonose amerického (Mims a kol., 1999). Proto se také akvakulturní chov stává jedinou alternativní náhradou pro produkci kaviáru a zároveň masa veslonosů (Semmens a Shelton, 1986; Onders a kol., 2001). Podle dostupných informací je akvakultura ryb obecně nejrychleji rostoucí odvětví v produkci potravin i přes její finanční nákladnost (Mims a kol., 2007).

Akvakultura veslonosů má spoustu výhod, ale také několik nevýhod. Jednou z největších výhod je jejich velmi rychlý růst, dospělí jedinci mohou za rok přirůst až o 4,5 kg, což je obrovskou výhodou v produkci kaviáru, kterého v sobě samice mohou mít až 15 % své celkové tělesné váhy. Rovněž cena za vyrobený kaviár je poměrně vysoká. V maloobchodním prodeji se pohybuje okolo 400 US$×kg^{-1}. Zároveň i produkce veslonosů na maso je velmi žádaná, neboť mají maso úplně bez kostí. Výhodou je, že do konzumní velikosti dorostou veslonosi už za pouhý rok, kdy mohou mít okolo 60 cm. Avšak velikou nevýhodou při produkci veslonosů na kaviár je pozdní dospíváni a tím i produkce jiker. U ryb chovaných celý rok při teplotě 21 °C k tomu dochází za 8-10 let.

Poté musí ryby projít také zimní periodou pro začátek ovogeneze. Jednou z nevýhod je pak také jejich veliká náročnost na prostor (Wang a kol., 1995).

Rybniční akvakultura

Příprava rybníka pro chov veslonosů by nejprve měla začít jeho letněním či zimováním, aby došlo ke zničení nežádoucích organismů a k celkové dezinfekci. Poté lze rybník zastavit a napustit zhruba 2 týdny před nasazením larev veslonosů. Napouštění čisté a kvalitní vody by mělo v každém případě probíhat přes uhelon, aby nedošlo k vniknutí velkého dravého planktonu do rybníka. Pro zvýšení úživnosti lze přidávat rozmanité druhy hnojiv. Do skalnatých rybníků v Kentucky se často používají jako nejlepší organické hnojivo rýžové otruby (Mims a kol., 1991). Dále lze použít v lehce zabahněných rybnících kombinaci rýžových otrub a různých tekutých hnojiv, nebo i jiná snadno dostupná organická hnojiva, která splní svůj účel. Patří mezi ně hlavně bavlníková, sójová a vojtěšková drť. Avšak tyto druhy organických hnojiv je důležité dávkovat maximálně po 45 $kg \times ha^{-1}$ kvůli značnému množství dusíkatých látek, které obsahují. Po nasazení larev veslonose do připraveného rybníka je nutné hlídat množství zooplanktonu, které by se mělo pohybovat okolo 2 ks perlooček$\times l^{-1}$ vody. Tento plankton nikdy nemůže být nahrazen různými kopepoditovými stádii, vířníky a lasturnatkami, neboť je moc rychlý nebo příliš malý, aby ho byly larvy veslonose schopny zachytit (Mims a kol., 1993). Do takto připraveného rybníka mohou být larvy nasazeny v množství 60 000 $ks \times ha^{-1}$. Zhruba po 3-4 týdnech od nasazení je možnost přikrmovaní granulovanými krmivy ve velikosti 1,5 mm s obsahem alespoň 45 % bílkovin. V této době jsou veslonosi zhruba 6-8 cm velcí. U těchto přikrmovaných ryb se krmný koeficient pohybuje někde mezi 1,5-2. Přežití veslonosů v rybniční akvakultuře bývá celkem variabilní a může se pohybovat mezi 30-80 %, což je většinou kompenzováno poměrně rychlým růstem, neboť veslonosi mohou za prvních 6 měsíců dorůst až 35 cm a 150 g. Celkové přežití pak také lze zvýšit zasíťováním a oplocením celého rybníka kvůli ochraně před rybožravými predátory (Mims, 2001).

Odchov v průtočných nádržích

Průtočné systémy z uměle postavených nádrží jsou vhodné pro odchov veslonosů do celkové délky 10-25 cm. Většinou jsou napájeny podzemní či povrchovou vodou, proto je nutností vodu vždy dostatečně přefiltrovat a vydezinfikovat UV zářičem či ozonem. Přitékající vodu do systému je potřeba také podle potřeby ohřívat na 22 °C, aby odchov

byl co nejefektivnější (Mims a kol., 1995). Vstupní vodu je nutné nejen provzdušňovat, ale také testovat na různé znečišťující látky. Proto také jednou z podmínek pro vysoké přežití a rychlý růst veslonosů je dostatečný zdroj čisté vody, neboť je nutné, aby v každé nádrži každou hodinu došlo k obměně 25-50 % celkového objemu vody. Pokud se jedná o nádrže venkovní, je jejich nedílnou součástí také stínící plachta proti slunečnímu záření, která by měla pokrývat až 95 % plochy nádrže. Plachta často může sloužit i jako ochrana proti rybožravému ptactvu (Mims, 2001).

Obvykle se do těchto umělých systémů zpočátku nasazuje plůdek veslonose v množství 2 $ks \times l^{-1}$. Zhruba po 14 dnech, kdy larvy dosahují asi 5 cm, by se měla hustota obsádky snížit až na 0,7 $ks \times l^{-1}$, aby nedocházelo ke snižování růstové schopnosti larev z důvodu nedostatku prostoru. Neboť je obecně známo, že veslonosi kladou vysoké nároky na dostatek prostoru. Proto by po dalších 14 dnech měla být opět rapidně snížena hustota obsádky v jednotlivých nádržích až na 0,2 $ks \times l^{-1}$. V této době už by larvy veslonose měly dosahovat zhruba 10 cm. Často lze také pozorovat veslonose plavající při hladině s veslem vynořeným z vody ven, což je způsobeno výše zmiňovaným nedostatkem prostoru, který působí larvám značný stres. Ten pak nepříznivě ovlivňuje příjem krmiva larvami veslonosů (Mims, 2001).

Jako jednou z podmínek vysokého přežití larev je dostatečný příjem krmiva v podobě živé potravy. Ta by jim měla být podávána nepřetržitě po dobu 3-4 týdnů. Po tomto období, kdy by larvy měly dosahovat přibližně 7,5 cm, lze přejít na suché startérové krmivo pro ryby lososovité s obsahem bílkovin okolo 50 %. Velikost granulí by se zpočátku měla pohybovat okolo 1,5 mm, poté je však možnost větších velikostí podle růstu ryb. K úspoře casu a práce se často používají automatická krmítka, která jsou nastavená na určité dávky krmení v různých časových intervalech. Avšak nevylučuje se i ruční přikrmování. Díky takto intenzivnímu krmení suchými krmivy nemůžeme dosáhnout stejných hodnot krmného koeficientu jako v rybniční akvakultuře. Zde v umělých nádržích se krmný koeficient pohybuje mezi 2 a 4. To je však kompenzováno vyšším přežitím, které se pohybuje mezi 50 a 80 % (Onders a kol., 2001).

Polykultura se sumečkem skvrnitým (*Ictalurus punctatus*)

Tohoto způsobu akvakultury se využívá především k chovu veslonosů na kaviár, případně na maso. Do jednotlivých nádrží se proto dávají už dospělé jikrnačky. Kvůli velké schopnosti veslonosů filtrovat velký zooplankton nejsou obsádky nikterak přemrštěné. Na jeden hektar vodní plochy se nasazuje pouhých 70-90 ks dospělých samic, ke kterým je přidáno 12 500 ks×ha^{-1} rychleného sumečka tečkovaného. Na některých farmách jsou samice schopny přírůst až 3,2 kg za 12 měsíců, z čehož vyplývá, že celková produkce se může pohybovat mezi 200 a 400 kg×ha^{-1}. Chov veslonose se sumečkem tečkovaným poměrně dobře koreluje, neboť díky krmení, které je sumečkům podáváno, je celkem ve velké míře zvyšována úživnost rybníka, a tím i produkce zooplanktonu, kterým se veslonosi živí. Avšak tento systém má i svá úskalí, neboť při nadměrném krmení může docházet k rapidnímu zhoršení kvality vody, a tím i k úhynu části obsádky veslonosů. I samotný výlov rybníka bývá někdy poněkud složitější, neboť sumečka tečkovaného lze pro konzumní účely lovit už každých 6-12 měsíců. Je tedy důležité nejprve pomocí sítí odlovit veslonosy, aby nedošlo k jejich úhynu či poškození. Zralé jikrnačky pak dále putují na zpracovnu ryb, ty ostatní se nasazují opět dále pro dozrání ovocytů na kaviár (Mims a Shelton, 1999).

2.6.3 Nároky veslonosů na kvalitu vody v akvakulturních systémech

Asi nejdůležitějším parametrem při chovu veslonosů je množství rozpuštěného kyslíku, které by nemělo klesnout pod 2 mg×l^{-1}, neboť veslonosi nejsou schopni přijímat kyslík tzv. troubením jako ryby kaprovité. Jeho nasycení by se mělo pohybovat nad 30 % a to za každé teploty, aby se zabránilo stresu a případnému úhynu ryb. Teplota při odchovu není až tak důležitá, protože veslonos je schopný přežít v teplotách od 0 do 35 °C. Avšak pro přijatelný růst by se měla pohybovat mezi 15-27 °C. Dalším z důležitých parametrů vody je rozpuštěný celkový amoniakální dusík, ten by neměl přesahovat hodnoty nasycení 0,2 mg×l^{-1}. To však také závisí na množství chloridových iontů (Mims, 2001).

2.6.4 Nemoci spjaté s chovem veslonosů

Jako každá intenzivní akvakultura, tak i chov veslonosů je spjatý s různými nemocemi, které ho doprovází. Asi největší hrozbou v chovech jsou parazitická, po nich pak bakteriální a v poslední řadě virová onemocnění (Ford a kol., 1994).

Virová onemocnění

Virová onemocnění u veslonosů nejsou až tak častá jako u jiných ryb. Avšak jednu ze známých nemocí způsobuje hematopoetický nektrotický virus (IHNV). U této nemoci nebyli doposud zjištěny žádné zjevné příznaky, proto její léčení je velmi obtížné (Hong a kol., 2006).

Bakteriální onemocnění

První z několika možných závažných onemocnění veslonosů je onemocnění bakteriálního původu způsobené *Aeromonas salmonicida*, která nejvíce napadá žábra a ledviny. Toto onemocnění se dá léčit koupelemi v oxytetracyklinu hydrochloridu po dobu 10 dní, avšak mortalita larev veslonosů může být až 90 %. Často ještě před začátkem samotného léčení (Ford a kol., 1994).

Další nemoc, kterou mají za příčinu bakterie *Flavobacterium columnare*, způsobuje různé deformity rostra veslonosů. Především zúžení jeho konce, ale běžné také bývají různě velká zakřivení směrem dolů. To pak braní rybám v přijímání a hledání dostatku potravy, proto často hynou na podvýživu. Nemoc v pokročilém stádiu bývá často doprovázena nekrózou žaber a různými druhy plísně pokrývající kůži (Mims a kol., 1999).

Parazitická onemocnění

Parazitická onemocnění jsou u veslonosů asi nejvíce rozšířená. Nejběžnějším a také i nejznámějším bývá kožovec rybí (*Ichthyophthirius multifiliis*) a *Trichodina sp.,* kteří parazitují na kůži a žábrách. Tyto infekce lze úspěšně léčit pomocí koupele v chloridu sodném (NaCl) o koncentraci 3 $g \times l^{-1}$ vody po dobu 10 dní při teplotě blízké 30 °C. Další možností je léčba tzv. šokem, kdy jsou veslonosi vykoupáni v chloridu sodném o koncentraci 50 $g \times l^{-1}$ vody při skokové teplotě 14 °C po dobu 3 minut. Tento způsob léčby je vhodný až u odrostlejších jedinců, u kterých bývá velmi účinný (Zaikov a kol., 2006).

Mezi další parazity napadající tělo veslonose amerického patři např.: *Eimeria sp*. napadající játra nebo intracelulární parazité jiker veslonosů *Pleistophora sulci* a *Pleistophora homini* (Hoffman, 1998).

2.7 Žábronožka solná (*Artemia salina*) a ostatní druhy rodu *Artemia*

Žábronožka solná patří mezi poměrně primitivní formu korýšů z třídy *Branchiopoda* (Van Stappen, 1996). Často se šířily spekulace o objasnění fylogenetických vztahů mezi

bisexuálními a partenogenetickými druhovými populacemi artémie, ale doposud nebylo vyřešeno, zda patří do stejné čeledi. Mnoho druhů a kmenů cyst artémie může pocházet z pobřeží hyperslaných jezer, příbřežních lagun a teplých slaných jezer celého světa, a v poslední řadě také ze solárních solných laboratoří (Van Stappen, 1996). Ve vědecké literatuře je dokumentováno celkem 8 druhů z různých koutů světa. Jejich vědecké názvy jsou odvozovány od míst, kde se jednolivé druhy vyskytují. Tři pocházejí z amerického kontinentu (*Artemia franciscana, Artemia persimilis, Artemia monica*). Zbylých 5 pochazí ze starého kontinentu Eurasie (*Artemia salina, Artemia urmiana, Artemia sinica, Artemia sp., Artemia tibetiana*) (Hou a kol., 2006). Tyto druhy a kmeny se mohou lišit velikostí nauplií, která se pohybuje mezi 200-517 µm (v I. instaru). Některé druhy se často liší i délkou inkubace vajíček. Líhnutí je pak velice synchronizované a masové, neboť z gramu vajíček může být 150 000-250 000 nauplií. U jednotlivých druhů můžeme také zaznamenat rozdíly v rychlosti růstu, ale především v nutričních hodnotách, které jsou nejdůležitější pro odkrm larev ryb (Van Stappen, 1996). Rozdíl je patrný především u mořských druhů oproti druhům žijícím ve slaných jezerech. Mořské druhy mají vyšší zastoupení tuků, EPA (kyselina eikosapentaenová) a ARA (kyselina arachidonová), ale nižší množství LNA (kyselina linoleová) 18:3n-3 (Navarro a kol, 1993).

Jedinou z možností, jak výše zmiňované cysty všech druhů artémií získat, je jejich sběr v příbřežních zónách zmíněných lokalit. Ovšem od poloviny 80. let minulého století byla téměř celá světová produkce pokryta cystami z Velkého solného jezera, čímž došlo okolo roku 2000 k destrukci až 90 % cyst a tím i populace artémie v tomto jezeře. Jedinou šancí, jak zajistit světový trh s cystami artémií, byl dovoz z jiných lokalit. A to zejména z oblasti střední Asie (Írán, Čína, Sibiř a Turkmenistán), k zajištění trhu také přispěly oblasti v Argentině. V posledních letech také nastupuje produkce z uměle řízených chovů, avšak produkované množství je zatím zanedbatelné (Lavens a Sorgeloos, 2000).

*2.7.1 **Hlavní využití artémie***

Artémie je společně s vířníky nejpoužívanějším živým krmivem v akvakultuře ryb. Avšak mnohdy artémii vířníky nahradit nelze kvůli jejich malé velikosti, která je nevhodná pro některé druhy rybích larev. Tudíž v některých případech se artémie jeví jako jediný přijatelný zdroj živé potravy. Její vysoká popularita, jak v akvakultuře, tak i v akvaristice, je navíc zvyšována díky její snadné masové inkubaci a chovu. Další výhodou jejího odchovu jsou tzv. trvalá vajíčka, která mohou být v suchu a chladu

životaschopná i několik let. Často jsou skladována vakuově zabalená v pevných sáčcích. Poté mohou být kdykoliv znovu rehydratována a po 24 hodinách inkubace použita ke zkrmení (Lavens a Sorgeloos, 2000).

*2.7.2 **Produkce a využití čerstvě vylíhlých nauplií***

I když se zdá produkce nauplií artemií jednoduchá, je tu několik rozhodujících faktorů, které jsou velmi důležité pro efektivní líhnutí cyst. Při inkubaci by se teplota vody v aparátu pro líhnutí měla pohybovat mezi 25 a 28 °C. Rovněž slanost vody je nedílnou součástí, měla by se pohybovat mezi 15-35 $g \times l^{-1}$. Pomocí sody lze pak pH upravit na požadovaných 8-9. Do takto připravené vody se stálým vzduchováním lze nasadit 2-3 g cyst. Po celou dobu inkubace je nutné mít aparát osvětlený (Lavens a Sorgeloos, 1996). Při dodržení těchto aspektů můžeme dosáhnout co největší synchronizace líhnutí, ke kterému dochází přibližně po 24 hodinách. Před samotným použitím vylíhlých nauplií je nutné oddělit slupky vajíček a čistou artémii. To lze provést vypnutím vzduchování, obaly se pak soustředí na hladině a čistá nauplia na dně aparátu. Poté je možné odsát čistá nauplia artémie do jiné nádoby (Sorgeloos a Leger, 1992). V té je v hustotě 8 milionů nauplií$\times l^{-1}$ se stálým vzduchováním a o teplotě vody do 10 °C lze uchovat až 24 hodin bez negativního vlivu na přežití a nutriční kvalitu. (Merchie, 1996).

