

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod
Ústav Akvakultury a ochrany vod

Bakalářská práce
Optimalizace převodu larev síha peledě (*Coregonus peled*)
na kompletní krmnou směs.

Autor: Tomáš Pithardt

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

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

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2015

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich 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 výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce Ing. Vlastimilu Stejskalovi, Ph.D. i konzultantovi prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady a trpělivost při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Janu Matouškovi, Ing. Michalu Gučíkovi a Ing. Pavlu Šablaturovi za pomoc v průběhu experimentu a získávání dat. Práce byla finančně podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy – projektem „CENAKVA“ (No. CZ.1.05/2.1.00/01.0024), „CENAKVA II“ (No. LO1205 pod NPU I programem), projektem NAZV (QJ1210013) a projektem GAJU (No. 074/2013/Z).

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš PITHARDT**
Osobní číslo: **V12B050P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Optimalizace převodu larev síha peledě (*Coregonus peled*) na kompletní krmnou směs**
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury**

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

K intenzivně chovaným druhům ryb se v poslední době zařazují i síhové (*Coregonus sp.*), především díky vysoké kvalitě masa a zájmu trhu. V České republice se produkce síhů ubírala směrem extenzivního rybníčního chovu v polykultuře s kaprem. Bohužel tento způsob chovu poskytuje značně nestabilní výsledek a především v podzimním a zimním období bývá decimován rybožravými predátory. Díky intenzivnímu chovu v recirkulačních systémech lze eliminovat negativní dopady a celkově zvýšit produkci síhů. Budou provedeny experimenty testující optimální postupy převodu larev síha peledě z živé potravy na suchou krmnou směs. Cílem práce bude tedy otestovat vliv termínu převodu (po vykulení) z živé potravy (*Artemia sp.*) na startérovou směs. Faktor věku ryb (termínu převodu) bude testován v kombinaci s délkou co-feeding periody. Dále bude testována vhodnost velikosti krmných částic pro převod larev v jednotlivých termínech převodu. Byl proveden experiment testující vhodnost termínu převodu larev síha peledě z živé potravy na suchou krmnou směs. Testováno bylo 6 termínů převodu (7, 9, 15, 21, 27 a 33 dní po vykulení), pozitivní kontrola (krmení pouze artémiiemi), negativní kontrola (krmení pouze startérem) a hladová zkouška. Z výsledků vyplývá, že nejlepšího přežití je dosaženo při pozdním převodu kolem 27. a 33 dne. Rovněž nejlepšího růstu bylo dosaženo při převodu larev 33. den po vykulení. Bude testováno 5 termínů převodu (10, 15, 20, 25, 30) v kombinaci se třemi délkami co-feeding periody (1, 3 a 6 dní), pozitivní kontrola (krmení pouze artémiiemi), negativní kontrola (krmení pouze startérem) a hladová zkouška. Dále bude testováno 5 termínů převodu (10, 15, 20, 25, 30) v kombinaci se dvěma velikostmi krmných částic (0,1 a 0,3 mm) a hladová zkouška. Každá experimentální skupina bude testována ve třech opakováních. Vlastní experiment bude probíhat v prostředí experimentálního recirkulačního systému. Ryby budou po dobu testování drženy ve 3 l nádržích, které budou napájeny vodou ze zmíněného systému. Podmínky prostředí a chemismus vody budou ve všech nádržích pravidelně monitorovány. Vlastní experimentální části bude předcházet zpracování literární rešerše k danému tématu.

Rozsah grafických prací: **podle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **25 - 30 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Champigneulle, A., Rojas-Beltran, R., 1990. First attempts to optimize the mass rearing of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) larvae from Léman and Bourget Lakes (France) in tanks and cages, *Aquatic Living Resources* 3, 217-228 s.

Dabrowski, K. R., Kaushik, S. J., 1985. Rearing of coregonid (*Coregonus schinzi* palea Cuv. et Val.) larvae using dry and live food: III. Growth of fish and developmental characteristics related to nutrition, *Aquaculture* 48, 123-135 s.

Dostatni, D., Mamcarz, A., Kozłowski, J., Poczyczyński, P., 1999. The influence of thermal conditions during tank rearing on further growth of whitefish larvae (*Coregonus lavaretus* L.) in illuminated cages, *Archives of Polish Fisheries* 7, 53-63 s.

Drouin, M. A., Kidd, R. B., Hynes, J. S., 1986. Intensive culture of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis* Mitchell) using *Artemia* and artificial feed, *Aquaculture* 59, 107-118 s.

Flüchter, J., 1980. Review of the present knowledge of rearing whitefish (*Coregonidae*) larvae, *Aquaculture* 9, 191-208 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.**

Ústav akvakultury

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

Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: **16. ledna 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2015**

0.2. 
prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod
Zátiší 728/II
389 25 Vodňany (2)


Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

dne

Obsah

1. Úvod	- 8 -
2. Literární přehled	- 9 -
2.1. Obecná biologická charakteristika síha peledě	- 9 -
2.1.1. Taxonomické zařazení	- 9 -
2.1.2. Rozšíření síha peledě	- 9 -
2.1.3. Morfologie síha peledě.....	- 9 -
2.1.4. Síh peled' a jeho nároky na prostředí	- 10 -
2.1.5. Potrava.....	- 10 -
2.1.6. Růstové schopnosti	- 11 -
2.1.7. Reprodukce.....	- 11 -
2.2. Význam síha peledě na trhu a vývoj produkce.....	- 12 -
2.3. Chov síha peledě v intenzivních podmínkách.....	- 13 -
2.3.1. Trendy produkce síhů v minulých letech	- 13 -
2.3.2. Metody intenzivního odchovu larev a juvenilních ryb	- 14 -
2.3.3. Intenzivní chov síhů v recirkulačním systému	- 14 -
2.3.4. Přehled dostupných startérových krmiv vhodných pro počáteční rozkrm síhů	- 15 -
2.3.5. Popis strategií pro co-feeding u larev a juvenilů	- 15 -
2.3.6. Vliv velikosti krmných částic na růst a přežití raných stádií ryb při převodu na startérové krmivo	- 17 -
2.3.7. Vliv délky kombinovaného krmení na úspěšnost převodu larev z živé potravy na startérové krmivo	- 18 -
3. Materiál a metodika.....	- 20 -
3.1. Získání a odchov experimentálního materiálu	- 20 -
3.2. Experiment 1. – vliv velikosti startérového krmiva na přežití a růst larev síha peledě.....	- 20 -
3.2.1. Popis aparatury a systému pro odchov.....	- 20 -
3.2.2. Vlastní popis experimentu.....	- 22 -
3.3. Experiment 2. – vliv délky kombinovaného krmení (co-feeding) na přežití a růst larev síha peledě.....	- 25 -
3.3.1. Popis aparatury a systému pro odchov.....	- 25 -
3.3.2. Vlastní popis experimentu.....	- 25 -

3.4. Zpracování dat a údajů.....	- 27 -
3.5. Produkční ukazatele použité ke zhodnocení dat.....	- 27 -
4. Výsledky	- 28 -
4.1. Experiment 1. – vliv velikosti startérového krmiva na přežití a růst larev síha peledě.....	- 28 -
4.1.1. Přežití	- 28 -
4.1.2. Hmotnostní růst	- 30 -
4.1.3. Koeficient variance	- 32 -
4.2. Experiment 2. – vliv délky kombinovaného krmení (co-feeding) na přežití a růst larev síha peledě.....	- 32 -
4.2.1. Přežití	- 32 -
4.2.2. Hmotnostní růst	- 35 -
4.2.3. Celková délka	- 37 -
4.2.4. Koeficient variance	- 37 -
5. Diskuze	- 39 -
6. Závěr.....	- 44 -
7. Přehled použité literatury.....	- 45 -
8. Abstrakt.....	- 50 -
9. Abstract.....	- 51 -

1. Úvod

Koncem 20. století byl síh peled' hojně chován v polykultuře s kaprem v rybnících. Jeho produkce byla velmi významná. V současnosti nastal pokles jeho produkce, jelikož došlo k velkému predáčnímu tlaku kormorána velkého. Po celé České republice však dochází k rozvoji recirkulačních systémů, a to by mohlo vést k tomu, že se produkce bude zvyšovat, jelikož síh peled' je vhodný kandidát na rozšíření nabízených lososovitých ryb z těchto systémů. Zvláště je také ceněn pro svou chuť, především jako uzený produkt. Chov síha peledě v intenzivních podmínkách bude účinným řešením ke zvýšení produkce. Výsledky této práce by mohli také použít rybářské organizace v zemích, kde síh peled' jako původní druh je uměle odchovávan a vysazován do volných vod.

Komplexním cílem je objasnit optimální odchov larev síha peledě v intenzivních podmínkách především z pohledu krmení jako jednoho z hlavních faktorů při růstu a přežití.

Hlavním cílem této práce bylo testování vlivu načasování termínu převodu v kombinaci s velikostí startérového krmiva a délky kombinovaného krmení (co-feeding) na přežití a růst larev síha peledě v recirkulačním systému.

2. Literární přehled

2.1. Obecná biologická charakteristika síha peledě

2.1.1. Taxonomické zařazení

Síh peleď (*Coregonus peled*) je řazen do řádu lososotvaří (*Salmoniformes*) a čeledi lososovití (*Salmonidae*) (Dungel a Řehák, 2005).

2.1.2. Rozšíření síha peledě

Síh peleď byl dovezen do České republiky v roce 1970 ze severní Sibíře (Čítek a kol., 1998). Peleď původně pochází z oblasti sibiřské řeky Ob. V padesátých letech minulého století došlo k jeho aklimatizaci v rybnících v evropské části Ruska (Pokorný a kol., 1998). Podle Luska a Hanela (2005) se peleď původně vyskytoval na území tehdejšího SSSR mezi řekami Mezeň a Kolyma. V současné době jeho areál výskytu zahrnuje díky introdukci evropské země jako je Belgie, Bulharsko, Česká republika, Estonsko, Finsko, Německo, Maďarsko, Polsko, Rumunsko (Hanel a Lusk, 2005). V roce 1971 byl uskutečněn umělý výtěr peledě na Státním rybářství Telč (Čítek a kol., 1998). V České republice se vyskytuje převážně v údolních nádržích (např. Lipno, Jesenice, Želivka) a v rybnících vyšších nadmořských poloh, především na podnicích Kinský Žďár a.s., Středisko rybářství, Rybářství Třeboň a.s., Rybářství Martínkův mlýn, Rybářství Telč a.s., Rybářství Litomyšl s.r.o. Oproti tomu síh maréna (*Coregonus lavaretus*) pochází původně z mazurských jezer a byl k nám dovezen Josefem Šustou již v roce 1882 (Kouřil a kol., 2008). Již v roce 1972 se podařilo získat mezidruhové křížence. Tito kříženci vznikli oplozením jiker marény mlíčím peledě. Produkce těchto kříženců vedla ke ztrátě genetického typu a zhoršení genetického materiálu (Hanel a Lusk, 2005).

2.1.3. Morfologie síha peledě

Síh peleď má v porovnání s marénou koncová ústa a celkově vyšší tělo (Hochman, 1987). Spodní čelist je přetažená přes horní. V porovnání s marénou je peleď mohutnější a značně vyšší. Hřbet, hlava a ploutve jsou tmavě pigmentovány, a proto tyto části těla vykazují tmavé zbarvení. Naopak je tomu u břicha a boků, které jsou zbarveny světle. V postranní čáře má 82 až 93 šupin a nad a pod ní má 11 až 12 a 9 až 11 řad šupin (Baruš, Oliva a kol., 1995). Hlavním rozpoznávacím znakem mezi oběma

druhy síhů je počet žaberních tyčinek na prvním žaberním oblouku. Síh peled' má 48 až 68 žaberních tyčinek, ale maréna jen 24 až 32 (Hochman, 1987). Dalším rozlišovacím znakem je počet měkkých paprsků v řitní ploutvi, kterých maréna má 9 až 13 a peled' 12 až 15 (Čítek a kol., 1998). Na hřbetní ploutvi peledě se vyskytuje značné množství černých pigmentových skvrn, které jsou v několika řadách (Baruš, Oliva a kol., 1995). Důležité je, že tyto skvrny se u marény nevyskytují. Šupiny síha peledě jsou drobné a snadno opadavé (Hanel a Lusk, 2005).

2.1.4. Síh peled' a jeho nároky na prostředí

Síh preferuje hlubší části vod jezer, rybníků, řek a nádrží, kde se pohybuje v hejnech. Pouze při rozmnožování se vyskytuje v mělčích částech (Baruš, Oliva a kol., 1995). Síh peled' je v porovnání se síhem marénou více přizpůsobivý ke změnám životního prostředí. Příjem potravy byl zaznamenán ještě při teplotě 28 °C. Přežívá také při poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku v zimě na 1,5 až 2,0 mg·l⁻¹ a v létě na 4 až 5 mg·l⁻¹. Voda by měla mít optimální hodnotu pH v rozmezí 6,3 až 9 (Čítek a kol., 1998). Optimální teplota pro intenzivní chov je 16-22 °C. Optimální nasycení kyslíkem je 80-100 % pro nejlepší růst a přežití. (Matoušek a kol., 2014). Síh maréna snáší dlouhotrvající letní teploty nad 22 °C hůře (Kouřil a kol., 2008). Podle Hochmana (1987) se musí dbát zvýšené opatrnosti při vysazování plůdku, jelikož má silný migrační pud a to jak proti proudu vody tak souproudě. Síh peled' je velmi citlivý ke znečištění a zákalu vody (Hanel a Lusk, 2005).

2.1.5. Potrava

Základní potravou síha peledě je zooplankton (Pokorný a kol., 1998). Plůdek vyhledává menší korýše, ale starší věkové kategorie vyhledávají i vodní ploštice, larvy hmyzu, měkkýše, drobné rybky a náletovou potravu (Hanel a Lusk, 2005). Plůdek lze také odkrmit pomocí krmiv používaných k odkrmu pstruha, avšak s použitím jemnějších granulových částic. K příkrmování lze také použít lyofilizovaný nebo sušený zooplankton (Kouřil a kol., 2008; Hochman, 1987). Síh peled' se ukázal jako dobrý doplňkový druh ryby s hlavní obsádkou kapra, protože se živí i menšími druhy zooplanktonu, které kapr ve svém filtračním aparátu není schopen zachytit. Peled' tedy využívá kaprem opomíjenou přirozenou potravu (Pokorný a kol., 1998). Při husté obsádce kapra dokáže na rozdíl od marény efektivně růst, ale snižuje růstové schopnosti

kapra (Kouřil a kol., 2008). Síh peled' přijímá potravu během celého roku (Pokorný a kol., 1998).

2.1.6. Růstové schopnosti

Nejlepší růstová schopnost síha se projevuje při teplotě mezi 16 až 22 °C při dostatečném nasycení vody kyslíkem 80 až 100 %. Teplota nad 25 °C je nevhodná jak pro růst, přežití, tak i velikosti heterogenity (Matoušek a kol., 2014). Tržní hmotnost síhů se vyskytuje v rozmezí 0,5 až 0,7 kg (Baruš, Oliva a kol., 1995). Roste velice rychle, v prvním roce života dorůstá velikosti 15 až 25 cm a hmotnosti 80 až 250 g, ve druhém roce života 30 až 40 cm a 275 až 865 g a ve třetím roce 430 až 1450 g. Délky 80 cm a hmotnosti 5 až 9 kg dorůstá ve volných vodách (Pokorný a kol., 1998; Čítek a kol., 1998).

