

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybnářství a ochrany vod

Ústav akvakultury

Bakalářská práce

Porovnání efektivity odchovu mníka jednovouseho (*Lota lota L.*) do stádia rychleného plůdku v rybnících a RAS.

Autor: Tomáš Plaňanský

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Blecha

Konzultant bakalářské práce: Ing. Jiří Křišťan, Ph.D.

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybnářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice 2016

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

Datum:

Podpis studenta

Děkuji svému vedoucímu Ing. Miroslavu Blechovi i konzultantovi Ing. Jiřímu Křišťanovi, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Výzkumnému ústavu ve Vodňanech za umožnění zpracování této kvalifikační práce.

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

Jméno a příjmení: **Tomáš PLAŇANSKÝ**
Osobní číslo: **V13B057P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybnářství**
Název tématu: **Porovnání efektivity odchovu mníka jednovousého (*Lota lota* L.) do stádia rychleného plůdku v rybnících a RAS**
Zadávající katedra: **Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický**

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

Mník jednovousý je jediným zástupcem hrdloploutvých ryb, který se trvale vyskytuje ve sladkých vodách. I když je tento druh cirkumpolárně rozšířen, tak v některých zemích se stal ohroženým druhem nebo dokonce zcela vymizel. Zvládnutí jeho odchodu je základním předpokladem pro možnosti budoucí reintrodukce, či posílení stávajících populací. Mník se však jeví jako vhodný kandidát pro studenovodní akvakulturu díky vysoké kvalitě masa a játrům bohatým na vitamíny a omega-3 mastné kyseliny. Chov mníka v kontrolovaných podmínkách se v posledních letech začal více studovat a první výsledky jsou již k dispozici.

Stěžejní fází, zaručující úspěšný odchov a produkci juvenilních ryb v dobré kondici, je období larvální fáze do období tzv. rychleného plůdku (cca 4 cm). Hlavním cílem této práce je otestovat, porovnat a shrnout úspěšnost a efektivitu produkce rychleného plůdku v umělých podmínkách RAS (recirkulační akvakulturní systém) a v přirozených podmínkách rybníku.

Rozsah grafických prací: podle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

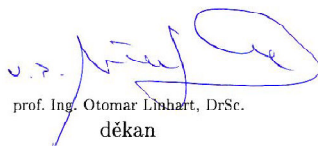
- Stapanian, M. A., Paragamian, V. L., Madenjian, C. P., Jackson, J. R., Lappalainen, J., Evenson, M. J., Neufeld, M. D., 2010. Worldwide status of burbot and conservation measures, *Fish and Fisheries*, 11 (1), 34-56 s.
- Mcphail, J. D., Paragamian, V. L., 2000. Burbot biology and life history. In: *Burbot: Biology, Ecology and Management* (eds V. L. Pagamian and D. W. Willis), American Fisheries Society, Fisheries Management Section, Publication Nr. 1, Bethesda, 11-23 s.
- Wocher, H., Harsányi, A., Schwarz, J. F., 2012. Larviculture of burbot (*Lota lota* L.): larval rearing using *Artemia* and weaning onto dry feed, *Aquaculture Research* (44), 106-113 s.
- Trejchel, K., Žarski, D., Palińska- Žarska, K., Krejszeff, S., Dryl, B., Dakowski, K., Kucharczyk, D., 2014. Determination of the optimal feeding rate and light regime conditions in juvenile burbot, *Lota lota* (L.), under intensive aquaculture, *Aquaculture International*, 22 (1), 195-203 s.
- Ghan, D., Sprules, W. G., 1993. Diet, prey selection, and growth of larval and juvenile burbot *Lota lota* L., *Journal of fish biology* 42 (1), 47-64 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miroslav Blecha**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jiří Křišťan, Ph.D.**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: **11. prosince 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **6. května 2016**


prof. Ing. Otomar Lišhárt, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Zátiší 728/II
389 25 Vodňany (2)


prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 4. března 2016

Obsah

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
2.1. Systematické zařazení, popis a hospodářský význam	10
2.2. Geografické rozšíření mníka.....	12
2.3. Nároky mníka na životní prostředí	12
2.4. Reprodukce a ontogenetický vývoj mníka.....	12
2.4.1. Reprodukce mníka jednovousého	12
2.4.2. Ontogenetický vývoj raného stádia mníka jednovousého	15
2.5. Potravní nároky mníka jednovousého.....	15
2.6. Chov mníka jednovousého.....	16
2.6.1. Extenzivní chov	16
2.6.2. Intenzivní chov mníka jednovousého	18
3. Materiál a metodika	21
3.1. Původ larev použitých při realizaci obou pokusů a místo pokusu.....	21
3.2. Extenzivní odchov larev do stádia rychleného plůdku	21
3.2.1. Kontrola rybníků a odlovy larev	23
3.2.3. Výlov rychleného plůdku.....	23
3.3. Intenzivní chov larev	25
3.3.1. Zařízení pro odchov larev	25
3.3.2. Podmínky pro odchov larev	27
3.4. Metody zpracování a vyhodnocení dat	27
4. VÝSLEDKY	28
4.1. Přežití larev a juvenilních jedinců mníka jednovousého v průběhu jednotlivých druhů odchovů	28
4.2. Růst larev a juvenilních ryb mníka jednovousého do stádia rychleného plůdku v podmínkách RAS a v rybnících	29

5. DISKUZE	33
6. ZÁVĚR	37
7. ZDROJE.....	38
8. ABSTRAKT	44
9. ABSTRACT.....	44

1. ÚVOD

Mník jednovousý (*Lota lota*), je jediným zástupcem hrdloploutvých ryb, který trvale obývá sladkou vodu, případně vodu brakickou (Harzevilli a kol., 2003) a můžeme se s ním setkat v potocích a jezerech s dobře okysličenou a chladnou vodou (Baruš a Oliva, 1995). Přestože je mník hojně se vyskytujícím druhem v Evropě a Severní Americe, jeho stavy klesají. Znečištění vod a změna jeho přirozeného prostředí především budováním přehradních nádrží, se jeví jako hlavní důvody úbytku populací mníků. Dalším důvodem jsou změny teploty vody, především díky vypouštění oteplených vod z přehrad (Harzevilli a kol., 2003). Mník je ve vyhlášce č. 395/1992 Sb. zařazen mezi ohrožené druhy a v červeném seznamu ČR je zařazen do čtvrté kategorie - téměř ohrožený (Lusk a kol., 2011). Chov mníků v akvakultuře má velký potenciál, a to hned z několika důvodů. Mník patří mezi treskovité ryby, které jsou na komerčním trhu velmi ceněné (Teletchea a kol., 2006). Produkuje kvalitní svalovinou bez mezisvalových kůstek s nízkým obsahem tuku a má velká játra, která jsou dobrým zdrojem omega 3 mastných kyselin a vitamínu A a D (Wong, 2008). Další výhodou chovu mníka je jeho poměrně rychlý růst a vysoká tržní cena (Zarski a kol., 2010). Z těchto důvodů se mník jeví jako vhodný kandidát pro diverzifikaci sladkovodní studenovodní akvakultury v Evropě, kde výrazně dominuje produkce pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss L.*) a sivena amerického (*Salvelinus fontinalis L.*) (Trabelsi a kol., 2011).

Správný odchov larev mníka je důležitým krokem k obnovení populací ve volných vodách, kde jeho stavy poklesly, nebo kde populace mníků zcela vymizely (Barron a kol., 2013). Vzhledem k tomu, že umělý odchov mníků byl zahájen poměrně nedávno, je stále málo informací o správném a efektivním odchovu (Harzevilli a kol., 2003). Podle řady autorů je nezbytné vytvořit a popsat ucelenou metodiku vedoucí k efektivnímu odchovu plůdku mníka, který by sloužil jako násadový materiál pro intenzivní akvakulturu a také pro zpětné nasazování těchto ryb do volných vod (Trabelsi a kol., 2011; Woche a kol., 2012).

Malá velikost larev a potřeba přijímat živou potravu po dobu alespoň pěti týdnů výrazně přispívají k náročnosti a nízké úspěšnosti odchovu raných stádií mníka (Jensen

a Leffers, 2008). Odchov raných stádií všech druhů ryb lze označit jako klíčový, a proto je třeba maximalizovat veškeré úsilí a dostupné zdroje k zefektivnění jejich chovu. V případě mníka je možné odchovávat jeho raná stádia extenzivním způsobem v rybnících, kombinací rybniční a intenzivní akvakultury nebo pouze v kontrolovaných podmínkách recirkulačního zařízení (RAS). Cílem této práce je popsat extenzivní a intenzivní chov mníka jednovousého a experimentálně ověřit efektivitu jeho chovu zejména z hlediska rychlosti růstu a přežití do stádia rychleného plůdku v podmínkách rybniční a intenzivní akvakultury.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1. Systematické zařazení, popis a hospodářský význam

Kmen: Strunatci (*Chordata*)

Podkmen: Obratlovci (*Vertebrata*)

Třída: Ryby kostnaté (*Osteichthyes*)

Podtřída: Paprskoploutví (*Actinopterygii*)

Nadřád: Vyšší kostnaté ryby (*Teleostei*)

Řád: Hrdloploutví (*Gadiformes*)

Čeleď: Mníkovití (*Lotidae*)

Rod: Mník (*Lota*)

Druh: Mník jednovousý (*Lota lota*)

Pro řád hrdloploutvých ryb je charakteristické uzavřené propojení plynového měchýře s jícnem. Dalším typickým znakem je absence tvrdých ploutevních paprsků a umístění břišních ploutví, které se nacházejí před prsními. Tělo je pokryto drobnými cykloidními šupinami. Typickým prvkem lebky hrdloploutvých ryb je většinou blanitá meziočnicová přepážka (*septum interorbitale*) a kanál pod lebeční dutinou, kterým prostupují čichové nervy a ne jako je tomu běžné u dalších vývojově vyšších kostnatých ryb (*Teleostei*), kde tento nerv prostupuje očnicí. Mozek je posunut daleko dopředu a v kostech chybí osteocyty. Čeleď mníkovití je z anatomického pohledu charakterizována z části kostěným, vespod blanitým kanálkem pro čichové nervy a plynovým měchýřem, který má vpředu růžkovité výběžky. Tato čeleď obsahuje 22 rodů s asi 55 druhy žijícími ve slaných vodách. Jediným čistě sladkovodním zástupcem je mník jednovousý (Baruš a Oliva, 1995). Mezi zástupce mníkovitých ryb patří také mník bělolemý (*Brosme brosme*) a mník mořský (*Molva molva*). Mník bělolemý je hlubokomořská ryba vyskytující se především v Severním Atlantiku, kde žije u dna v hloubkách od 100 do 1000 metrů. Dožívá se až 20 let věku a pohlavně dospívá mezi 8. a 10. rokem života (Bergstad a Hareide, 1996). Může dorůst až 120 cm a dosahovat váhy až 30 kg. Mník mořský je ryba obývající Severo-západní část Atlantiku. Je rybou bentickou vyskytující se v hloubkách od 60 do 1000 metrů (Pethon, 2005). Tento mník se může dožít až 20 let a dosahuje délky až 2 metry (Svetovidov, 1986).