*2.7.3 **Velikost a obsah energie v artémii***

Po vylíhnutí se velikost artémie v I. instaru může pohybovat mezi 200-517 μm, to je ovlivněno druhem a jejím původem. V první fázi vývoje artémie ještě nepřijímá potravu, nýbrž začíná spotřebovávat vlastní zásoby energie a volných aminokyselin. Tudíš druhé stádium je hůře stravitelné. (Benijts a kol., 1976). První stádium trvá přibližně 6-8 hodin, proto je důležité artémie použít pro krmení co nejdříve po vylíhnutí. Případně jejich vývoj zpomalit vložením do vody pod 10 °C. Takto lze nauplia uchovat až 24 hodin při hustotě 8 milionů$\times l^{-1}$. Při správném postupu jejich individuální suchá hmotnost klesne pouze o 2,5 % oproti 30 % při 25 °C. Po výše zmíněných 6-8 hodinách artémie přechází do druhého vývojového stádia metanauplia, které je díky hladovění průhledné a tím i méně viditelné pro larvy ryb. Také jejich velikost se mění, zvětší se až o 50 %, tím je také zvýšena rychlost jejich pohybu. V důsledku toho mohou být méně vhodné jako kořist (Leger a kol., 1986).

2.7.4 Nutriční hodnota artémie

Pro akvakulturu jsou nutriční hodnoty nauplií jednotlivých druhů artémie velmi významné. V průměru nově vylíhlá nauplia obsahují 56,2 % bílkovin, 17,0 % tuků, 3,6 % sacharidů a 7,6 % popela, proto se artémie stává velmi vhodnou pro rozkrm většiny rybích larev (Garcia-Ortega a kol., 1998). Ovšem i artémie mají i nějaké nevýhody, asi tou největší je jejich značná odolnost vůči esenciálním mastným kyselinám. Zcela jim chybí DHA (dokosahexaenová kyselina). Rovněž i hladiny EPA nejsou nikterak vysoké, to však vyrovnává vyšší hladina LNA a LA (kyselina linolová) 18: 2n-6. Chybějící DHA je často velkým problémem v chovu jeseterovitých ryb, neboť je velmi důležitá pro správnou tvorbu a vývoj tkání. Avšak vhodný poměr mezi množstvím DHA a EPA v artémii pro odchov jednotlivých rybích larev není ještě zcela prozkoumán a znám (Sargent a kol., 1999). Jejich špatný poměr může často způsobovat nejen vyšší úmrtnost larev, ale mohou se také ve větší míře vyskytovat kosterní malformace a špatný růst jedinců (van der Meeren a kol., 2008).

Artémie sama o sobě má poměrně vysoký obsah kanthaxantinu, který je kompatibilní s obsahem astaxantinu u kopepodů. Tato barviva mohou mít významnou roli jako antioxidanty a zdroje vitamínu A pro larvy ryb. Také obsah některých ostatních vitamínů celkově je u artémie poměrně vysoký. Ve značném množství obsahuje vitamíny C, E, B1 a B2. Naproti tomu ale trpí nedostatkem jodu a ostatních minerálů, to může způsobovat pak častější kosterní malformace či jiné abnormality (Moren a kol., 2006).

2.7.5 Obohacování artémie

Pro zvýšení obsahu jednotlivých vitamínů, esenciálních mastných kyselin a proteinů v artémiích lze využít tzv. obohacování. Obvykle se provádí při teplotě 28 °C po dobu 24 hodin, avšak teploty i doba obohacování se může měnit v závislosti na druhu přípravku. Výhodou nižších teplot až okolo 23 °C je zpomalený metabolismus artémie a vyšší katabolismus DHA (Navarro a kol., 1999). Tím se snižuje ztráta energie, fosfolipidů a esenciálních mastných kyselin. Výhodou je občas i pomalejší růst nauplií artémie, čímž dorostou i menších rozměrů, a proto takto obohacenou artémii lze použít i pro menší larvální stádia ryb. Hustota nauplií při obohacování by měla být podle druhu přípravku 100 000-300 000×l^{-1} vody. Nedílnou součástí je také stálé vzduchování stejně jako u inkubace vajíček. Obohacující přípravek se pak nejčastěji dávkuje dvakrát za dobu obohacování, a to po 8-12 hodinách. Obvykle se dává 0,2-0,3 g×l^{-1} vody. Přípravky jsou často toxické pro larvy ryb, proto je důležité obohacenou artémii vždy proplachovat

čistou vodou a dále ji pak uchovat při teplotách do 10 °C pro zpomalení metabolismu (McEvoy a kol., 1995).

2.7.5.1 Druhy obohacujících přípravků

V průběhu let se používala veliká řada přípravků k obohacování nauplií artemií většinou na bázi rybích olejů, neboť obsahují esenciální mastné kyseliny nezbytné pro správný vývoj larválních stadií ryb. To dalo vznik novým komerčně vyráběným preparátům na bázi velkého množství vysoce nenasycených mastných kyselin. Často jsou využívány oleje z tresčích jater či z jater ostence černého (*Odonus niger*) (Immanuel a kol., 2007). Na trhu se nejčastěji objevují komerční přípravky známé jako Easy Selco, Red pepper, Multigain, Aquagrow Gold a Aquagrow DHA. Jako nejlepší se často jeví přípravek Aquagrow Gold, ale v závislosti na druzích ryb mohou být efektivnější i jiné přípravky (Boglino a kol., 2012). Největší snaha je o produkci nauplií obohacených především o PUFA (polynenasycené mastné kyseliny) pro splnění požadavků na obsah esenciálních mastných kyselin. Ty však nejsou vhodným substrátem pro systémy oxidace mastných kyselin. Nutností proto při obohacování je také zajistit správnou rovnováhu mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami. Obsah HUFA (vysoce nenasycené mastné kyseliny) by také neměl být přehlížen (Sargent a kol., 1 999). To vše vedlo k produkci široké škály obohacujících produktů založených na bázi sušených jednobuněčných organismů, kvasinek, řas, bakterií, fototrofních a heterotrofních plísní. Hlavními zástupci jsou *Schizochytrium sp.* a *Crypthecodinium sp.*, *Nanochloropsis sp.*, *Mortierella alpina* nebo *Haematococcus pluvialis*, kteří mají vysoký obsah DHA, EPA, ARA nebo astaxanthinu a vysoký obsah polárních lipidů (Harel a kol., 2002). Inaktivované kvasinky mohou například sloužit jako dodatečný zdroj aminokyselin a mikronutrientů, jako jsou nukleové kyseliny, vitamíny a β-glukanu. Výrobky z těchto organismů mají oproti olejovým emulzím několik výhod. Jsou v menším kontaktu s atmosférou, proto jsou jednotlivé látky chráněny proti oxidaci, rovněž kontakt s nežádoucími bakteriemi je mnohem méně pravděpodobný (Song a kol., 2007). Jednou z výhod je také kombinovatelnost různých usušených mikroorganismů, z nichž každý může být bohatý na rozdílné látky a mastné kyseliny. Naproti tomu však i obohacující přípravky na bázi olejových emulzí mají své výhody. Jednou z nich je zisk olejů s vysokým obsahem DHA, které se dají získat extrakcí z tkání tresčích jater nebo z orbitálního oleje u tuňáků (Harel a kol., 2002).

Dále mohou být k obohacování také využity tzv. liposomy, což jsou uměle připravené uzavřené vesikuly tvořené nejčastěji lipidovou dvojvrstvou a vnitřním isolovaným kompartmentem obsahujícím většinou ve vodě rozpustné látky. Na povrchu liposomu se nachází polární lipidy, na které se mohou vázat různé látky jako jsou vitamíny a nenasycené mastné kyseliny (Monroig a kol., 2003).

2.7.5.2 Metody obohacování

Britská metoda

V této metodě je využívána řasa *Isochrysis galbana* a je aplikována v množství 300 buněk×ml^{-1} slané vody. Do jednoho litru takto připravené obohacující vody lze vložit 10 000 nauplií artémie. Obohacující proces probíhá po dobu 24 hodin (Forster a Wickins, 1967). Podobný způsob obohacení později využil Sivertsen a kol., (1989), avšak s rozdílnou délkou obohacení. Tato doba trvala pouze 12 hodin, z důvodu následného negativního vlivu na množství (n-3) HUFA, kterých po 12 hodinách je 5,5 mg×g^{-1} sušiny nauplií. Z toho lze tvrdit, že správná doba obohaceni touto řasou by měla být 12 hodin. Zastoupení (n-3) HUFA může však být variabilní v závislosti na zastoupení těchto aminokyselin v jednotlivých řasách (Sivertsen a kol., 1989). Britská metoda také zahrnuje využití mikrokapslí (AR 121 nebo Frippak), které obsahují vysoké procento celkových lipidů a snadno se rozpouštějí v mořské vodě. Často se využívají jako náhražka výše zmíněné řasy, avšak doba obohacování je podstatně delší (48 hodin). Nejběžněji používanou je kapsle Frippak, která dokáže množství (n-3) HUFA v naupliích artémie zvýšit na 12-16,5 % ze všech mastných kyselin (Walford a Lam, 1987).

Japonská metoda

Tato metoda je poměrně hodně podobná výše zmíněné britské s tím rozdílem, že zde je využito řasy *Chlorella minutissima.* Při obohacování touto řasou lze u artémie zvýšit zastoupení (n-3) HUFA až na 15,5 % ze všech mastných kyselin (Watanabe a kol., 1982). V japonské metodě je často využíván alternativní zdroj obohacení nauplií artémie. Nejběžněji využívané jsou pekařské kvasnice obohacené o (n-3) HUFA. Tím lze zvýšit jejich zastoupení ze všech mastných kyselin v artémii až na 13,8 % po 24 hodinách obohacování. Hlavní výhodou této náhražky oproti řasám je menší variabilita zastoupení mastných kyselin. Tím se stávají kvasnice stabilnějším zdrojem mastných kyselin, avšak i tato metoda má jednu nevýhodu. Kvasnice musí být použity v čerstvém a živém stavu (Imada a kol., 1979).

Francouzská metoda

Robin a kol., (1983) vyvinuli obohacovací techniku založenou na kombinaci práškové Spiruliny, aminokyselin, kvasnic, vitamínů, cholesterolu a rybího tuku. Doba obohacování artémie je oproti japonské metodě delší (48 hodin). Za tuto dobu je možnost obohatit nauplia artémie o (n-3) HUFA na úroveň 16-25 $mg \times g^{-1}$ sušiny, což představuje zhruba 4,5-7 % ze všech mastných kyselin. Další možností obohacování je využití směsi na bázi rybích mouček a rybího oleje. Maximální hladina (n-3) HUFA u tohoto typu obohacení se projeví po 12 hodinách. Avšak je to jen 10,6 $mg \times g^{-1}$ sušiny (2,9 % ze všech mastných kyselin). Naproti tomu při použití mikromletých olihní místo rybích mouček je zastoupení (n-3) HUFA až 4,2 %, avšak délka obohacování je 96 hodin. Metodu s využitím mletých olihní lze také skombinovat s komerčně vyráběnými přípravky (SUPERSELCO, Belgium nebo Artemia Systems), které jsou využity s 75% zastoupením v obohacující emulzi. Při této metodě lze dosáhnout hladiny 10,3 % (n-3) HUFA ze všech mastných kyselin. Výhodou je oproti předešlým metodám krátká doba pro obohacování (24 hodin) (Sivertsen a kol., 1989).

Belgická metoda

První z metod vyvinutých v Belgii byla nejprve metoda využití mikročástic rýžových otrub potažených oleji s analogem AA18 (kyselina arachidonová), které byly navíc obohacené o základní mastné kyseliny. Artémie obohacené tímto způsobem pak mohou obsahovat až 15,1 mg (n-3) $HUFA \times g^{-1}$ sušiny. Kvůli složitosti a vysoké nákladnosti byl však tento způsob obohacování v dalších letech nahrazen novou technologií, která je mnohem účinnější. Je vyvinuta na základě samoemulgačního koncentrátu. Tato samorozpustná komplexní směs se skládá především z (n-3) HUFA, vitamínů, karotenoidů a fosfolipidů. Po kontaktu s mořskou vodou dochází k jejímu rozptýlení do stabilních mikroglobulů, které jsou následně vyfiltrovány artémií. Tím dochází ke zvýšení zastoupení obohacujících látek v jejich tělech. Hladina (n-3) HUFA se po 24 hodinách obohacování pohybuje mezi 38 a 54 $mg \times g^{-1}$ sušiny. V případě delšího obohacování (48 hodin) to může být až 88 $mg \times g^{-1}$ sušiny. Pro takto vysoké zastoupení (n-3) HUFA je však důležitá správná kompozice a včasná prezentace obohacujícího přípravku artémiím. Těm by měl být podán co nejdříve, ještě před začátkem příjmu exogenní výživy (Leger a kol., 1985).

*2.7.6 **Použití dalších forem artémie***

Kromě nejběžněji používaných čerstvě vylíhlých či 24 hodin obohacovaných nauplií artémií se také využívá suchých dekapsulovaných cyst. Rovněž se také v některých případech využívá jiných vývojových stadií atémie, včetně dospělých jedinců (Dhert a kol., 1997). Dekapsulovaná vajíčka artémií lze využít na počátku krmení některých larev ryb, neboť jejich stravitelnost je poměrně vysoká, avšak pokud nejsou dostatečně vysušená, padají velmi rychle na dno a pro druhy přijímající potravu ze sloupce se tak stávají nevylíhlá vajíčka neatraktivními. Proto se jejich využití nejvíce osvědčilo v produkci okrasných ryb, kde díky nim dochází k produkci kvalitních ryb s vyšším přežitím (Dhert a kol., 1997). Při správné dekapsulaci dochází k odejmutí vnější lipoproteinové vrstvy pomocí krátké koupele v chlornanovém roztoku. Vajíčka lze také mimo přímé zkrmení inkubovat. Výhodou pak je líhnutí až o 35 % energeticky bohatších nauplií (Sorgeloos a kol., 1977). Díky své velikosti (200-250 μm) jsou dekapsulovaná vajíčka také výborným zdrojem potravy pro rozkrm drobných larev ryb akceptujících nepohyblivou potravu, pro které jsou nauplia jako potrava příliš veliká (Adámková, 1999).

Vylíhlá nauplia lze také mrazit pro pozdější využití, avšak tento způsob je jeden z těch méně efektivních, neboť při zmrznutí dochází k poškození jejich buněk, a tím i k následnému vylití buněčných tekutin. Další méně využívanou možností uchování nauplií je jejich sušení s následným lisováním do vloček nebo jejich konzervace do plechovek (Naessens a kol., 1995).

2.8 Rozkrmování jeseterů a veslonose amerického v umělých podmínkách

*2.8.1 **Rozkrm pomocí artémie s přechodem na suché krmivo***

Hned na úvod je potřeba říci, že veslonosi jsou schopni přijímat podstatně větší potravu než jeseteři. Hned po vykulení mohou larvy veslonosů přijímat potravu 200, ale až 500 μm. Proto vhodným krmivem pro počáteční rozkrmování je artémie, která je prostá jakýchkoli chorob. Avšak příjem nauplií velkých do 250 μm mají larvy veslonosů poněkud obtížnější, neboť takto malá sousta jsou schopni přijímat jen částí svého aparátu. Značné množství nauplií se tedy vrátí přes žábra zpět do vody (Sanderson a kol., 2016). Nevýhodou při použití nauplií artémie je také její dočasná pohyblivost ve sladké vodě. Ta zřídka kdy trvá déle jak 60 minut, proto je důležité tuto živou potravu podávat larvám veslonosů v pravidelných intervalech, nelépe každé 2 hodiny (Merchie, 1996).

Po 2-4 týdnech v závislosti na druhu rybích larev lze pomocí co-feedingu přejít na suché granulované směsi. To může u některých druhů trvat až 14 dní. Podstatou co-feedingu je pozvolný přechod z živého zdroje potravy na umělý. Tudíž ze začátku procentuelně převládá množství artémie (75 %) nad startérem (25 %), poté se zhruba v polovině co-feedingu množství živé a umělé stravy srovnává na rovných 50 %. Na konci co-feedingu by pak většina rybích larev měla být naučená na umělé startérové krmivo, tehdy se začíná jeho množství zvyšovat na 75 % a posléze už larvám podáváme pouze umělé krmivo (Gela a kol., 2012). U jeseterů velikost granulí volíme mezi 200-600 μm, pro veslonose lze využít až trojnásobně většího krmení. Rozdíly jsou nejen ve velikosti, ale také v typu granulí. Pro jesetery se využívá potápivých granulí oproti veslonosům, pro které jsou vhodnější plovoucí. Avšak nevylučuje se použití i pomalu potápivých granulí především v počáteční fázi odkrmu startérovým krmivem (Onders a kol., 2001).