2.1.7. Reprodukce

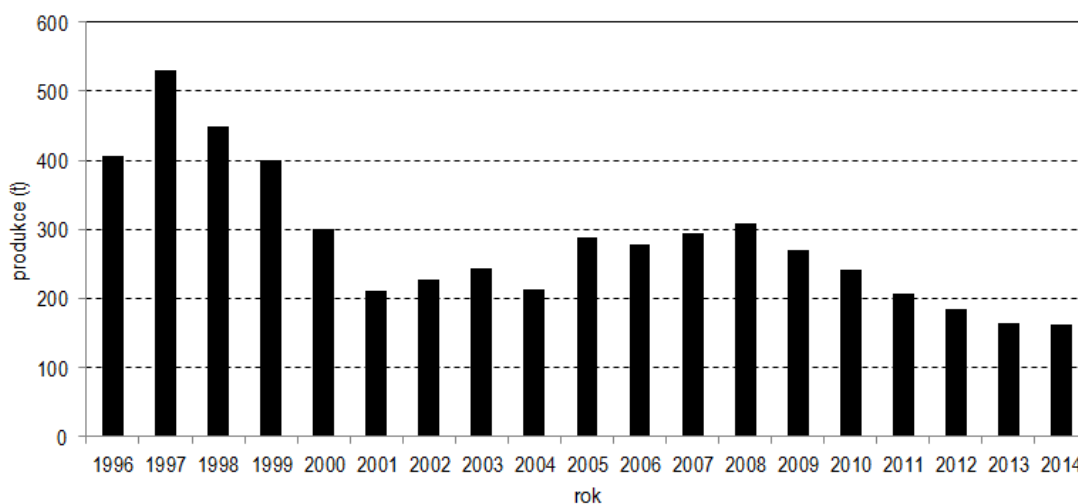
Jikrnačky a mlíčáci pohlavně dozrávají koncem druhého roku života. Výtěr je indukován poklesem teploty na 7 až 4 °C (listopad, prosinec) (Čítek a kol., 1998). V areálu původního rozšíření dochází k přirozenému výtěru síha peledě v období od září do ledna při poklesu teploty na 0 až 8 °C. V podmínkách České republiky se přirozeně nerozmnožují, je zde prováděn tzv. umělý výtěr (Hanel a Lusk, 2005) v praktických podmínkách většinou bez hormonální stimulace.

K umělému výtěru u marény se používají ryby ve stáří 3 až 4 let a u peledě ve věku 2 až 4 roky. V tomto uvedeném rozmezí jsou vhodnější ryby starší o hmotnosti 0,8 až 1,5 kg kvůli vyšší plodnosti. Mlíčáci jsou vždy o jednu čtvrtinu lehčí než jikrnačky (Hochman, 1987). Při umělém výtěru je poměr pohlaví u marény 1:1 a u peledě 1:1,5 ve prospěch mlíčáků, jelikož mlíčáci peledě dávají velmi málo mlíčí (Kouřil a kol., 2008). Základním rozlišovacím znakem mezi samci a samicemi síhů je ten, že samci mají štíhlé tělo, třecí vyrážku a po stlačení dutiny břišní se uvolňuje mlíčí. Naproti tomu samice mají značně větší břišní dutinu (Kouřil a kol., 2008). Umělý výtěr je založen na přirozeném dozrání ryb bez jakéhokoliv ovlivňování manipulací s fotoperiodou či teplotou. Rybníky s generačními rybami peledě je nutné slovit nejdéle do konce listopadu. Pravidelná kontrola je nutná zejména ke zjištění zralosti jikrnaček. Při náhlém a silném ochlazení dochází u samic peledě k ovulaci u většiny ryb ve velmi krátkém časovém úseku, především za přítomnosti samců. Relativní plodnost jikrnaček je 41-88 tisíc jiker a absolutní plodnost dvouletých jikrnaček o hmotnosti 0,5-1,5 kg je 25-145

tisíc jiker. Jikry při kontaktu s vodou začínají bobtnat (Kouřil a kol., 2008). Jikry před nabobtnáním mají průměr 1,5 až 1,9 mm a po nabobtnání až 2,2 mm (Čítek a kol., 1998). Jikry peledě jsou mírně lepkavé, kdežto jikry marény jsou nelepkavé. Inkubace probíhá většinou v Zugských lahvích. Inkubace jiker při teplotě 1,1-1,6 °C trvá 160-200 °D (Hochman, 1987).

2.2. Význam síha peledě na trhu a vývoj produkce

Síh peled' je velmi významný hospodářský druh se slibnými biologickými a produkčními vlastnostmi. U nás se převážně chová v rybnících v polykultuře spolu s hlavní rybou, a to kaprem obecným. Jelikož vykazuje velmi malou potravní konkurenci ke kaprovi, dochází k dokonalému využití přirozené potravní základny v rybnících. Síh peled' má velice kvalitní a chutné maso, zvláště je ceněn jako uzený (Baruš, Oliva a kol., 1995). V sedmdesátých letech minulého století síhové patřili mezi hospodářsky významné druhy ryb, v současnosti jejich produkce velice poklesla (Obr. č. 1), jelikož pro kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) jsou síhové snadnou a velikostně dostupnou potravou (www.eagri.cz).



Obr. č. 1 Produkce síhovitých ryb v České republice z let 1996 až 2014.

Cena síha peledě a marény se v roce 2011 pohybovala okolo 95 Kč/kg v živé váze (velkostatek.webnode.cz).

Cena síha marény se v roce 2013 pohybovala okolo 75 Kč/kg v živé váze (rybarstvimartinkuvmlyn.cz).

V současné době se cena uzeného peledě pohybuje okolo 330 Kč/kg (www.klapal.cz).

2.3. Chov síha peledě v intenzivních podmínkách

2.3.1. Trendy produkce síhů v minulých letech

Jednou z metody je chov plůdku na sádkách. Při tomto odchovu je požadován dostatek drobného zooplanktonu, popřípadě drobné granulované krmivo určené pro výkrm plůdku pstruha. Zooplankton je získáván z větších rybníků pomocí planktonních sítí nebo přečerpáváním a filtrací vody (Hochman, 1987). Odchov plůdku síhů v rybnících je obtížný z důvodu výběru správného rybníka. Nejvhodnějším rybníkem je ten, ve kterém lze znemožnit únik plůdku jak s vodou, tak proti vodě, který je vhodně připravený pro dostatečné množství produkce drobného zooplanktonu a který má stálý přítok okysličené a chladné vody. S ohledem na přirozenou produkci rybníka se stanoví jeho obsádka. Ztráty se pohybují mezi 40 až 60 % při odchovu z embryí na ročka (Kouřil a kol., 2008). Plůdek se většinou vysazuje do dvouhorkových rybníků spolu s kaprem, předchází se tak ztrátám při podzimním výlovu ročku (Čítek a kol., 1998). Jelikož se síh peledě vyznačuje rychlým růstem, tak dosahuje tržní velikosti již ve druhém roce, odchov násadového materiálu se neprovádí. Pouze pokud nemají tržní velikost z důvodů špatně zvolené obsádky nebo při zhoršení potravních podmínek, tak se použijí pro opětovné nasazení (Kouřil a kol., 2008).

Další metodou, která byla převzata od polských rybníkářů je odchov plůdku v ponořených klecích z jemné síťoviny. Odchovná klec je ve tvaru krychle nebo jehlanu a odkrm trvá po dobu 5 až 8 týdnů. Tyto odchovny se zakotvují v blízkosti výpusti rybníka, aby zde byla dostatečná hloubka. Zooplankton je lákán do odchovny pomocí elektrického světla. Při stanovené délce odchovu ztráty nepřekračují 50 % (Čítek a kol., 1998).

Klecový odchov larev síhovitých ryb s umělým osvětlením začal již v roce 1973 v Polsku. Při odchovu larev v klecových systémech je nutné zajistit trvalý průchod zooplanktonu přes jemnou síťovinu a také znemožnění úniku ryb z klece. Proto je nutné volit velikost ok síťoviny 0,3 mm pro larvy síha peledě s délkou těla 0,5 mm. Při použití takto jemné síťoviny dochází k zanesení ok řasy a rozsivkami. Proto byly vyvinuty nové klece válcovitého tvaru se spodní částí ve tvaru kužele. Z neproniknutelné tkaniny je tvořena klec jen do 1,5 m hloubky a zbytek je tvořen ze

síťoviny s velikostí ok 1,2 mm pro snadný průchod zooplanktonu. Světlo je umístěno 1 m pod hladinou. Růst závisí na úživnosti jezera nebo rybníku a na sezónních změnách zooplanktonu. Nejnižší úhyn larev je v ranné fázi odchovu. V pozdějším odchovu je přežití a růst larev závislý na hustotě populace. Čím menší je hustota populace ryb, tím je přežití a růst vyšší (Mamcarz a Nowak, 1987; Mamcarz a Murawska, 1988; Mamcarz, 1995).

2.3.2. Metody intenzivního odchovu larev a juvenilních ryb

Nejdůležitější faktor pro úspěšný odchov larev a juvenilů je nutná vhodná výživa během začátku rozkrmení larev (Lobo a kol., 2014). Počet odchovaných jedinců do stádia juvenilů je značně limitovaný, jelikož dochází k velké mortalitě v larválním období. Vyšší přežití je dosaženo intenzivním odchovem v porovnání s odchovem extenzivním. Optimální hustota v intenzivním odchovu larev je 10-50 (někdy až 100) ks·l⁻¹. Tato vysoká hustota obsádky pozitivně ovlivňuje chování tím, že snižuje dominantní a antagonistické chování jednotlivců. Dochází tím sice ke snížení růstu ale přežití je naopak vyšší (Baskerville-Bridges a Kling, 2000).

2.3.3. Intenzivní chov síhů v recirkulačním systému

Recirkulační systémy jsou takové systémy, které opakovaně využívají přitékající vodu. Voda, která je použita k chovu ryb se neustále upravuje a čistí, aby mohla být znovu použita v systému. V důsledku úpravy vody, odparem a čištěním systému pro chov ryb je třeba doplňovat zanedbatelné množství vody. Součástí recirkulačního systému jsou především mechanická filtrace, sedimentace, aerace, oxigenace, nitrifikační a denitrifikační filtr, čerpadla, potrubí. V recirkulačních systémech lze dosáhnout kvalitních podmínek pro chov ryb, a to kvalitou vody a dávkováním krmiva. V intenzivní akvakultuře je hlavním problémem bakteriální a virová onemocnění. Prevencí tohoto problému je použití UV záření nebo ozonizace (Kouřil a kol., 2013). Nevýhodou recirkulačních systémů jsou vysoké pořizovací a provozní (elektrická energie, aerace, oxigenace a čerpání vody) náklady, zabezpečení objektu a odbornost personálu. Je nezbytně nutné, aby recirkulační systém měl záložní zdroj el. energie. Výhody tohoto systému jsou velice malá spotřeba vody, nižší rizika zavlečení chorob a téměř nemožné vniknutí rybích predátorů. Pomocí biologických filtrů lze snižovat množství rozpuštěného amoniaku, které musí být součástí recirkulačního systému. V biologických filtrech při působení nitrifikačních bakterií je amoniak oxidován na

dusičnany, přičemž dochází ke spotřebě kyslíku. Ryby jsou k dusičnanům více odolnější. Dále mohou být dusičnany rozkládány v denitrifikačních filtrech na plynný dusík a vodu za nepřítomnosti kyslíku (Kouřil a kol., 2008).

2.3.4. Přehled dostupných startérových krmiv vhodných pro počáteční rozkrm síhů

Hlavní firmy, které se zabývají výrobou krmiv využitelných pro počáteční rozkrmení síhů jsou firmy Biomar, Coppens a Aller aqua.

Firma Biomar se zabývá výrobou krmiva LARVIA ProStart, které je vhodné pro co-feeding a časný převod na suché diety. Skládá se z rybí moučky, krillové moučky, hydrolyzované rybí bílkoviny, rybí želatiny, lecitinu, řas a kvasnic. Nutriční složení této diety je: hrubý protein 67 %, hrubé tuky 12 %, hrubý popel 9,9 %, hrubá celulóza 0,1 %, vitamin C 1500 mg·kg⁻¹, vitamin E 800 mg·kg⁻¹, vitamin A 45 mg·kg⁻¹, vitamin D₃ 1,9 mg·kg⁻¹, fosfor 1,46 % a nenasycené mastné kyseliny n-3 3,30 %. Krmiva jsou vyráběny ve třech velikostech LARVIA ProStart 100 (80-125 μ), LARVIA ProStart 200 (125-250 μ) a LARVIA ProStart 300 (250-400 μ) (www.biomar.com).

Firma Aller Aqua se zabývá výrobou krmných směsí přímo pro síhovité ryby, především pro síha malého (*Coregonus albula*) pod názvem ALLER FUTURA EX. Skládá se z rybí moučky, krillové moučky, rybího oleje, pšeničného lepku, pšenice, kvasnic, minerálních látek a vitamínů. Zastoupení jednotlivých látek: hrubý protein 64 %, hrubé tuky 9 %, dusík 6 %, popel 13 %, vláknina 0,5 %, fosfor 1,6 %, vitamin A 10 mg·kg⁻¹, vitamin D₃ 1 mg·kg⁻¹, vitamin E 400 mg·kg⁻¹. Vyrábí se ve dvou velikostech, a to ALLER FUTURA EX oo (200-400 μm) pro larvy o hmotnosti 0,2-0,5 g a ALLER FUTURA EX o (300-600 μm) pro larvy o hmotnost 0,5-1,0 g (www.aller-aqua.com).

Firma Coppens se zabývá výrobou COPPENS TROUT FEED TOP ve velikosti 300-500 μm, která je vhodná pro larvy. Složení této diety: hrubý protein 66 %, hrubé tuky 11 %, vláknina 0,2 %, popel 11,9 %, fosfor 2,2 %, vitamin A 14 mg·kg⁻¹, vitamin D₃ 1230 μg·kg⁻¹, vitamin E 280 mg·kg⁻¹ a vitamin C 300 mg·kg⁻¹ (www.coppens.eu).

2.3.5. Popis strategií pro co-feeding u larev a juvenilů

Pro úspěšný co-feeding je důležité aby larvy přijímaly předkládané suché krmivo za přítomnosti přirozené živé potravy. Kombinací živé potravy a suchého krmiva lze u raných stádií ryb zlepšit růst a přežití larev v porovnání s použitím výhradně živé

potravy. Při použití metody co-feeding je zajištěna zvýšená dávka nutričních látek, a to je hlavní účinek komerčně vyráběného krmiva (Rosenlund a kol., 1997). Faktory ovlivňující raný přechod larev na suché diety jsou především velikost, textura, barva a schopnost nadnášení předkládaného krmiva (Pantazis a kol., 2014).

U jazyka senegalského (*Solea senegalensis*) bylo prokázáno, že larvy lépe přijímají suché krmivo v časně fázi odchovu než-li v pozdější, protože došlo k návyku na živou potravu a bylo obtížné převést larvy na suché krmivo (Canavate a Díaz, 1999).

Použitím metody co-feeding u larev sumečka afrického (*Clarias gariepinus*) bylo docíleno přežití více než 90 % při použití živé potravy (*Artemia* sp.) a suché diety v poměru 1:1. V tomto poměru po 21. dnech po vylíhnutí larvy vykazovaly hmotnost 85 mg, zato larvy ve skupině, která byla krmená pouze *Artemia* sp. měli hmotnost 65 mg (Chepkirui-Boit a kol., 2011).

Zooplankton a *Artemia* sp. jsou většinou používány při prvotním rozkrmění larev ryb (Liu a kol., 2012). Kultivace vířníků a *Artemia* sp. je snadná ale značně drahá. Je spočítáno, že během prvních třech týdnů živá potrava představuje pouze 1,6 % z přijímané suché hmoty, ale zato představuje 50 % nákladů za krmivo při odchovu larev tresky obecné (*Gadus morhua*) (Baskerville-Bridges a Kling, 2000). Z ekonomických důvodů je nejvhodnější provést převod z živé potravy na suché krmivo co nejdříve, jelikož živá potrava představuje nejvyšší náklady při odchovu larev (Herrera a kol., 2010).

Podle Alvese a kol. (2006) čím dříve se podá suchá dieta larvám ryb, tím je převod na suchou dietu rychlejší a úspěšnější, ale podle Liua a kol. (2012) při příliš časně aplikaci suché diety u larev dochází k špatnému růstu a velké mortalitě. Kombinace živého a suchého krmiva tzv. co-feeding přispívá k snadnému přijímání suchého krmiva, hlavně při přerušení aplikace živé potravy, a také zlepšuje nutriční složení a kondici larev. Pro maximální růst a přežití larev je důležitá délka počátečního období krmení živou potravou. U *Centropomus parallelus* bylo dokázáno, že delší perioda co-feeding zlepšil příjem suchého krmiva při odstavení živé potravy. (Alves a kol., 2006). Při porovnání suchého krmiva a nauplií žábřonožky může suché krmivo být v závislosti na receptuře až dvacetkrát těžší a obsahovat až pětadvacetkrát více energie než *Artemia* sp. Obsah živin jak v živém tak suchém krmivu je důležitý pro růst, přežití a převod na suché krmivo (Rosenlund a kol., 1997).