Mník jednovousý je jediný čistě sladkovodní zástupce hrdloploutvých ryb (McPhail a Lindsey, 1970). Mníci se vyvinuli z mořské formy hrdloploutvých ryb pravděpodobně před 10 miliony let. Nejstarší nalezená fosilie mníka byla objevena v Rakousku a její původ je odhadováno do spodní hranice Pliocenu, tj. období před 5,3 až 6 miliony let (Cavender, 1986).

V podmínkách České republiky dorůstá mník 50 až 80 cm a váhy 1 až 2 kilogramů. Největší zaznamenaní mníci pochází ze Sibíře a jejich váha dosahovala od 25 do 30 kg. Věk těchto ryb byl přibližně 15 až 20 let (Dillen a kol., 2005). Tělo mníka je válcovitě protáhlé, z boku zploštělé a pokryté drobnými cykloidní šupinami (Baruš a Oliva, 1995). Hlava je plochá, na spodní čelisti je jeden vousek, který je typickým znakem mníka. Dále má mník 2 hřbetní ploutve bez tvrdých paprsků, kdy první hřbetní ploutev je krátká a nízká, druhá hřbetní ploutev je také nízká ale mnohem delší. Řitní ploutev je dlouhá obdobně jako druhá hřbetní ploutev. Ocasní ploutev je zakulacená. Prsní ploutve jsou vějířovité. Břišní ploutve jsou úzké s protaženým druhým ploutevním paprskem a jsou předsunuté až před ploutve prsní. Ústa mníka jsou široká s velkým počtem drobných zoubků. Dospělí mníci mají různé odstíny a barvy těla, ale záda mají většinou olivově zelená, černá či tmavě hnědá. Břicho je krémově bílé. Mladí mníci bývají tmaví (Baruš a Oliva, 1995; McPhail a Paragamian, 2000). Vzhled a stavbu těla mníka lze vidět na obr. č. 1.



Obrázek č. 1. Mník jednovousý (*Lota lota*).

2.2. Geografické rozšíření mníka

Výskyt mníka zasahuje přes Evropu a Asii až do Beringovy úžiny a Severní Ameriky (Berg, 1949). V Evropě se mník vyskytuje téměř ve všech zemích kromě Pyrenejského poloostrova (Baruš a Oliva, 1995). V některých zemích, jako například ve Velké Británii, byl mník zcela vyhuben (Pinnegar a Engelhard, 2008). V současné době jsou ve světě klasifikovány dva rozdílné poddruhy mníka. První je Euroasijský poddruh označovaný jako *Lota lota lota*, který se vyskytuje od Evropy až po Velké Otročí jezero v Severní Americe. Druhým popisovaným mníkem je pak Severoamerický poddruh *Lota lota maculosa*, který se vyskytuje na jihu Velkého Otročího jezera (Van Houdt a kol., 2003).

2.3. Nároky mníka na životní prostředí

Mník jednovousý je studenomilným druhem preferující chladné a čisté vody s minimálním obsahem rozpuštěného kyslíku $4\text{mg}\times\text{l}^{-1}$ (Dubský a kol., 2003). Vyhovují mu vody s nižší alkalitou, obsahem rozpuštěného draslíku, hořčíku a vápníku a také nižším pH (Dillen a kol., 2005). Nejčastěji se vyskytuje v řekách, potocích a jezerech, kde se teplota vody pohybuje v rozmezí 10 až 14 °C (Vanheule, 2012). Nicméně se s ním můžeme setkat i v místech, kde teplota vody v letních měsících dosahuje až 25 °C (Binner a kol., 2008) nebo ve vodách brakických (Percy, 1975; Pullianen a kol., 1992). Mník se může vyskytovat i v extrémních hloubkách okolo 700 m a v Alpách ho lze nalézt i v jezerech v nadmořských výškách okolo 2000 m. Vyhledává místa s možností úkrytů (balvany, vymleté břehy, zatopené předměty, kořeny stromů), kde je v průběhu dne schovaný a v noci z nich vyjíždí za potravou (Beelen, 2009).

2.4. Reprodukce a ontogenetický vývoj mníka

2.4.1. Reprodukce mníka jednovouseho

2.4.1.1. Přirozený výtěr

Výtěr mníků probíhá v zimních měsících, často i pod ledem při teplotách vody mezi 1 až 4 °C. Výtěrová sezona mníka je krátká, trvá jen 2 až 3 týdny a je vysoce synchronizovaná (Boarg, 1989). V jezerech probíhá výtěr mníka v příbřežních částech v hloubkách okolo 0,5 až 1,5 m (Zarski a kol., 2010). V řekách je to pak v klidnějších úsecích hlavního toku (Breeser a kol., 1988). Samotný výtěr mníků je skupinový, v tak zvaném "klubku", kdy uprostřed je několik jikernaček, které jsou obklopeny velkým množstvím mlíčáků, a probíhá v místech s písčítým, šterkovitým či kamenitým dnem bez nánosů bahna (Kouřil a kol., 1985). Mníci netvoří výtěrová hnízda (McPhail a Paragamian, 2000). Jikry jsou vypouštěny těsně nad substrát a díky jejich polo-vznášivému charakteru mohou krátkou dobu driftovat s proudem, ale poté se postupně usazují na dno (Sorokin, 1971).

Vzhledem k tomu, že výtěr většinou probíhá pod ledem, byl samotný přirozený výtěr pozorován jen vzácně. Některé výzkumy tvrdí, že výtěr probíhá v noci (Carl a kol., 1959; Scott a Crossman, 1973). V kontrastu s tímto tvrzením Fabricius (1954) uvádí, že všechny výtěry, které pozoroval v průtočných nádržích, se uskutečnily ráno nebo odpoledne. Při jeho pokusu vložil 4 mlíčáky a 4 jikernačky do velké průtočné nádrže a pozoroval 3 oddělené výtěry. V každém výtěru vždy jednoho mlíčáka a jednu jikernačku, u kterých docházelo k vícenásobnému vypouštění pohlavních buněk v intervalech od 5 minut do 20 minut. Ve volné přírodě byly však většinou pozorovány hromadné výtěry. Cahn (1936) popsal velký shluk se 2 nebo 3 jikernačkami obklopenými mnoha mlíčáky.

Pozorování některých autorů vypovídají o tom, že určité procento dospělých ryb v některých letech vynechává výtěr a nevytírají se každoročně. Evenson (1990) udává, že okolo 15% samic a 17% samců ve věku vyšším než 7 let, ulovených v řece Tanana na Alijašce od listopadu do poloviny února se v daném roce nevytíralo. Pullianen a Korohonon (1990) zjistili, že 30 % dospělých mníků v jejich vzorcích se nevytírá každoročně.

Plodnost mníka je jako u ostatních treskovitých ryb velmi vysoká. Plodnost jikernaček mníka je uváděna v rozmezí od 6,3 tisíc do téměř 3,5 milionu kusů jiker (Roach a Evenson 1993). Velikost jiker mníka se pohybuje v rozmezí od 0,7 do 1,7 mm (McPhail a Paragamian, 2000) v Evropě a na Sibiři bývají jikry menší a to ve velikostech od 0,88 do 1,14 mm (Meshkov, 1967). Křišťan a kol. (2014), uvádí velikosti jiker v rozmezí od 0,723 do 0,907 mm. Mníci pohlavně dospívají mezi 3. až 7. rokem

života. Dosažení pohlavní zralosti je zejména ovlivněno pohlavím ryb a podmínkami prostředí, ve kterém žijí. Jikernačky pohlavně dospívají okolo 4. roku, zatímco mlíčáci dosahují pohlavní dospělosti o rok dříve. Severní populace mníků dosahují pohlavní dospělosti mezi 3. až 7. rokem života, zatímco jižní populace dosahují pohlavní dospělosti dříve, obvykle mezi 3. a 4. rokem (McPhail a Paragamian, 2000). Pohlavní dimorfismus není u mníka jednovousého nijak patrný (Baruš a Oliva, 1995). V období tření je možné u samic pozorovat zvětšený objem břišní partie (Dyk, 1952). Pohlaví se dá před výtěrem zjistit také podle močopohlavní papily. U samců bývá úzká a nevýrazná, zatímco u samic je silně prokrvena a tvoří vějířovitý tvar (Křišťan a kol., 2014). Doba inkubace jiker se pohybuje v závislosti na teplotě vody od 90 do 190 °D (Randák a kol., 2013). Oční body se objevují po uplynutí 70 až 80 °D (Pokorný a kol., 2003). Čerstvě vykulené larvy mníka jsou pelagické a ve stáří 11 až 23 dní, kdy mají okolo 4,5 až 5,5 mm, přecházejí na exogenní výživu (McPhail a Paragamian, 2000).