*2.8.2 **Rozkrm živou artémií a nitěnkou s přechodem na suché krmné směsi***

Optimální náhradou za artémii může být také nadrobno nasekaná nitěnka obecná (*Tubifex tubifex*). Doba, kterou jeseteři potřebují k přechodu z artémie na nitěnku se liší v závislosti na druhu ryby, ale obvykle to bývá po dobu dvou až pěti dnů. Důležité je především dbát na dostačující nasekání nitěnky, aby nedošlo k následnému zadušení larev ryb. Zhruba po dvou týdnech krmení artémií v kombinaci s nitěnkou lze začít postupně přecházet na startérové krmivo. Přechod a následný odkrm je identický s přechodem z artémie na startérové krmivo. Na trhu je spousta druhů těchto krmiv, avšak důležité je hlavně dbát na obsah jednotlivých komponentů (proteiny 56-64 %, tuky 9-15 %, minerály a vitamíny A, C, D3, E) (Gela a kol., 2012).

*2.8.3 **Rozkrm bez artémie***

I tato metoda je možná, především u jesetera sibiřského a jesetera ruského. V pravidelných intervalech (většinou každé dvě hodiny) je larvám podávána směs nasekané nitěnky a startérového krmiva o velikosti 100-300 μm a 300-500 μm v poměru 1:2:2. Takto smíchanou potravou se krmí po dobu dvou až tří týdnů. Poté je potřeba pomalu zastoupení nitěnky snižovat a pozvolna přecházet ke krmení pouze startérovým krmivem, kterým lze krmit pomocí automatických krmítek (Gela a kol., 2012).

2.8.4 ***Rozkrm planktonem***

Asi nejméně ekonomicky náročnou metodou je rozkrm pomocí velikostně tříděného zooplanktonu. Avšak i tato metoda má svá úskalí. Hrozí zde poměrně veliké nebezpečí v podobě zavlečení parazitů, kteří mohou následně způsobit nadměrný úhyn larev jeseterů a veslonosů. Pozdější přechod na startérové krmivo je opět identický s přechodem z artémie (Gela a kol., 2012).

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Experimentální podmínky pokusu

Experimentální pokus odkrmování veslonose amerického (*Polyodon spathula*) naupliemi artémie probíhal na rybí líhni v Mydlovarech, odtud také pocházely generační ryby. Celý systém líhně je konstruován jako částečně recirkulační systém s biologickým filtrem a kořenovou čistírnou.

Samotný odkrm larev byl zahájen 26.5. 2017. Larvám byla předkládána jeden týden nauplia artémie a tři týdny startérové krmivo, čili pokus byl ukončen po čtyřech týdnech, a to 23.6. 2017. Během tohoto období se teplota vody pohybovala v průměru okolo 20 °C. Odchov larev probíhal ve žlabech značky Ewos (Obr. 2), přičemž do každého bylo napočítáno 1500 ks larev. Žlaby o objemu 170 litrů a neustálém průtoku 2,82 $l \times min^{-1}$ byly doplněny o přídavná vzduchování pro lepší okysličení vody.

Obr. 2: Odchovný systém se žlaby typu Ewos.

3.2 Odlov generačních ryb

Prvním důležitým krokem pokusu byl odlov generačního materiálu veslenose amerického z téměř dvou hektarového rybníka, který se nachází v hlídaném areálu sádek Hluboká nad Vltavou. Výlov byl proveden 26.4. 2017 v brzkých ranních hodinách. Ryby byly loveny už v dubnu, neboť u mlíčáků by neměla teplota dlouhodoběji přesáhnout 15 °C, aby nedošlo k předčasnému vypuštění spermatu do vody. Odlovené ryby byly

individuálně nošeny v plachetkách na mokrou plachtu na břeh, kde proběhlo roztřídění ryb podle pohlaví a stupně zralosti gonád. Rybám na břehu byla neustále prolévána žábra čerstvou vodou. Celkem bylo vyloveno 27 kusů generačních veslonosů, z čehož bylo 15 kusů jikernaček a 12 kusů mlíčáků.

3.3 Rozdělení generaček podle pohlaví a stupně zralosti pohlavních produktů

Ryby byly bezprostředně po výlovu rovněž individuálně určeny podle PIT čipu, který měli umístěný pod hřbetní ploutví. Všech 12 mlíčáků bylo dáno do předem připravené provizorní sádky a následně byli na konci výlovu odvezeni na líheň. U samic bylo důležité vybrat ty správné pro umělý výtěr. Nejprve tak bylo učiněno pouhým zrakem, neboť tři generační ryby měly zřetelně zvětšené břišní partie. Následně byla provedena biopsie gonád pomocí trokaru a bylo odebráno okolo dvanácti jiker z každé ryby. Vpich byl veden přibližně nad břišní ploutví pod úhlem 45°. Trokar a místo vpichu bylo po každém použití vydezinfikováno pomocí vysoce koncentrovaného alkoholu (trokar) a manganistanu draselného (místo vpichu) z důvodu vnesení infekce. Odebrané jikry byly následně umístěny do individuálně značených zkumavek typu Eppendorf o objemu 1,5 ml, ve kterých byl Sérův roztok, jehož složení je na 100 ml: 60 ml etanolu (96%), 30 ml formaldehydu (38%) a 10 ml ledové kyseliny octové (99%). Sérův roztok jikry zakonzervoval pro následné určení zralosti ovocytů pod binolupou.

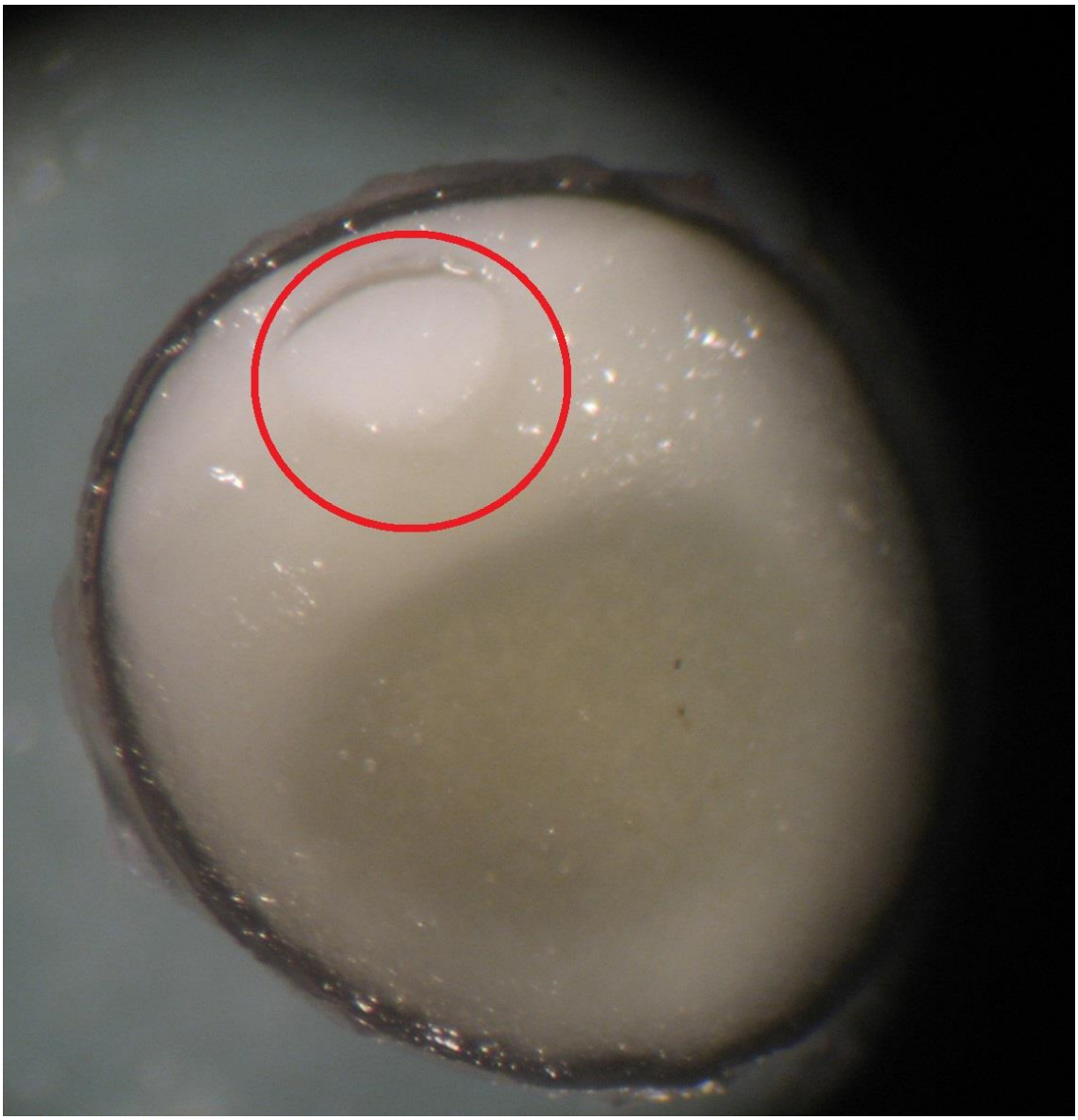
3.4 Převoz generačních ryb a jejich rozmístění do nádrží

Ryby, které byly určeny k umělému výtěru, bylo potřeba převézt na líheň do Mydlovar. K tomu byl využit nákladní automobil s bednami s vodou o objemu 2 m^3 a přídavným okysličením za pomocí kapalného kyslíku z tlakové láhve. Do každé bedny byly dány 3 až 4 ks veslonose. Na líhni byli poté pomocí plachetek individuálně přeneseni do nádrží. Všichni mlíčáci byli umístěni do jedné betonové nádrže o objemu 42 m^3 s teplotou vody pod 15 °C. Zde byl také umístěn aerátor pro lepší okysličení. Samice byly rozmístěny jednotlivě v kruhových gumotextilových nádržích o objemu vody 11 m^3. Zde se teplota vody pohybovala mezi 15 °C a 16 °C. Dostatečné kvalitě vody zde také napomáhal stálý průtok 6 $l \times min^{-1}$ a přídavná vzduchování pro zlepšení okysličení vody.

3.5 Kontrola zralosti ovocytů

U jiker ze Sérova roztoku, které byly od generačních ryb odebrány už při výlovu, byla provedena kontrola zralosti ovocytů. Tu lze určit až po nejméně 24 hodinách konzervace, lépe však po 48 hodinách. Dále po uplynutí této doby je nutné po vyjmutí ze

zkumavky jikry propláchnout pitnou vodou. Pro lepší viditelnost polohy jádra byla jikra v polovině podélně rozříznuta pomocí ostré žiletky. A následně byla pod binolupou při dvacetinásobném zvětšení určena poloha jádra (Obr. 3), díky které byl vypočítán klasifikační index, který se vypočítá jako vzdálenost jádra od kraje ku průměru celého ovocytu. Indexy nám vyšly 0,05 u všech třech ryb. Na základě toho bylo usouzeno, že všechny tři ryby byly vhodné pro výtěr, avšak v našem pokusu byla využita pouze jedna, ta největší.



Obr. 3: Znázornění polohy jádra pro výpočet klasifikačního indexu.

3.6 Příprava generačních ryb na výtěr

Pro dosažení správné teploty pro hormonální stimulaci a následné zralosti ovocytů pro výtěr bylo nezbytné zvýšit vybrané jikrnačce vážící 19,57 kg teplotu vody na cílových

18,5 °C. Teplota vody před plánovanou hormonální stimulací byla mezi 15 °C a 16 °C. Pro dosažení cílové teploty byla do nádrže přidána 2 topná tělesa o výkonu 1 kW, díky kterým bylo požadované teploty dosaženo během 56 hodin. Při této teplotě byla jikrnačka držena další čtyři dny. Mlíčáci byli nadále drženi v nádrži s vodou okolo 15 °C.

3.7 Hormonální stimulace a latence u jikrnaček

Při dostatečné teplotě 18 °C bylo možno přejít k hormonální stimulaci jikrnačky. K tomu byla využita injekce suspenze kapří hypofýzy a fyziologického roztoku do břišní dutiny ve dvou dávkách. V první bylo injikováno 0,5 $mg \times kg^{-1}$ živé hmotnosti veslonose. Po 12 hodinách následovala druhá dávka, která činila 4,5 $mg \times kg^{-1}$ živé hmotnosti. Ovulace zpravidla bývá po 42 hodinách od první dávky, avšak nebývá to pravidlem. Proto bylo důležité kontrolovat, zda se v bazénu nenachází samovolně ovulované jikry. Jikrnačka byla nakonec vhodná pro výtěr po dvaceti hodinách po druhé dávce hypofýzy.

3.8 Hormonální stimulace a latence u mlíčáků

Oproti jikrnačkám byla ke stimulaci mlíčáků použita jednorázová dávka suspenze kapří hypofýzy a fyziologického roztoku a to 4 $mg \times kg^{-1}$ živé hmotnosti veslonose. Injikace byla provedena do svaloviny. Celkem bylo nainjikováno devět mlíčáků, kteří byli přemístěni pomocí plachetek z betonové nádrže do kruhových bazénů po dvou kusech na jeden bazén. Průměrná váha mlíčáků se pohybovala okolo 11 kg. Obecně k spermiaci dochází po 36 hodinách. Zde ke spermiaci došlo pouze u dvou mlíčáků z injikovaných kusů. U prvního již po 24 hodinách a u druhého po 30 hodinách.

3.9 Umělý výtěr mlíčáků

Jako první byli vytíráni mlíčáci, ti byli individuálně odchyceni a byla u nich zjištěna lehkým zmáčknutím břišní partie produkce spermií. V případě spermiace byl veslonos uchopen a položen na zem na předem připravený velký a vlhký molitan. Dále byl osušen pohlavní otvor a poté bylo pomocí kanyly odebráno sperma. Kanyla byla zvolena o průměru 7 mm s lehkým zastřižením do špičky pro lepší vstup. Sperma bylo odebráno do suchého kontejneru na buněčné kultury o objemu 100 ml. Ten byl vždy naplněn zhruba do jedné třetiny. Kontejnery byly poté uchovány v chladničce, kde byly přechovávány necelé tři hodiny do doby oplozování jiker.

3.10 Umělý výtěr jikernaček

Ovulující jikrnačka byla uchopena za veslo, přičemž druhým kolegou musela být ucpávána prstem papila, aby samovolně ovulované jikry nešly ven nekontrolovaně a

zároveň musela být ryba držena za ocas. Následně poté, co se jikrnačka uklidnila, byla odnesena na výtěrový stůl. Zde jí byla osušena celá břišní partie, hlavně tedy papila a řitní ploutev, aby nedošlo k předčasné aktivaci jiker vodou. Důležité bylo držet vytíranou rybu pevně zafixovanou, aby nedošlo k jejímu poranění. Poté, co byla potřebná místa osušena, byl zahájen samotný výtěr. Nejprve byl proveden mikrochirurgický řez vejcovodu v místě před vyústěním pohlavního otvoru pro zprůchodnění cesty pro jikry. Ty byly následně vytřeny pomocí masáže břišních partií. Důležité bylo pak opakovaně rybu dotřít, aby nedošlo k případnému rozkladu zbylých jiker v těle jikernačky a jejímu následnému úhynu.

Jikry spolu s viskózní ovariální tekutinou byly vytřeny do předem zvážených suchých misek. Pro krátkodobé přechování byla přes misku s jikrami přehozena vlhká utěrka. Z jikernačky bylo vytřeno celkem 2500 g jiker, což představovalo 12,8 % z celkové živé hmotnosti.

3.11 Oplození, aktivace a odlepkování

Na celkové množství jiker bylo použito celkem 60 ml heterospermatu. Toto množství bylo rozředěno v osmi litrech vody z líhně, která měla přes 16 °C. Směs spermatu s vodou byla ihned opatrně smísena s vytřenými jikrami. Zhruba po třech minutách byla přidána suspenze jílu a stále promíchávána směs jiker a spermií. Po dalších dvou minutách byla slita přebytečná tekutina a byla přidána čistá voda z líhně, do které byla opět přidána suspenze jílu, kterou byly oplozené jikry pomalu odlepkovány. Po šedesáti minutách odlepkovávání byl opět opakovaně sléván přebytečný jíl a proplachovány oplozené jikry čistou vodou z líhně. Poté co byly jikry zbaveny nečistot, a neobsahovaly žádné částečky jílu, byly vysazeny na inkubační aparáty. V našem případě na zugské lahve. Na každou láhev byl nasazen zhruba litr jiker.

3.12 Inkubace jiker a kulení plůdku

Inkubace jiker probíhala při průměrné teplotě 16,5 °C v zugských láhvích (Obr. 4). Samozřejmostí byla také stálá prevence proti plísním, proto bylo potřeba jikry dezinfikovat v roztoku jodisolu. Další prevencí a zábranou rozvoji plísní bylo neustálé odstraňování zaplísněných jiker, obalů a jiných nečistot. Zhruba po 70 denních stupních byla vidět oplozenost jiker, která byla okolo 96 %. Následně se asi po 110 až po 115 denních stupních začaly jikry kulit. To trvalo téměř 48 hodin. Při tom vykulené larvy bez

problému samy přeplavávaly pomocí límců na láhvích do připravených kolíbek, ze kterých byly po 5 dnech napočítány na připravené žlaby typu Ewos.