Při pokusu intenzivního odchovu atlantské tresky se jikry inkubovaly v inkubátorech, kde bylo tmavé prostředí. Po uplynutí dvou dnů po vylíhnutí se larvy

přemístily do nádrží o objemu 100 litrů a hustotě 100 larev·l⁻¹, při teplotě 6,5 °C. Při prvních třech dnech odchovu byly larvy odchovávány v tmavém prostředí, poté byly larvy vystaveny světelné periodě. Krmivo pro larvy se skládalo z drobných vířníků (*Branchionus plicatilis*, Cayman), nauplia *Artemia* sp. a suchého krmiva. Třetí den odchovu bylo přidáno těsto z řas (*Nannochloropsis oculuta*, Reed Mariculture). Od 3. do 23. dne po vylíhnutí byly larvy krmeny vířníky s hustotou 5000 až 12000 jedinců·l⁻¹. Po dobu 24.-34. dne od vylíhnutí byly larvy krmeny nauplii *Artemia* sp. s přidavkem suchého krmiva. Krmení larev bylo provedeno 20 hodin před přesazením do odchovné nádrže o objemu 2000-3000 litrů. Krmivo bylo podáváno pomocí automatických krmítek, které podávaly 4-6 dávek vířníků za den a 6 dávek *Artemia* sp. Pomocí automatických krmítek bylo podáváno 3-10 g suchého krmiva za den v období 33-50 dnů po vylíhnutí. Přežití larev 17. den po vylíhnutí bylo na úrovni 40 % ale již po 50. dnech po vyhnutí kleslo na 15%. Larvy po 40. dnech po vylíhnutí měli hmotnost 2 mg (Holan a kol., 2014).

2.3.6. Vliv velikosti krmných částic na růst a přežití raných stádií ryb při převodu na startérové krmivo

Při odchovu raných stádií ryb je velice důležité, aby předkládané krmivo bylo pro ryby velikostně dostupné. Je nezbytné, aby larvy nehladověly, jelikož by se mohly vyskytnout vývojové vady.

Podle Ahmadiho a kol. (2011) je vhodné používat u larev síha marény (*Coregonus lavaretus*) jako živé krmivo vířníky o velikosti 150 µm od prvního týdne odchovu a také po dobu dvou týdnů krmít suchou dietou s velikostí krmných částic 100-200 µm.

Při pokusu se síhy (*Coregonus suidteri*) během třetího týdnu po vykulení byly porovnávány tři krmiva, a to suchá dieta, živý zooplankton a zmrazený zooplankton v závislosti na růstu a přežití larev. V porovnání, larvy krmeny živým zooplanktonem rostli stejnoměrně a také nejlépe, po třech týdnech byla jejich velikost 16,4 mm, oproti tomu larvy krmeny zmrazeným zooplanktonem dosáhly velikosti 14,4 mm. Mortalita u obou skupin byla přibližně stejná, tedy kolem 3 %. Zato larvy, které byly krmeny suchou dietou (200-400 µm) vykazovaly délku 13,6 mm. Mortalita při odchovu na této dietě byla výrazně vyšší (34 %). Byly testovány také další dva faktory na přežití larev, a to velikost krmných částic a cirkulace vody v nádrži. Velikost suchého krmiva byla 100-200 µm a přítok vody do nádrží byl vypouštěn pod hladinu, aby bylo docíleno delší

doby, kdy částice krmiva plavou na hladině. Ukázalo se že tyto dva faktory nezpůsobují zvýšenou mortalitu nebo negativní vliv na růst (Enz a kol., 2001).

Jeden z hlavních problémů u komerčně vyráběného krmiva je vyplavování živin. Všeobecně míněno musí být krmivo pro larvy chutné, dobře stravitelné a hlavně vodě odolné. Při časném odchovu larev musí být krmivo předkládáno v přebytku, neboť larvy mají poměrně omezené schopnosti plavání. Pokud je krmivo předkládáno ve vysoké frekvenci mají larvy větší možnost zachytit krmnou částici (Cahu a Infante, 2001).

Během prvních dní je přežití larev závislé na krmení, především na kvalitě a frekvenci podávání jednotlivých dávek. Všechny larvy od jedné jikrnačky nezačínají přijímat potravu ve stejné době. Pro dobrý příjem krmiva je důležité, aby krmné částice byly pro larvy velikostně dostupné. Při rozkrmu larev je velmi selektována velikost potravy na rozdíl od chuti. Larvy jsou schopné přijímat krmivo podobně velké jako jejich ústní otvor ale preferují menší velikost, a také mohou přijmout tolik krmiva, co sami váží. (Yúfera a Darias, 2007). Trávicí trakt u larev prochází během několika týdnů vývojovými změnami, a proto je nutné přizpůsobit krmné diety nutričním požadavkům larev v daném období. Suché krmivo musí být předkládáno v mikročásticích, které velikostně odpovídají velikosti ústního otvoru jednotlivých druhů larev. Například při rozkrmování mořčáka evropského (*Dicentrarchus labrax*) bylo použito krmivo s velikostí krmných částic 50-125 μm , v období mezi 14.-25 dnem 125-200 μm a do 40. dne 200-400 μm . Velikost částic od 40. dne byla 400-600 μm . Krmné částice menší než 50 μm jsou pro larvy špatně detekované. Bylo dokázáno, že larvy o velikosti 4,5 mm přijímaly krmné částice o velikosti 50-150 μm . Larvy o velikosti 6 mm byly schopné přijímat částice nad 250 μm (Cahu a Infante, 2001).

2.3.7. Vliv délky kombinovaného krmení na úspěšnost převodu larev z živé potravy na startérové krmivo

Pro účely akvakultury je třeba zajistit optimální průběh převodu ryb z živé potravy na suché krmivo. To závisí na několika faktorech, a sice na ontogenezi zažívacího traktu, citlivosti na stres, chování, složení krmiva a chovném prostředí (Trabelsi a kol., 2011). Co-feeding obecně zlepšuje výživu ryb v larválním období a podněcuje larvy, aby lépe přijímaly suché krmivo po odstavu od živé potravy (Canavate a Díaz, 1999).

V rámci pokusu s jazykem senegalským byly testovány tři varianty s různou dobou metody co-feeding. V první variantě metody co-feeding, která trvala od 3. až do 23. dne od vylíhnutí larev se ukázalo, že co-feeding v poměru 1:1 a 2:1 pro živou potravu

vykazoval přežití okolo 62 %. U skupiny, která byla krmena pouze živou potravou vykazovala přežití okolo 72 %. Růst larev těchto tří skupin byl vyrovnaný (1,5 až 1,8 mg). V druhé variantě, která trvala od 23. až do 43. dne od vylíhnutí bylo zjištěno, že co-feeding v poměru 2:1 pro živou potravu vykazoval přežití okolo 70 % a také nejlepšího růstu (9 mg). V poměru 1:1 bylo přežití okolo 77 % a hmotnost larev byla 7 mg. Skupina krmená pouze živou potravou vykazovala přežití okolo 93 % a růst (8 mg). V poslední třetí variantě, která proběhla 43. až 70. den od vylíhnutí výsledky ukázaly, že co-feeding v poměru 1:1 a 2:1 pro živou potravu vykazoval přežití okolo 40 %. Naopak tomu bylo u skupiny, která byla krmena pouze *Artemia* sp., a ta měla přežití okolo 80 % a růst (35 mg) (Canavate a Díaz, 1999).

Obecně platí, čím dříve jsou larvy převedeny z živé potravy na suché krmivo, tím nižšího přežití ryb bývá dosahováno. Míru přežití larev lze zvýšit prodloužením doby krmení živou potravou, neboť tato potrava je důležitá pro správný vývoj trávicí soustavy a zlepšuje účinnost trávení (Rónyal a Feledi, 2013).

3. Materiál a metodika

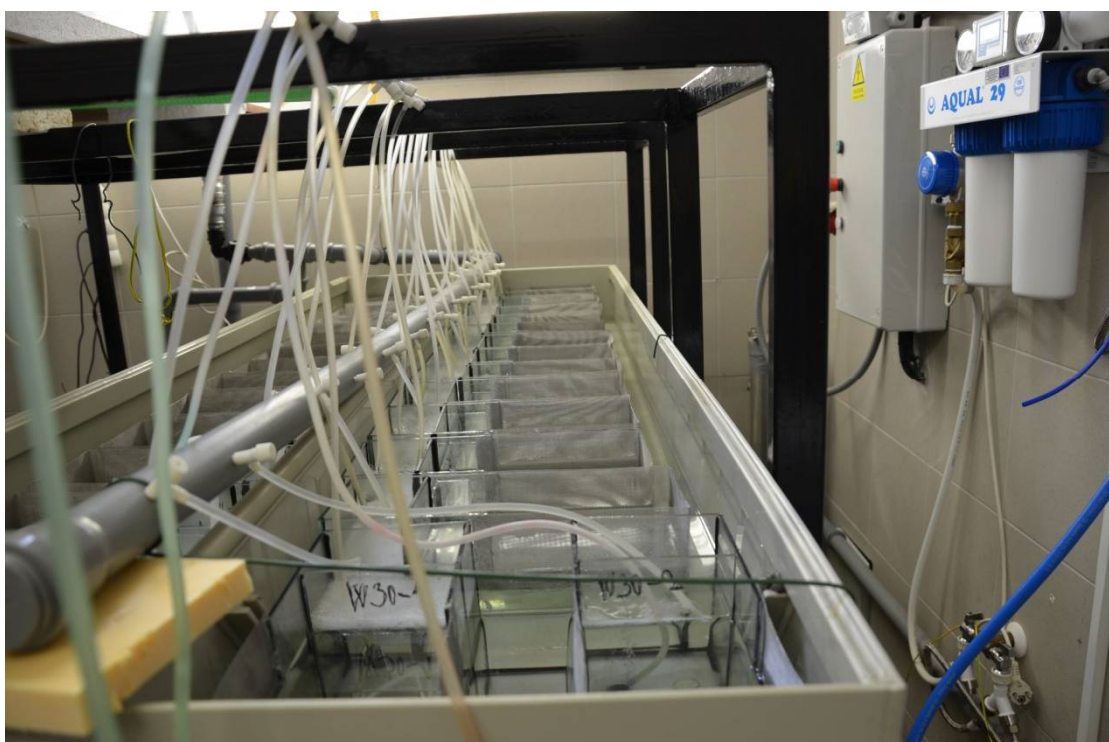
3.1. Získání a odchov experimentálního materiálu

Larvy síha peledě byly dovezeny z rybářství KINSKÝ Žďár a.s. do Laboratoře řízené reprodukce a intenzivního chovu ryb – Ústav akvakultury v Českých Budějovicích. Larvy byly převáženy v polyetylenových pytlích pod kyslíkovou atmosférou při teplotě 12 °C. Poté byly larvy přesazeny do jednotlivých experimentálních nádrží, kde teplota vody byla 14 °C.

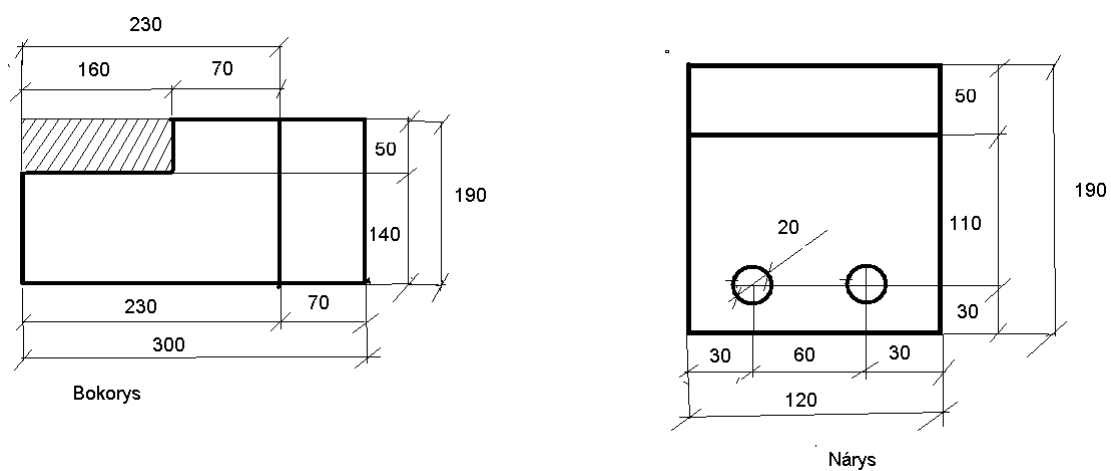
3.2. Experiment 1. – vliv velikosti startérového krmiva na přežití a růst larev síha peledě

3.2.1. Popis aparatury a systému pro odchov

Experimentální recirkulační systém byl složen ze dvou podélných polypropylenových žlabů (Obr. č. 2), ve kterých byla uložena experimentální akvária (Obr. č. 3). Žlaby sloužily pro odvod vody z nádrží a pro stabilizaci teploty uvnitř nádrží. Dalšími součástmi byly sběrné nádrže, ponořený biofiltr, UV lampa pro desinfekci vody a průtokový chladič Hailea 1000A (Obr. č. 4), vzduchový kompresor a rozvody vzduchu a vody (Obr. č. 5).



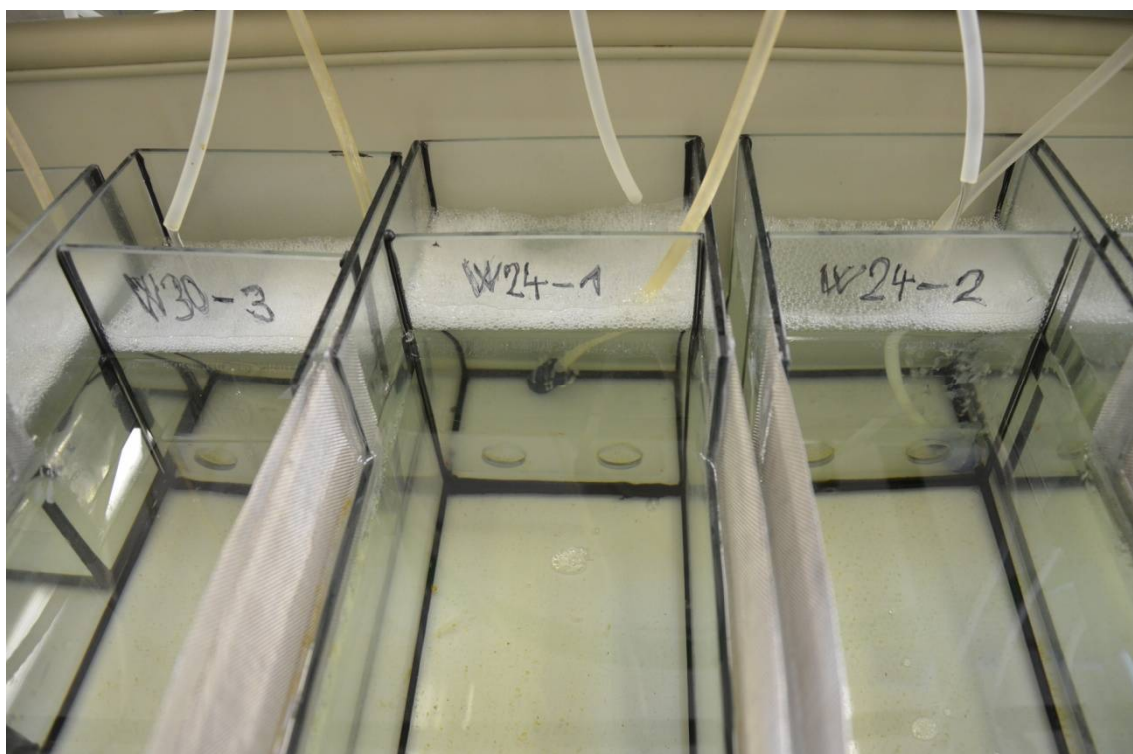
Obr. č. 2 Celkový pohled na žlab s odchovnými nádržemi s přívodem vody a vzduchu.



Obr. č. 3 Náčrtek odchovné nádrže.



Obr.č. 4 Pohled na průtokový chladič Hailea 1000A.



Obr. č. 5 Detailní pohled na odchovné nádrže s přívodem vody a vzduchu.