2.4.1.2. Kontrolovaný výtěr

Mníka lze rozmnožovat i v kontrolovaných podmínkách. Generační mníci jsou nejčastěji odlovováni z volných vod, většinou v pstruhových pásmech. Samotný odlov obvykle probíhá společně s odlovem generačních pstruhů během podzimních měsíců. Generační ryby také lze chovat v příkopových rybníčcích, případně betonových nádržích s velkým množstvím úkrytů (Pokorný a Adámek, 1997). Pro umělý výtěr jsou nejvhodnější ryby staré 4 až 6 let a vážící okolo 0,3 až 0,5 kg (Pokorný a kol., 2003). Hlavní stimulací generačních ryb k výtěru je pokles teploty vody na 2 až 3 °C. Před samotným výtěrem je dobré držet jikernačky a mlíčáky odděleně a je možné jikernačky injikovat hormonálními přípravky (Křišťan a kol., 2014), jako je například Ovopel (Horvát a kol., 1997) nebo kapří hypofýza. K ovulaci většinou dochází mezi 4. až 6. dnem po aplikaci hormonálního přípravku (Kucharczyk a kol., 1998). Nejpoužívanější formou kontrolovaného výtěru je v dnešní době poloumělý výtěr bez hormonální stimulace. Generační ryby jsou uloženy do předem připravených žlabů vystlaných jemnou síťovinou nebo uhelonem (Randák a kol., 2013). Do žlabů o objemu 3 m³ se doporučuje dávat 50 až 60 generačních ryb s větším počtem mlíčáků (Křišťan a kol., 2014). Samotný výtěr probíhá jako v přirozených podmínkách. Vytřené jikry se samovolně zachycují na podložce, odkud jsou každé ráno obsluhou opatrně odsávány a

následně nasazovány k inkubaci do Kannengieterových nebo Zugských láhví (Randák a kol., 2013).

2.4.2. Ontogenetický vývoj raného stádia mníka jednovousého

Čerstvě vykulené larvy mníka měří okolo 4 mm a mají velký žloutkový váček obsahující olejovou kapénku, která jim pomáhá nadnášet tělo. Během prvních dní většinu času leží na dně a jen občas se škubavým pohybem zvednou ode dna. Během 3. dne po vykulení se larvám začínají otevírat ústa a dochází k intenzivnějšímu plavání. Mezi 6. a 8. dnem od vykulení dochází k naplnění plynového měchýře (Palinska-Zarska a kol., 2014) a jsou dobře rozeznatelné prsní ploutve (Kupren a kol., 2014). Od 9. dne po vykulení začíná 50 % larev přijímat exogenní výživu (Palinska-Zarska, 2014). Zaživací trakt je již funkční a je otevřen řitní otvor. Kompletní vstřebání žloutkového váčku včetně olejové kapénky nastává okolo 13. dne po vykulení, kdy se také začíná oddělovat ocasní a hřbetní ploutev (Kupren a kol., 2014). Ve stáří 2 týdnů od vykulení jsou již všechny larvy schopny přijímat exogenní výživu (Palinska-Zarska, 2014). Přibližně 18. den se u larev začíná utvářet hřbetní a řitní ploutev. Během 20. dne se objevují první paprsky u ocasní ploutve a 22. den jsou viditelné i ploutevní paprsky u hřbetní a řitní ploutve. Ten samý den začíná být rozeznatelný vous na dolní čelisti a 26. den se objevují první zuby (Kupren a kol., 2014).

2.5. Potravní nároky mníka jednovousého

Larvy mníka začínají přijímat vnější potravu již pět dní od vykulení (Ghan a Sprules, 1993; Palinska-Zarska, (2014). Mezi jednotlivými druhy ryb jsou velké rozdíly ve stupni vývoje zaživacího traktu, který má zásadní vliv na rychlost přechodu na exogenní výživu (Fuiman a Cowan, 2003). Například larvy lososovitých ryb mají již při vykulení vyvinutý žaludek, což jim umožňuje přijímat umělou exogenní výživu již od začátku života mimo jikru. Larvy mníků se však kulí s nedovyvinutým zaživacím traktem, a tak je pro jejich přežití a dovyvinutí zaživacího traktu nezbytné přijímat živou potravu, se kterou se jim do těla dostanou i potřebné enzymy (Dabrowski, 1984; Galavíz a kol., 2011). První potravou mníka je zooplankton a to především drobní vířníci, jako například *Brachionus calyciflorus* (Shiri Harzevili a kol., 2004). Křišťan a kol. (2014) uvádí, že mníci jako první potravu přijímají výhradně naupliová a

kopepoditová stádia buchaneček. Při dosažení velikosti těla přibližně 25 mm se larvy živí převážně velkými perloočkami rodu *Daphnia*. Ve velikosti 30 až 40 mm tvoří až 50 % potravy mníků vodní hmyz, různonožci (*amphipoda*) a larvy pakomárů (Ryder a Pseudorfer, 1992). Mník je dravá ryba a živí se rybami ale i larvami hmyzu, červy, obojživelníky a raky (Šimek, 1959). V zimních měsících pak přechází převážně na piscivorní stravu (Lehtonen, 1998). V letním období upřednostňuje spíše bezobratlé živočichy (Hofmann a Fisher, 2002).

Na základě výzkumů v údolní nádrži Lipno lze u mníků v průběhu roku pozorovat 3 období aktivity. Období letní pasivity od druhé poloviny května do počátku října, kdy mník žije v úkrytech a jen omezeně přijímá potravu. Dále období podzimní a zimní aktivity, které nastává při poklesu vody pod 5 až 7 °C a je charakteristické intenzivním příjmem potravy a podstatným nárůstem hmotnosti gonád. Po výtěru nastává předjarní a jarní období, které trvá až do začátku května, kdy mníci intenzivně loví potravu a zvyšují hmotnost těla (Baruš a Oliva, 1995).

2.6. Chov mníka jednovousého

2.6.1. Extenzivní chov

Extenzivní metodou se začal zabývat Vanheule (2012), který přišel s myšlenkou chovat larvy mníka v přírodních rybnících do velikosti 40 mm. Tento postup vyřadil potřebu krmít drahým krmivem, v tomto případě artemií, dále snížil provozní náklady, zejména spotřebu energie a kyslíku. Další nespornou výhodou je nenáročnost na údržbu oproti intenzivní metodě, kde je potřeba denně čistit nádrže od výkalů, zbytků potravy a uhynulých jedinců. Kříšťan a kol. (2014) choval larvy mníka jednovousého do stádia rychleného plůdku s velmi dobrými výsledky a udává přežití larev od 15 do 39 %. Chov doporučuje ukončit při velikosti ryb okolo 30 až 50mm, kterých larvy dosahují během 44. až 70. dne odchovu. Wolnicki a kol. (2002) zkoušel chovat larvy mníka až do stádia podzimního plůdku.. Vught a kol. (2008) také choval larvy mníka v extenzivních podmínkách několik let po sobě, vždy po dobu 9 měsíců. Larvy byly chovány v rybnících velkých od 0,086 - 0,147 ha. Mezi jednotlivými lety vykazují jeho výsledky velké rozdíly jak ve velikosti, tak i v přežití. Velikost larev mezi jednotlivými odchovy se pohybovala v rozmezí od 5,5 cm do 19,8 cm. Váha byla v rozmezí od 1 g do 48 g.

Přežití kolísalo mezi 2,8 a 4 %. Vzhledem k velmi nízkému přežití však tuto metodu oba autoři nedoporučují.

Další možností extenzivního chovu je pak klecový odchov larev mníka. Klecový odchov testoval na jezeře Maróz v Polsku Furgala-Selezniow a kol. (2014), který udává přežití larev starých 62 dní v rozmezí 66 % až 71 %. Tento postup je však riskantní z hlediska možnosti velkého výskytu parazitů a nemocí, které se v přirozených podmínkách v jezeře s ostatními rybami mohou vyskytovat.

Extenzivní metodu odchovu mníka můžeme popsat jako chov v rybnících, který je závislý na výskytu přirozené potravy ve formě zooplanktonu. Využití extenzivního chovu larev mníka se jeví jako dobrý způsob z důvodu jejich potřeby přijímat živočišnou potravu. Během řízení rybničního chovu je zapotřebí udělat několik zásadních rozhodnutí, zahrnující kdy se bude nasazovat, jaké množství jedinců se nasadí a kdy se bude slovovat. Hustota nasazovaných larev a délka odchovu mohou rozhodnout o přežití a získání dostatečného množství ryb. Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím přežití je množství dostupného zooplanktonu (Barron a kol., 2013).

Velikost a množství zooplanktonu lze jen těžce kontrolovat, neboť jsou ovlivňovány mnoha faktory zahrnující predaci, světelnou intenzitu, teplotu, množství živin a kvalitu vody (Qin a kol., 1995). Rozvoj drobného zooplanktonu a omezení rozvoje dravých buchanek lze ovlivnit včasným napuštěním rybníků a to maximálně 7 dní před nasazením larev. U málo úživných rybníků je možno napomoci rozvoji planktonu použitím hnojiva v dávce 300 až 500 kg na ha (Křišťan a kol., 2014). Statkové hnojivo je dobré dávkovat v malých hromádkách, které jsou postupně zatápěny vodou, čímž je dosaženo postupného uvolňování živin do vody (Hartman a Regenda, 2014).

Pro extenzivní odchov mohou být použity menší rybníky s rozlohou 0,1 až 1 ha s kamenitým, písčným či štěrkovitým dnem a hloubkou okolo 0,7 až 1,5 m (Křišťan a kol., 2014). Je velice důležité rybníky dostatečně zabezpečit proti úniku larev s vodou (Adámek a kol., 2013). Je možné využít i drobné kaprové výtažníky, ve kterých lze odhadnout a včas reagovat na případné přehřátí vody či změnu množství kyslíku ve vodě. Do připravených rybníků se doporučuje nasazovat 300 000 až 400 000 rozplavaných larev. Nasazování larev je zapotřebí uskutečnit od poloviny března do konce března (Křišťan a kol., 2014).