Obr. 4: Inkubace jiker v zugských láhvích.

3.13 Rozdělení larev do skupin

Po úhynu slabých a života neschopných jedinců bylo započato opatrné vysazovaní larev veslonosů z kolíbek do žlabů. Do každého bylo napočítáno 1500 ks. Žlabů bylo 6, přičemž byly rozděleny do dvou skupin po třech. K odchytu larev bylo důležité používat pouze misky a ne síťky, neboť larvy veslonosů a jeseterů jsou velice citlivé na stres a na různá mechanická poškození.

3.14 Odkrm larev naupliemi žábronožky solné

Připravenou artémií bylo krmeno až poté, co byli zřetelně viditelné zátky ze střev larev veslonosů. To bylo devátý den po vykulení. Živá potrava byla larvám podávána každé dvě hodiny od 6:00 do 22:00. Vždy bylo odměřeno 500 ml zkoncentrované a zchlazené artémie z lázně o teplotě vody 10 °C, která byla rozředěna ve dvou litrech vody z líhně, aby došlo ke sražení teploty. Toto množství připadalo na každý žlab, neboť bylo krmeno ad libitum. Z šesti žlabů byly tři krmeny klasickou odinkubovanou artémií a naproti tomu do zbylých třech žlabů byla vkládána artémie obohacená. Kvůli přijatelné

aktivitě larev veslonosů bylo potřeba držet na líhni světlo po celou dobu, kdy larvám byla podávána potrava.

3.15 Příprava artémie (inkubace a obohacování)

Jednou z podmínek odkrmu bylo každodenní připravování nové artémie na inkubaci a obohacení. Nejprve byla použita artémie ve velikosti 240 µm a po dvou dnech došlo k přechodu na velikost 280 µm, kterou bylo krmeno až do konce podávání artémie larvám veslonse. Inkubace a rovněž i obohacování artémie probíhalo v láhvích o objemu 35 litrů (Obr. 5). Sem byly každý den vkládány nové cysty artémií na inkubaci, a to v množství 3 $g \times l^{-1}$. Vzhledem k adaptaci nauplií artémie k životu ve slané vodě probíhala její inkubace ve vodě o koncentraci soli 30 $g \times l^{-1}$. Dalším nezbytným krokem byla teplota vody, která se musela pohybovat v rozmezí 27 °C až 28 °C jak pro inkubaci, tak i pro obohacování. Proto byla použita akvarijní topítka o výkonu 120 wattů. Nedílnou součástí bylo také neustálé vzduchování. Celá inkubace trvala 24 hodin, poté mohlo teprve dojít k samotnému obohacování artémie. Odinkubovaná artémie byla nejprve vyčištěna od přebytečných slupek a poté scezena a rozředěna do devíti litrů vody, z čehož polovina zkoncentrované artémie byla odebrána a zředěna na 13,5 litrů (9 krmných dávek na 3 žlaby na den) a vložena do chladící nádrže na 10 °C. Druhá polovina byla zředěna na 20 litrů do inkubační nádrže, kam bylo přidáno 0,75 $g \times l^{-1}$ obohacujícího přípravku Red pepper s následujícím složením (Tab. 1).

živiny	**množství**	**živiny**	**množství**
vlhkost (%)	68	vitamin A (IU/kg)	50
bílkoviny (%)	6,5	vitamin C (ppm)	11,5
tuky (%)	14	vitamin D3 (IU/kg)	10
popel (%)	3	vitamin E (ppm)	1,5
vláknina (%)	1,7	n-3 HUFA (mg/g)	65
vápník (%)	0,2	DHA (mg/g)	55
sodík (%)	0,5	EPA (mg/g)	5
fosfor (%)	0,2	ARA (mg/g)	1,5
		celková energie (kJ/g)	6,71
		stravitelná energie (kJ/g)	6,17

Tab. 1: Složení obohacujícího přípravku Red pepper.

Obr. 5: Obohacování čisté artémie (vlevo) a inkubace nové artémie (vpravo).

Po 12 hodinách bylo opět přidáno stejné množství obohacujícího přípravku. Celkem po 24 hodinách byla artémie obohacená a vhodná k použití. Před samotným zkrmením byla obohacená artémie scezena přes planktonku a propláchnuta čistou vodou z líhně od přebytečného přípravku, který by sám o sobě mohl být rybám toxický. Tato artémie byla dále zředěna na 13,5 litrů (9 krmných dávek na 3 žlaby na den) a dána opět na zchlazení. Následně bylo nutné dát inkubovat další artémii.

3.16 Přechod na suché startérové krmivo (co-feeding)

Po týdnu krmení larev veslonose artémií se začalo pomalu přecházet na krmení startérovou směsí pro jesetery. Nejprve bylo podáváno stejné množství artémie i

startérového krmiva. Avšak každým dnem co-feedingu, který trval 5 dní, byla dávka artémie snižována a bylo více krmeno startérovým krmivem. To bylo zvoleno ve velikosti 350 a 500 μm, kvůli variabilitě velikosti larev. Po 5 dnech co-feedingu bylo krmeno pouze startérovým krmivem, které bylo larvám podáváno až do konce pokusu.

3.17 Údržba a zoohygiena žlabů

Nedílnou součástí odchovu larev veslonosů bylo neustálé čištění žlabů a zároveň odtokových mřížek. Žlaby byly čištěny dvakrát denně a to v 8:00 ráno a okolo 18:00 odpoledne. Rovněž byli každý den napočítáváni uhynulí jedinci v každém žlabu pro zaznamenání průběhu úmrtnosti v jednotlivých žlabech. Dále bylo dvakrát do týdne provedeno úplné odkalení, aby se vyměnil celý objem vody. Pro zlepšení hygienických podmínek byla do každého žlabu přidávána preventivně sůl (100 $g \times den^{-1}$). Aby nebyly vneseny jakékoliv choroboplodné zárodky do systému žlabů, bylo dezinfikováno veškeré náčiní, se kterým se ve žlabech manipulovalo v savu naředěném vodou.

3.18 Kontrola hmotnostního a délkového růstu larev

Pro zaznamenání průběhu délkového a hmotnostního růstu bylo potřeba každý týden odebrat 10 ks larev z každého žlabu, které byly následně v pytlích pod kyslíkovou atmosférou převezeny do laboratoře na Husově třídě. Zde byly larvy zabity prudkým zchlazením pomocí ledu. Nejprve byly larvy nafoceny s určitým měřítkem, aby bylo později možné určit jejich délku. Poté byly larvy individuálně váženy na analytických vahách a byla zapisována jejich hmotnost v miligramech. Následně po zaznamenání všech potřebných dat byly larvy zmraženy na teplotu -80 °C pro pozdější analýzu mastných kyselin.

3.19 Analýza mastných kyselin

Po rozmrazení vzorků larev ve vlažné vodě byl použit na každý dílčí vzorek přibližně 1 g larev veslonose amerického. Následně byly jednotlivé vzorky třikrát homogenizovány po dobu 30 sekund v 10 ml směsi hexanu a isopropanolu (3:2) za použití Ultra Turrax (T25, Janke a Kunkel, IKA Werke, Německo) a 6,5 ml Na_2SO_4 (0,47 M). Výsledný homogenát se nechal následně odstát po dobu 20 minut a při 4 °C, tím byla oddělena vrchní tuková vrstva ve všech vzorcích. Ta poté byla přepipetována do jiných zkumavek, které byly předem zváženy. Pomocí N_2 byla odpařena přebytečná tekutina a tím mohlo být stanoveno celkové množství lipidů (rozdíl hmotnosti zkumavky bez lipidů a s lipidy).

Po zvážení byly lipidy opět rozpuštěny v 1 ml hexanu a zmrazeny opět na -80 °C pro další analýzu.

Díky methylaci komplexem fluoridu boritého a methanolu (BF3) byly získány pouze mastné kyseliny z celkových lipidů. Ke každému vzorku byly přidány 2 ml 0,01M NaOH v suchém metanolu a následně byly zahřáty na 60 °C na dobu 10 min. Dále byly ke každému vzorku přidány 3 ml činidla BF3 a znovu byly zahřáty na 60 °C na dobu 10 min. Poté byly zkumavky se vzorky vloženy do lázně s ledem a byly přidány 2 ml 3,42M roztoku chloridu sodného. FA methylestery (FAME) byly poté extrahovány pomocí 2 ml hexanu, oddělená horní vrstva byla následně přepipetována do nových zkumavek, ze kterých byla opět odpařena přebytečná tekutinu pomocí dusíku. Vysušené mastné kyseliny byly poté rozpuštěny v 0,5 ml hexanu a uloženy do mrazícího boxu na -80 °C pro pozdější analýzy plynovou chromatografií.

FAME byly analyzovány pomocí plynového chromatografu (Trace Ultra FID, Thermo Scientific) vybaveného plamenovým ionizačním detektorem a PVT injektorem s použitím kolony BPX 70 (SGE, Austin, Texas) s délkou 50 m, o vnitřním průměru 0,22 mm a tloušťkou filmu 0,25 μm. Plynový chromatograf byl naprogramován s konstantním průtokem plynu 1,2 $ml \times min^{-1}$ a počáteční teplotou 70 °C po dobu 0,5 min s následným zvýšením o 30 $°C \times min^{-1}$ až na 150 °C. V druhé fázi se teplota zvýšila o 2 $°C \times min^{-1}$ až na konečných 220 °C, při kterých byl vzorek analyzován ještě 11 min. Teploty injektoru a detektoru byly naprogramovány na 150 °C a 250 °C. Píky byly poté identifikovány porovnáním jejich retenčních časů se standardními směsmi GLC-68D (Nu-Chek Prep, Elysian, USA) a dalšími autentickými standardy (Nu-Chek Prep, Elysian, USA, Larodan, Švédsko).

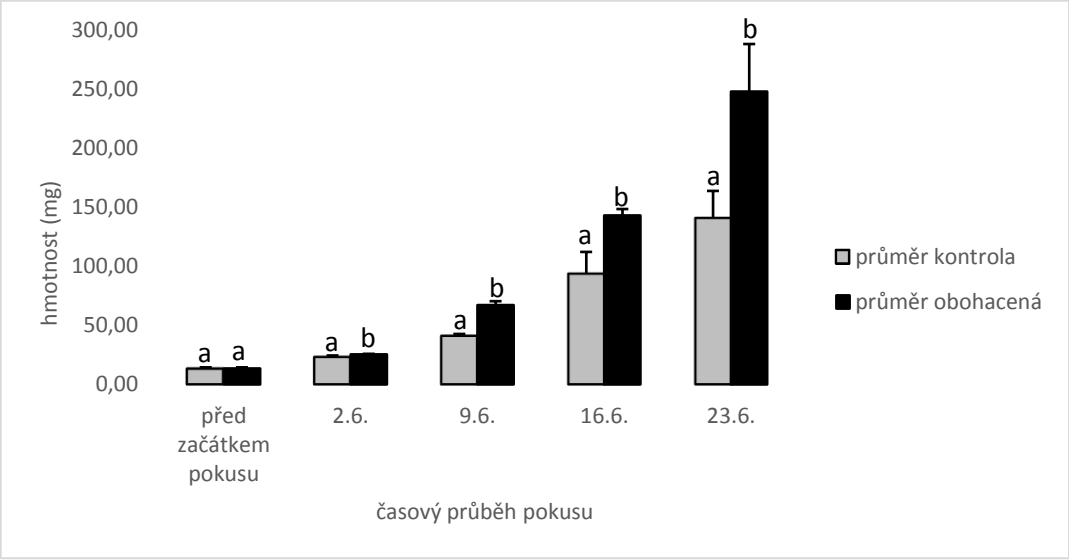
3.20 Zpracování dat

Data, která byla získána v průběhu pokusu, byla nakonec zpracována do jednotlivých tabulek v Microsoft Office Excel 2016, kde z nich byly také vytvořeny jednotlivé grafy se směrodatnými odchylkami. Dále bylo použito vyhodnocení pomocí programu Statistica 13 (StatSoft ČR), s využitím jednocestné ANOVY. Data byla vyhodnocena na hladině významnosti 0,05 s použitím Tuckeyho HSD testu.

4 VÝSLEDKY

4.1 Hmotnostní růst

Hmotnostní růst obou skupin byl v průběhu pokusu zaznamenán každý týden. Na grafu 1 lze vidět statisticky rozdílná data již od prvního vážení larev z pokusu. Hmotnost larev před začátkem pokusu byla v průměru 13,62 ± 0,84 mg. Při prvním vážení byla zaznamenána statisticky vyšší hmotnost skupiny, které byla předkládána obohacená artémie (25,42 mg) se směrodatnou odchylkou ± 0,50. Kdežto u kontrolní skupiny, které byla předkládána artémie neobohacená, jsme v průměru naváželi 23,35 mg se směrodatnou odchylkou ± 1,18. Další týden byl mezi oběma skupinami opět zaznamenán statisticky významný rozdíl. Průměrné navážené hodnoty u skupiny obohacené dosahovaly 67,08 ± 3,40 mg, kdežto u skupiny kontrolní bylo v průměru naváženo 41,19 ± 1,54 mg. Při předposledním vážení larev jsme opět naválili statisticky významné hodnoty mezi oběma skupinami. U skupiny obohacené byla navážena průměrná hodnota 143,09 ± 5,40 mg, naproti tomu u skupiny kontrolní byla navážena podstatně nižší průměrná hmotnost (93,62 ± 18,57 mg). Rovněž i na konci pokusu byl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Konečná průměrná hmotnost u skupiny obohacené byla 247,80 ± 40,36 mg, kdežto u skupiny kontrolní to bylo pouhých 140,76 ± 23,06 mg.

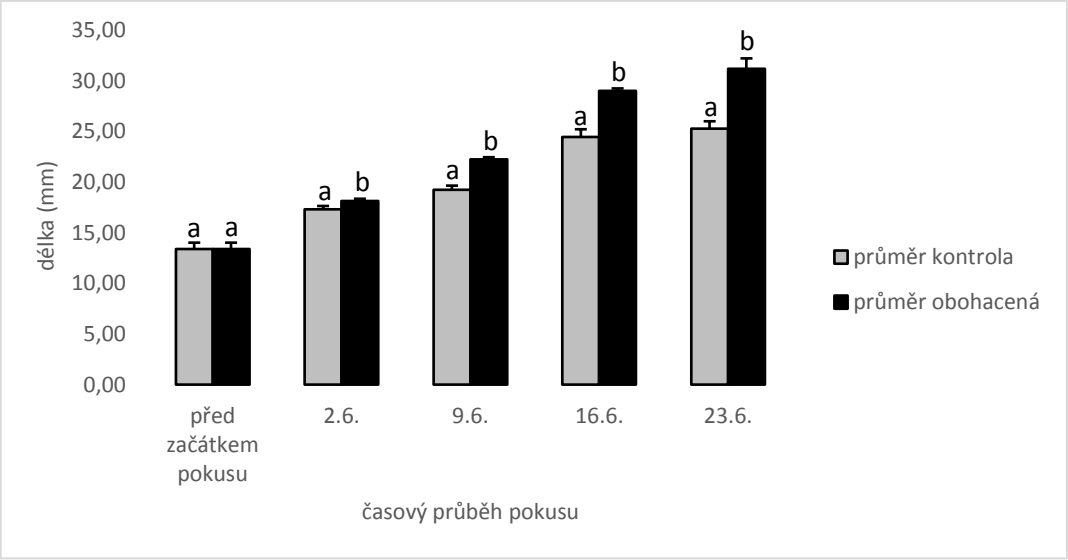


Graf 1: Přehled hmotnostních rozdílů obou skupin (v mg) v průběhu celého pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).

4.2 Délkový růst

Délka stejně jako hmotnost byla zaznamenávána každý týden pokusu. Na grafu 2 lze vidět statisticky rozdílná data obou skupin již od prvního měření larev. Počáteční délka

larev před začátkem pokusu byla v průměru 13,40 ± 0,62 mm. Po prvním týdnu jsme hned naměřili statisticky rozdílné hodnoty mezi oběma skupinami (skupina obohacená 18,14 ± 0,21 mm; skupina kontrolní 17,31 ± 0,33 mm). Obdobně tomu bylo i v následujících třech měřeních. Ve druhém měření byl statistický rozdíl už o něco znatelnější. Naměřili jsme u obohacené skupiny průměrnou délku 22,24 ± 0,21 mm, kdežto u kontrolní skupiny jen 19,25 ± 0,40 mm. V předposledním měření průměrné hodnoty obou skupin byly rovněž statisticky rozdílné (skupina obohacená 29,01 ± 0,23 mm; skupina kontrolní 24,47 ± 0,75 mm). Na konci pokusu jsme se dopracovali opět ke statisticky rozdílným délkám mezi oběma skupinami. Průměrná délka skupiny obohacené byla 31,19 ± 1,03 mm, kdežto u skupiny kontrolní jsme v průměru naměřili pouze 25,27 ± 0,73 mm.