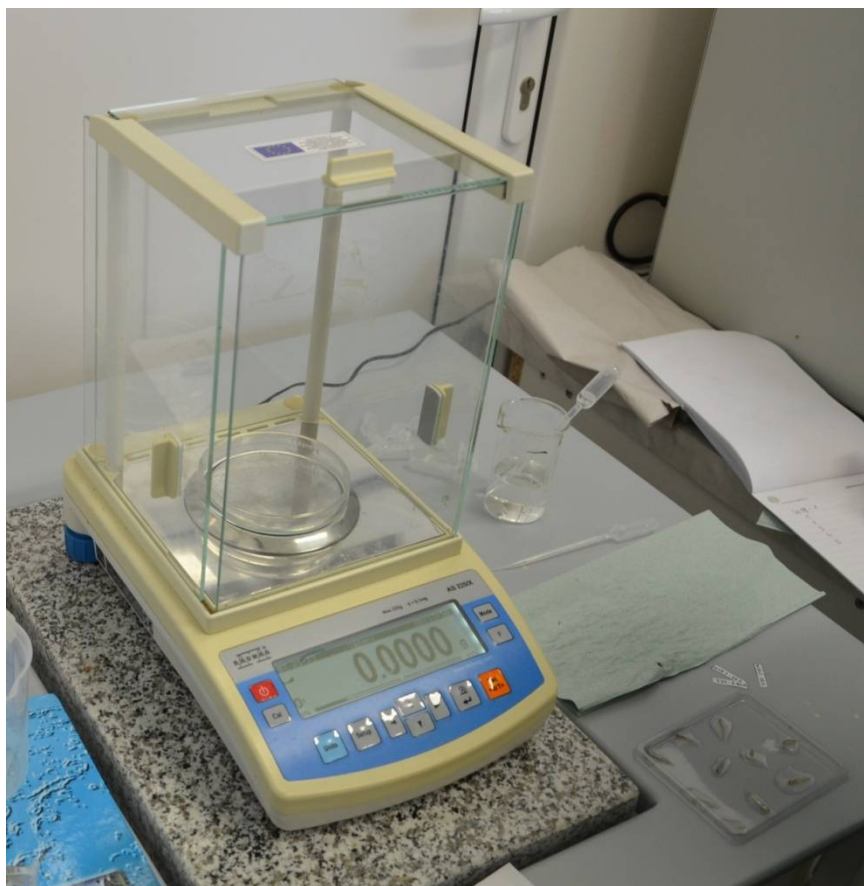
3.2.2. Vlastní popis experimentu

Experiment probíhal od 31.3. do 3.5., celkem tedy 34 dní. Cílem tohoto experimentu bylo vyhodnotit vliv velikosti krmných částic na růst a přežití larev při jejich převodu ve věku 10, 15, 20, 25 a 30 dní po vykulení. Larvy byly nasazeny ve věku tři dny po vykulení a odchov probíhal ve 39 akváriích o užitém objemu 3,8 l. V tomto systému probíhala recirkulace vody přes ponořený biofiltr. Do každé z nádrží bylo nasazeno 350 ks larev o hmotnosti $3,01 \pm 0,48$ mg a stáří 3 dny po vykulení. Celkem ve 39 akváriích bylo nasazeno 13 650 ks larev. Celý experiment byl rozdělen na 6 dílčích period, přičemž na konci každé periody byl proveden odběr náhodně odlovených 20 larev z každé nádrže (Obr. č. 6). Larvy byly fixovány v 4% formalínu po předchozím uspaní v hřebíčkovém oleji o koncentraci $0,02 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ a váženy na vahách Pioneer (Obr. č. 7) (Ohaus Corporation, USA, $d=0.0001$ g). Před vážením byly larvy osušeny na papírovém ubrousku. Teplota vody byla udržována na hodnotě $14 \pm 0,5$ °C, hodnota pH byla $7,3 \pm 0,3$ a koncentrace kyslíku byla udržována pomocí aerace na hodnotě $8,4 \pm 0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Fyzikálně-chemické parametry byly měřeny dvakrát denně pomocí

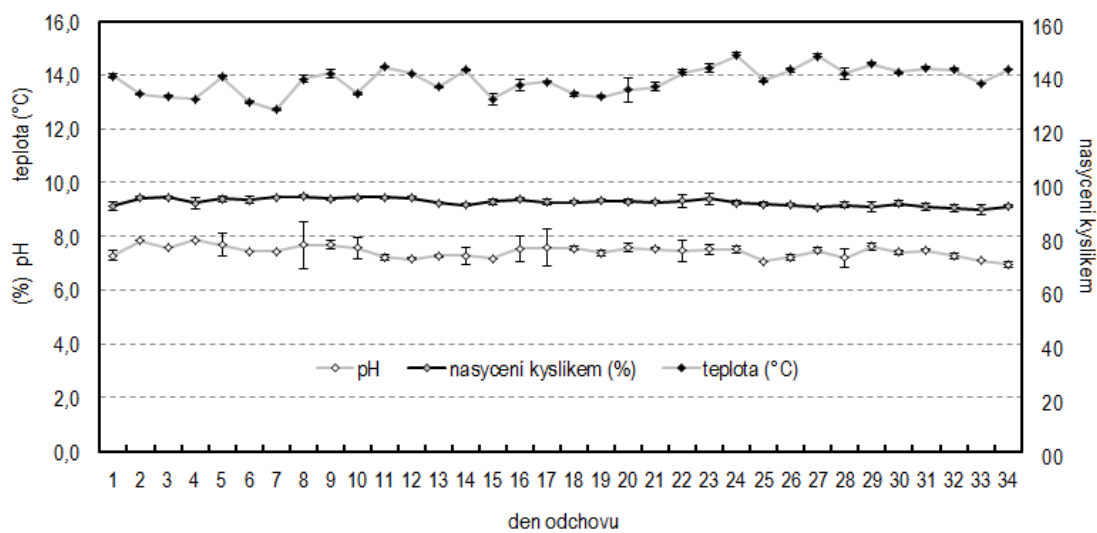
elektronického více funkčního multimetru HACH HQ40d. Mortalita, kondiční a zdravotní stav ryb byly monitorovány dvakrát denně. Průběh fyzikálních a chemických parametrů vody jsou znázorněny v grafu (Obr. č. 8). V tomto experimentu byla vytvořena pozitivní kontrola krmena pouze živými naupliemi *Artemia* sp. a dvě negativní kontroly, které byly krmeny pouze startérovým krmivem od firmy Biomar. Krmivo LARVIVA ProWean 100 o velikosti krmných částic 80–200 μm a LARVIVA ProWean 300 o velikosti 150–400 μm . Nutriční složení těchto krmiv bylo 58 % protein, 12 % lipid, 11,7 % popel, 0,4 % vláknina, 1,77 % fosfor. Krmivo se skládalo z rybí moučky, krilové moučky, pšeničné moučky, rybího tuku, řas, minerálů a vitamínů. Larvy byly krmeny dvanáctkrát denně v nadbytku, aby došlo k co nejčastějšímu kontaktu larev s krmnými částicemi. V tomto experimentu bylo testováno 13 různých variant (strategií) převodu larev ve třech opakováních, které byly označeny jako ART, 100 μm KS, 300 μm KS, 100 μm W10, 100 μm W15, 100 μm W20, 100 μm W25, 100 μm W30, 300 μm W10, 300 μm W15, 300 μm W20, 300 μm W25, 300 μm W30. Průběh krmení jednotlivých variant experimentu je schematicky znázorněn (Obr. č. 9).



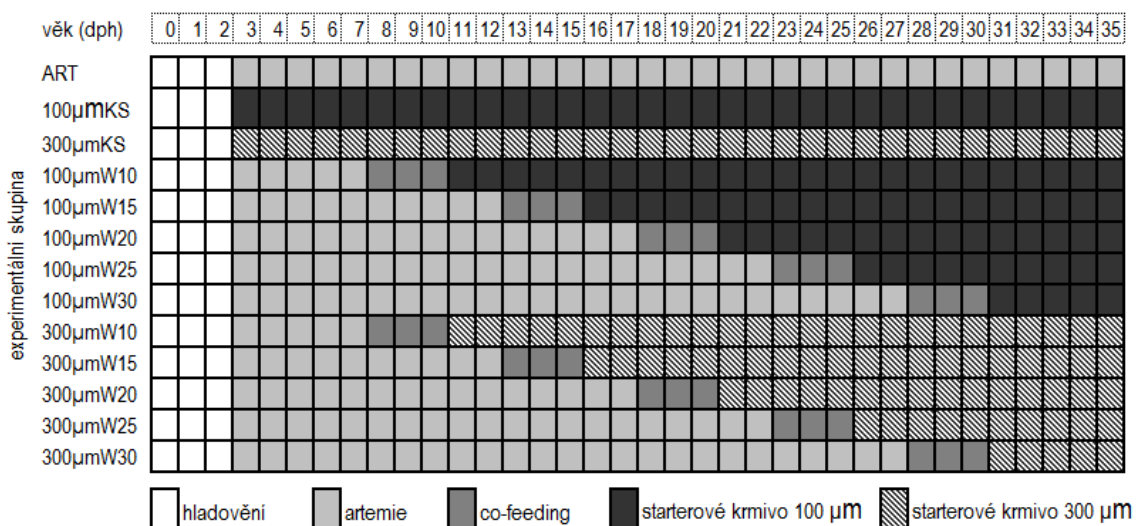
Obr. č. 6 Pohled na zástupní vzorek larev.



Obr. č. 7 Pohled na váhu Pioneer před vážením larev.



Obr. č. 8 Průběh fyzikálních a chemických parametrů vody během celého experimentu.



Obr. č. 9 Schématické znázornění postupu při testování vlivu termínu převodu na suché krmivo a velikost krmných částic v odchovu larev síha peledě.

3.3. Experiment 2. – vliv délky kombinovaného krmení (co-feeding) na přežití a růst larev síha peledě

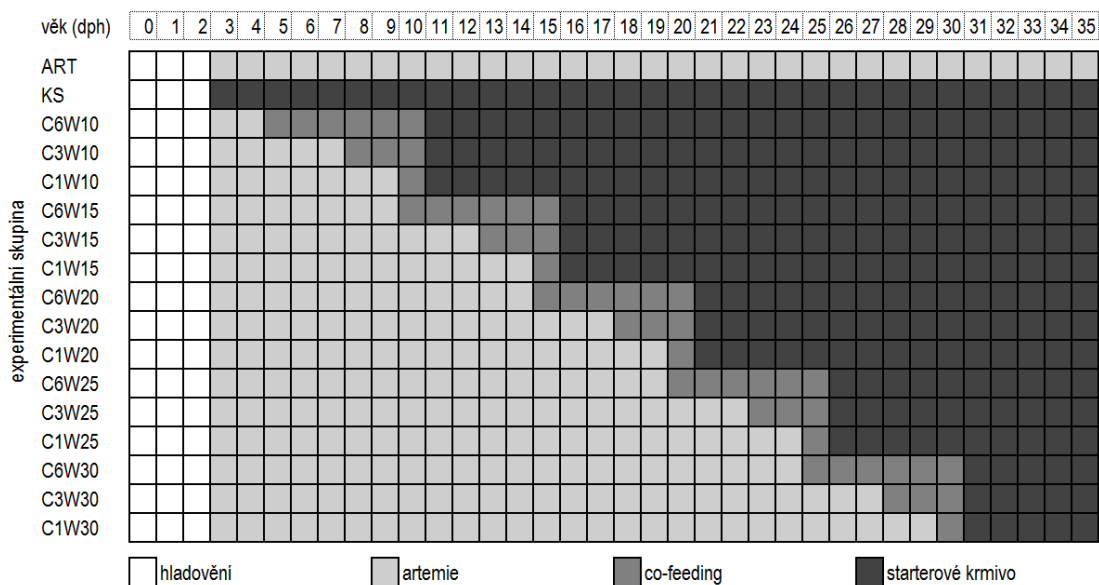
3.3.1. Popis aparatury a systému pro odchov

Pro druhý experiment byl použit stejný recirkulační systém jako v prvním experimentu. Tento systém je popsán v kapitole 3.2.1. V tomto experimentu bylo využito celkem 51 akvárií.

3.3.2. Vlastní popis experimentu

Tento experiment probíhal od 31.3. až 3.5., celkem tedy 34 dní. Hlavním cílem tohoto experimentu bylo vyhodnotit vliv délky periody co-feeding v kombinaci s vlivem termínu odsna růst a přežití larev síha peledě. Délka společného krmení pomocí živé potravy a suché diety trvala 1, 3 nebo 6 dní, a to v různém věku 10, 15, 20, 25 a 30 dní po vykulení. Larvy byly nasazeny tři dny po vykulení a jejich odchov probíhal v 51 akváriích o užitém objemu 3,8 l. V nádrži probíhala recirkulace vody. Do každé nádrže bylo nasazeno 350 ks larev o kusové hmotnosti $3,01 \pm 0,48$ mg a stáří 3 dny po vykulení. Celkem bylo tedy nasazeno 17 850 ks larev síha peledě. V experimentu byla založena pozitivní kontrola, která byla krmena výhradně naupliemi *Artemia* sp. a negativní kontrola, která byla krmena jen suchou dietou (Biomar LARVIVA ProWean 100). V tomto experimentu bylo založeno 17 různých experimentálních variant převodu

larev ve třech opakováních s označením ART, KS, W10C6, W10C3, W10C1, W15C6, W15C3, W15C1, W20C6, W20C3, W20C1, W25C6, W25C3, W25C1, W30C6, W30C3 a W30C1. Průběh krmení jednotlivých variant experimentu je schématicky znázorněn (Obr. č. 10).



Obr. č. 10 Schématické znázornění postupu při testování vlivu převodu larev na suché krmivo a délky společného krmení (co-feeding) v odchovu larev síha peledě.

Celý experiment byl rozdělen na 6 dílčích period, přičemž na konci každé periody byl proveden odběr náhodně odlovených 20 larev z každé nádrže. Larvy byly fixovány v 4% formalínu po předchozím uspaní v hřebíčkovém oleji o koncentraci $0,02 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ a váženy na vahách Pioneer (Ohaus Corporation, USA, $d=0.0001 \text{ g}$). Před vážením byly larvy osušeny na papírovém ubrousku. Krmení každé skupiny probíhalo dvanáctkrát denně v množství *ad-libitum* v časovém rozmezí od 7.00 až 19.00, tedy každou hodinu v tomto rozmezí. Teplota vody byla udržována na hodnotě $14 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, hodnota pH byla $7,3 \pm 0,3$ a koncentrace kyslíku byla udržována pomocí aerace na hodnotě $8,4 \pm 0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Fyzikálně-chemické parametry byly měřeny dvakrát denně pomocí elektronického více funkčního multimetru HACH HQ40d. Mortalita, kondiční a zdravotní stav ryb byly monitorovány dvakrát denně.

3.4. Zpracování dat a údajů

Získané data byly vloženy do programu Microsoft Excel 2007. Pomocí tohoto programu bylo vytvořeno grafické zpracování získaných dat. Celková délka těla byla měřena v programu MICRO IMAGE 4 z pořízených fotografií larev na konci experimentu. Data byla hodnocena programem STATISTICA 10. K zhodnocení dat byla použita parametrická jednocestná analýza variance ANOVA Turkeyho test. Před tímto testem byla testována homogenita variance Cochran, Hartley, Barlet testem. Jestliže nebyla splněna homogenita dat byl použit neparametrický test Kruskal-Wallisuv. Statistické rozdíly byly značeny odlišnými indexy.

3.5. Produkční ukazatelé použité ke zhodnocení dat

Kumulativní přežití larev síha peledě za celý experiment (%)

$$\text{Kumulativní přežití} = 100 \times \frac{(\text{počet nasazených ryb} - \text{počet uhynulých ryb})}{\text{počet nasazených ryb}}$$

Celková délka těla (mm)

Celková délka těla byla měřena na konci experimentu a byla zprůměrnována.

Konečná kusová hmotnost (mg)

Na konci experimentu byly váženy individuální hmotnosti ryb, které byly zprůměrnovány.