2.6.2. Intenzivní chov mníka jednovousého

Intenzivní chov v RAS může být vhodnou a významnou alternativou k zajištění potřebného množství a produkce chovaných organismů. Chov v RAS je charakterizován vysokou produkcí z malé plochy a nízkou spotřebou přitékající vody (Blancheton, 2000). V recirkulačních systémech je zapotřebí zajistit vhodné podmínky a dostatečnou kvalitu vody. Vzhledem k minimální výměně vody, ke které v těchto systémech dochází, je zapotřebí vodu v systému neustále upravovat. Mezi hlavní stupně úpravy patří odstranění hrubých nečistot (výkaly, zbytky krmiva) pomocí mechanických filtrů či sedimentačních nádrží. Dalším důležitým krokem je odstranění rozpuštěných látek, zejména pak produkty dusíkatého metabolismu a to ve formě amoniaku. K tomu pak slouží biologické filtry, které fungují díky nitrifikačním bakteriím, které je k jejich správné funkci potřeba zásobovat dostatečným množstvím kyslíku. K zajištění odpovídajících hodnot rozpuštěného kyslíku ve vodě se využívá aerace a oxigenace. Celý systém musí být vybaven čerpadlem, které zajistí výměnu vody v systému. Další součástí RAS mohou být ohřívače vody, případně ochlazovače vody, odplynění vody, flotace, desinfekce za pomoci UV zářičů nebo ozonu a zařízení pro denitrifikaci či zpracování kalu (Kouřil a kol., 2008).

Během řízení intenzivního chovu je velmi důležité správně nastavit podmínky v systému a učinit několik důležitých kroků, které mohou rozhodovat o úspěšnosti celého odchovu. Mezi tyto kroky patří zvolení optimální hustoty obsádky, zvolení správné teploty a nastavení světelného režimu. Dalším nesmírně důležitým krokem je správné načasování přechodu na exogenní potravu (Qin a kol., 1995).

Výsledky jednotlivých výzkumů udávají různá množství nasazovaných larev. Nejvyššího přežití dosáhli Harzevilli a kol. (2003), Trabelsi a kol. (2011) a Palinska-Zarska a kol. (2014) při nasazení 150 larev \times l⁻¹, zatímco Woher a kol. (2012) vykazuje nevyšší přežití při nasazení 200 larev l⁻¹.

Správná teplota hraje při intenzivním odchovu důležitou roli, neboť významně ovlivňuje vývoj embrya i larvy. Inkubace jiker probíhá v rozmezí 2 až 6 °C (Shiri Harzevilli a kol., 2004) zatímco larvy snesou vyšší teplotní rozmezí a to až mezi 12 a 24 °C (Wolnicki a kol. 2002). Optimální teplota pro odchov larev se jeví být mezi 12 °C a 16 °C. Rychlejší růst ale i vyšší mortalitu představuje odchov v teplotách od 18 do 21 °C zatímco pomalejší růst a vyšší přežití bylo pozorováno v teplotách od 12 do 15 °C

(Shiri Harzevilli a kol. 2004). Nicméně jsou i výsledky, během kterých byla použita vyšší teplota (20 až 21 °C) a přežití i růst bylo vyšší než u teplot nižších (Kujawa a kol., 1999; Wolnicki a kol. 2002).

Světlo významným způsobem ovlivňuje růst i přežití ryb (Barron a kol., 2013). Harzevilli a kol. (2003) a Wocheer a kol. (2012) udávají, že při použití 24 hodinového světelného režimu dosáhli vyššího přežití a růstu. Vzhledem k tomu, že larvy svou potravu vyhledávají pomocí zraku, mají během 24 hodinového světelného režimu více příležitostí k ulovení předkládané potravy a tak se může zvyšovat i jejich růst. Přežití při konstantním světle bylo po 20 dnech odchovu okolo 88 %, zatímco při tmě bylo přežití pouze 8,5 %. (Harzevilli a kol. 2003). Trabelsi a kol. (2011) dosáhl nejvyššího přežití (76 %) při použití 16 hodin světla ku 8 hodin tmy, zatímco při použití 8 hodin světla a 16 hodin tmy dosáhl přežití pouze 42 %.

Přechod na exogenní výživu má velký vliv na následný růst, fyziologii, ekologii a chování juvenilních jedinců a dospělých ryb. Příliš včasné započetí krmení, kdy ještě nejsou všechny larvy schopné přijímat exogenní výživu, způsobí přílišné velikostní rozdíly mezi jednotlivými jedinci. Velké velikostní rozdíly způsobí u larev vysokou predaci, které bývá počátkem kanibalismu. Naopak při pozdním započetí krmení dochází k tomu, že larvy nejsou schopny podávané krmivo trávit (Jensen a kol. 2011; Trabelsi a kol. 2011). Množství potravy má také vliv na úspěšnost odchovu, neboť s vyšším množstvím potravy roste i pravděpodobnost jejího ulovení a snižuje se námaha, kterou musí larva na její ulovení vydat. Je však důležité zvolit takové množství potravy, které bude ekonomicky výhodné a kdy nadbytek krmiva ve vodě nebude způsobovat zhoršení její kvality (Vanheule, 2012). Přechod na granulované krmné směsi je při intenzivním odchovu nezbytný. Změnu z živé potravy na potravu granulovanou zkoumalo mnoho autorů. Jensen a Leffers (2008) dosáhli úspěšného přechodu na granulované krmivo již u mníků starých pouze 35 dní. Palinska-Zarska a kol. (2014) uvádí nejvyšší přežití 58 % u mníků starých 89dní, při přechodu na suchou směs po 54. dni odchovu. Adriaen a kol. (2011) dosáhl nejvyššího přežití u ryb starých 74 dní.

Dalšími faktory, které mohou ovlivnit růst i přežití larev v intenzivních podmínkách jsou například barva nádrže nebo salinita. Nejvyššího přežití na úrovni 42 až 76 % a nejnižšího kanibalismu na úrovni 0 až 7 % dosáhl Trabelsi a kol. (2011) v podmínkách mírné salinity. Zatímco nejnižší přežití (0 až 42 %) a nejvyšší rozvoj kanibalismu (až 38 %) dosáhl v černých nádržích s nulovou salinitou.

Dalším testovaným způsobem odchovu byl polointenzivní způsob, který probíhal v nádržích o objemu 6500 l a byl založen na dodávkách živého planktonu. Výsledkem tohoto odchovu bylo přežití larev na nízké úrovni a to v rozmezí 1 až 12,7 %. Celý tento pokus probíhal po dobu 104 dní. Tento způsob odchovu se jeví být z důvodu nutnosti neustále dodávat přirozenou potravu nevhodný (Barron a kol., 2013).

3. Materiál a metodika

3.1. Původ larev použitých při realizaci obou pokusů a místo pokusu

Všechny larvy mníka jednovouseho použité při realizaci této práce byly získány z rybí líhně v Borové Ladě patřící pod správu NP Šumava. Jednotlivé odchovy larev a juvenilních ryb probíhaly ve venkovních a vnitřních prostorech Experimentálního a rybochovného zařízení (ERZ) Fakulty rybářství a ochrany vod (FROV) ve Vodňanech.

3.2. Extenzivní odchov larev do stádia rychleného plůdku

Celkem bylo 26. 3. 2015 pro tento druh odchovu do každého rybníka vysazeno 50 000 larev mníka jednovouseho ve stáří 4 dny (velikost $4,057 \pm 0,149$ mm; hmotnost $0,00098 \pm 0,000215$ g). Pro vysazení larev byly vybrány čtyři rybníky o stejné rozloze, každý o ploše 0,1 ha a průměrné hloubce 0,8 m. Přípravě rybníků vždy předcházelo perfektní utěsnění dlužek výpustního zařízení zabezpečující maximální těsnost (obr. č. 2) a zamezující případný únik odchovávaných ryb. Přítok do rybníků byl zajištěn síťovými pytli, aby bylo zamezeno vnikání dravých a plevelných ryb společně s přitékající vodou do rybníků. Všechny rybníky byly napuštěny do 1/3 celkového objemu a nahojeny kravským hnojem ve formě kupek (obr. č. 3) o celkové hmotnosti 50 kg hnoje na jeden rybník. Po uplynutí dvou týdnů byly rybníky pomalým dopouštěním do plněny do 2/3 celkového objemu. Po každém doplnění vody byl přítok vody opět zastaven, aby do rybníku nemohla přitékat žádná voda a bylo tak zabráněno případnému úniku chovaných ryb z rybníka. Poslední 1/3 objemu sloužila pouze pro bezpečný akumulací objem bez rizika přetečení vystavěných dlužek ve výpustním zařízení rybníku v případě náhlých dešťů, nebo pro doplňování vody v případě vysokých teplot.



Obrázek č. 2. Vypouštěcí zařízení zabezpečené (molitany a škvára) proti úniku ryb a odtoku vody z rybníka.



Obrázek č. 3. Rybník připravený na napuštění vody s rozmístěnými kupkami hnoje.

3.2.1. Kontrola rybníků a odlovy larev

Rybníky byly kontrolovány každý den, při kontrolách bylo dbáno na těsnost výpustního zařízení, v případě unikání vody bylo výpustní zařízení zasypáno škvárou, dokud nebyla škvára, kterou voda unikala dokonale utěsněna. Během kontrol byla dále pozorována i přítomnost larev v břehové linii a množství přirozené potravy.

Odlov larev v rybnících probíhal každých 8 dní po celou dobu pokusu. K odlovu larev a následně pak juvenilních jedinců byla použita ruční planktonní síť s velikostí ok 60 mikronů a záťahová síť s velikostí ok 1 mm. Během každého odlovu bylo z každého rybníku odebráno vždy 10 jedinců. Veškeré odebrané vzorky byly odneseny do laboratoře, kde probíhala následná měření a vážení, díky kterým bylo následně možné porovnávat rychlost růstu mezi extenzivním a intenzivním chovem.

Před začátkem měření a vážení byly larvy ponořeny do anestetického přípravku MS222 o koncentraci $200 \text{ mg} \times \text{l}^{-1}$, který larvy okamžitě usmrtil. Tento přípravek byl zvolen proto, že u larev nezpůsobil křeče a s tím spojené zkroucení těl. Tento postup zjednodušil měření a manipulaci s larvami. Pomocí kapátka, později pak pinzety, byly larvy odebírány z roztoku a vyskládány do Petriho misky s vodou. Takto připravené larvy byly za pomoci fotoaparátu fotografovány a následně měřeny. Použitým přístrojem pro měření a fotografování byla Binolupa Nikon SMZ 745T v kombinaci s programem Quick PHOTOMICRO 3. Po změření následovalo vážení na analytické váze Kern ABT 220-5DM s odchylkou 0,01 mg. Před vážením byla každá larva osušena filtračním papírem, aby z nich byla odstraněna přebytečná voda a nedocházelo ke zkreslení výsledků.