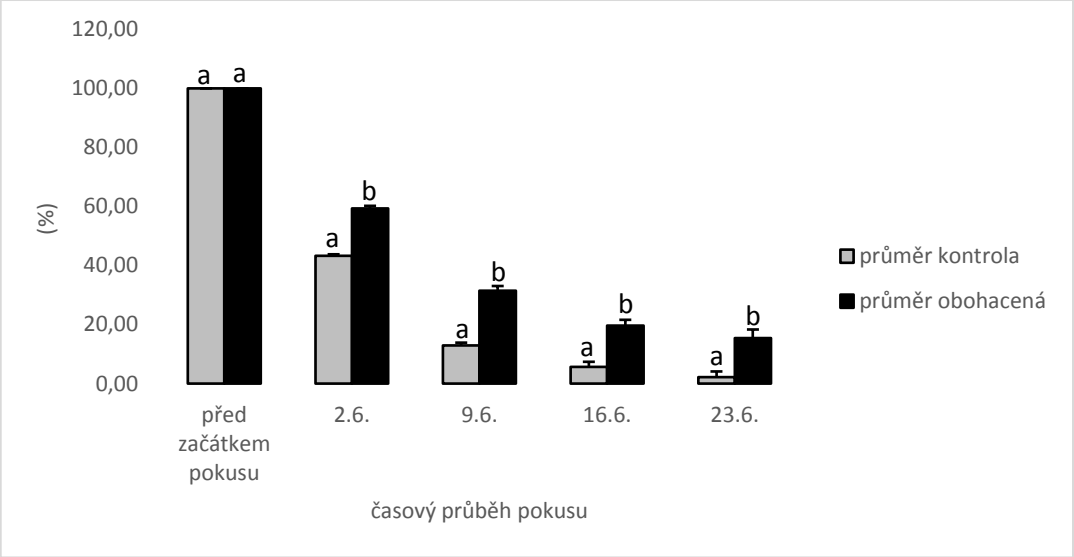


Graf 2: Přehled rozdílů délek (v mm) obou skupin v průběhu celého pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).

4.3 Statistické vyhodnocení přežití larev veslonose

Suma uhynulých jedinců se zaznamenávala za každý týden pokusu. Na grafu 3 lze vidět, že po prvním týdnu procentuální přežití z původních 1500 ks rapidně kleslo, což bylo způsobeno kožovcem rybím (*Ichthyophthirius multifiliis*), který byl u larev ve všech žlabech zjištěn už pátý den pokusu. Pro jeho potlačení byla po následující dny aplikována NaCl v koncentraci 5 $g \times l^{-1}$ a 0,2 ml kyseliny peroctové$\times l^{-1}$. Ve skupině obohacené to v průměru bylo na 59,30 ± 0,92 % z původního počtu, naproti tomu v kontrolní skupině kleslo přežití na průměrnou hodnotu 43,30 ± 0,50 %. I v dalších týdnech pokusu došlo k velkému poklesu přeživších jedinců. Při druhém sčítání jsme se dostali na přežití

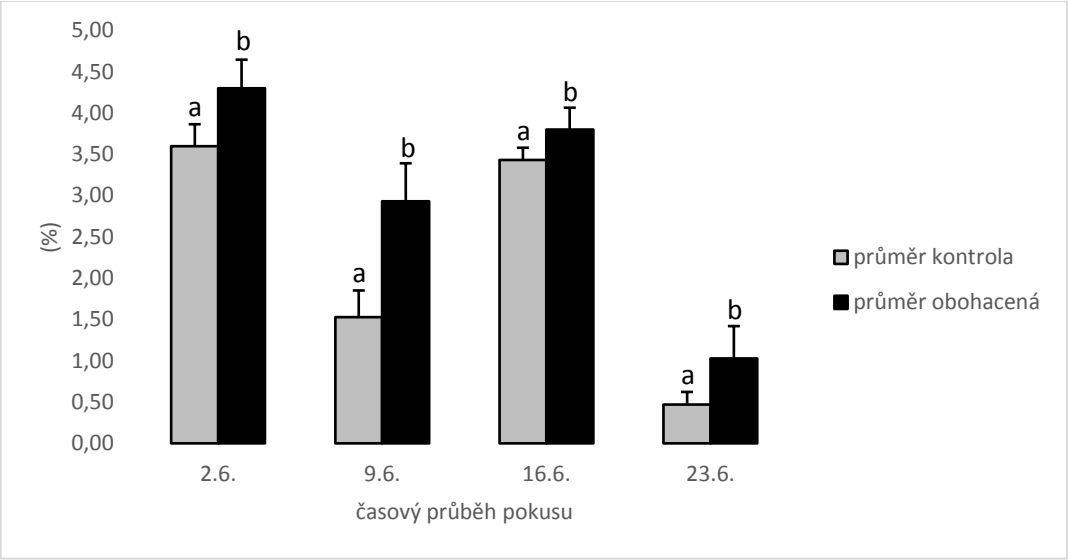
pouhých 31,50 ± 1,56 % ve skupině obohacené a 12,93 ± 0,95 % ve skupině kontrolní. V předposledním součtu bylo přežití v obou skupinách opět statisticky rozdílné, stejně jako v předešlých týdnech. U skupiny obohacené to bylo 19,63 ± 1,98 %, zatímco u skupiny kontrolní pouhých 5,70 ± 1,68 %. I v posledním týdnu pokusu došlo k značnému poklesu přežití larev. Byl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami. Průměrné konečné přežití ve skupině obohacené činilo 15,43 ± 2,90 % a ve skupině kontrolní 2,20 ± 1,92 %.



Graf 3: Statistické vyhodnocení průměrného přežití larev (v %) obou skupin z počátečních 1500 ks. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).

4.4 SGR (specifická rychlost růstu)

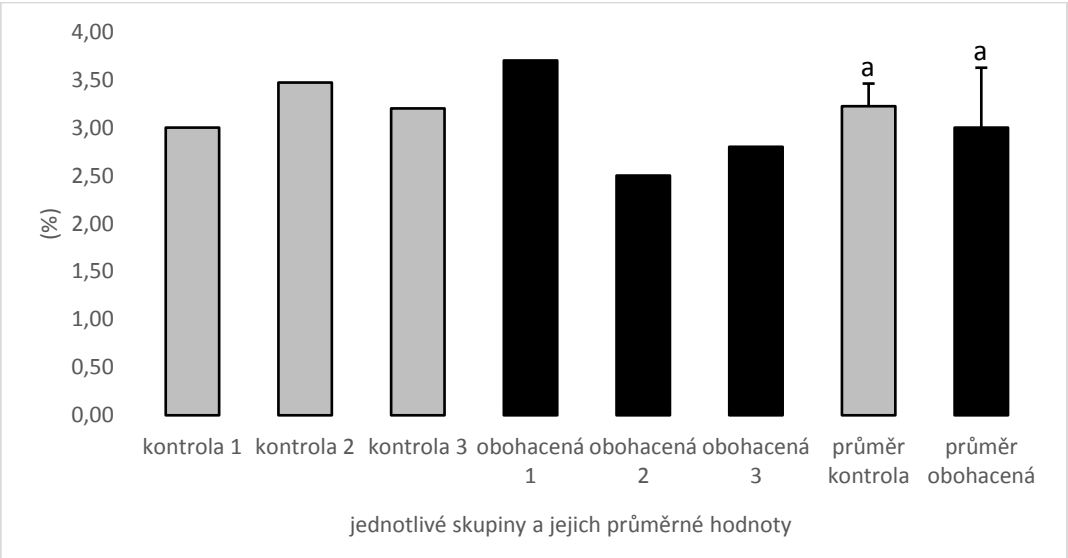
Dalším sledovaným parametrem bylo SGR, které bylo zaznamenáváno za každý týden pokusu. Průběh SGR za jednotlivá období lze vidět na grafu 4. Po prvním týdnu lze vidět statistický rozdíl mezi průměry obou skupin. U skupiny obohacené bylo zaznamenáno průměrné SGR 4,30 ± 0,35 %, naproti tomu u skupiny kontrolní to bylo pouze 3,60 ± 0,26 %. Ve druhém týdnu pokusu byla míra SGR nižší u obou skupin, avšak mezi oběma skupinami byl opět zjištěn statistický rozdíl ve prospěch skupiny obohacené (skupina obohacená 2,93 ± 0,46 %; skupina kontrolní 1,53 ± 0,32 %). I ve třetím týdnu dominovalo SGR skupiny obohacené (3,80 ± 0,26 %), kdežto u skupiny kontrolní míra SGR byla 3,43 ± 0,15 %. V posledním týdnu pokusu míra průměrného SGR klesla u obou skupin, ale opět dominovala skupina obohacená, která dosahovala hodnoty průměrného SGR 1,03 ± 0,51 %. Naproti tomu skupina kontrolní dosáhla pouze 0,47 ± 0,15 %.



Graf 4: Přehled průměrných hodnot SGR (specifická rychlost růstu) jednotlivých skupin v průběhu pokusu v %. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).

4.5 Kanibalismus larev

U jednotlivých skupin byl zkoumán také kanibalismus, který byl zjištěn díky přežití a počtu uhynulých jedinců na konci pokusu z původních 1500 ks. Na grafu 5 si můžeme všimnout kolik jedinců v každé skupině bylo sežráno kanibalistickými jedinci, kontrola 1 (3 %, 45 ks), kontrola 2 (3,47 %, 52 ks), kontrola 3 (3,20 %, 48 ks), obohacená 1 (3,70 %, 55 ks), obohacená 2 (2,50 %, 38 ks), obohacená 3 (2,80 %, 42 ks). Následně z vytvořených průměrů (kontrola 3, 22 %, obohacená 3 %) obou skupin není patrný žádný statisticky významný rozdíl.

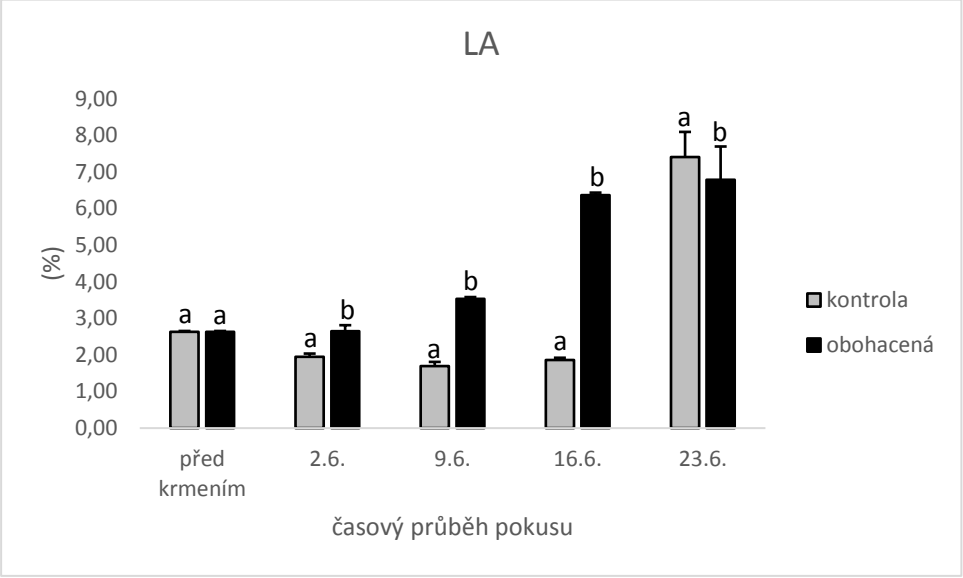


Graf 5: Přehled kanibalismus na konci pokusu z celkového počtu jedinců (v %) v každé skupině a průměrné hodnoty kanibalismu za celé skupiny (kontrolní a obohacená).

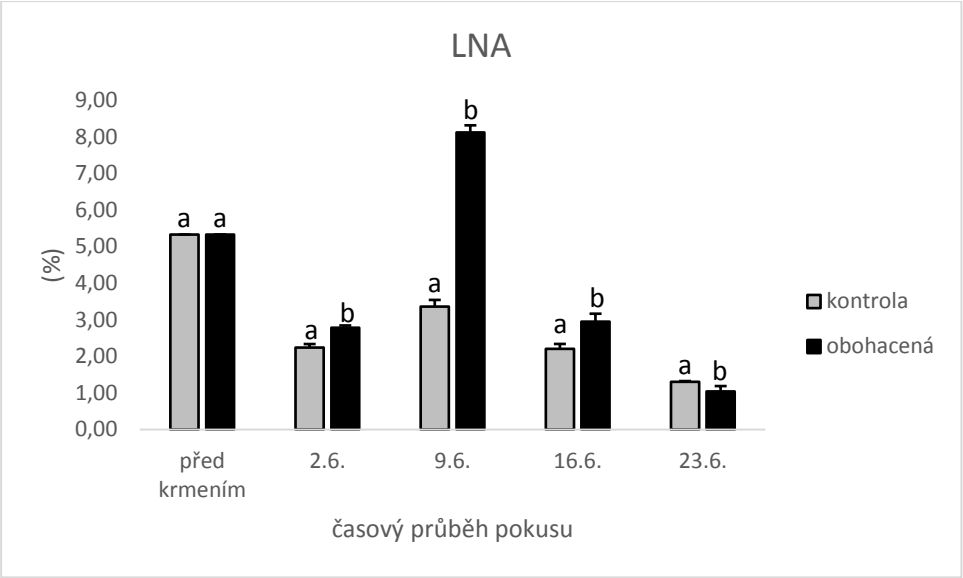
4.6 Zastoupení jednotlivých nenasycených mastných kyselin v tělech larev

Po skončení pokusu jsme se dále věnovali analýze mastných kyselin. Zabývali jsme se především několika nejdůležitějšími kyselinami, jejichž průměrné procentuální zastoupení v průběhu pokusu je zaznamenáno na grafech 6-13. Zde jsou také znázorněny statistické rozdíly každé kyseliny mezi oběma skupinami (kontrolní, obohacená). Na grafech 6 (LA), 7 (LNA) a 11 (DHA) si lze všimnou značných statistických rozdílů především v obdobích 2.6., 9.6. a 16.6. Larvy veslonosů ze skupiny obohacené obsahují statisticky více výše zmíněných mastných kyselin. Kdežto u kyselin ARA (graf 8), EPA (graf 9) a DPA (graf 10) je to mu přesně naopak. Ve stejných obdobích jako předešlé mastné kyseliny (vyjma DPA 2.6.) mají tyto tři statisticky více zastoupeny larvy ze skupiny kontrolní.

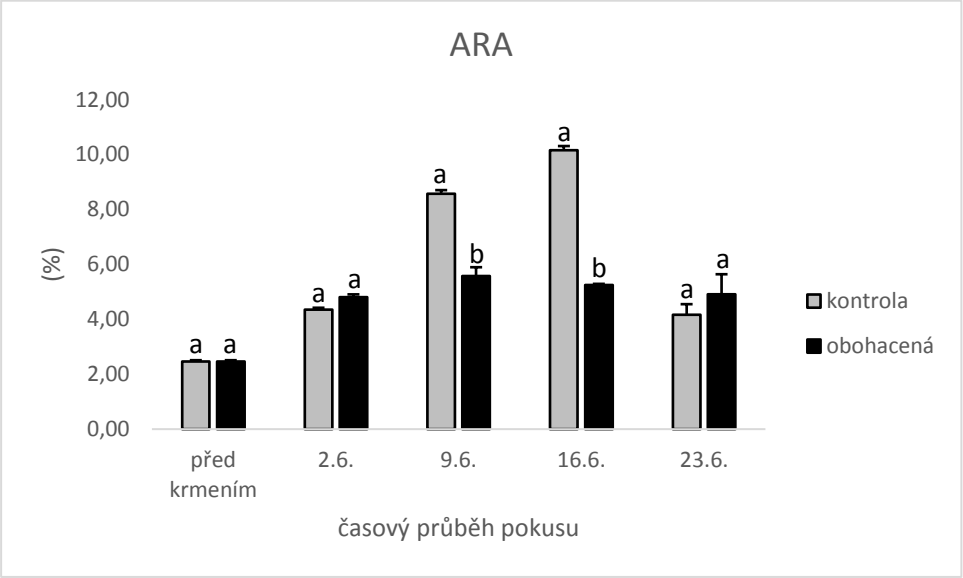
Když se podíváme na grafy 12 a 13, na kterých lze vidět celkové průměrné procentuální zastoupení n-3 a n-6 mastných kyselin, je zřejmé, že vzniklé statistické rozdíly nejsou nijak značné. I přesto si lze všimnout statisticky většího zastoupení n-3 u skupiny obohacené a n-6 u skupiny kontrolní.