Výnos larev (g)

$$\text{Výnos} = \left[\left(\frac{\text{počet nasazených ryb}}{100} \right) \times \text{přežití} \right] \times \text{průměrná hmotnost}$$

Koeficient variance (CV) (%)

Vyjadřuje míru heterogenity dané obsádky.

$$\text{CV} = 100 \times \frac{\text{SD}}{\text{M}}$$

SD – směrodatná odchylka

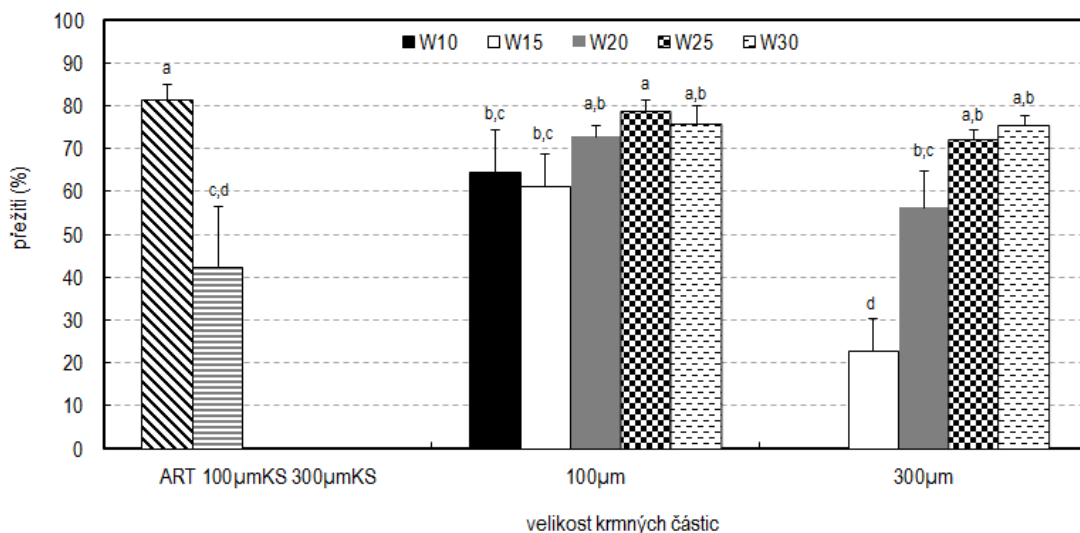
M - průměrná hmotnost skupiny

4. Výsledky

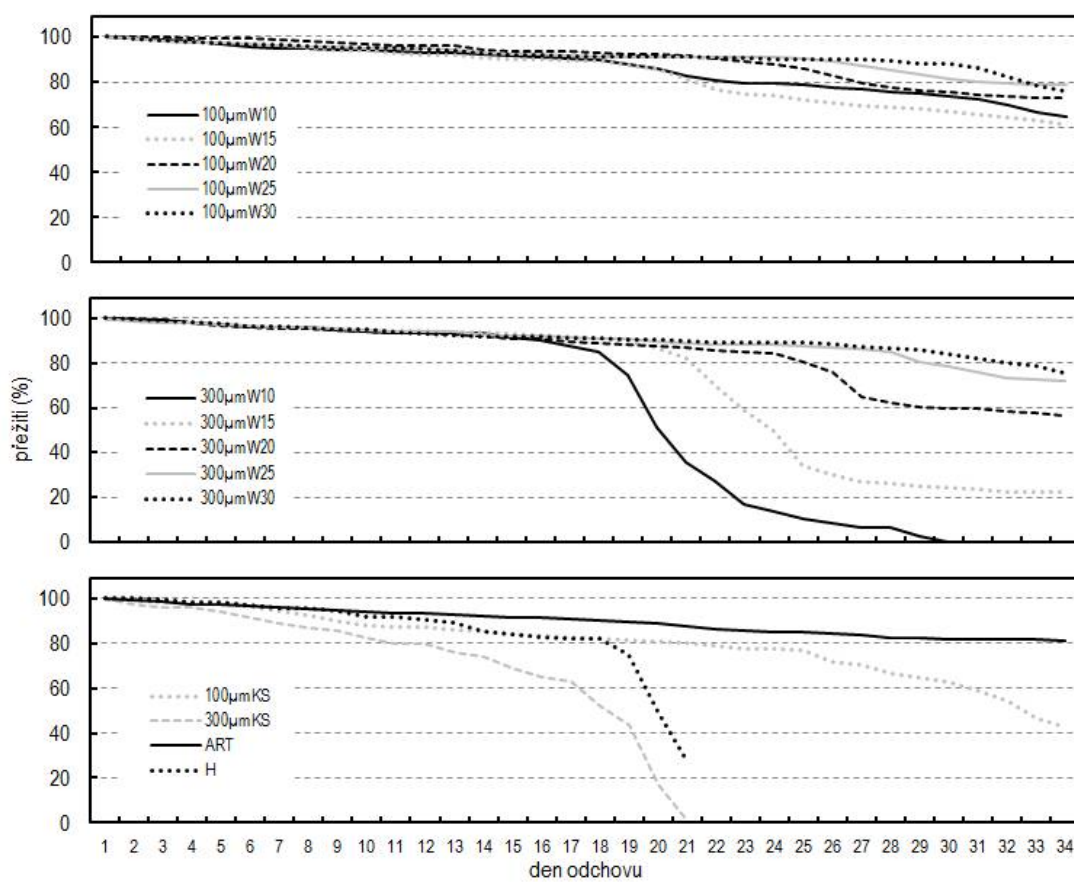
4.1. Experiment 1. – vliv velikosti startérového krmiva na přežití a růst larev síha peledě

4.1.1. Přežití

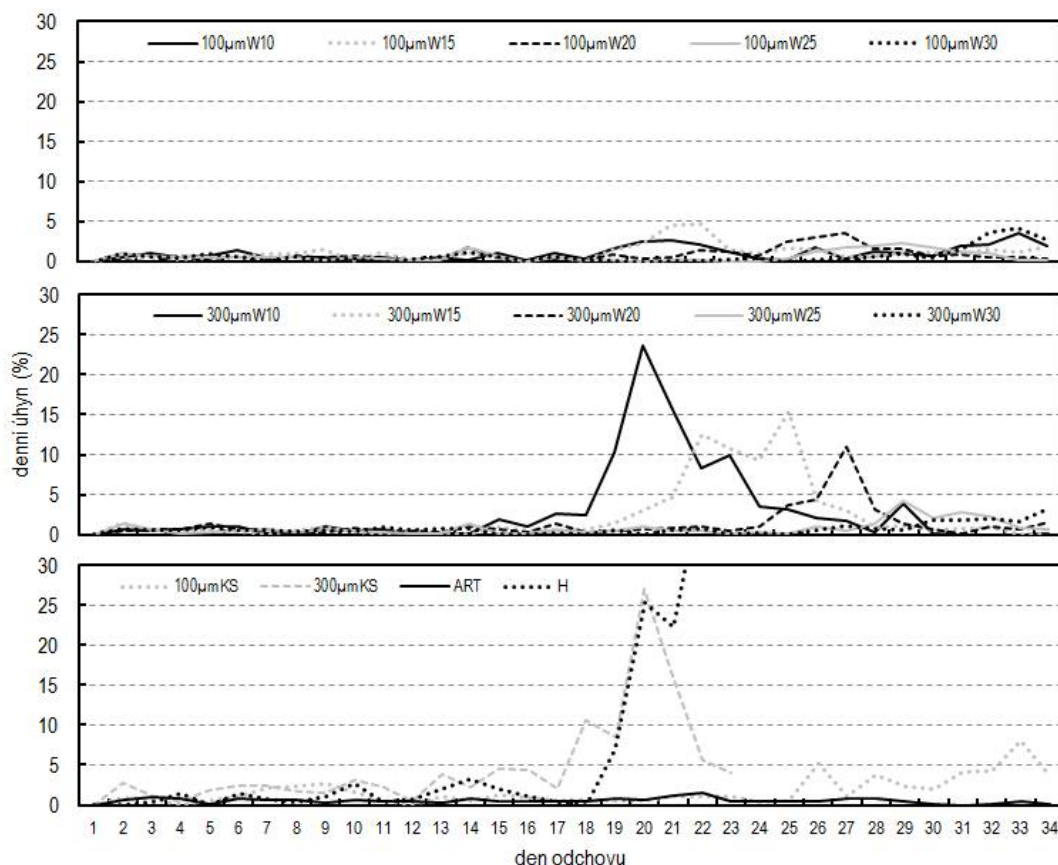
Přežití larev na konci tohoto experimentu je zaznamenáno v grafu (Obr. č. 11). Tento experiment ukázal, že nejnižší přežití oproti ostatním režimům převodu a pozitivní kontrole bylo pozorováno u larev, které byly převedeny na suché krmivo po 15. dni po vykulení za použití krmiva o velikosti krmných částic 300 μm . K 100 % mortalitě došlo při použití velikosti krmných částic 300 μm s převodem 10. den po vykulení. Uspokojivého přežití bylo dosaženo při převodu 25. dne po vykulení při použití velikosti krmných částic 300 μm . Časnější převod larev při použití krmných částic o velikosti 300 μm vedl k nižšímu či dokonce k nulovému přežití. Skupiny, které byly krmeny suchým krmivem o velikosti 100 μm měly vyrovnané přežití v průběhu experimentu. Zato skupiny krmené velikostí krmných částic o velikosti 300 μm měli značný pokles přežití. Průběh přežití je vyneseno v grafu (Obr. č. 12) a denní ztráty larev v grafu (Obr. č. 13).



Obr. č. 11 Konečné přežití larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a velikosti krmných částic. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 3$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).



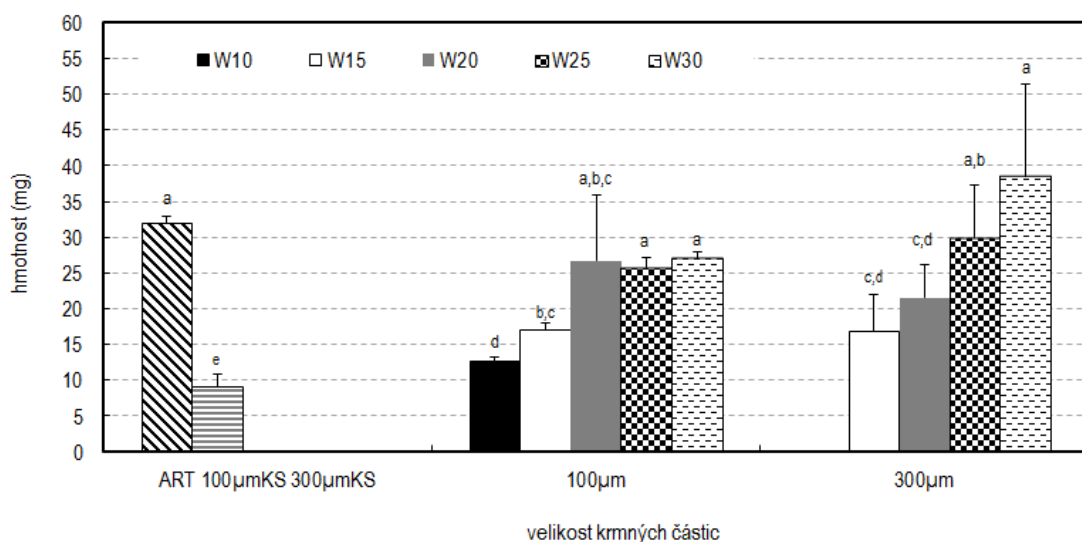
Obr. č. 12 Průběh přežití larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a velikosti krmných částic. Data jsou prezentovány jako průměr (čára) n = 3.



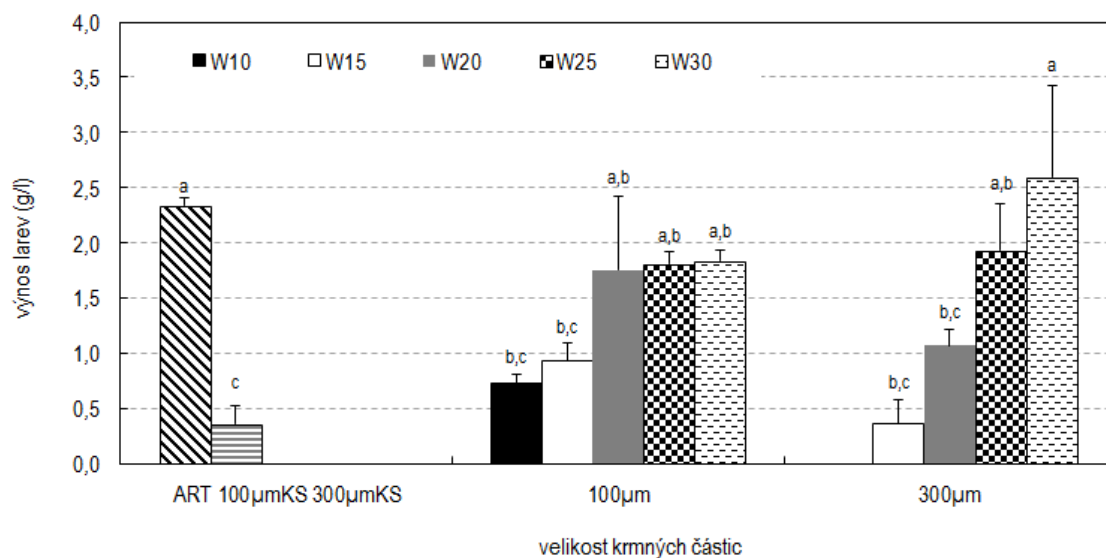
Obr. č. 13 Průběh denních úhynů larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a velikosti krmných částic. Data jsou prezentována jako průměr (čára) $n = 3$.

4.1.2. Hmotnostní růst

Podle výsledků je růst larev síha peledě znázorněn hmotnostně (Obr. č. 14). Při převodu na suché krmivo, které proběhlo 10. a 15. den po vykulení bez ohledu na velikost krmných částic došlo ke snížení konečné hmotnosti. Ale při převodu 25. den po vykulení bylo dosaženo vyšší konečné hmotnosti larev ve skupině krmené krmivem o velikosti krmných částic 300 µm. Nejvyšší konečné hmotnosti bylo dosaženo u larev, které byly převedeny 30. den po vykulení a za použití krmiva s velikostí krmných částic 300 µm. Jako optimální strategii lze označit převod larev, který proběhl 20. den po vykulení s použitím krmiva o velikosti krmných částic 100 µm. Tato strategie převodu dosáhla srovnatelných výsledků jako ostatní skupiny, které byly převedeny později. Výsledky ukazující přežití a růst larev znázorňuje ukazatel výtěžnosti larev (Obr. č. 15).



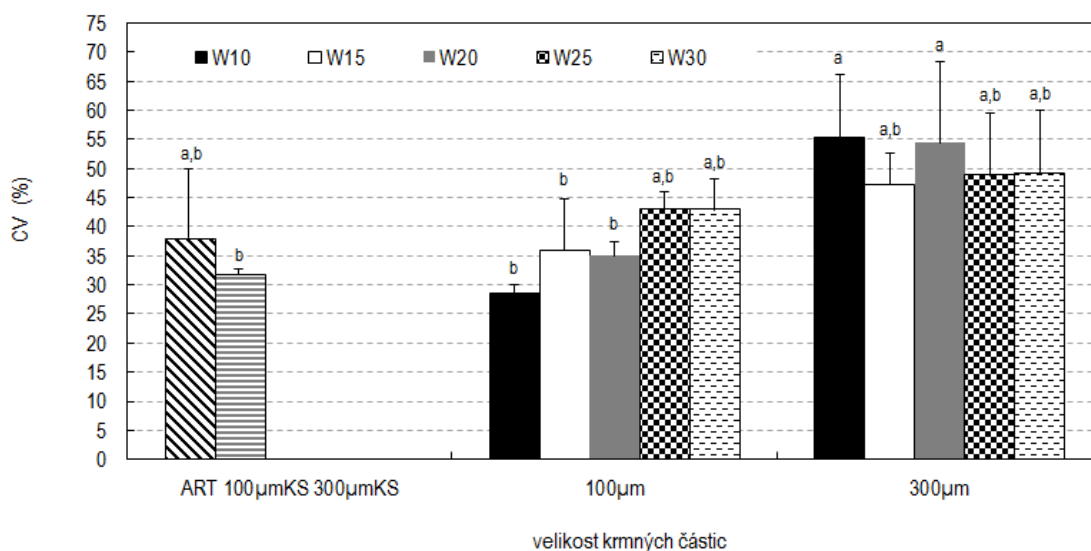
Obr. č. 14 Růst larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a velikosti krmných částic. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 20$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).



Obr. č. 15 Výtěžnost larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a velikosti krmných částic. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 3$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).

4.1.3. Koeficient variance

Koeficient variance byl vypočten ze získaných hmotnostních dat jednotlivých skupin (Obr. č. 16). Koeficient variance vyjadřuje míru heterogenity dané obsádky. Z grafu vyplývá, že jednotlivé skupiny mají různou heterogenitu, tudíž se od sebe statisticky liší.