3.2.3. Výlov rychleného plůdku

Termíny výlovu plůdku mníka byly stanoveny na základně výsledků z kontrolních odlovů, kdy potřebná velikost rychleného plůdku dosahovala 35 až 40 mm. Výlov rybníků probíhal v brzkých ranních hodinách pod hrází jednotlivých rybníků za pomoci sítě s obdélníkovou klecovou konstrukcí (obr. č. 4) o velikosti ok $3 \times 3 \text{ mm}$, která zajistila šetrný a efektivní způsob vylovení ryb. Mníci byli ze sítě neustále odlovováni, tak aby nedocházelo k jejich zbytečnému poškozování a mačkání. Všichni mníci bylo ručně vytríděni za pomoci vlhké plastové podložky (obr. č. 5). Tím došlo ke kompletnímu odstranění všech nečistot (klacíky, pulci, řasy atd.). Celkové množství

mníků z jednotlivých rybníků bylo zjištěno pomocí hmotnostní metody, kdy bylo vždy zváženo 100 jedinců z každého rybníka a následně spočtena jejich průměrná hmotnost. Po vydělení celkové hmotnosti všech vylovených ryb z jednotlivého rybníka jejich průměrnou hmotností, byl získán počet vylovených ryb.



Obrázek č. 4. Odlov rychleného plůdku mníka jednovousého (*Lota lota*) pod rybníční hrází.



Obrázek č. 5. Třídění mníků jednovousých (*Lota Lota*) za pomoci plastové podložky.

3.3. Intenzivní chov larev

3.3.1. Zařízení pro odchov larev

Recirkulační akvakulturní systém byl tvořen celkem 5 žlabů s rozměry $2,55 \times 0,50 \times 0,2$ m, každý o užitém objemu 150 litrů. Systém byl vybaven mechanickým a biologickým filtrem, retenční nádrží a UV zářičem k dezinfekci vody. Odtok ze žlabů byl zabezpečen uhelovou sítí o velikosti 60 mikronů, čímž bylo zamezeno úniku larev. Do každého ze žlabů bylo na začátku odchovu nasazeno 10 000 larev mníka ve stáří 4 dny (velikost $4,057 \pm 0,149$ mm; hmotnost $0,00098 \pm 0,000215$ g). Toto množství odpovídalo koncentraci 67 larvám v 1 l vody.

Po 36 dnech odchovu byly všechny larvy, přesunuty do druhého odchovného systému (obr. č. 6). Tento systém byl tvořen celkem 6 kruhovými nádržemi (obr. č. 7). Vzhledem k nízkému počtu přeživších jedinců byly použity k následujícímu odchovu jen 3 nádrže. Celkové množství nasazených larev do druhého systému bylo 3589. Každá nádrž měla objem 210 l a retenční nádrž byla velikosti 500 l. Celý systém byl vybaven biologicko-mechanickým filtrem značky Nexus, UV zářičem a vzduchovacími kameny.



Obrázek č. 6. Přelovení larev mníka jednovousého (*Lota lota*) před přesazování do druhého odchovného systému.



Obrázek č. 7. Kruhová nádrž druhého odchovného systému.

3.3.2. Podmínky pro odchov larev

Světelný režim byl nastaven na 24 h světla o intenzitě 100 luxů na hladině nádrže. Po 28 dnech byl tento světelný režim z důvodů počínajícího kanibalismu změněn na 12 h světla a 12 h tmy. Teplota vody při nasazování byla 2 °C a postupně byla v průběhu 4 dnů zvyšována až na 16 °C, která byla udržována až do konce odchovu. Krmení larev probíhalo dvakrát denně a to v dávce *ad libitum*. Jako krmivo byla použita čerstvě vylíhnutá naupliová stádia žábřonožky solné (*Artemia salina*).

K inkubaci artemie byly použity sklenice o objemu 3 litry, do kterých bylo přidáno 8 g cyst artemií, 2,5 l vody o teplotě 28 až 29 °C, 60 g kuchyňské soli a 6 g sody, která zajistila udržení zásaditého pH. Sklenice byly umístěny v akváriích s vodní lázní o teplotě 28 °C. Míchání a prokysličování vody bylo zajištěno ponořenou vzduchovací hadičkou zatíženou kamínkem.

Odstraňování nečistot a zbytků potravy společně s uhynulými larvami bylo prováděno každý den odsáváním pomocí gumové hadičky.

Vzorkování larev bylo prováděno ve stejných intervalech jako v případě rybníčního chovu, aby bylo možné porovnat rychlost růstu v těchto dvou odchovných systémech. Usmrcení larev, jejich měření i vážení probíhalo stejným způsobem jako u larev z rybníků.

3.4 Metody zpracování a vyhodnocení dat

Všechna uváděná data jsou prezentována jako průměrná hodnota \pm směrodatná odchylka. Statistické analýzy byly prováděny pomocí metody Jednocestné Anovy (ANOVA, Statistica 12, StatSoft, Inc.) a pro potvrzení rozdílu mezi jednotlivými skupinami byl použit Tukey post-hoc test. Statistický rozdíl byl na hodnotě $P < 0.05$.

4. VÝSLEDKY

Během celého odchovu larev a juvenilů v rybnících a RAS probíhala kontrolní měření a vážení, z kterých byla následně získávána data pro porovnávání efektivity obou způsobů odchovu. Veškerá námi získaná data jsou podrobně popsána v následujících kapitolách. Kromě přežití jsou všechna ostatní data porovnávána do 52. dne odchovu, kdy v intenzivním chovu postupně došlo k 100% mortalitě chovaných ryb.

4.1. Přežití larev a juvenilních jedinců mníka jednovousého v průběhu jednotlivých druhů odchovů

V případě intenzivního chovu larev mníka bylo sledováno jejich přežití po 36 dnech odchovu, kdy byli odchovávaní jedinci přemístěni do jiného odchovného systému. Průměrné přežití po prvních 36 dnech odchovu bylo $7,17 \pm 3,04$ % (Tab. č. 1).

Tabulka č. 1. Přežití larev mníka jednovousého (*Lota lota*) po 36 dnech chovu v RAS.

Číslo nádrže	Nasazeno (ks)	Vyloveno (ks)	Přežití (%)
1	10 000	998	9,98
2	10 000	897	8,97
3	10 000	847	8,47
4	10 000	611	6,11
5	10 000	236	2,36
Průměr		717±304	7,17±3,04

Z důvodu přílišných ztrát byl intenzivní odchov larev a juvenilních jedinců mníka po 52 dnech ukončen, neboť dalšího měření se již žádná ryba nedožila. Na konci této druhé a zároveň závěrečné části odchovu zbylo ve všech nádržích dohromady pouze 866 jedinců z celkového počtu 3589 nasazených ryb, což představuje přežití na konci druhé fáze odchovu na úrovni 24,1 % a celkové přežití z původně vysazených 50 000 larev pouhých 1,7 %.

Přežití mníků na konci extenzivního chovu v rybnících dosáhlo v průměru $25,55 \pm 9,19$ %. Délka odchovu se mezi jednotlivými rybníky lišila (56 až 70 dnů) v závislosti na rychlosti růstu odchovávaných ryb (Tab. č. 2).

Tabulka č. 2. Přežití chovaných juvenilních jedinců mníka jednovousého (*Lota lota*) a délka jejich odchovu v jednotlivých rybnících.

Číslo rybníka	Nasazeno ks	Vyloveno (ks)	Přežití (%)	Délka odchovu (dny)
1	50 000	14 600	29,2	63
2	50 000	5 900	11,8	63
3	50 000	15 200	30,4	56
4	50 000	15 400	30,8	70
Průměr		12775±4595	25,55±9,19	

4.2. Růst larev a juvenilních ryb mníka jednovousého do stádia rychleného plůdku v podmínkách RAS a v rybnících

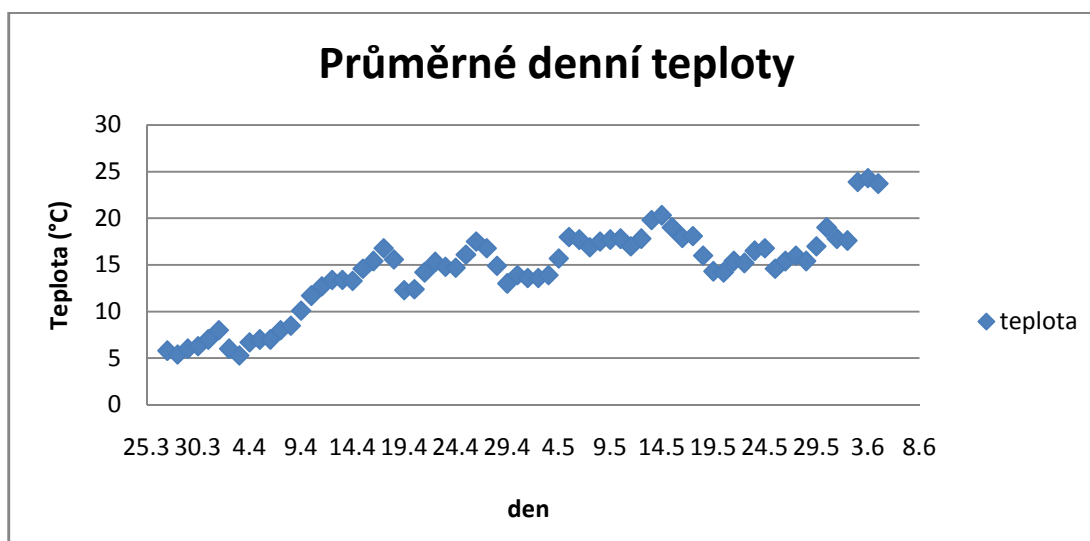
V recirkulačním akvakulturním systému bylo již během druhého měření, tj. při stáří larev 8 dní, pozorováno několik jedinců s naplněným zažívacím traktem (obr. č. 8), který potvrdil, že larvy již začínají přijímat exogenní výživu. Již od 12. dne od vykulení přijímala vnější potravu většina larev. V extenzivním chovu byl příjem exogenní výživy zaznamenán již během prvního kontrolního měření, při stáří larev 12 dní.