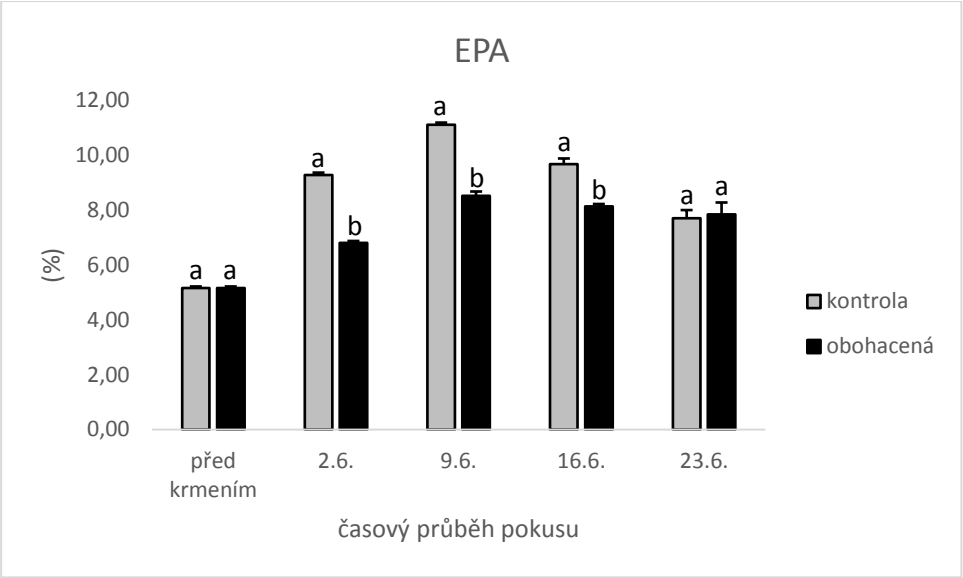
Graf 6: Procentuální zastoupení kyseliny linolové (C18:2n-6, LA) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).



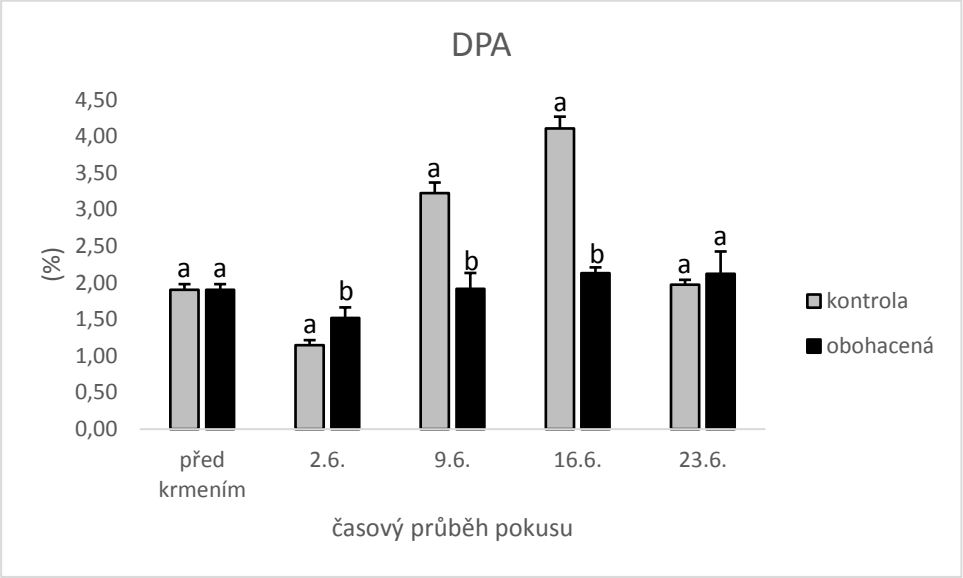
Graf 7: Procentuální zastoupení kyseliny a-linolenové (C18:3n-3, LNA) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).



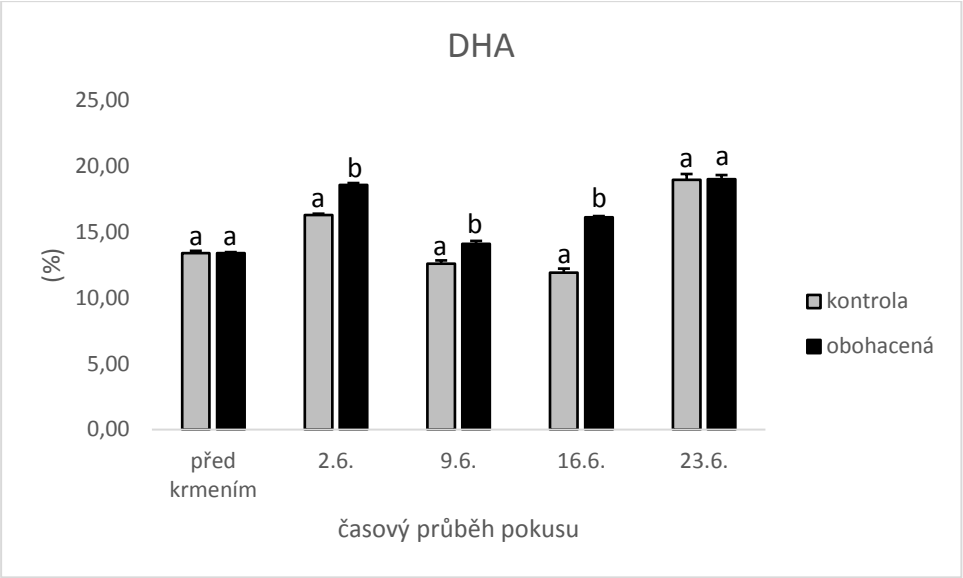
Graf 8: Procentuální zastoupení kyseliny arachidonové (C20:4n-6, ARA) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).



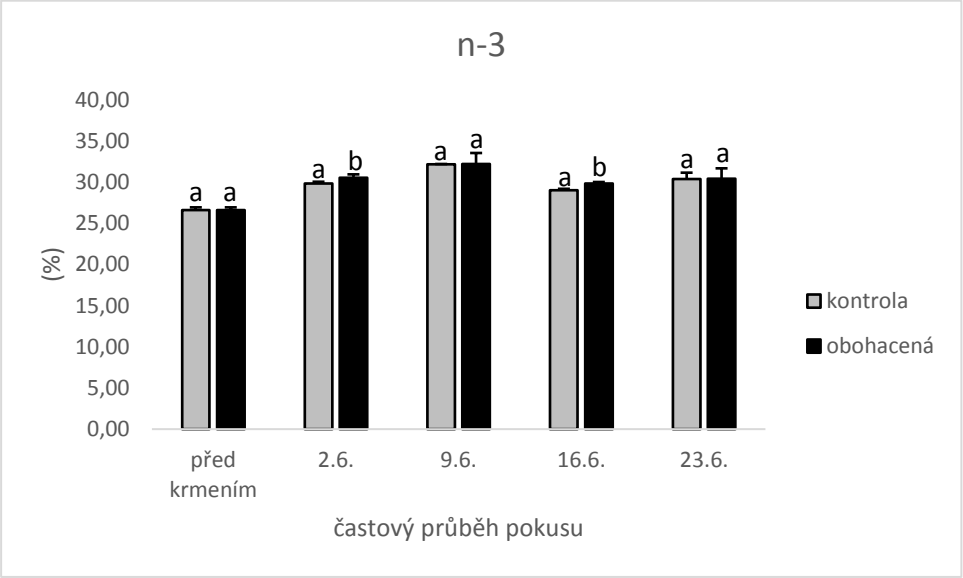
Graf 9: Procentuální zastoupení kyseliny eikosapentaenové (C20:5n-3, EPA) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).



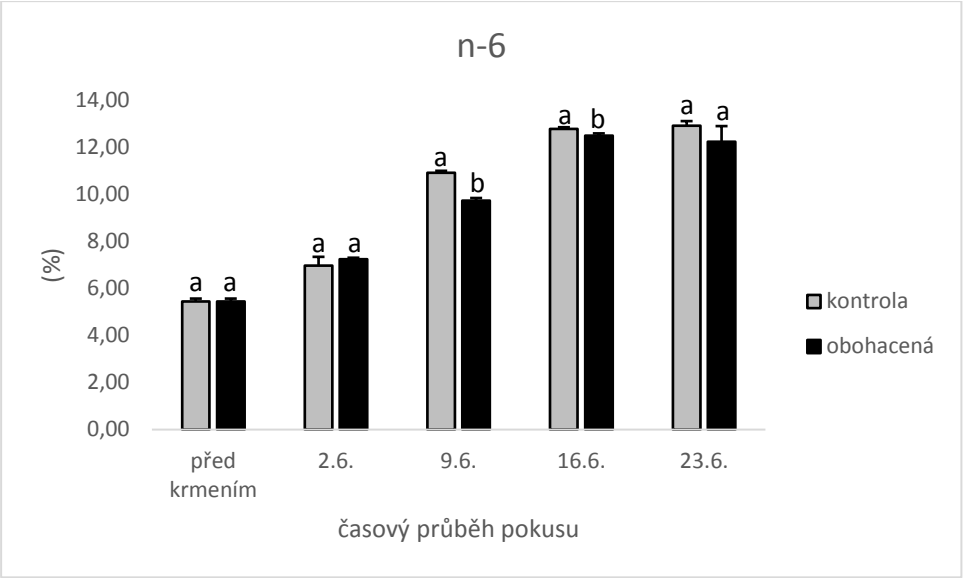
Graf 10: Procentuální zastoupení kyseliny dokosapentaenové (C22:5n-3, DPA) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).



Graf 11: Procentuální zastoupení kyseliny dokosahexaenové (C22:6n- 3, DHA) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).



Graf 12: Procentuální zastoupení celkových omega-3 nenasycených mastných kyselin (n-3) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).



Graf 13: Procentuální zastoupení celkových omega-6 nenasycených mastných kyselin (n-6) v průběhu pokusu. Statisticky odlišné kategorie (a, b); P<0,05 (ANOVA, Tuckeyho HSD test).

5 DISKUZE

Efektem obohacování artémie či jiné živé potravy na růst rybích larev se zabývala již spousta studií. Existuje mnoho složek vhodných pro obohacování, včetně vitamínů a nenasycených mastných kyselin, které podporují imunitní systém ryb a vodních živočichů. U některých druhů ryb byla prokázána i větší odolnost proti stresu se zvýšeným množství mastných kyselin nebo vitamínů v krmivu (Abedian Kenari a kol., 2007). Toto tvrzení potvrzují Starý a kol. (2016), kteří provedli obohacení nauplií artémie přípravkem Spresso, který obsahoval zvýšené množství vitamínů A, C, E D3 a n-3 hufa (především DHA). Výsledky této studie potvrdily statisticky vyšší růst skupiny, která byla krmena obohacenou artémií o tento přípravek. Stejné tvrzení také dokazuje studie, ve které se Azad a kol. (2007) zabývali vlivem obohacení krmiva (především o vitamíny C a E) na přežití a růst chanose stříbřitého (*Chanos chanos*). O dva roky dříve provedli podobnou studii Zhou a kol. (2005), kteří také potvrdili vyšší odolnost kožnatky čínské (*Pelodiscus sinensis*) při krmení obohaceným krmivem o vitamín C. Na základě těchto studií lze pak tvrdit, že obohacování o vitamíny a HUFA nemusí mít pozitivní vliv jen na ryby, ale i na ostatní vodní živočichy. Vyšší přežití bylo také sledováno u arapaimy velké (*Arapaima gigas*), které bylo podáváno krmivo obohacené o vitamíny C a E (de Menezes a kol., 2006). Tato tvrzení můžeme rovněž potvrdit i my naším pokusem, ve kterém vykazovaly larvy veslonose amerického (*Polyodon spathula*) krmené obohacenou artémií (především o HUFA a vitamíny C a E) jak vyšší přežití, tak i růst.

V jedné z novějších studií se Jalali a kol. (2008) zabývali obohacováním *Artemia urmiana* o HUFA + vitamín E (20 % nebo 50 %) nebo jen o HUFA, která byla následně podávána larvám vyzy velké (*Huso huso*). Z jejich výsledků lze říci, že všechny tři skupiny, kterým byla podávána artémie obohacená, vykazovaly jak lepší růst, tak i přežití. Avšak nejlépe na tom byla skupina, které byla podávána artémie obohacená o HUFA + 20 % vitaminu E. Vykazovala jak nejvyšší přežití (84 ± 7 %) tak i nejvyšší hmotnost (4,2 ± 0,5 g) a délku (10 ± 0,2 cm). Pro srovnání larvy v kontrole dosáhly pouhých 2,8 ± 0,2 g hmotnosti. V našem pokusu jsme se dostali k podobným výsledkům. Skupina, které jsme podávali obohacenou artémii nejen o HUFA (především o DHA 55 $mg \times g^{-1}$), ale i o některé vitamíny (A, C, D3, E), vykazovala mnohem vyšší hmotnost (247,80 ± 40,36 mg) než skupina kontrolní (140,76 ± 23,06 mg). Proto můžeme říci, že určité množství vitamínů, které larvám ryb dodáváme v podobě obohacené živé potravy, může zvyšovat jejich přežití i růst. O dva roky později se Jalali a kol. (2010) zabývali opět podobným

pokusem na vyze velké. Vedle skupiny kontrolní se jejich pokus skládal z dalších čtyřech skupin, kterým byla podávána obohacená artémie o vitaminy C, E, C a E a poslední skupině o HUFA. Z jejich výsledků na konci čtyřicetidenního pokusu (13 dní krmeno artémií) je patrný rozdíl jak v hmotnosti, tak i v přežití. Nejvyšších hmotnostních hodnot dosahovaly skupiny krmené artémií obohacenou o vtamíny (C: 3,67 ± 0,27 g; E: 4,29 ± 0,58 g; C a E: 4,10 ± 0,57 g). Skupina HUFA na tom byla o něco hůře (3,27 ± 0,30 g). Avšak vzhledem ke kontrole (2,88 ± 0,22 g) na tom byly všechny skupiny lépe.

Obohacováním artémie o HUFA především o DHA a EPA se také zabývali Hafezieh a kol. (2009). Ten společně se svými kolegy využil čtyř různých obohacujících přípravků, z nichž každý obsahoval různé procento zastoupení množství proteinů, ale hlavně DHA a EPA. Díky této studii, která probíhala na bázi krmení larev jesetera perského (*Acipenser persicus*), se dopracovali k podobným výsledkům jako my. Dvě skupiny larev jesetera perského, krmené obohacenou artémií o přípravky ICES 30/4 a SOO, vykazovaly na konci pokusu statisticky lepší růstové schopnosti i přežití než ve skupině kontrolní. Výše zmíněné přípravky obsahovaly nejvyšší poměr DHA/EPA, z čehož lze teoreticky usoudit, že růst i přežití není ovlivněn pouze množstvím DHA a EPA v obohacené artémii, ale i jejich vzájemný poměr DHA/EPA. Z výsledků studie, kterou prováděli Noori a kol. (2002) také na Jeseteru perském, lze opět potvrdit pozitivní účinek vysokého vzájemného poměru DHA/EPA v obohacené artémii na růst i přežití oproti kontrole. Tato studie navíc ještě dokládá zvýšenou odolnost vůči uměle vyvolaným stresovým faktorům (vysoká salinita, změny teploty) díky zvýšené hladině vitamínu C v obohacené artémii. Furuita a kol. (1996) se také zabývali vlivem DHA a EPA na růst i přežití mořana japonského (*Pagrus major*). Z jejich výsledků je patrný lepší růst i přežití skupiny, které byla podávána potrava obohacená pouze o DHA oproti druhé skupině, které byla podávána potrava obohacená o EPA. Obohacováním artémie především o DHA a EPA se také zabývala Chepurkina (2010). Její studie se zabývala využitím obohacujících přípravků Selco a Selco-DHA v odkrmu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*), které měly vysoké zastoupení vitamínů a nenasycených mastných kyselin (DHA, EPA), stejně tak jako námi použitý přípravek Red pepper v našem pokusu. Námi použitý přípravek a přípravky, které použila Chepurkina (2010), měly pozitivní účinky na růst a přežití. Z jejích výsledků je patrná vyšší tělesná hmotnost u skupiny Selco-DHA (136 ± 4 mg) a skupiny Selco (128 ± 4 mg) oproti kontrole (89 ± 3 mg). Přípravek Selco na obohacení nauplií artémie také využili Jankových a kol. (2014), kteří na larvách candáta obecného (*Sander lucioperca*)

potvrdili vyšší růst i přežití skupiny, která byla krmena obohacenou artémií o tento přípravek.