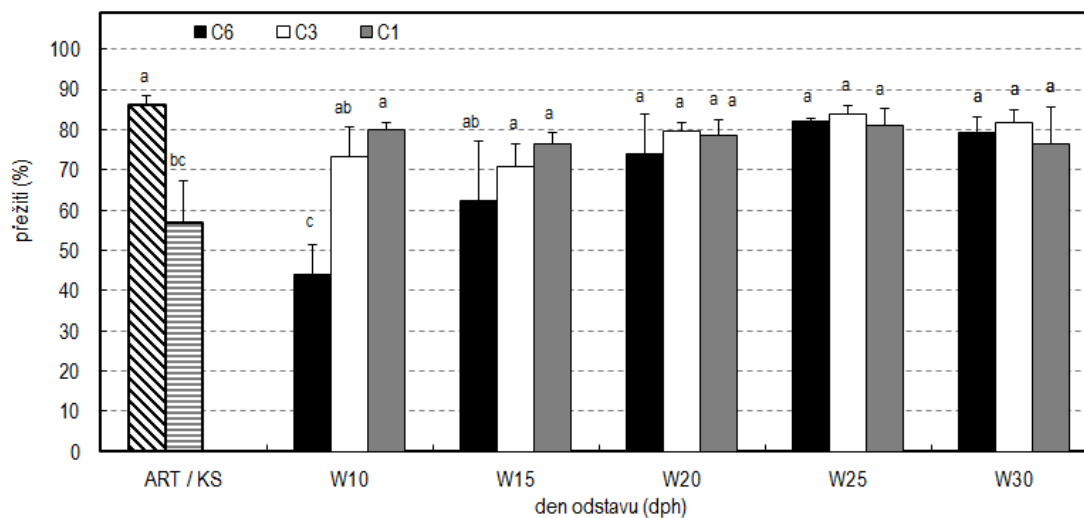
Obr. č. 16 Koeficient variance (ukazatel heterogenity) u jednotlivých skupin larev síha peledě při různém termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a velikost krmných částic. Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 3$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).

4.2. Experiment 2. – vliv délky kombinovaného krmení (co-feeding) na přežití a růst larev síha peledě

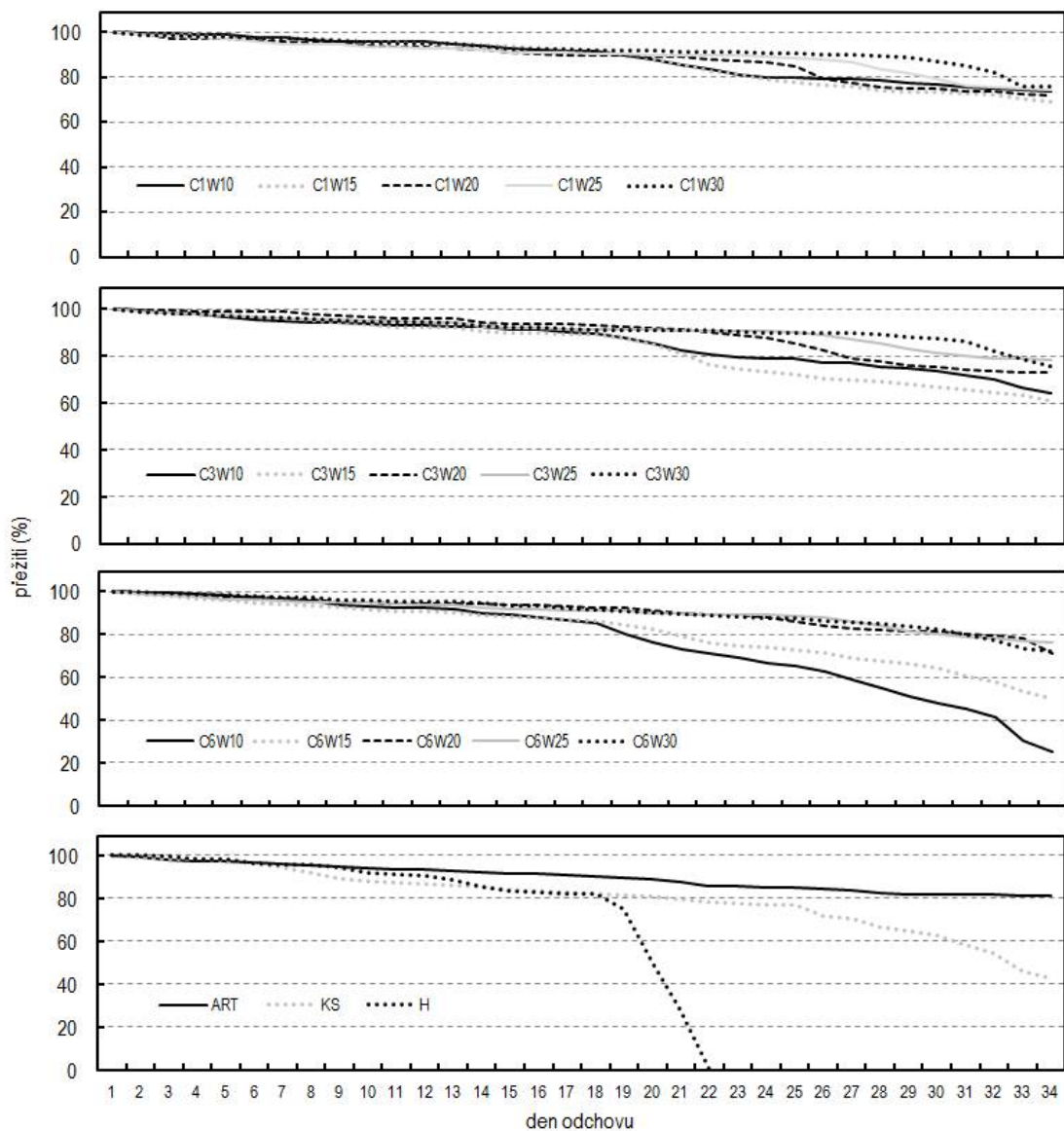
4.2.1. Přežití

Výsledky konečného přežití larev při převodu v jednotlivých skupinách na suché krmivo jsou znázorněny v grafu (Obr. č. 17). Výsledky experimentu ukazují, že pokud by bylo hlavním kritériem přežití larev, bylo by možné převod larev provést již 10. den po vykulení při použití krmiva o velikosti krmných částic 100 µm. U skupin larev převáděných po 20. dnu od vykulení neměla délka metody co-feeding výrazný efekt na přežití. Jednotlivé skupiny se od sebe statisticky nelišily. Naopak u skupin převáděných po 10. a 15. dnu od vykulení bylo pozorováno nižší přežití u larev u nichž probíhal co-

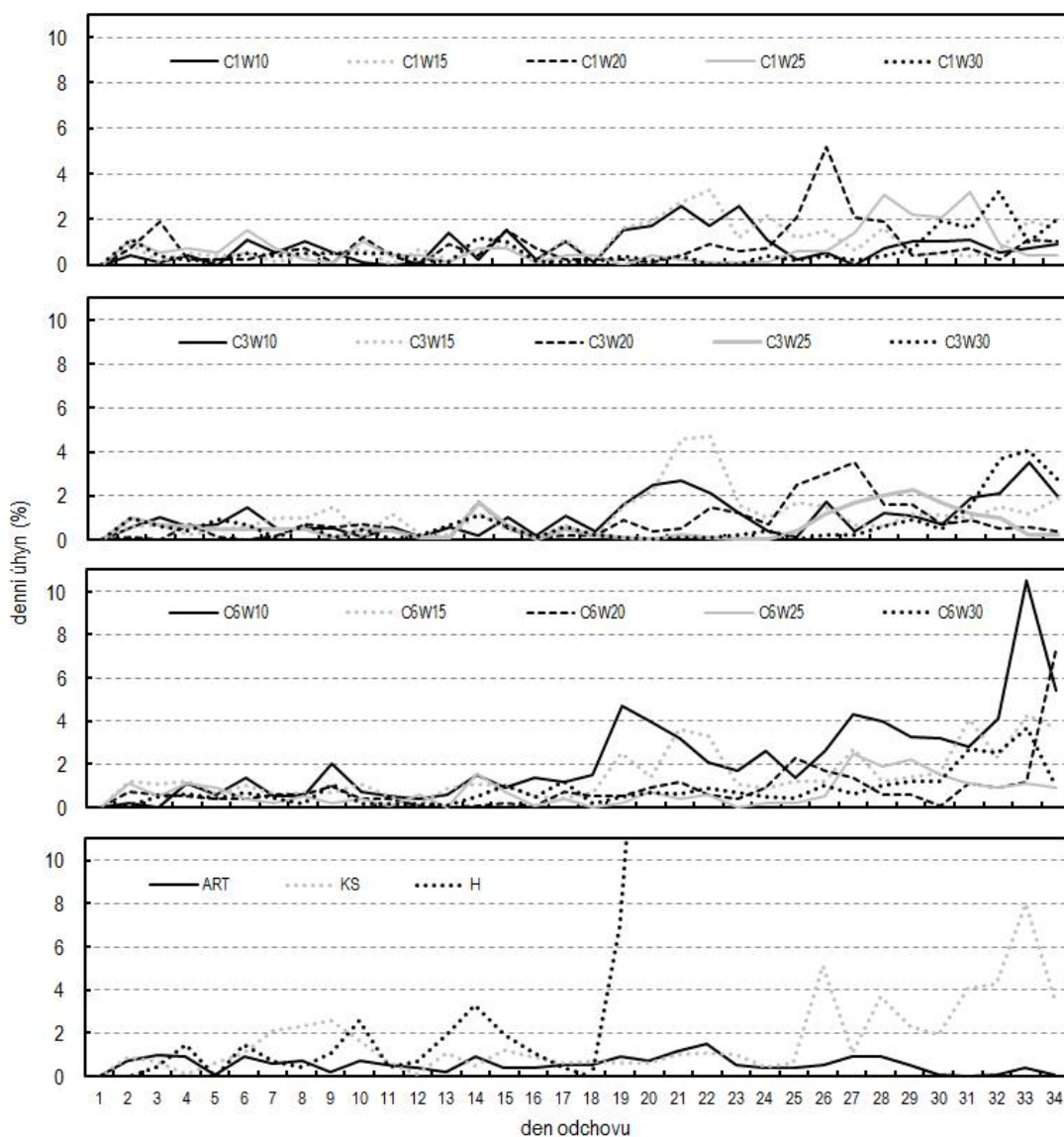
feeding po dobu 6. dní. Výsledky ukazující průběžné přežití za celý experiment jsou zobrazeny v grafu (Obr. č. 18) a denní úhyny larev jsou zobrazeny v grafu (Obr. č. 19).



Obr. č. 17 Konečné přežití larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a délce společného krmení (co-feeding). Data jsou prezentována jak průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 3$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).



Obr. č. 18 Průběh přežití larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a délce společného krmení (co-feeding). Data jsou prezentována jak průměr (čára) $n = 3$.

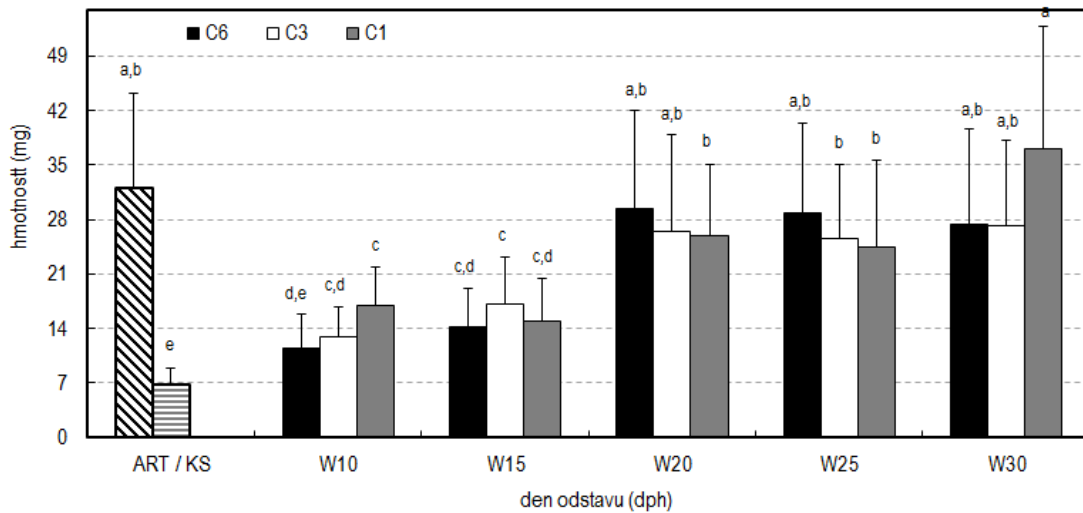


Obr. č. 19 Průběh denních úhynů larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a délce společného krmení (co-feeding). Data jsou prezentována jak průměr (čára) $n = 3$.

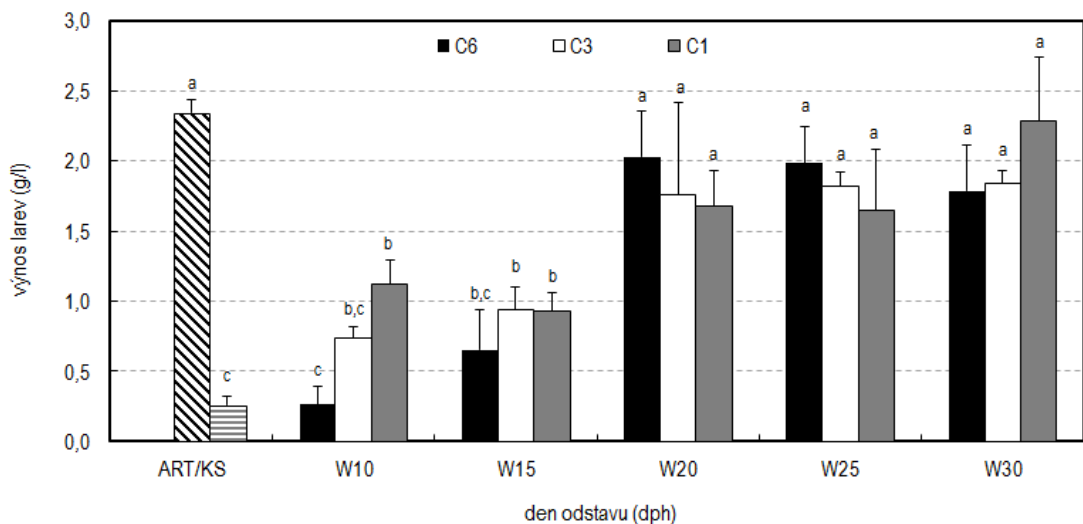
4.2.2. Hmotnostní růst

Výsledky růstu larev jsou hmotnostně vyjádřeny v grafu (Obr. č. 20). U larev, které byly převedeny po 10. a 15. dni od vykolení bez ohledu na délku společného krmení (co-feeding), byla konečná hmotnost snížena. Ve skupinách, kde byly larvy převedeny po 20., 25. a 30. dni od vykolení dosáhly hmotnosti 25–37 mg. Z výsledků vyplývá, že 20 dní po vykolení je minimální vhodná délka rozkrmu larev síha peledě živou potravou. Výnos larev se statisticky nelišil ve skupinách převedených 20., 25. a 30. den po vykolení. Výrazný pokles výnosu byl zaznamenán u převodu larev 10. a 15. den po

vykulení. Výsledky ukazující přežití a růst larev znázorňuje ukazatel výtěžnosti larev (Obr. č. 21).