Obrázek č. 8. Larva mníka jednovousého (*Lota lota*) s naplněným zažívacím traktem. Šipka ukazuje na zažívací trakt.

Růst larev mníka v intenzivních podmínkách byl zaznamenáván pouze do 52. dne odchovu a byl porovnáván s extenzivně chovanými jedinci získanými ve stejných intervalech při kontrolních odlovech (Tab. č. 3). Hmotnostní i délkový náskok larev z intenzivních podmínek byl udržován do přibližně 44. dne odchovu, kdy průměrná denní teplota v rybních začala dosahovat přibližně 15 °C (Graf č. 1). Již 52. den byly velikosti larev z obou systémů na stejné úrovni.

Graf č. 1. Vývoj průměrných denních teplot v rybnících.



Tabulka č. 3. Porovnání průměrných velikostí larev a juvenilních jedinců mníka jednovousého (*Lota lota*) z obou odchovů. Různá písmena v popisích značí statistické rozdíly ($p < 0,05$).

Dny odchovu	Délka (mm)		Hmotnost (g)	
	RAS	Rybník	RAS	Rybník
4	4,057±0,149a	4,057±0,149a	0,00098±0,000215a	0,00098±0,000215a
12	5,380±0,642a	4,918±0,320a	0,00127±0,00172a	0,00062325±0,000241b
20	9,660±1,049a	5,337±0,352b	0,0063±0,0023a	0,00079425±0,00026b
28	15,110±2,038a	9,368±0,655b	0,0237±0,0091a	0,005245±0,00176b
36	23,970±2,715a	15,715±1,380b	0,0925±0,027a	0,031±0,0096b
44	30,010±2,400a	23,710±1,840b	0,252±0,059a	0,093±0,043b
52	31,250±2,158a	30,440±2,510a	0,191±0,0394b	0,245±0,064a

Celková délka mníků na konci odchovu byla v recirkulačním systému (52. den odchovu) rovna 31,25±2,158 mm s hmotností 0,228±0,0351 g. Celková délka mníků z rybničního chovu byla 56. den 41,07±2,05mm s hmotností 0,61±0,078 g. Délka mníků z výlovu 63. dne byla 34,74±3,53 mm s hmotností 0,54±0,165 g. Poslední rybník, tedy ryby 70. dní staré měřily v průměru 41,12±3,1 mm s hmotností 0,84±0,29 g. Porovnání velikostí a specifických rychlostí růstu mníků (SGR_L pro délku a SGR_W pro hmotnost) z

obou systémů na konci odchovu (52. den) a průměrná velikost mníků na konci rybničního chovu (56. až 70. den) jsou popsány v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4. Porovnání velikostí a specifických rychlostí růstu na konci pokusu. Různá písmena v popisích značí statistické rozdíly ($p < 0,05$).

52.den		56.-70. den	
RYBNÍK		RAS	RYBNÍK
Hmotnost (g)	0,245±0,064a	0,228±0,035b	0,635±0,174
délka (mm)	30,44±2,51a	31,25±2,158a	37,91±3,050
SGR _w (%.d ⁻¹)	11,50±0,67a%	11,30%	11,20±0,79a %
SGR _L (%.d ⁻¹)	4,10±0,23b %	4,25%	3,61±0,36b %

Z tohoto výsledku lze vidět, že k 52. dni odchovu byla specifická rychlost růstu pro délku i pro hmotnost u obou druhů odchovů téměř totožná, tudíž se rychlost růstu mezi oběma systémy příliš nelišila. Na konci odchovu byla SGR_L pro ryby z extenzivního chovu 3,61±0,36 % a pro SGR_w 11,2±0,79 %. Z tohoto výsledku lze vidět, že po 52. dni se růstová rychlost mírně zpomalila a ryby z extenzivního chovu již tak rychle nenabývali na velikosti.

5. DISKUZE

Tento pokus porovnáva efektivitu extenzivního a intenzivního chovu plůdku mníka jednovousého z hlediska rychlosti růstu a přežití. Během odchovu larev v kontrolovaných podmínkách bylo potřeba hned několikrát přímo zasáhnout do chodu celého systému. K prvnímu zásadnímu zásahu došlo 28. den odchovu, kdy byl mezi larvami pozorován rozvíjející se kanibalismus (obr. č. 9). Kanibalismus a s ním spojené vzrůstající ztráty na larvách, zejména pak vliv sekundárního zaplísnění a následný úhyn napadených larev, bylo nutno zastavit, nebo alespoň omezit. Z tohoto důvodu byl změněn světelný režim na 12 h světla a 12 h tmy. Tento krok měl rybám zkrátit periodu, během které byly schopny lovit potravu a tím i snížit možnost napadání ostatních jedinců. Druhým zásahem bylo přesouvání ryb ze žlabů do 2. systému, který byl již popisován v kapitole 3.1.1. K tomuto přesunutí došlo během 36. dne odchovu.



Obrázek č. 9. Rozvíjející se kanibalismus mezi plůdkem mníka jednovousého (*lota lota*).

Nízké přežití larev v intenzivním chovu bylo pozorováno již od 28. dne, kdy se mezi larvami začal silně rozvíjet kanibalismus. Trabelsi a kol. (2011) v jeho pokusu

testoval vliv různých podmínek ovlivňujících rozvoj kanibalismu, přežití a růst larev mníka jednovouseho v intenzivních podmínkách. Nejvyššího přežití na úrovni 76 % a nejmenšího výskytu kanibalismu na úrovni 7 % dosáhl u podmínek zahrnující krátkou 18 h světelnou periodu s nízkou světelnou intenzitou 70 luxů v bílé nádrži s mírně slanou vodou a vysokou hustotou 150 larev×l⁻¹. Od 36. dne odchovu se množství uhynulých jedinců neustále zvyšovalo. Na hlavách larev byly pozorovány boule (Hydrocephalus). Vysoké ztráty spojené s nálezem boulí na hlavách napovídaly, že by se ve vodě mohla vyskytovat vyšší koncentrace mědi.

Studenovodní ryby jsou mnohem náchylnější na toxicitu mědi ve vodě než ryby teplomilné. Koncentrace mědi již od 3,2×10⁻⁶ g je pro vodní organismy toxická. Zvýšená koncentrace mědi narušuje iontovou výměnu, způsobuje hematologické a enzymatické poruchy, neurologické problémy, deformity páteře a v neposlední řadě otok mozku. Hydrocephalus může být způsobován kromě mědi i zvýšenou koncentrací olova, genetickými odchylkami, infekcemi, parazity, nádory či nedostatkem živin v potravě. Dalším možným spouštěčem vzniku hydrocephalu může být i oxidativní stres, krváceniny, nadměrné množství kyslíku ve vodě, nebo příliš vysoká teplota. U larev pstruha duhového, byl výskyt hydrocephalu spojen s nákazou VHS a u larev štiky obecné (*Esox lucius L.*) a kapra obecného (*Cyprinus carpio L.*) byl hydrocephalus způsobem výskytem virů rodu Rhabdovirus (Vanheule, 2012). Jensen a Leffers, (2008) uvádí, že příliš vysoký průtok vody může ovlivnit embryonální vývoj a tak i zapříčinit vznik hydrocephalu.

Laboratorní analýza však zvýšený výskyt mědi ani olova nepotvrdila. Genetická vada by také neměla být příčinou, neboť všechny larvy pocházely ze stejné líhně a ze stejných generačních ryb a v rybničním chovu se žádné deformity na rybách nevyskytly. Nedostatek živin by také měl být vyloučen, neboť po celou dobu odchovu byly larvy krmeny jen přirozenou potravou ve formě artemie. Důvod vzniku a výskytu hydrocephalu a s ním spojených vysokých ztrát nebyl zjištěn.

Extenzivní metoda přinesla z hlediska přežití velice dobrý výsledek. Přežití ze všech 4 rybníků činilo 25,55 %. Lze vyčíst velmi vyrovnané hodnoty přežití mezi rybníky 1, 3 a 4. Nízká hodnota přežití v rybníce č. 2 byla způsobena zejména velkým množstvím vláknité řasy rozrostlé v celém rybníce (obr. č. 10), která při výlovu zanášela podložní síť a znemožnila tak dostatečně rychlý a šetrný odlov mníků a zvýšila ztráty. Přežití larev v tomto rybníce bylo pouze 11,8 %. Lze tedy předpokládat, že přežit

larev v rybníce č. 2 by bez výskytu této řasy bylo obdobné jako u rybníků ostatních, kde se řasa nevyskytovala ve větším množství. Celkové průměrné přežití by se mohlo rovnat 30%, nebýt nevydařeného výlovu ze 2. rybníka, který nám výrazně snížil celkové průměrné přežití. Tento výsledek koresponduje s výsledky Kříšťana a kol. (2014), který udává přežití juvenilních ryb mníka na konci rybničního odchovu do stádia rychleného plůdku na úrovni 15 až 39 %. Lze tedy tento odchov z hlediska přežití považovat za úspěšný.



Obrázek č. 10. Rybník plný vláknité řasy, zhoršující průběh výlovu.

Rozdílný růst larev z intenzivních podmínek byl oproti rybničnímu chovu od počátku zvýhodněn zejména vyšší teplotou a množstvím potravy, které bylo larvám v recirkulačním systému podáváno. Zvyšující se teplota vody v rybnících měla zásadní vliv na růst larev, neboť se zvyšující se teplotou se zvyšovalo i množství přirozené potravy. Dostatečné množství potravy ve formě zooplanktonu pak způsobilo rapidní zrychlení růstu larev a rozdíl ve velikosti larev z intenzivního a extenzivního chovu byl pomalu doháněn. Zvýšení rychlosti růstu larev z extenzivních podmínek je dobře vidět v tabulce č. 3, kdy se okolo 20. dne odchovu začal výrazně zvyšovat přírůstek larev. Toto zvýšení růstu probíhalo souběžně s nárůstem teplot v rybníce.