Ovšem objevily se i studie, které tyto výše zjištěné výsledky částečně popírají. Planas a Cunha (1999) zjistili, že opravdu vysoké koncentrace DHA či jiných HUFA mohou negativně ovlivnit přežití některých mořských larev ryb. My jsme se v našem pokusu dostali přesně k opačnému výsledku. Larvy veslonose amerického, kterým jsme podávali obohacenou artémii o přípravek Red pepper, vykazovaly mnohem vyšší přežití (15,43 ± 2,90 %) oproti skupině kontrolní (2,20 ± 1,92 %). To však bylo částečně ve všech skupinách ovlivněno kožovcem rybím (*Ichthyophthirius multifiliis*). Tento přípravek obsahoval vysoký poměr DHA/EPA=11. Na základě toho nelze jednoznačně tvrdit, že vysoký poměr těchto dvou nenasycených mastných kyselin má neblahé účinky na přežití larev všech druhů ryb. Proto lze říci, že na přežití každého rybího druhu mohou mít pozitivní vliv odlišné koncentrace. Poměrem DHA/EPA se také zabývali Najdegerami a kol. (2015) při odkrmu larev jesetera sibiřského (*Acipenser baerii*) obohacenými naupliemi artémie. Jako nejlepší se podle zjištěných výsledků jevilo obohacení o HUFA, především o DHA (52,8 mg×g^{-1}) a EPA (42,5 mg×g^{-1}) s jejich poměrem DHA/EPA=1,3. Na základě výše zmíněného výzkumu lze tedy říci, že tato skupina larev, které byla podávána artémie obohacená pouze o HUFA jevila nejvyšší hmotnost na konci pokusu (117,7 ± 15 mg). Avšak nejvyšší přežití bylo naopak zjištěno u skupiny, které byla podávána obohacená artémie o HUFA + PHB (směs na bázi kyseliny poly-beta-hydroxy máselné), přežití činilo 64,1 ± 4,2 %. V porovnání s naším pokusem můžeme říci, že náš přípravek Red pepper obsahoval podobné množství DHA (55 mg×g^{-1}), avšak poměr DHA/EPA byl mnohem vyšší. I přes to jsme dospěli k podobnému výsledku, jelikož ve skupině larev veslonose, kterým jsme podávali artémii obohacenou o Red pepper, bylo dosaženo statisticky vyšší hmotnosti. Využitím esenciálních mastných kyselin jako obohacujících látek nauplií artémie se také zabývali Kamaszewski a kol. (2014), kteří ve své studii jeseteru atlantském (*Acipenser oxyrinchus*) zjistili, že tyto látky zvyšují míru přežití larev, ale jejich rychlejší růst nemusí být pravidlem.

Ve studii, kterou provedli Imanpoor a kol. (2011), zjistili vyšší hladinu (DHA) 22: 6n-3 a (EPA) C20: 5n-3 v těle ryb. Přičemž hladina obou nenasycených mastných kyselin nebyla ve stravě nijak vysoká. Nahrazovala je však kyselina (LNA) 18: 3n-3, která má schopnost se prodlužovat především na kyselinu DHA, ale částečně i EPA. Podobný výsledek byl zaznamenán ve studii na jeseteru bílém (*Acipenser transmontanus*) (Deng a

kol., 1998) a jeseteru ruském (*Acipenser gueldenstaedtii*) (Sener a kol., 2005). I v naší studii jsme se zabývali množstvím jednotlivých nenasycených mastných kyselin v tělech larev ryb, konkrétně veslonose amerického. Také jsme došli k podobnému závěru jako ve výše zmíněných studiích. U larev, které byly krmeny obohacenou artémií, bylo zjištěno vyšší zastoupení LNA i DHA než ve skupině kontrolní.

Je známa také studie, kde Akbary a kol. (2011) zkoušeli obohacovat artémii o čtyři různé hladiny PUFA a HUFA s vitamínem C. Tím se snažili prokázat lepší růst larev pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*). Jako nejlepší se jevila skupina, která ve své obohacené artémii obsahovala DHA a EPA. Larvy v této skupině vážily v průměru po 29 dnech pokusu 657,5 ± 57,9 mg, což bylo statisticky vyšší oproti ostatním skupinám. Přežití v této skupině bylo také statisticky nejvyšší (96 ± 1 %). Skupina, která byla s průměrnou hmotností a přežitím na druhém místě, byla krmena artémií obohacenou především o LA (C18:2n-6) a částečně o LNA (C18:3n-3). Podle našich výsledků na veslonosovi americkém, z kterých jsme zjistili statisticky lepší růst i přežití při krmení artémií obohacenou o HUFA (především o DHA), lze říci při porovnání s výše zmíněnou studií, že na přežití i růst může pravděpodobně mít vliv vyšší zastoupení DHA v krmivu. Akbary a kol. (2011) se ve svém pokusu také věnovali zastoupení jednotlivých mastných kyselin v tělech larev pstruhů na konci pokusu. Stejně jako jsme my v našem pokusu zjistili nejvyšší zastoupení DHA, LA a LNA v tělech larev veslonosů, kterým byla podávána artémie obohacená, tak i zde se Akbary a kol. (2011) dostal k podobným výsledkům. U prokazatelně nejlepší skupiny (nejvyšší přežití i růst) byla zjištěna nejvyšší hladina DHA i LNA. Skupina, která s růstem i přežitím byla na druhém místě, se projevila statisticky nejvyšší hladinou LA. Na základě těchto výsledků se lze domnívat, že tyto zmíněné mastné kyseliny umí veliká část druhů rybích larev poměrně dobře využívat ve svůj prospěch.

Všeobecně pozitivní vliv HUFA na růst a přežití ukázala studie, kterou provedli Gapasin a kol. (1998) na larvách chanose stříbřitého. Rovněž larvy mořana zlatého (*Sparus aurata*), krmené živou potravou obohacenou o n-3 HUFA, vykazovaly lepší růst a vyšší přežití (Mourente a kol., 1993; Tamaru a kol., 1998; Hosseinpour a kol., 2010).

6 ZÁVĚR

V našem pokusu jsme dospěli k závěru, že obohacování nauplií artémie v případě veslonose amerického má pozitivní vliv na jeho růst i přežití. Avšak míra přežití byla také negativně ovlivněna kožovcem rybím (*Ichthyophthirius multifiliis*), který způsobil značný úhyn v obou skupinách. I přesto jsme došli k zajímavým výsledkům, na základě kterých se lze domnívat, že využití přípravku Red pepper k obohacování nauplií artémie v odchovu larev veslonose amerického by mohlo být velice efektivní.

Na základě získaných a zpracovaných dat si můžeme všimnout značných statistických rozdílů jak v přežití, tak i v růstu. Ve skupině, kterou jsme krmili obohacenou artémií, byla naměřena průměrná hmotnost na konci pokusu 247,80 ± 40,36 mg, kdežto u skupiny kontrolní bylo v průměru naměřeno pouhých 140,76 ± 23,06 mg. Tomu také odpovídala zjištěná délka na konci pokusu (obohacená 31,19 ± 1,03 mm; kontrolní 25,27 ± 0,73 mm). Rovněž i SGR (specifická rychlost růst) za jednotlivá období bylo u skupiny obohacené vždy statisticky vyšší.

Skupina obohacená, jak už bylo výše zmíněno, také vykazovala i statisticky vyšší přežití po celou dobu pokusu. Na konci bylo zjištěno u skupiny obohacené průměrné přežití 15,43 ± 2,90 % a u skupiny kontrolní pouze 2,20 ± 1,92 %. Na co však vliv obohacování nemělo, byla míra kanibalismu. Zde nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl mezi skupinou obohacenou a kontrolní.

V další části pokusu jsme se věnovali analýze mastných kyselin v tělech veslonosů na konci pokusu. U skupiny obohacené bylo prokázáno statisticky vyšší zastoupení LA, LNA a DHA, na základě čehož se lze domnívat, že význam těchto mastných kyselin hraje velikou roli jak v přežití, tak i v růstu. Zastoupení celkových n-3 a n-6 nenasycených mastných kyselin nebylo u obou skupin příliš rozdílné, ale i přesto byly zjištěny malé statistické rozdíly. U skupiny obohacené bylo vyšší zastoupení n-3 a u kontrolní n-6 nenasycených mastných kyselin

Závěrem lze říci, že využití artémie v odkrmu larev veslonose amerického má jistě značný význam, avšak je potřeba provést více studií, které by se tímto tématem zabývaly, aby se dalo s větší jistotou říci, jaké obohacující přípravky jsou pro chov larev veslonose amerického nejvhodnější.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Abedian Kenari, A. M., Oveisipour, M. R., Nazari, R. M., 2007. Effects of n3-HUFA-enriched Daphnia magna on growth, survival, stress resistance, and fatty acid composition of larvae of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Iran J. Fish. Sci. 7 (1), s. 1–14.

Adámková, I., 1999. Postup dekapsulace trvalých vajíček artémie a jejich použití v akvakultuře. Edice Metodik (Technologická řada), FROV JU, Vodňany, 58, 10 s.

Akbary, P., Hosseini, S. A., and Imanpoor, M. R., 2011. Enrichment of Artemia nauplii with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance. Iranian Journal of Fisheries Sciences 10 (4), s. 557-569.

Antipa, G., 1933. Les sturions de la Mer Noire et les mesures nécessaires pour leur protection. Bull. Sect. Sci. Acad. Roumaine 16, s. 67–83.

Azad, I. S., Dayal, J. S., Poornima, M., Ali, S. A., 2007. Supra dietary levels of vitamins C and E enhance antibody production and immune memory in juvenile milkfish (*Chanos chanos*) to formalin-killed Vibrio vulnificus. Fish Shellfish Immunol 23, s. 154–163.

Bartley, D. M., 1998. Ex-situ conservation, gene banks and responsible fisheries. In: Action before Extinction, Proceedings International workshop. Vancouver, Canada, February 16–18, s. 45–55.

Bemis, W. E. and Kynard, B., 1997. Sturgeon rivers: an introduction to Acipenseriform biogeography and life history. Env. Biol. Fish 48, s. 167–183.

Benijts, F., Vanvoorden, E., Sorgeloos, P., 1976. Changes in the biochemical composition of the early larval stages of the brine shrimp, Artemia salina L. In: Persoone, G., Jaspers, E. (Eds.), Proceedings of the 10th. European Symposium on Marine Biology. Research in Mariculture at Laboratory and Pilot Scale, vol. 1., Universa Press, Wetteren, s. 1–9.

Berg, L. S., 1948. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Nauka Publ., Moscow and Leningrad (in Russian), English translation IPST, Jerusalem, 1962, s. 52–111.

Billard, R., Cosson, J., Fierville, F., Brun, R., Rouault, Th. and Williot, P., 1999. Motility analysis and energetics of Acipenser baerii spermatozoa. J. Appl. Ichthyol. 15, s. 199–203.

Boglino, A., Darias, M. J., Ortiz-Delgado, J. B., Özcan, F., Estévez, A., Karl, A., Hontoria, F., Gisbert E., 2012. Commercial products for Artemia enrichment affect growth performance, digestive system maturation, ossification and incidence of skeletal deformities in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae. Aquaculture 324–325, s. 290–302.

Carr, S. H., Tatman, F. and Chapman, F.A., 1996. Observation on the natural history of the Gulf of Mexico sturgeon (*Acipenser oxyrinchus* de sotoi Vladykov 1955) in the Suwannee River, Southeastern United States, Ecology Freshwater Fish 5, s. 169–174.

De Menezes, G. C., Tavares-Dias, M., Ono, E. A., de Andrade, J. I. A., Brasil, E.M., Roubach, R., 2006. The influence of dietary vitamin C and E supplementation on the physiological response of pirarucu (*Arapaima gigas*) in net culture. Comp Biochem Physiol A 145, s. 274–279.

Deng, D. F., Hung, S. S. O., Conklin, D. E., 1998. White sturgeon (*Acipencer transmontanus*) require both n-3 and n-6 fatty acids. Aquaculture (Abstracts Lipids and Fatty Acids) 161, s. 333–335.

Dettlaff, T. A., Ginsburg, A. S. and Schmalhausen, O. I., 1993. Sturgeon Fishes Developmental Biology and Aquaculture. Berlin, Heidelberg, New-York, Springer-Verlag, 300 s.

Dhert, P., Lim, L. C., Candreva, P., Van Duffel, H., Sorgeloos, P., 1997. Possible applications of modern fish larviculture technology to ornamental fish production. Aquarium Sci. Conserv. 1, s. 119–128.

Duke, S. E., Anders, P., Ennis, G., Hallock, R., Hammond, J., Ireland, S., Laufle, J., Lauzier, R., Lockhart, L., Marotz, B., Paragamian, V. L. and Westerof, R., 1999. Recovery plan for the Kootenai River white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). J. Appl. Ichthyol. 15, s. 157–163.

Firehammer, J. A., Scarnecchia, D. L., 2006. Spring migratory movements by paddlefish in natural and regulated river segments of the Missouri and Yellowstone Rivers, North Dakota and Montana, Trans. Am. Fish. Soc. 135, s. 200-217

Ford, L., Ciprino, R. and Penniston, T., 1994. Isolation of Aeromonas salmonicia from paddlefish, *Polyodon spathula*. Journal of Wildlife Diseases 30 (3), s. 447-449.

Forster, J. R. M. and Wickins, J. F., 1967. Experiments on the culture of the prawn *Palaemon serratus.* ICES Mariculture Committee E, 13 s.

Furuita, H., Takeuchi, T., Watanabe, T., Fujimoto, H., Sekiya, S. and Imaizumi, K., 1996. Requirements of larval yellowtail for eicosapentaenonic acid, docosahexaenoic acid and highly-unsaturated fatty acid. Fisheries Sciencies, s. 375-379.

Gapasin, R. S. J., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P. and Nelis, H. J., 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effect on milkfish (*Chanos chanos*) larval. Aquaculture 162, s. 269-285.

Garcia-Ortega, A., Verreth, J. A. J., Coutteau, P., Segner, H., Huisman, E. A. and Sorgeloos, P., 1998. Biochemical and enzymatic characterization of decapsulated cysts and nauplii of the brine shrimp Artemia at different developmental stages. Aquaculture 161 (1), s. 501-514.

Gela, D., Kahanec, M., Rodina, M., 2012. Metodika odchovu raných stádií jeseterovitých ryb. Edice Metodik, FROV JU, 126, 44 s.

Grande, L., Bemis, W. E., 1991. Osteology and phylogenetic relationships of fossil and recent paddlefishes (*Polyodontidae*) with comments on the interrelationships of Acipenseriformes. Journal of Vertebrate Paleontology Memoir 11 (1), s. 1–121.

Hafezieh, M., Kamarudin, M. S., Saad, C. R. B., Agh, N. and Hosseinpour, H., 2009. Effect of enriched Artemia urmiana on growth, survival and composition of larval Persian sturgeon. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 9 (2).

Harel, M., Koven, W., Lein, I., Bar, Y., Behrens, P., Stubblefield, J., Zohar, Y. and Place A. R., 2002. Advanced DHA, EPA and ArA enrichment materials for marine aquaculture using single cell heterotrophs. Aquaculture 213, s. 347-362.

Hoffman, G. L., 1998. Parasites of North American Freshwater Fish, 2nd edn, Cornell University Press, Ithaca, NY, s. 1–539.

Holcik, J., 1989. Freshwater fishes of Europe. General Introduction to Fishes and Acipenseriformes. Wiesbaden, Aula Verlag, 469 s.

Hong, L., Wanhong, F., and Xiujie, S., 2006. Detection and genetic analysis of infectious haematopoietic necrosis virus (IHNV) from cultured fish and imported fish larvae. Journal of Huazhong Agricultural University.

Hosseinpour, H., Hafezieh, M., Mohd Salah Kamarudin, Che Rose Bin Saad, Mostafa Kamal Abd Sattar, Agh N., 2010. Effects of enriched Artemia urmiana with HUFA on growth, survival and fatty acids composition of the Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). Iranian Journal of Fisheries Sciences 9 (1), s. 61-72.

Hou, L., Bi, X., Zou, X., He, C., Yang, L., Qu, R. and Liu, Z. W., 2006. Molecular systematics of bisexual Artemia populations. Aquaculture Research 37, s. 671-680.

Chepurkina, M. A., 2010. Udržení biologických zásob jeseterů Ob-irtyšského poodí pomocí umělého chovu při využití geotermálních vod (Sochraněnije bioresursov osetrovych vidov ryb Ob-irtyšskogo bassejna putem iskusstvennogo vosproizvodstva s ispolzovanijem geotermalnyh vod). Autoreferát dizertace (rusky), Universita Novosibirsk, Gosrybcentr Tyumeń (Ruská federace), 20 s.

Imada, O., Kageyama, Y., Watanabe, T., Kitajima, C., Fujita, S. and Yone, Y., 1972. Development of a new yeast as a culture medium for living feed used in the production of fish seed. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 45, 955 s.

Imanpoor, M. R., Asghari, M. and Asadi, R., 2011. Requirements for n-3 highly unsaturated fatty acids in feeding juvenile Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*) and its effects on growth, carcass quality, and fatty acid composition. Aquaculture international 19 (6), s. 1035-1046.

Immanuel, G., Citarasu, T., Sivaram, V., Selva Shankar, V., Palavesam, A., 2007. Bioencapsulation strategy and highly unsaturated fatty acids (HUFA) enrichment in Artemia franciscana nauplii by using marine trash fish Odonus niger liver oil. Afr. J. Biotechnol. 6, s. 2043-2053.

Imms, A. D., 1904. Notes on the gill-rakers of the spoonbill sturgeon, *Polyodon spathula*. Proceedings of the Zoological Society of London 2, s. 22–35.

Jalali, M. A., Hosseini, S. A. and Imanpour, M. R., 2008. Effect of vitamin E and highly unsaturated fatty acid-enriched Artemia urmiana on growth performance, survival and stress resistance of Beluga (*Huso huso*) larvae. Aquaculture Research 39 (12), s. 1286-1291.

