

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vliv původu okouna říčního (*Perca fluviatilis*) na rychlost jeho růstu
v larvální periodě života při odchovu v laboratorních podmínkách**

Autor: Jakub Smrt

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

Konzultanti Práce: Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.

Studijní program a obor: Zootechnika N4103, Rybářství

Forma studia: Kombinovaná

Ročník studia: 1.

České Budějovice
2015

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

V Českých Budějovicích, dne 11.5.2015

.....
Jakub Smrt

Poděkování:

Vřele děkuji svému vedoucímu prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D, za neskonalou trpělivost a cenné rady v průběhu tvorby mé práce. Dále bych chtěl poděkovat MSc. Alexeyovi Pimakhinovi za pomoc a vedení během pokusu. A také Ing. Pavlu Šablaturovi, bratrům Michalovi a Ondrovi Flokovičovi a Honzovi Brožovi za pomoc během pokusu. Lukášovi Jurkovi za rady a poskytnuté fotografie.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub SMRT**
Osobní číslo: **V14B005K**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv původu okouna říčního (*Perca fluviatilis*) na rychlost jeho růstu v larvální periodě života při odchovu v laboratorních podmínkách**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

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

Intenzivní chov okounovitých ryb v recirkulačních systémech s biologickým čištěním vody a krměním granulovanými krmivými patří mezi perspektivní směry akvakultury současné sladkovodní akvakultury. O tyto druhy ryb je dlouhodobě vysoký zájem na trhu, především pro vysokou kvalitu jejich masa. U okouna říčního (*Perca fluviatilis*), jež je předmětem řešení bakalářské práce, byla doposud jen ojediněle v některých zahraničních studiích věnována pozornost vlivu jeho geografického původu, na vhodnost pro využití v intenzivní akvakultuře (schopnost adaptace na granulovaná krmiva, přežití, rychlost růstu, vyrovnanost).

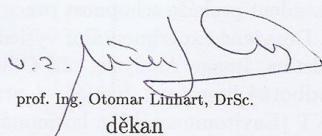
Hlavním cílem bakalářské práce je posouzení schopnosti odchovu larev okouna říčního od vylíhnutí jiker do přechodu do juvenilní periody života, tj. přežití a rychlost růstu různých "divokých" populací okouna, při jejich chovu v experimentálních podmínkách (akváriích), při optimální teplotě v podmínkách intenzivní akvakultury. Hlavní testovaná hypotéza vychází z předpokladu, že existují rozdíly v přežití a rychlosti růstu, případně ve schopnosti převodu na suchá krmiva v podmínkách intenzivního chovu mezi jednotlivými populacemi okouna.

Metodický postup: Předpokládá se testování nejméně 8 různých původních nepříbuzných populací okouna. Experimentální materiál bude získán z lokalit v rámci České republiky a jiných zemí, kde se přirozeně vyskytuje (Bulharsko, Francie, Německo, Slovensko, Polsko, Finsko, příp. další země). Ve všech případech budou do laboratoře v Českých Budějovicích dovezeny oplozené jikry (původem z 10 - 20 snůšek, tj. od 10 - 20 párů rodičů), po vylíhnutí bude získán plůdek různého původu odděleně v akváriích rozkrmen s využitím nauplií žábřonožky solné. Tato fáze experimentu bude ukončena po dosažení individuální hmotnosti přibližně 0,5 g, po níž bude následovat převedení na suché startérové krmné směsi. Odchov bude probíhat v akvariijní místnosti FROV JU v Českých Budějovicích. Vlastní experimentální části bude předcházet zpracování literární rešerše k danému tématu. V ní student prokáže schopnost pracovat s odbornou vědeckou literaturou (převážně cizojazyčnou). Dosažené experimentální výsledky student zpracuje s využitím počítačového softwaru (Statistica, Image Analysis, MS Office) a porovná je s výsledky a závěry z dostupné vědecké a odborné literatury. Bakalářská práce bude podporována a je součástí řešení projektu KONTAKT (Environmentální a hormonálně indukovaná reprodukce, anestézie, raný ontogenetický vývoj a odchov vybraných ohrožených a hospodářsky významných druhů ryb) a případně dalších výzkumných a edukačních projektů ÚA FROV JU.