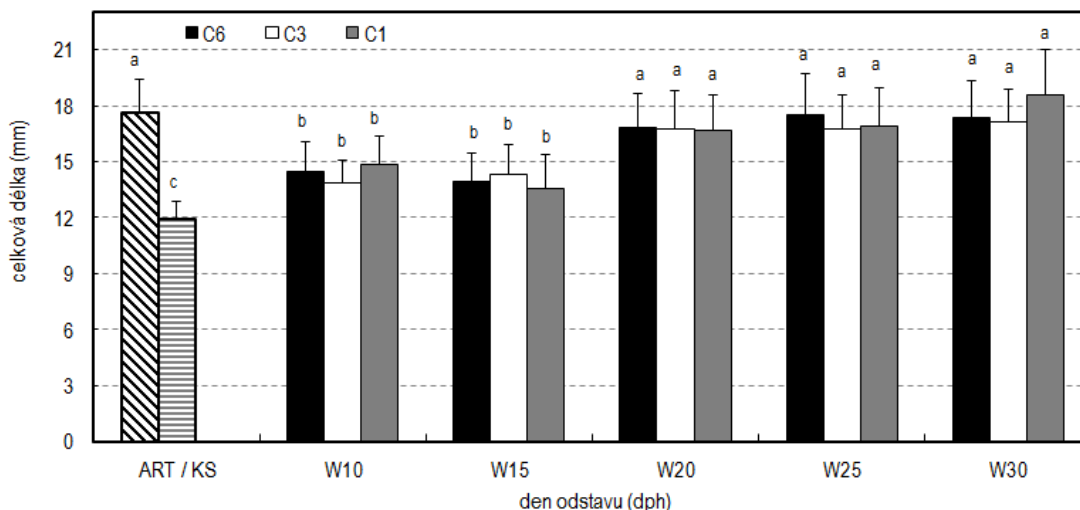
Obr. č. 20 Růst larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a délce společného krmení (co-feeding). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 20$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).



Obr. č. 21 Výtěžnost larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a délce společného krmení (co-feeding). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 3$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).

4.2.3. Celková délka

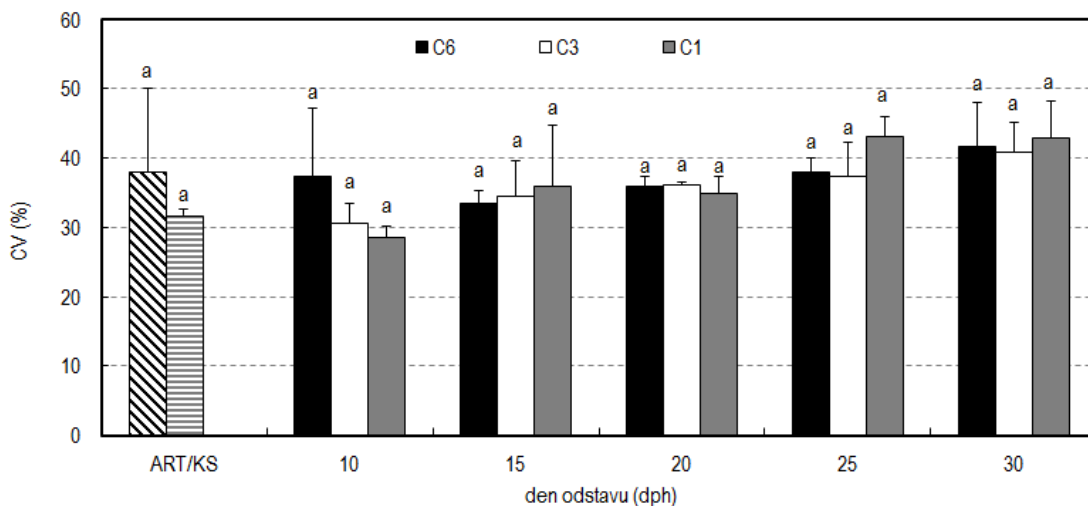
Ve všech testovaných skupinách byla celková délka vyrovnaná. Skupiny převedené 20., 25., a 30. den po vykulení vykazovaly největší celkovou délku těla. Statisticky se tyto skupiny nelišily. Naopak larvy převedené 10. a 15. den po vykulení měli menší celkovou délku těla ale statisticky se od sebe také nelišily. Celková délka larev na konci pokusu je znázorněna v grafu (Obr. č. 22).



Obr. č. 22 Celková délka larev síha peledě v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a délce společného krmení (co-feeding). Data jsou prezentována jak průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 3$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).

4.2.4. Koeficient variance

Koeficient variance byl vypočten ze získaných hmotnostních dat jednotlivých skupin (Obr. č. 23). Koeficient variance vyjadřuje míru heterogenity dané obsádky. Z grafu vyplývá, že jednotlivé skupiny se od sebe statisticky neliší.



Obr. č. 23 Koeficient variance (ukazatel heterogenity) v závislosti na termínu převodu z živé potravy (*Artemia* sp.) na kompletní startérové krmivo a délce společného krmení (co-feeding). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka $n = 3$. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou odlišeny různými indexy ($p < 0,05$).

5. Diskuze

Intenzivní chov larev ryb (larvikultura) se ukázal jako velmi důležitý krok v produkčním cyklu každého druhu, neboť na něm závisí úspěšnost v dalších stádiích odchovu. Čím je kvalita larev vyšší, tím je lépe zaručeno dobré přežití a uspokojivý růst v další fázi produkce. Larvy vyžadují vysoce kvalitní živou i suchou potravu odpovídající velikosti. Presentovaná práce byla zaměřena na optimalizaci načasování termínu převodu v kombinaci s velikostí startérového krmiva a délkou kombinovaného krmení (co-feeding). Výsledky jsou vždy diskutovány v relaci k přežití, růstu a celkovému výnosu larev síha peledě. Problematika ohledně optimalizace odchovu larev síha peledě se doposud jevila jako nedořešená.

Práce zabývající se tématem optimalizace raného odchovu larev síha peledě nebyly dosud publikovány v odborné literatuře, neboť síh peled' je teprve na počátku rozšíření v intenzivní akvakultuře. Doposud byly publikovány výsledky, které lze srovnávat s prezentovanou prací ale u jiných komerčně chovaných druhů ryb, například síh maréna, treska obecná, *Dicologlossa cuneata*, *Centropomus parallelus*, jeseter malý, kranasovec štíhlý, mořčák evropský a ompok dvouskvrnný.

Podle Herrera a kol. (2010) může mít vliv na výsledky převodu heterogenita v počáteční velikosti larev. To bylo dokázáno v pokusu s larvami *Dicologlossa cuneata*, které byly krmeny do 18. dne po vylíhnutí pouze živou potravou a poté probíhal desetidenní co-feeding. Po této periodě byly larvy krmeny 10 dní suchou dietou. Larvy byly stejně staré ale velikostně odlišné, proto byly rozděleny do tří skupin (nejmenší, střední a největší). Larvy v nejmenší skupině měly celkovou délku těla 7,5 mm a hmotnost 5 mg. Larvy v největší skupině měly celkovou délku těla 12 mm a hmotnost 35 mg. Nejlepšího přežití dosáhla nejmenší skupina a to 65 %, ale zato měla nižší hmotnost 28 mg a celkovou délku 17,3 mm. Naopak nejnižšího přežití dosáhla největší skupina a to 41,3 %, ale zato měla nejvyšší hmotnost 88,6 mg a celkovou délku 23,3 mm. Tento aspekt nebyl v prezentované práci s peledí zahrnut, jelikož počáteční heterogenita u daných skupin nebyla značně rozšířená.

Výsledky ve studii Vana a kol. (2010) s larvami kranasovce štíhlého (*Rachycentron canadum*) ukazují na konci pokusu (23. den po vylíhnutí), že při převodu 8. den po vykulení bylo přežití larev jen 11 % a hmotnost byla 62,5 mg. Při převodu 13. den po vykulení bylo přežití větší (14,5 %) a hmotnost nižší (40,5 mg) a při převodu 18. den bylo přežití u larev 15,7 % a hmotnost 37 mg. Z toho plyne, že při dřívějším převodu je

přežití nižší, ale hmotnost larev je naopak vyšší. Tento trend nelze potvrdit u larev síha peledě, neboť z výsledků vyplývá, že čím byl převod pozdější, tím bylo přežití i růst vyšší.

Studie larev ompoka dvouskvrnného (*Ompok bimaculatus*) podle Pradhana a kol. (2014) ukázala nejlepší přežití (78 %) u skupiny, která byla krmena 2. až 13. den zooplanktonem a 11. až 17. den po vykulení suchou dietou, larvy měli hmotnost 113 mg a celková délka larev byla 30 mm. Naopak nejlepší růst (151 mg) měla skupina, která byla krmena 2. až 8. den *Artemia* sp., 6. až 12. den zooplanktonem a 10. až 17. den po vykulení suchou dietou ale přežití larev bylo nižší, 66 %, ale celková délka byla 32 mm. Kombinace prvotního podávání *Artemia* sp., následné periody aplikace planktonu a v poslední fázi startérového krmiva by mohla být úspěšnou strategií i pro síha peledě. Výhodou této strategie by byla celková úspora *Artemia* sp., jakožto poměrně drahého krmiva.

Experiment testující vliv velikosti startérového krmiva na přežití a růst larev síha peledě byl proveden tak, že jednotlivé skupiny byly předeny 10., 15., 20., 25., a 30. den po vykulení a byl u nich proveden tří denní co-feeding za použití krmiva s velikostí krmných částic 100 μm a 300 μm . Na konci pokusu vykazovaly velice dobré přežití v rozmezí 61-79 % všechny skupiny krmené velikostí krmných částic 100 μm . Za použití krmných částic o velikosti 300 μm vykazovaly nejlepší přežití v rozmezí 72-76 % skupiny převedeny 25. a 30. den po vykulení, naopak nejnižší přežití (22 %) měla skupina převedena 15. den po vykulení. Ryby ve stáří 10 dní po vykulení neakceptovaly tuto velikost krmiva vůbec. Nejlepší růst v rozmezí 30-38 mg vykazovaly skupiny převedeny 25. a 30. den po vykulení s použitím krmných částic 300 μm . Naopak nejnižší růst 13 mg měla skupina převedená 10. den po vykulení s použitím krmných částic 100 μm . Za optimální lze označit převod po 20. dnu po vykulení s použitím krmných částic 100 μm , jelikož tato skupina dosahuje srovnatelného růstu (27 mg) jako ostatní skupiny.

Výsledky pokusu u larev mořčáka evropského (*Dicentrarchus labrax*) na velikost krmných částic ukázaly, že při prvotním rozkrmení bylo použito krmivo s velikostí krmných částic 50 až 125 μm . Dále od 14. do 25. dne po vylíhnutí velikost 125-200 μm , od 25. do 40. dne velikost 200-400 μm a od 40. dne velikost 400-600 μm . Pro larvy mořčáka evropského nemůže být velikost krmných částic menší než 50 μm , protože tato velikost je pro larvy špatně detekovatelná, což jsou zřejmě výsledky srovnatelné s larvami síha peledě, nicméně schopností detekce jednotlivých velikostí krmných částic

se práce na peledí nezabývala. Larvy mořčáka evropského s velikostí pod 4,5 mm přijímaly krmivo o velikosti 50-150 μm , larvy do délky 6 mm přijímaly krmivo o velikosti 150-250 μm a larvy o délce větší než 6mm přijímaly krmivo o velikosti větší než 250 μm (Cahu a Infante, 2001). Nicméně larvy síha peledě jsou v počátcích odchovu výrazně větší (celková délka 10 mm) (Furgala-Selezniow a kol., 2005). Proto v prezentované práci bylo testováno krmivo s dvěma velikostma krmných částic. Podle studie Ahmadiho a kol. (2011) se síhem marénou byly larvám podávány vířníci o velikosti 150 μm a po dvou týdnech krmení byla podávána suchá dieta o velikosti 200-300 μm . Ale u síha peledě byla zjištěna jako optimální velikost krmných částic 100 μm po 20. dnu od vykulení.

V pokusu s jeseterem malým (*Acipenser ruthenus*) byly testovány tři termíny odstavu s využitím metody co-feeding a krmivo o dvou velikostech krmných částic. Odchov larev probíhal do 26. dne po vykulení. U všech skupin probíhal co-feeding vždy 4 dny před odstavem. Vlastní dieta se skládala z nítěnek rodu Tubifex a suchého krmiva. V termínu od vykulení až po začátek co-feeding periody byly larvy krmeny pouze nítěnkami. První dvě skupiny, které byly odstaveny 11. den po vykulení u jedné skupiny s použitím krmiva 400-800 μm larvy vykazovaly přežití na úrovni 36 %, hmotnost 0,95 g a výnos larev byl jen 5,3 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. U druhé skupiny s použitím krmiva 200-400 μm larvy vykazovaly přežití na úrovni 50 % ale hmotnost jen 0,63 g. Při tomto trendu bylo přežití larev vyšší ale hmotnost byla nižší, výnos larev byl tudíž nižší (4,85 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Další dvě skupiny, které byly odstaveny 18. den po vylíhnutí u jedné skupiny s použitím krmiva 400-800 μm larvy vykazovaly přežití na úrovni 76 % a hmotnost 0,99 g a výnos larev byl 11,71 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Z výsledků plyne, že tento termín převodu a použití dané velikosti krmiva byl z pohledu výnosu larev nejúspěšnější. Ale v naší prezentované práci s peledí byl nejlepší výnos (2,6 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) u larev odstavených 30. den po vykulení s velikostí krmiva 300 μm . U druhé skupiny s použitím krmiva 200-400 μm larvy jesetera vykazovaly přežití na úrovni 81 %, ale hmotnost jen 0,68 g. Poslední skupina byla krmena od 21. dne po vykulení jen suchou dietou o velikosti 400-800 μm , a ta dosáhla přežití 80 % a hmotnost 0,89 g. Časný převod larev ryb s použitím větší velikosti krmiva vede k menšímu výnosu než-li převod pozdější. Toto tvrzení je srovnatelné s peledí (Rónyai a Feledi, 2013). Když bylo použito větší krmivo, tak bylo docíleno vyšší hmotnosti larev, ale přežití bylo nižší než u menšího krmiva. Toto tvrzení je srovnatelné s trendem zjištěným u peledí, neboť při použití krmiva o velikosti 300 μm bylo přežití od 20 do 58 % a hmotnost 17-22 mg při odstavu 15. a 20. den po

vykulení. Heterogenita v prezentované práci byla u jednotlivých skupin rozdílnější při podávání velikosti krmných částic 100 μm než-li u skupin s velikostí krmiva 300 μm .

Experiment testující vliv délky kombinovaného krmení (co-feeding) na přežití a růst byl proveden tak, že jednotlivé skupiny byly převedeny 10., 15., 20, 25. a 30. den po vykulení a co-feeding probíhal v délce 1, 3 nebo 6 dní. Významně nižší přežití oproti ostatním režimům převodu vykazovaly skupiny převedené 10. a 15. den po vykulení s délkou periody co-feeding 6 dní. Přežití od 20. dne převodu se pohybovalo okolo 80 % ve všech variantách metody co-feeding. Nejlepší růst vykazovaly skupiny převedené 20., 25. a 30. den po vykulení ve všech variantách délky periody co-feeding. Larvy dosáhly konečné hmotnosti 24 až 37 mg a konečné délky 16,8 až 18,6 mm. Naopak nejnižší růst vykazovaly skupiny převedeny 10. a 15. den po vykulení bez ohledu na délku trvání periody co-feeding. Podobné experimenty mají za cíl i zjistit minimální délku periody krmení larev živou potravou tak, aby bylo zajištěno uspokojivé přežití a růst larev. Praktickým důsledkem je nižší spotřeba *Artemia* sp., která je relativně náročná na potřebu práce (líhnutí) a také její cena bývá vyšší než u startéru.

Podle Alvese a kol. (2006) čím dříve se podá suchá dieta larvám ryb, tím je převod na suchou dietu rychlejší a úspěšnější, ale podle Liua a kol. (2012) při velmi časně aplikaci suché diety u larev dochází k zhoršení růstu a velké mortalitě. Tento obecný fakt byl potvrzen i v pokusech se síhem peledí. Kombinace živého a suchého krmiva tzv. co-feeding přispívá k lepšímu přijímání suchého krmiva, hlavně v období při přerušení aplikace živé potravy, a také zlepšuje nutriční složení a kondici larev. Pro maximální růst a přežití larev je důležitá délka počátečního období krmení živou potravou. U síha peledě nebyl prokázán pozitivní vliv delší periody co-feeding. Naopak u druhu *Centropomus parallelus* bylo dokázáno, že delší perioda co-feeding zlepší příjem suchého krmiva při odstavení živé potravy.