Jalali, M. A., Hosseini, S. A. and Imanpour, M. R., 2010. Physiological characteristics and stress resistance of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles fed with vitamins C, E, and HUFA-enriched *Artemia urmiana* nauplii. Fish physiology and biochemistry 36 (3), s. 555-564.

Jankových, A., 2014. Délkový a hmotnostní růst raného plůdku candáta obecného krmeného obohacenými naupliemi žábronožky v experimentálních podmínkách. Diplomová práce, ZF JU České Budějovice, 75 s.

Jatteau, P., 1998. Etude bibliographique des principales caractéristiques de l'écologie des larves d'Acipenserides. Bull. Fr. Pêche Piscic 350-351 (in French, English Summary), s. 445–464.

Kamaszewski, M., Wójcik, M., Ostaszewska, T., Kasprzak, R., Kolman, R., and Prusińska, M., 2014. The effect of essential fatty acid (EFA) enrichment of *Artemia sp*. nauplii on the enzymatic activity of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus* Mitchill, 1815) larvae–preliminary study. Journal of Applied Ichthyology 30 (6), s. 1256-1258.

Kistler, H. D., 1906. The primitive pores of *Polyodon spathula*. Journal of Comparative Neurology 16, s. 294–298.

Kynard, B., 1997. Life history, latitudinal patterns and status of the shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum*. Env. Biol. Fish. 48, s. 319–334.

Kynard, B., Horgan, M., Kieffer, M. and Seibel, D., 2000. Habitats used by shortnose sturgeon in two Massachussetts Rivers, with notes on estuarine Atlantic sturgeon: a hierarchical approach. Trans. Am. Fish. Soc. 129, s. 487–503.

Lavens, P. and Sorgeloos, P., 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO, Rome, Italy, Technical Papers 361, 295 s.

Lavens, P. and Sorgeloos P., 2000. The history, present status and prospects of the availability of Artemia cysts for aquaculture. Aquaculture 181, s. 397-403.

Leger, P., Bieber, G. F. and Sorgeloos, P., 1985. International study on *Artemia* XXXIII. Promising results in larval rearing of *Penaeus stylirostris* using a prepared diet as algal substitute and for *Artemia* enrichment, J. World Maricult. Soc. 16, 354 s.

Leger, P., Bengtson, D. A., Simpson, K. L., Sorgeloos, P., 1986. The use and nutritional value of Artemia as a food source. Oceanogr. Mar. Biol. 24, s. 521–623.

Lukyanenko, V. I., Vasilev, A. S., Lukyanenko, V. V. and Khabarov, M. V., 1999. On the increasing threat of extermination of the unique Caspian sturgeon populations and the urgent measures required to save them. J. Appl. Ichthyol. 15, s. 99–102.

Magnin, E., 1962. Recherches sur la systématique et la biologie des Acipenseridés *Acipenser sturio* L., *Acipenser oxyrinchus* et *Acipenser fulvescens*. Ann. St. Centr. Hydrob. Appl. Paris 9, s. 7–242.

McEvoy, L. A., Navarro, J. C., Bell, J. G. and Sargent, J. R., 1995. Autoxidation of oil emulsions during the Artemia enrichment process. Aquaculture 134, s. 101-112.

Merchie, G., 1996. Use of nauplii and meta-nauplii. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO, Rome, Italy, Fisheries Technical Paper 361 (ed. by P. Lavens and P. Sorgeloos), s. 137-163.

Milshteyn, V. V., 1969. 100th anniversary of sturgeon farming. J. Ichthyol. 9 (2), s. 271–273.

Mims, S. D., Clark, J. A., Tidwell, J. H., 1991. Evaluation of three organic fertilizers for paddlefish, *Polyodon spathula*, production in nursery ponds. Aquaculture 99, s. 69–82.

Mims, S. D., Clark, J. A., Williams, J. C., Rouse, D. B., 1993. Comparisons of two by-products and prepared diet as organic fertilizers on growth and survival of larval paddlefish *Polyodon spathula* in earthen ponds. J. Appl. Aquac. 2, s. 171–187.

Mims, S. D., Clark, J. A., Williams, J. C., Lovshin, L. L., 1995. Food selection by larva paddlefish *Polyodon spathula* supplied with rice bran to promote production of live foods, with prepared diets, or with their combination in earthen ponds. J. World Aquac. Soc. 26, s. 438–446.

Mims, S. D., Shelton, W. L., 1999. Monosex culture of paddlefish and shovelnose sturgeon. In: Williamson, D. (Ed.), Proceeding of the symposium on Harvest, Trade and Conservation of North American Paddlefish and Sturgeon. TRAFFIC North America, Washington DC, s. 67–76.

Mims, S. D., Shelton, W. L., Wynne, F. S., and Onders, R. J., 1999. Production of paddlefish. Southern Regional Aquaculture Center, Stoneville, Mississippi.

Mims, S., 2001. Aquaculture of paddlefish in the United States Aquat. Living Resour., 14 (6), s. 391-398.

Mims, S. D., Onders, R. J., and Parrott, T., 2007. Culturing paddlefish fingerlings at Kentucky wastewater treatment plant. Hatchery International, July–August, 2007, s. 28-29.

Monroig, Ó., Navarro, J. C., Amat, I., González, P., Amat, F., Hontoria, F., 2003. Enrichment of Artemia nauplii in PUFA, phospholipids, and water-soluble nutrients using liposomes. Aquac. Int. 11, s. 151-160.

Moren, M., Opstad, I., Van der Meeren, T. and Hamre, K., 2006. Iodine enrichment of Artemia and enhanced levels of iodine in Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus L.*) fed the enriched Artemia. Aquaculture Nutrition 12, s. 97-102.

Mourente, G., Rodriguez, A., Tocher, D. R. and Sargent, J. R., 1993. Effect of dietary docosahexenoic acid (DHA; 22:6n-3) on lipid and fatty acid compositions and growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata L.*) larvae during first feeding, Aquaculture 112, s. 79-98.

Murray, RW., 1974. The ampullae of Lorenzini. Fessard A. ed., Electroreceptors and Other Specialized Receptors in Lower Vertebrates. Berlin, Springer, s. 125–146.

Naessens, E., Pedrazzoli, A., Vargas, V., Townsend, S., Cobo, M. L., Dhont, J., 1995. Evaluation of preservation methods for Artemia biomass and application in postlarval rearing of Penaeus Õannamei. In: Lavens, P., Jaspers, E., Roelants, I. Eds., Larvi ’95, European Aquaculture Society, Special Publication, 24, s. 338–341.

Najdegerami, E. H., Baruah, K., Shiri, A., Rekecki, A., den Broeck, W., Sorgeloos, P., and Schryver, P., 2015. Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) larvae fed Artemia nauplii enriched with poly-β-hydroxybutyrate (PHB): effect on growth performance, body composition, digestive enzymes, gut microbial community, gut histology and stress tests. Aquaculture Research 46 (4), s. 801-812.

Navarro, J. C., Amat, F. and Sargent, J. R., 1993. The lipids of the cysts of freshwater-and marine-type Artemia. Aquaculture 109 (3-4), s. 327-336.

Navarro, J. C., Henderson, R. J., McEvoy, L. A., Bell, M. V. and Amat, F., 1999. Lipid conversions during enrichment of Artemia. Aquaculture 174, s. 155-166.

Noori, F., Azari Takami, Gh. and Sorgeloos, P., 2002. Enrichment of Artemia with essential fatty acids, lipid emulsions and vitamin C and its effect on the performance of Acipenser persicus larvae under the effet of salinity stress. Extended Abstracts Aquaculture, 5th ISS, Ramsar, 2005, s. 54–55.

Norris, H. W., 1923. On the function of the paddle of the paddlefish. Proceedings of the Iowa Academy of Science 30, s. 135–137.

Onders, R. J., Mims, S. D., Wang, C., Pearson, W. D., 2001. Reservoir ranching of paddlefish. N. Am. J. Aquac. 63, s. 179–190.

Pavlov, D. S., 1989. Structures assisting the migrating of nonsalmonid fish. USSR, FAO Fisheries Techn. Papers 308, 98 s.

Planas, M. and Cunha, I., 1999. Larviculture of marine fish: problems and perspectives. Aquaculture 177, s. 171–190.

Robin, J. H., Gatesoupe, F. J. and Ricardez, R., 1983. Production of brine shrimp (*Artemia salina*) using mixed diet. Consequences on rearing of sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax*). J. World Maricult. Soc. 12, 119 s.

Ryder, J., 1890. The sturgeons and the sturgeon industries of the eastern coast of the United States, with an account of the experiments bearing upon sturgeon culture. Bull. US. Fish Comm. 8, s. 230–305.

Sanderson, S. L., Roberts, E., Lineburg, J., and Brooks, H., 2016. Fish mouths as engineering structures for vortical cross-step filtration. Nature communications 7, s. 92-110.

Sargent, J., McEvoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J. and Tocher, D., 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. Aquaculture 179, s. 217-229.

Semmens, K. J., Shelton, W. L., 1986. Opportunities in paddlefish aquaculture. In: Dillard, J. G., Grahall, L. K., Russell, T. R. (Eds.), The Paddlefish: Status, Management, and Propagation. Modern Litho-Print Co., Jefferson City, MO, USA, s. 106–113.

Sener, E., Yildiz, M., Savas, E., 2005. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition in Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Juveniles. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 29, s. 1101–1107.

Seyler, J. C., 1999. Habitat utilisation by juvenile lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) in a Northeastern Ontario Clay Belt River (abstract). J. Appl. Ichthyol. 15, 303 s.

Sivertsen, A., Rodriguez, J. R., Reitau, K. I. and Olsen, Y. 1989. Chemical composition of Artemia fed different diets. Trondheim, Norway, 31 s.

Song, X., Zhang, X., Guo, N., Zhu, L. and Kuang, C., 2007. Assess-ment of marine thraustochytrid Schizochytrium limacinum OUC88 for mariculture by enriched feeds. Fisheries Science 73, s. 565-573.

Sorgeloos, P., Bossuyt, E., Laviña, E., Baez-Mesa, M., Persoone, G., 1977. Decapsulation of Artemia cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp for aquaculture. Aquaculture 12, s. 311-315.

Sorgeloos, P., Leger, P., 1992. Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn. J. World Aquacult. Soc. 23, s. 251–264.

Starý, J., 2016. Odkrm raného plůdku jesetera sibiřského (*Acipenser baeri*) s využitím bioenkapsulovaných nauplií žábronožek r. (*Artemia*). Diplomová práce, ZF JU České Budějovice, 54 s.

Stockard, C. R., 1907. Observations on the natural history of *Polyodon spathula*. American Naturalist. 41, s. 753–766.

Tamaru, C. S., 1998. Enrichment of Artemia for use in freshwater ornamental fish production. Tropical Agriculture and human resource, 133, 21 s.

Van der Meeren, T., Olsen, R. E., Hamre, K. and Fyhn, H. J., 2008. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. Aquaculture 274, s. 375-397.

Van Stappen, G., 1996. Introduction, biolog y and ecology of Artemia. In Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper (ed. By Lavens P. and Sorgeloos P.), s. 79-106.

Vladykov, V. D., 1955. A comparison of the Atlantic sea sturgeon with a new subspecies from the Gulf of Mexico (*Acipenser oxyrinchus*). J. Fish. Res. Board Can. 12, s. 754–761.

Walford, J. and Lam, T. J., 1987. Effect of feeding with microcapsules on the content of essential fatty acids in live foods for the larvae of marine fishes. Aquaculture 61, 219 s.

Wang, C., Mills, S. D., Xiong, Y. L., 1995. Consumer acceptability of paddlefish, a potential aquaculture species. Meat Focus Int. 4, s. 8–9.

Watanabe, T., Ohta, M., Kitajima, C. and Fujita, S., 1982. Improvement of dietary value of brine shrimp *Artemia salina* for fish larvae by feeding them on (n-3) highly unsaturated fatty acids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 48, 1775 s.

Wilkens, L.A., Russell, D.F., Pei X Gurgens, C., 1997. The paddlefish rostrum functions as an electrosensory antenna in plankton feeding. Proceedings of the Royal Society B. 264, s. 1723–1729.

Wilkens, L.A., Wettring, B., Wagner, E., Wojtenek, W., Russell, D., 2001. Prey detection in selective plankton feeding by the paddlefish: Is the electric sense sufficient? Journal of Experimental Biology 204, s. 1381–1389.

Williot, P. and Brun, R., 1998. Ovarian development and cycles in cultured Siberian sturgeon *Acipenser baerii*. Aquat. Living Res. 11, s. 111–118.

Zaikov, A., Hubenova, T., and Vasileva, P., 2006. Treatment of Infected with Ichthyophthirius multifilis Paddlefish (*Polyodon spathula*). Bulgarian Journal of Agricultural Science 12 (2), 310 s.

Zhou, X., Niu, C., Sun, R., 2005. The effect of vitamin C on stress withstanding capability in the juvenile softshelled turtle (*Pelodiscus sinensis*). Aquac. Nutr. 11, s. 169–174.

8 ABSTRAKT

Cílem pokusu bylo provozně ověřit vliv obohacených nauplií artémie na růst a přežití larev veslonose amerického (*Polyodon spathula*). Šlo o porovnání skupiny kontrolní, které byla podávána artémie neobohacená, se skupinou, která byla krmena artémií obohacenou o přípravek Red pepper. Ten obsahoval nejen zvýšené množství vitamínů A, C, D3 a E, ale především HUFA, zejména pak DHA (kyselina dokosahexaenová). Larvy byly krmeny artémií pouze týden, poté začal postupný přechod na suchou granulovanou směs. Po pětidenním co-feedingu se již krmilo pouze startérovým krmivem. Celý pokus probíhal 4 týdny.

U skupiny, která byla krmena obohacenou artémií bylo dosaženo statisticky vyšší průměrné hmotnosti (247,80 ± 40,36 mg) i větší průměrné délky těla (31,19 ± 1,03 mm) oproti skupině kontrolní, která dosáhla průměrné hmotnosti 140,76 ± 23,06 mg a průměrné délky 25,27 ± 0,73 mm. Rovněž i průměrné přežití obou skupin na konci pokusu bylo statisticky rozdílné. Skupina, která byla krmena artémií obohacenou, vykazovala průměrné přežití 15,43 ± 2,90 %, kdežto skupina kontrolní pouze 2,20 ± 1,92 %. Jediné, na co obohacovaní artémie vliv nemělo, byla míra kanibalismu, zde nebyly mezi skupinou kontrolní a obohacenou zjištěny žádné statistické rozdíly. Avšak tyto dosažené výsledky, zejména přežití, byly negativně ovlivněny napadením kožovcem rybím (*Ichthyophthirius multifiliis*), který byl zjištěn již pátý den pokusu u všech skupin.

Dalším sledovaným parametrem byla míra zastoupení jednotlivých mastných kyselin v tělech larev veslonose z obou skupin. U skupiny, která byla krmena artémií obohacenou, bylo zjištěno statisticky vyšší zastoupení LA (kyselina linolová), LNA (kyselina a-linolenová) a DHA. Naproti tomu u skupiny kontrolní bylo prokázáno vyšší zastoupení ARA (kyselina arachidonová), EPA (kyselina eikosapentaenová) a DPA (kyselina dokosapentaenová).

Klíčová slova: larvální, veslonos, artémie, mastné kyseliny, obohacování

9 ABSTRACT

The purpose of the experiment was to verify of the influence of enriched *artemia salina* on the growth and survival of American paddlefish larvae (*Polyodon spathula*) in operating conditions. The control group was compared with group which was fed by artemia enriched by preparation Red pepper. Control group was fed by nonenriched artemia. This preparation contained increased amount of vitamins A, C, D3 and E, but especially HUFA, mainly DHA (docosahexaenoic acid). The larvae were fed by artemia only one week and then they were fed gradually by dry mixture for larvae. After a five-day co-feeding they were fed only by dry mixture for larvae. The whole experiment was 4 weeks.

In the group which was fed by enriched artemia was statistically higher average weight (247.80 ± 40.36 mg) and average length of body (31.19 ± 1.03 mm) versus the control group. Average weight of control group was 140.76 ± 23.06 mg and average lenght of body was 25,27 ± 0.73 mm. Also average survival of this two groups was statistically different at the end of the experiment. The group which was fed by enriched artemia demonstrated an average survival 15.43 ± 2.90 %, while the control group only 2.20 ± 1.92 %. Only rate of cannibalism was not influenced by enrichment of artemia. But these results, mainly survival was negatively influenced by *Ichthyophthirius multifiliis*, which was detected on the skin after five days of the experiment.

Another parameter was average amount of individual fatty acids in the body of larvae from both groups. In the group which was fed with enriched artemia was found statistically higher level of LA (linoleic acid), LNA (α-linolenic acid) and DHA. On the other hand, higher levels of ARA (arachidonic acid), EPA (eicosapentaenoic acid) and DPA (docosapentaenoic acid) was found in control group.

Key words: larval, paddlefish, artemia, fatty acids, enrichment