Rozsah grafických prací: **10 - 20 tabulek a grafů**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.**
Ústav akvakultury
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.**
Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: **17. prosince 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2015**


prof. Ing. Otomar Linnhart, 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

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- Baruš, V., Oliva, O. (eds.), 1995. Mihulovci (Petromyzontes) a Ryby (Osteichthyes) (2), Fauna ČR a SR, Academia 693 s.
- Fiogbé, E. D., Kestemont, P., Mélard, C., Micha, J. C., 1996. The effects of dietary crude protein on growth of Eurasian perch *Perca fluviatilis*, *Aquaculture* 144, 239-249 s.
- Mairesse, G., Thomas, M., Gardeur, J. N., Brun-Bellut, J., 2007. Effets of dietary factors, stocking biomass and domestication on the nutritional and technological quality of the Eurasian perch *Perca fluviatilis*, *Aquaculture* 262, 86-94 s.
- Mairesse, G., Thomas, M., Gardeur, J. N., Brun-Bellut, J., 2006. Effects of geographic source, rearing system and season on the nutritional quality of wild and farmed *Perca fluviatilis*, *Lipids* 41, 221-229 s.
- Mélard, C., Kestemont, P., Grinard, J. C., 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): Effect of major biotic and abiotic factor on growth, *Journal of applied Ichthyology* 12, 175-180 s.
- Stejskal, V., Kouřil, J., Policar, T., Hamáčková, J., Musil, J., 2009. The growth pattern of all-female perch (*Perca fluviatilis*) juveniles - is monosex perch stock enevicial? *Journal of Applied Ichthyology* 25, 432-437 s.
- Stejskal, V., Vejsada, P., Cepák, M., Křížek, M., Vácha, F., Kouřil, J., Policar, T., 2011. Sensory and textural attributes and fatty acid profiles of filets of extensively and intensively farmed Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) L., *Food Chemistry* 129 (3), 1054-1059 s.
- Stejskal, V., Vejsada, P., Váca, F., Kouřil, J., Hamáčková, J., Cepák, M., 2008. Porovnání výtěžnosti a senzorických vlastností masa okouna říčního (*Perca fluviatilis*) chovaného v intenzivním a extenzivním systému, *Bulletin VÚRH Vodňany* 44 (2), 37-43 s.
- Xu, S. L., Fontaine, P., Mélard, C., Kestemont, P., 2001. Effects of dietary fat levels on growth, feed efficiency and biochemical compositions of Eurasian perch *Perca fluviatilis*, *Aquaculture International* 9, 437-449 s.

1. ÚVOD.....	1
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	2
2.1 Charakteristika druhu.....	2
2.2 Význam okouna	4
2.3 Chov.....	5
2.4 Faktory ovlivňující růst.....	8
2.5 Optimální chovné podmínky	9
2.6 Optimalizace chovu	11
3. MATERIÁL A METODIKA.....	14
3.1 Charakteristika pokusu	14
3.2 Původ jiker.....	14
3.3 Odchovné nádrže	16
3.4 Odchov ryb	17
3.5 Krmivo	20
3.6 Krmný režim	20
3.7 Manipulace s rybami.....	21
3.8 Použité ukazatele	22
3.9 Sledované fyzikálně-chemické parametry	23
4. VÝSLEDKY	24
4.1 Sledované skupiny	24
4.2 Fyzikálně-chemické parametry.....	25
4.3 Přežití.....	26
4.4 Růst.....	28
5. DISKUZE	31
5.1 Podmínky odchovu	31
5.2 Přežití.....	31
5.3 Růst.....	32
6. ZÁVĚR	35
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
8. SEZNAM TABULEK V TEXTU	42
9. SEZNAM GRAFŮ V TEXTU	43
10. SEZNAM OBRÁZKŮ V TEXTU.....	44
11. SEZNAM PŘÍLOH.....	45

11. PŘÍLOHY	46
12. ABSTRAKT	54
13. ABSTRACT.....	55

1. ÚVOD

Intenzivní akvakultura, jako zdroj ryb násadových, nebo přímo tržních, určených především k výživě člověka, se v posledních několika desítkách let těší zvýšenému zájmu, což můžeme pozorovat jako každoroční nárůst produkce ryb z intenzivních rybochovných zařízení. Intenzivní akvakultura sebou přináší mnoho výhod vyplývajících zejména z faktu, že nám dovoluje chov ryb v koncentrovaných obsádkách, odpadá pak potřeba mnoha výrobních faktorů spojených s extenzivním a polointenzivním chovem ryb, nebo rybolovem a zároveň se zjednodušuje a zefektivňuje kontrola a řízení vlastního chovu ryb. Výhody intenzivního chovu ryb jsou potom částečně vykoupeny zvýšenou technickou a technologickou náročností rybochovných zařízení.