Intenzivní chov larev mníka jednovousého lze provádět i s vysokým přežitím, například Shiri Harzevili a kol. (2004) udává přežití larev 69,6%. Jeho pokus byl však

realizován pouze po dobu 20 dní a probíhal v teplotě 12 °C, zatímco náš pokus probíhal v teplotě 16 °C a 52 dní. Velikost larev starých 50 dní v intenzivním chovu byla u Kuprena a kol. (2014) rovna 25,35 až 29,3mm. V porovnání s našimi výsledky, kdy larvy staré 52 dní měřily 31,25 mm. Velikost larev byla u našeho pokusu větší než u Kuprena, naše larvy byly však o 2 dny starší a tak lze předpokládat, že se jedná z hlediska rychlosti růstu o shodný výsledek. Palinska-Zarska a kol. (2014), udává velikosti mníků chovaných v intenzivních podmínkách od 43,9 mm do 53,8 mm délky a od 0,84 g do 1,36 g váhy. Mníci však byli chováni od 40. dne po vykulen po dobu 49 dní, tj. do 89. dne stáří. Přežití v tomto pokusu bylo na úrovni 58 % až 78 %. Tento výsledek vypovídá o možnosti úspěšného odchovu mníka v intenzivních podmínkách, náš pokus byl však díky výskytu kanibalismu a rozvoji hydrocephalu na hlavách mníků neúspěšný. Velikost mníků se však příliš neliší od výsledku, kterého bylo dosaženo v tomto pokusu po 52. dnech.

V tomto pokusu lze vidět, že velikost larev mezi oběma druhy odchovů se příliš neliší. Tyto výsledky poukazují na vhodnost chovat larvy a juvenilní jedince mníka jednovousého v rybnících, neboť z extenzivního chovu jsou z hlediska přežití mnohem lepší výsledky. Růst se mezi oběma systémy příliš neliší a tak je i vhodnější a ekonomicky zajímavější metoda extenzivní, neboť takto lze snížit provozní náklady na odchov, zejména pak snížení nároků na spotřebu elektrické energie, obsluhu a spotřebu drahého krmiva.

6. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat růst larev mníka jednovousého v intenzivních a extenzivních podmínkách. Úspěšnost rybničního chovu byla dle mého názoru způsobena přírodním charakterem prostředí, které takto citlivé a drobné larvy mníka snášely mnohem lépe než umělé podmínky nastavené v recirkulačním systému. Intenzivní chov do stádia rychleného plůdku se nejvíce jeví být tou správnou metodou, jak získat dostatečné množství násadových ryb, určených pro následné využití například v intenzivní akvakultuře nebo pro vysazení do volných vod. Důvodem je náročnost intenzivního chovu a vysoká citlivost larev na kvalitu vody. Chov larev mníka v intenzivních podmínkách se prozatím jeví jako nevhodný. Důvodem je nutnost neustálé přítomnosti obsluhy a zabezpečení dostatečně kvalitních podmínek pro odchov. Náročnost intenzivního odchovu potvrdil i tento pokus, neboť rozvoj kanibalismu a hydrocephalu způsobil v chovu po 52. dni 100% mortalitu. Dále je i z výsledků dobře vidět, že ani z hlediska specifické rychlosti růstu není mezi oběma druhy odchovu významný rozdíl. Z těchto důvodů se extenzivní chov jeví jako nejvhodnější metoda odchovu raných stádií mníka jednovousého. Důvodem tohoto závěru je, že rybniční chov přinesl velmi dobré výsledky jak na úrovni přežití, tak i na úrovni růstu oproti neúspěšné intenzivní metodě.

7. ZDROJE

- Adámek, Z., Dubský, K., Jarolímková, B., Just, T., Kolářová, J., Lusk, S., Navrátil, S., Nusl, P., Svobodová, Z., Šíma, A., Štípek, J., Vančura, Z., Vrána, K., 2013. Příručka pro rybářské hospodáře. 1. vyd. Praha. Český rybářský svaz, 512 s.
- Adriaen J., Meeus W., De Kimpe A., Aerts S., 2011. Aquaculture in Belgium: Aqua-erf to investigate species diversification in RAS with specific interest in *Lota lota* (Linnaeus, 1758). Diversification in Inland Finfish Aquaculture, Abstract book, 84 s.
- Barron, J. M., Jensen, N. R., Anders, P. J., Egan, J. P., Ireland, S. C., Cain, K. D., 2013. Effects of stocking density on survival and yield of North American Burbot reared under semi-intensive conditions. T. Am. Fish. Soc. 142(6), pp. 1680-1687.
- Baruš, V., Oliva, O., Baradlaiová, M., 1995. Mihulovci - *Petromyzontes*, a ryby – *Osteichthyes* (2). Fauna ČR a SR, Academia Praha, 698 s.
- Beelen P., 2009. Kennis document kwabaal, *Lota lota* (Linnaeus, 1758). Sportv isserij Nederland. Kennis document 28.
- Berg, L., S., 1949. Freshwater fishes of USSR and adjacent countries Akademiya Nauk SSSR, Zoologicheskii Institut, Moscow. III, pp. 7-14.
- Bergstad, O. A., and Hareide, N. R., 1996. Ling, blue ling, and tusk of the North-East Atlantic. Fiskeritilvisskap, 15, pp. 1–126.
- Binner, M., Kloas, W., Hardewig, I., 2008. Energy allocation in juvenile roach and burbot under different temperature and feeding regimes. Fish. Physiol. Biochem. 34, pp. 103–116.
- Blancheton, J. P. 2000. Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species. Aquacult. Eng. 22(1), pp. 17-31.
- Boarg, T., D., 1989. Growth and fecundity of burbot, *Lota lota* L., in two Alberta lakes. Masters Thesis, University of Alberta, Edmonton.
- Breeser, S. W., Stearns F. D., Smith M. W., West, R. L., Reynolds J. B. R., 1988. Observations of movements and habitat preferences of burbot in an Alaskan glacial river system. T. Am. Fish. Soc. 117, pp. 506-509.

- Cahn, A., E., 1936. Observations on the breeding of the lawyer, *Lota lota maculosa*. Copeia, pp. 163-165.
- Carl, G., C., Clements, W., A. Lindsey, C., C., 1959. The freshwater fishes of British Columbia. British Columbia Provincial Museum, Victoria, Handbook č. 5.
- Cavender, T.M., 1986. Review of the fossil history of North American freshwater fishes. In: The Zoogeography of North American Freshwater Fishes (eds C. H. Hocutt and E. O. Wiley). John Wiley and Sons, New York, NY, pp. 699–724.
- Dabrowski K., 1984. The feeding of fish larvae, the present “state of the art” and perspectives. *Reprod. Nutr. Dev.* 24, pp. 807–833.
- Dillen A., Martens S., Baeyens R., Coeck J., 2005. Onderzoek naar de biologie van de kwabaal (*Lota lota* L.), ter voorbereiding van herstel van de soort in the Vlaamse Gewest. Rapport van het Instituut voor Natuur behoud IN.R. 2005. 04, Brussel.
- Dubský, K., Šrámek, V., Kouřil, J. 2003. *Obecné rybářství*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 308 s.
- Dyk, V., 1952. *Naše ryby*. Praha: 126-127.
- Evenson, M. J., 1990. Age and length at sexual maturity of burbot in the Tanana River, Alaska. Alaska Department Fish and Game, Fishery Manuscript č. 90-2, Juneau.
- Fabricius, E., 1954. Aquarium observations on the spawning behaviour of the burbot, *Lota vulgaris* L. Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 35: pp. 51-57.
- Fuiman, L. A., Cowan, J. H., 2003. Behaviour and recruitment success in fish larvae: repeatability and covariation of survival skills. *Ecology* 84, pp. 53–67.
- Furgala-Selezniow, G., Skrzypczak, A., Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Żarski, D., & Targońska, K., 2014. Food selection of burbot (*Lota lota* L.) larvae reared in illuminated net cages in mesotrophic Lake Maróz (north-eastern Poland). *Aquacult. Int.* 22(1), pp. 41-52.
- Galavíz, M. A., Garcí'a-Gasca A., Drawbridge M., Alvarez-González, C. A., Lopez, L. M., 2011. Ontogeny of the digestive tract and enzymatic activity in white seabass, *Atractoscionnobilis*, larvae. *Aquaculture*. 318, pp. 162–168.
- Ghan, D., Sprules, W.G., 1993. Diet, prey selection, and growth of larval and juvenile burbot *Lota lota* (L.). *J. Fish Biol.* 42, pp. 47–64.

- Hartman, P., Regenda, P., 2014. Praktika v rybníkářství. Vyd. 1., Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 375 s.
- Harzevilli A.S., De Charleroy D., Auwerx J., Vught I., Van Slycken J., Dhert P. and Sorgeloos P., 2003. Larvae rearing of burbot (*Lota lota*) using *Brachionus calyciflorus* rotifer as starter food. J. Appl. Ichthyol. 19, pp. 84-87.
- Hofmann, N., & Fischer, P. (2002). Temperature preferences and critical thermal limits of burbot: implications for habitat selection and ontogenetic habitat shift. T. Am. Fish. Soc. 131(6), pp. 1164-1172.
- Horvát, L., Szabó, T., Burke, J., 1997. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species. Pol. Arch. of Hydrobiol. 44, pp. 221 – 226.
- Jensen, A. A., Leffers, H., 2008: Emerging endocrine disruptors: perfluoroalkylated substances. Int J Androl. 2008; 31, pp. 161–169.
- Jensen, N. R., Anders, P.J., Hoffman, C. A., Porter, L. S., Island, S. C., Cain, K. D., 2011. Performance and macronutrient composition of age-0 burbot fed four diet treatments. N. Am. J. Aquac. 73, pp. 360–368.
- Kouřil, J., Linhart, O., Dubsky, K., Kvasnicka, P. 1985. The fertility of female and male burbot (*lota lota L.*) reproduced by stripping. Papers of the Vodnany Research Institute of Fishery and Hydrobiology 14, pp. 75-79.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V. 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech.
- Křišťan, J., Policar, T., Vaniš, J., Svačina, P., 2014. Reprodukce a chov rychleného plůdku mníka jednovousého (*Lota lota*) v rybnících. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, 25 s.
- Kucharczyk, D., Mamcarz, A., Skrzypczak, A., Kujawa, R., Babiak, I., 1998. Artificial spawning of burbot (*Lota lota L.*) under controlled conditions. Europ.Aquacult. Soc., Spec. Publ. 26, pp. 149–150.
- Kujawa, R., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., 1999. The influence of temperature on embryonic development of burbot (*Lota lota L.*).Europ.Aquacult. Soc. Spec. Publ. 27, pp. 133–134.
- Kupren, K., Trąbska, I., Źarski, D., Krejszeff S., Palińska-Źarska K., Kucharczyk, D., 2014. Early development and allometric growth patterns in burbot *Lota lota L.* Aquacul. Int. 22 (1), pp. 29 – 39.