V pokusu s larvami tresky obecné s termíny odstavení 8., 15., 22., a 29. den po vykulení s délkou společného krmení 7 a 14 dní bylo dosaženo následujících výsledků. Nejlepší růst na konci experimentu (71 dní po vykulení) vykazovala skupina převedená 8. den po vykulení se 14 denním společným krmením (vířníci a suchá dieta), larvy o hmotnosti 15 mg. Skupina převedená 29. den po vykulení se 7 denním společným krmením vykazovala nižší růst, larvy o hmotnosti 13 mg. Přežití všech skupin bylo v rozmezí 32-39 % (Baskerville-Bridges a Kling, 2000). V tomto pokusu s larvami tresky obecné je výhodné naplánovat dřívější převod s dlouhou periodou metody co-

feeding ale u larev síha peledě je výhodnější naplánovat převod déle (od 20. dne po vykulení) a nejlépe až 30. den po vykulení a jedno denní co-feeding.

Při pokusu s larvami *Centropomus parallelus* co-feeding trval 5, 10 a 15 dní. Při společném krmení byly larvy krmeny nauplii *Artemia* sp. a suchým krmivem. U každé skupiny začal co-feeding 28. den po vylíhnutí. Skupina, u které co-feeding probíhal 5 dní vykazovala přežití na úrovni 92 % a celkovou délku těla 14,2 mm. Heterogenita této skupiny byla na úrovni 3,54 % Další skupina s co-feeding periodou 10 dní vykazovala přežití 98,7 % a celkovou délku těla 16,4 mm. Heterogenita u této skupiny byla už vyšší, a to na úrovni 3,97 %. Skupina poslední (co-feeding 15 dní) vykazovala přežití 99,7 %, celkovou délku těla 16,1 mm a heterogenitu na úrovni 4,57 % (Alves a kol., 2006). Z hlediska různých délek co-feeding periody lze tento trend potvrdit u larev síha peledě, jelikož nedochází k výrazným změnám v růstu a přežití. V prezentované práci se heterogenita larev síha peledě signifikantně neliší.

Podle studie Hundta a kol. (2015) testující varianty co-feeding u larev síha marény je vhodná kombinace živé potravy *Artemia* sp. a *Tubatrix acetin* od 8. dne po vykulení. Přidáním *Artemia* sp. dochází ke zrychlení růstu. Po 14. dnech od vykulení, larvy dosahovaly celkové délky 14,39 mm při kombinaci *Artemia* sp. a *Tubatrix acetin* v porovnání s velikostí larev 13,44 mm bez podání *Artemia* sp. V našem experimentu měla pozitivní kontrola (krmená jen *Artemia* sp.) celkovou délku těla 17,7 mm po 35. dni po vykulení larev síha peledě.

V pokusu Mahmoudzadeha a kol., (2009) byly použity tři varianty krmení larev síha marény. Larvy byly 7 dní staré o celkové délce 4 mm a hmotnosti 9 mg. Přežití, hmotnost a celková délka byly vyhodnoceny 6. týden po vykulení. Skupina krmená vířníky (*Brachionus plicatilis*) měla přežití nad 65 %, hmotnost byla 150 mg a celková délka 25 mm. Skupina krmená suchou dietou vykazovala přežití nad 50 %, hmotnost byla 50 mg a celková délka 15 mm. Skupina krmená živou a suchou potravou v poměru 1:1 vykazovala přežití nad 60 %, hmotnost 60 mg a celkovou délku 21 mm. Tento trend lze potvrdit i u síha peledě. Rovněž výsledky přežití dosažené u varianty krmené pouze suchou dietou jsou srovnatelné s výsledky přežití u peledě.

6. Závěr

Z výsledků provedených experimentů u larev síha peledě vyplývá, že optimální velikost krmných částic je 100 μm s převodem na suchou dietu nejdříve 20. den po vykulení a to jak pro dobré přežití, tak i pro růst. Jako absolutně nevhodné strategie převodu se ukázaly u skupin, které byly převedeny 10. a 15. den po vykulení s použitím velikostí krmných částic 300 μm a to jak pro růst, tak pro přežití larev. Délka co-feedingu neměla vliv na parametry přežití a růstu a lze tak doporučit skokový přechod (co-feeding 1 den). Velice neefektivní strategie z hlediska přežití je převod 10. den po vykulení s délkou co-feeding periody 6 dní ale z hlediska růstu to jsou termíny odstavu 10. a 15. den po vykulení u všech testovaných metod co-feeding.

Výsledky této práce by mohly být významně nápomocné pro chov síha peledě v intenzivním chovu. Tento trend chovu je na vzestupu, zvláště pak chov ryb v recirkulačních systémech. Síha peledě bude vhodné zařadit do produkce těchto chovů, jelikož bude rozšiřovat sortiment nabízených druhů ryb.

7. Přehled použité literatury

- Ahmadi, M. R., Mahmoudzaded, H., Babaei, M., Shamsaei, M. M., 2011. Prediction of survival rate in European white fish (*Coregonus lavaretus*) fry on three different feeding regimes. Iranian Journal of Fisheries Science 10(2), 188-197.
- Alves, T. T., Cerqueira, R. V., Brown, A. J., 2006. Early weaning of fat snook (*Centropomus parallelus*) larvae. Aquaculture 253, 334-342.
- Baruš, V., Oliva, O., 1995. Mihulovci Petromyzontes a ryby Osteichtyes (1). Academia, Praha, s. 518-523.
- Baskerville-Bridges, B., Kling, L.J., 2000. Early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae onto a microparticulate diet. Aquaculture 189, 109-117.
- Baskerville-Bridges, B., Kling, L.J., 2000. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. Aquaculture 181, 61-69.
- Cahu, Ch., Infante, J. Z., 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. Aquaculture 200, 161-180.
- Canavate, J. P., Díaz, C. F., 1999. Influence of co-feeding larvae with live and inert diets on weaning the sole *Solea senegalensis* onto commercial dry feeds. Aquaculture 174 (3-4), 255-263.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatorium, Praha, s. 116-118.
- Dungel, J., Řehák, Z., 2005. Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Academia, Praha, s. 172.
- Enz, C. A., Schaffer, E., Muller, R., 2001. Importance of diet type, food particle size, and tank circulation for culture of Lake Hallwil whitefish larvae. North American Journal of Aquaculture 63(4), 321-327.
- Furgala-Selezniow, G., Mamcarz, A., Skrzypczak, A., 2005. Food selection of peled larvae (*Coregonus peled* Gmel.) rearing in illuminated cages in different water bodies. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 8(2).

- Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky rozšíření a ochrana. Český svaz ochránců přírody Vlašim, Vlašim, s. 320-321.
- Herrera, M., Hachero-Cruzado, I., Oliveira, C., Ferrer, J., F., Marquez, J., M., Rosano, M., Navas, J., I., 2010. Weaning of the wedge sole *Dicologlossa cuneata* (Moreau): influence of initial size on survival and growth. *Aquaculture International* 18(3), 475 – 485.
- Hochman, L., 1987. Chov síhů. *Edice Metodik VÚRH Vodňany*, č. 24, s. 3-14.
- Holan, A. B., Wold, P. A., Leiknes, T. O., 2014. Intensive rearing of cod larvae (*Gadus morhua*) in recirculating aquaculture systems (RAS) implementing a membrane bioreactor (MBR) for enhanced colloidal particle and fine suspended solids removal. *Aquaculture Engineering* 58, 52-58.
- Hundt, J., Brüggermann, J., Grote, B., Bischoff, A., A., Martin-Creuzburg, D., Gergs, R., Buck, B., H., 2015. Fatty acid composition of *Turbatrix aceti* and its use in feeding regimes of *Coregonus maraena* (Bloch, 1779): is it really a suitable alternative to *Artemia nauplii*? *Journal of Applied Ichthyology* 31, 343-348.
- Chepkirui-Boit, V., Ngugi, C. C., Bowman, J., Oyoo-Okoth, E., Rasowo, J., Mugo-Bundi, J., Cherop, L., 2011. Growth performance, survival, feed utilization and nutrient utilization of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae co-fed Artemia and a micro-diet containing freshwater atyid shrimp (*Caridina nilotica*) during weaning. *Aquaculture Nutrition* 17(2), E82-E89.
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. *VÚRH JU Vodňany, Vodňany*, s. 19-21.
- Kouřil, J., Hamáčková, V., Stejskal, V., 2013. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. *Edice Metodik VÚRH, FROV JU Vodňany*, č. 85, s. 11, 19, 35.
- Liu, B., Zhu, X., Lei, W., Yang, Y., Han, D., Jin, J., Xie, S., 2012. Effects of different weaning strategies on survival and growth in Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Gunther) larvae. *Aquaculture* 364-365, 13-18.
- Lobo, C., Tapia-Paniagua, S., Moreno-Ventas, X., Javier Alarcón, F., Rodríguez, C., Carmen Balebona, M., A. Morinigo, M., García de La Banda, I., 2014. Benefits of probiotic administration on growth and performance along metamorphosis and weaning of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture* 433, 183-195.

- Mahmoudzadeh, H., Ahmadi, M., R., Shamsaei, M., 2009. Comparison of rotifer *Brachionus plicatilis* as a choice of live feed with dry feed in rearing *Coregonus lavaretus* fry. *Aquaculture Nutrition* 15, 129-134.
- Mamcarz, A., Nowak, M., 1987. New version of an illuminated cage for coregonid rearing. *Aquaculture* 65, 183-188.
- Mamcarz, A., Murawska, E., 1988. Studies on the larvae and fry feeding of the two *Coregonidae* species during its first year of growth in illuminated cages. *Acta Ichthyologia et Piscatoria* 18(2).
- Mamcarz, A., 1995. Rearing of coregonid (*Coregonus* sp.) larvae in illuminated cages: a review. *Advances in Limnology* 46: Biology and Management of Coregonid Fishes, 287-292.
- Matoušek, J., Prokešová, M., Kouřil, J., Stejskal, V. 2014. The effect of different water temperatures on survival and growth of Northern whitefish (*Coregonus peled* Gmelin, 1780) juveniles in intensive aquaculture. In: The Fourth NACEE Conference of Young Researchers, 15th - 16th April, St. Petersburg, Russia. pp. 11-13.
- Van, C., N., Dierckens, K., Nguyen, H., T., 2010. Effect of early co-feeding and different diets on the performance of cobia (*Rachycentron canadum*) larvae and juveniles. *Aquaculture* 305(1-4), 52-58.
- Pantazis, A. P., Benekos, G., Papadomichelakis, G., 2014. Early-weaning diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and their potential use in Hellenic marine fish hatcheries. *Aquaculture International* 22(5), 1621-1636.
- Petkam, R., Moodie, G. E. E., 2001. Food particle size, feeding frequency, and the use of prepared food to culture larval walking catfish (*Clarias macrocephalus*). *Aquaculture* 194, 349-362.
- Pradhan, P., K., Jena, J., Mitra, G, Sood, N., Gisbert, E., 2014. Effects of different weaning strategies on survival, growth and digestive system development in butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch) larvae. *Aquaculture* 424, 120-130.
- Pokorný, J., Adámek, Z., Dvořák, J., Šrámek, V., 1998. Pstruhařství. Informatorium, Praha, s. 26-27.

- Rosenlund, G., Stoss, J., Talbot, C., 1997. Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. *Aquaculture* 155, 183-191.
- Rónyal, A., Feledi, T., 2013. Co-feeding as a weaning procedure in sterlet (*Acipenser ruthenus*) larvae. *Aquaculture Research* 44, 1489-1491.
- Trabelsi, A., Gardeur, J., N., Teletchea, F., Fontaine, P., 2011. Effects of 12 factors on burbot *Lota lota* weaning performances using fractional factorial design experiment. *Aquaculture* 316, 104–110.
- Yúfera, M., Darias, M. J., 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture* 268, 53-63.

Webové stránky:

- Aller Aqua A/S, 2015. [on-line] [cit. 2015-03-15]. Dostupné na WWW: http://alleraqua.com/aller_db/module/mod_pdf/view/buildPDF.layout_0001.php?product=ALER_FUTURA_EX_00_0_GR_&fish=Whitefish&feedtype=&language=2
- BioMar Group, 2014. [on-line] [cit. 2015-03-15]. Dostupné na WWW: http://www.biomar.com/Countries/common%20ceu/Datasheets/Datasheets%20MARINE%20HATCHERY/Marine%20Hatchery%20English/LARVIVA_ProStart_BioMar_Marine_Hatchery_English.pdf?epslanguage=sv
- Coopens International, 2015. [on-line] [cit. 2015-03-15]. Dostupné na WWW: http://www.coppens.eu/gallery/Engelse_brochures/2015/entroco2015mail.pdf
- Mze. Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, 2013. [on-line] [cit. 2015-02-10]. Dostupný na WWW: http://eagri.cz/public/web/file/225271/AKV_VICELETY_STRATEGICKY_PLAN_schvaleno_PM_20130430.pdf
- Rybárna Klopal, 2015. [on-line] [cit. 2015-04-20]. Dostupné na www.klopal.cz
- Rybářství Martínkův mlýn, 2013. [on-line] [cit. 2015-04-20]. Dostupné na rybarstvimartinkuvmlyn.cz

Rybářské sdružení České republiky, 2015. [on-line] [cit. 2015-04-20]. Dostupné na www.cz-ryby.cz

Středisko rybářství, 2011. [on-line] [cit. 2015-04-20]. Dostupné na velkostatek.webnode.cz

8. Abstrakt

V prezentované práci byl testován optimální odchov larev síha peledě ve dvou experimentech. Oba pokusy probíhaly po dobu 34 dní. Do prvního experimentu vliv velikosti startérového krmiva na přežití a růst byly nasazeny larvy síha peledě o kusové hmotnosti $3,01 \pm 0,48$ mg. Larvy byly odstaveny od živého krmiva 10., 15., 20., 25. a 30. den po vykulení, kdy před odstavením probíhal co-feeding po dobu 3 dnů. V prvním experimentu byly testovány dvě velikosti krmných částic 100 μ m a 300 μ m. Skupiny odstavené 20., 25. a 30. den po vykulení při použití velikosti krmných částic 100 μ m a skupiny převedené 25. a 30. den za použití krmiva 300 μ m se v konečném přežití statisticky nelišily. Nejlepší růst (konečná hmotnost 39 ± 12 mg) měla skupina odstavená 30. den po vykulení s použitím velikosti krmných částic 300 μ m. Do druhého experimentu vliv délky kombinovaného krmení (co-feeding) na přežití a růst byly nasazeny larvy síha peledě o kusové hmotnosti $3,01 \pm 0,48$ mg. Co-feeding trval 1, 3 nebo 6 dní před odstavením. Larvy byly odstaveny od živého krmiva 10., 15., 20., 25. a 30. den po vykulení. Skupiny převedené 10., 15., 20., 25. a 30. den po vykulení se statisticky nelišily v konečném přežití larev. Nejvyšší konečnou hmotnost 37 ± 15 mg dosáhla skupina převedená 30. den po vykulení s kombinovaným krmením po dobu jednoho dne. Skupiny převedené 20., 25. a 30. den po vykulení se statisticky nelišily v konečné hmotnosti larev. Délka co-feeding periody neměla vliv na parametry přežití a růstu larev.

Klíčová slova: přežití, rychlost růstu, co-feeding, intenzivní chov, velikost krmných částic, recirkulační akvakulturní systémy.

9. Abstract

In this work was tested optimal rearing protocol for Northern whitefish larvae in two experiments. Both experiments lasted for 34 days. In the first experiment the effect of feed particle size on the survival and growth were tested in Northern whitefish larvae with initial body weight of 3.01 ± 0.48 mg. Larvae were weaned from live feed 10th, 15th, 20th, 25th and 30th day after hatching when co-feeding was took for 3 days before the weaning. In the first experiment were tested particle size of 100 μm and 300 μm . Groups weaned 20th, 25th and 30th with 100 μm feed and groups weaned 25th and 30th with 300 μm feed had similar final survival (without significant differences). The best growth (final weight 39 ± 12 mg) had group weaned 30th day after hatching using particle size of 300 μm . In the second experiment the effect of length of combined feeding (co-feeding) on the survival and growth were tested in Northern whitefish larvae on a unit weight 3.01 ± 0.48 mg. Co-feeding lasted for 1, 3 or 6 days before the weaning. Larvae were weaned from live feed 10th, 15th, 20th, 25th and 30th days after hatching. Groups weaned 10th, 15th, 20th, 25th and 30th had similar final survival (without significant differences). But the best growth (final weight 37 ± 15 mg) reached group weaned 30th day after hatching with combined feeding for one day. Groups weaned 20th, 25th and 30th had similar final body weight (without significant differences). There was no observed effect of co-feeding duration on survival and growth.

Keywords: survival, growth rate, co-feeding, intensive rearing, feed particle size, recirculation aquaculture systems.