- Lehtonen, H., 1998. Winter biology of burbot (*Lota lota L.*). Memo. Soc. Fauna Flora Fennica 74, pp. 45–52.
- Lusk, S., Lusková, V., Hanel, L., Lojkásek, B., Hartvich, P., 2011. Červený seznam mihulí a ryb České republiky – verze 2010. Biodiverzita ichtyofauny ČR (VIII), pp. 68 – 78.
- McPhail, J.D. and Lindsey, C.C., 1970. Freshwater fishes of northwestern Canada and Alaska. B. Fish. Res. Board. Can. 173, pp. 295–300.
- McPhail, J. D., & Paragamian, V. L., 2000. Burbot biology and life history. Burbot: biology, ecology, and management, pp. 11-23.
- Meshkov, M. M. 1967. Development stages of the burbot (*Lota lota (L.)*). Voprosy Ikhtiologii i Gibrobiologii Vodnemov 62, pp. 181-194 (in Russia, English translation in Zoology Reprint Library, University of Toronto).
- Palinska-Zarska K., Zarski D., Krejszeff S., Nowosad J., Bilas M., Trejchel K., Kucharczyk D., 2014. Dynamics of yolk sac and oil droplet utilization and behavioural aspects of swim bladder inflation in burbot, *Lota lota L.*, larvae during the first days of life, under laboratory conditions. Aquacult. Int. 22, pp. 13 – 27..
- Percy, R. 1975. Fisheries of the outer Mackenzie Delta. Environment Canada, Beaufort Sea Project, Technical Report č. 8, Winnipeg.
- Pethon, P., 2005. Aschehougs Store Fiskebok (in Norwegian). H. Aschehoug & Co, Oslo, 448s.
- Pinnegar, J.K. and Engelhard, G.H. 2008. The ‘shifting baseline’ phenomenon: a global perspective. Rev. Fish. Biol. Fisher. 18, pp. 1–16.
- Pokorný, J., Adámek, Z., 1997. Umělý výtěr mníka jednovousého a odchov jeho plůdku. Edice metodik VURH Vodňany č. 53, pp. 1–11.
- Pokorný, J., Adámek, Z., Šrámek, V., Dvořák, J., 2003. Pstruhařství. 3. aktual. vyd. Praha: Informatorium, 2003, 281 s.
- Pullianen, E., Korhonen, K. 1990. Seasonal changes in condition indices in adult mature and non-maturing burbot, *Lota lota (L.)*, in northeastern Bothnia Bay, northern Finland. J. Fish. Biol. 36, pp. 251-259.
- Pullianen, E., Korhonen, K., Kankaanranta, L., Maeki, K. 1992. Non spawning burbot on the northern coast of the Bothnia Bay. Ambio. 21, pp. 170-175.

- Qin, J., Madon, S. P., Culver, D. A., 1995. Effect of larval Walleye (*Stizostedion vitrum*) and fertilization on the plankton community: implications for larval fishculture. *Aquaculture*. 130, pp. 51–65.
- Randák, T., Slavík, O., Kubečka, J., Adámek, Z., Horký, P., Turek, J., Vostradovský, J., Hladík, M., Peterka, J., Musil, J., Prchalová, M., Jůza, T., Kratochvíl, M., Boukal, D., Vašek, M., Andreji, J., Dvořák, P., 2013. *Rybářství ve volných vodách*. Vyd. 1., Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 434 s.
- Roach, S.M. and Evenson, M.J., 1993. A Geometric Approach to Estimating and Predicting the Fecundity of Tanana River Burbot. Alaska Department of Fish and Game, Juneau, AK. Fisheries Data Series, pp. 93-38.
- Ryder, R. A. and Pesendorfer, J., 1992. Food, growth, habitat, and community interactions of young-of the-year burbot. *Lota lota* L., in a Precambrian Shield lake. *Hydrobiologia*. 243 (244) , pp. 211–227.
- Scott, W., B., Crossman, E., J., 1973. *Freshwaters fisheries of Canada*. Fisheries Research Board Canada, Bulletin 173, Ottawa.
- Shiri Harzevili, A., Dooremont, I., Vught, I., Auwerx, J., Quataert, P., De Charleroy, D. (2004). First feeding of burbot, *Lota lota* (*Gadidae*, *Teleostei*) larvae under different temperature and light conditions. *Aquac. Rec.* 35(1), pp. 49-55.
- Sorokin, V., 1971. The spawning and spawning grounds of the burbot (*lota lota*) J. *Ichthyol.* 11, pp. 907-916.
- Svetovidov, A. N., 1986. *Gadidae* In *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean*, Ed. by P. J. P. Whitehead, M-L. Bauchot, J-C. Hureau, J. Nielsen, and E. Tortonese. Unesco, Paris, II, pp. 680 –710.
- Šimek, Z., 1959. *Ryby našich vod*. 1. vyd., Orbis Praha. Malé atlasy přírodnin, 142 s.
- Teletchea, F., Laudet, V., Hänni, C., 2006. Phylogeny of the Gadidae based on their morphology and two mitochondrial genes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 38, pp. 189–199.
- Trabelsi, A., Gardeur, J. N., Teletchea, F., & Fontaine, P., 2011. Effects of 12 factors on burbot *Lota lota* (L., 1758) weaning performances using fractional factorial design experiment. *Aquaculture*. 316 (1), pp. 104-110.

- Van Houdt, J. K., Hellemans, B. and Volckaert, F. A. M., 2003. Phylogenetic relationships among Palearctic and Nearctic Burbot (*Lota lota*): Pleistocene extinctions and recolonization. *Mol. Phylogenet. Evol.* 29, pp. 599–612.
- Vanheule, D., 2012. Rearing and weaning of burbot, investigation of a specific head deformity and histological development of the digestive tract. PhD Thesis. Ghent University, Belgium.
- Vught, I., Harzevilli, A. S., Auwerx, J., De Charleroy, D. A. N. I. E. L., 2008. Aspects of reproduction and larviculture of burbot under hatchery conditions. In V. L. Paragamian (Ed.), *Am. Fish. Soc.* 59, 167 s.
- Woche, H., Harsányi, A., & Schwarz, F. J., 2012. Larviculture of burbot (*Lota lota* L.): larval rearing using *Artemia* and weaning onto dry feed. *Aquac. Res.* 44(1), pp. 106-113.
- Wolnicki, J., Kamiński, R., Myszkowski, L., 2002. Temperature-influenced growth and survival of burbot *Lota lota* (L.) larvae fed live food under controlled conditions. *Arch. Pol. Fisher.* 10, pp. 109–113.
- Wong, A., 2008. Lipidic profiles of tissue and liver oil of burbot, *Lota lota* (L.). *Acta. Ichthyol. Physcat.* 38, pp. 55–61.
- Zarski, D., Kucharczyk D., Sasinowski W., Targońska K., Mamcarz A., 2010. The influence of temperature on successful reproduction of burbot, *Lota lota* (L.) under hatchery conditions. *Pol. J. Natur. Sc.* 25(1), pp. 93–105.

8. ABSTRAKT

Porovnání efektivity odchovu mníka jednovousého (*Lota lota* L.) do stádia rychleného plůdku v rybnících a RAS.

Cílem této práce bylo porovnat efektivitu odchovu a rychlost růstu mníka jednovousého (*Lota lota*) do stádia rychleného plůdku v recirkulačním akvakulturním systému (RAS) a v rybničním chovu. Nejvyššího přežití (25,55 %) a nejvyššího růstu (37,91±3,05 mm a 0,635±0,174 g) bylo dosaženo v extenzivním chovu, který byl ukončen 56. až 70. den odchovu. Nejnižšího přežití (0%) a nejnižšího růstu (31,11±1,68 mm a 0,228±0,059 g) bylo dosaženo v recirkulačním akvakulturním systému (RAS) v podmínkách konstantní teploty 16 °C a 24h světelného režimu, který byl později (28. den) změněn na 12 h světlo a 12 h tmy. Obě metody vykazovaly velmi podobné specifické rychlosti růstu, kdy pro extenzivní metodu bylo SGR_L na konci odchovu 3,61±0,36 % a SGR_W 11,20±0,79 %, zatímco pro intenzivní metodu bylo SGR_L 4,10% a SGR_W 11,50%. Intenzivní neúspěšná metoda byla způsobena přítomností kanibalismu a rozvojem hydrocephalu, jehož příčina se nezjistila.

Klíčová slova: Juvenilní jedinci, extenzivní chov, intenzivní chov, recirkulační akvakulturní systém, přežití, specifická rychlost růstu.

9. ABSTRACT

Comparing the efficiency of rearing burbot (*Lota lota* L.) to stage fastern fry in ponds and RAS.

The aim of this work was to compare the efficiency of rearing and growth of burbot (*Lota lota*) to the stage of fastern fry in recirculation aquaculture system (RAS) and pond culture. Highest survival rate (25,55%) and highest growth rate (37.91±3.05mm and 0.635±0.174g) was recorded in extensive culture, which was ended

from 56th to 70th day of rearing cycle. The lowest survival rate (0%) and lowest growth (31.11 ± 1.68 mm and 0.228 ± 0.059 g) was recorded in recirculation aquaculture system (RAS) in conditions of constant temperature 16 °C and constant 24 h light. This light mode was 28th day changed to 12 h light and 12 h dark. Both methods showed quite similar specific growth rates, for extensive method SGR_L was 3.61 % and SGR_W was 11.20 %. In intensive method was SGR_L 4.10% a SGR_W 11.50%.. Unsuccessful intensive method was caused by development of cannibalism and hydrocephalus. Reason of hydrocephalus was not identified.