Vrcholem intenzivních rybochovných zařízení jsou bezesporu recirkulační systémy. Recirkulačním systémům je věnována velká pozornost, díky čemuž dochází k neustálému vývoji a zdokonalování dané technologie a na druhou stranu k hledání a zkoumání různých, pro recirkulační systémy vhodných a perspektivních, druhů ryb.

Jedním z těchto druhů je i okoun říční (*Perca fluviatilis*). Okoun říční je ceněný zejména ve státech jako Švýcarsko, Německo, Francie, nebo Rakousko. Trhy, především těchto zemí, si cení okouna tak, že se jeho chov v recirkulačních systémech jeví jako výhodný, navíc bylo dokázáno, že je okoun schopen přijímat granulované krmné směsi a že je okouna možné s úspěchem v recirkulačních systémech odchovávat až do tržní velikosti.

Cílem mé práce je navázat na dosavadní pokusy spjaté s intenzivním chovem okouna a zjistit, zdali má geografický původ jednotlivých populací okouna vliv zejména na jejich adaptaci na podmínky intenzivní akvakultury a na jejich růst v podmínkách intenzivní akvakultury. Pokud by se tato hypotéza potvrdila, tak by následné hledání populací vhodnějších pro intenzivní chov, případně jejich domestikace a šlechtění, mohlo mít zásadní význam pro optimalizaci a zefektivnění intenzivního chovu okouna říčního jako takového.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Charakteristika druhu

Okoun říční (viz. příloha č. 5) je velmi variabilní menší ryba euroasijských vod vyskytující se takřka ve všech typech sladkovodních vod, přičemž zasahuje i do vod brakických. Tělo okouna je vyšší, ze stran zploštělé a je kryté ktenoidními šupinami, na první pohled zaujmou dvě hřbetní ploutve, kdy první obsahuje pouze tvrdé paprsky a druhá pouze paprsky měkké. Ocasní ploutev je mírně vykrojená, řitní ploutev je krátká a břišní ploutve jsou posunuté téměř až pod ploutve prsní. Hlava okouna je menší se středně postavenými ústy a výraznými očima. Zbarvení je silně variabilní, nejčastěji jsou ryby zbarveny do žlutozelených tónů se světlejšími břišními partiemi, tmavým hřbetem a typickými tmavými pruhy na bocích, kterých může být 5 – 9 (10) a které mohou vzácně mizet (Dyk, 1956; Švátora, 1986; Dubský a kol., 2003; Rougeot a kol., 2008).

Ploutevní vzorce činní: H1 XII – XVI; H2 I – III, 12 – 16; P 14; B I, 15; Ř II, 7 – 10; O 17 (Baruš a Oliva, 1995; Dubský a kol., 2003). Šupinový vzorec: 7 – 12 (46 – 79) 12 – 20 (Dubský a kol., 2003), 7 – 10 (54 – 68) 12 – 18 (Švátora, 1986), 7 – 12 (54 – 79) 12 – 18 (Baruš a Oliva, 1995).

Samci dosahují pohlavní dospělosti v 1. – 3. roce, samice pak v 2 – 4 letech v závislosti na podmínkách prostředí (Švátora, 1986; Baruš a Oliva, 1995; Dubský a kol., 2003). Výtěr probíhá v jarních měsících při teplotách vody 5 – 14 °C (Švátora, 1986), 8 – 11 °C (Dubský a kol., 2003). Samice kladou jikry v dlouhých pásech a zavěšují je na rozličný materiál ve vodě, převážně pak vegetaci, větve a velké kameny (Švátora, 1986; Dubský a kol., 2003; Rougeot a kol., 2008). Plodnost jikrnaček je variabilní a nejčastěji se pohybuje v rozmezí 10 – 100 tis. (Dubský a kol., 2003), případně 30 – 120 tis. (Rougeot a kol., 2008). Inkubační doba činí 130 – 160 d° (Dubský a kol., 2003).

Okoun se živí v mladších stádiích především zooplanktonem a se zvětšující se velikostí a stářím přechází na karnivorní a piscivorní způsob obživy (Švátora, 1986; Dubský a kol., 2003; Rougeot a kol., 2008; Zapletal a kol., 2013).

Okouni běžně dorůstají do délek 15 – 30 cm a hmotností v rozmezí 0,2 – 0,5 kg, ve stojatých vodách i hmotnosti nad 1 kg (Švátora, 1986; Dubský a kol., 2003) při maximu

na úrovni přibližně 50 cm a 4 kg (Švátora, 1986; Dubský a kol., 2003; Rougeot a kol., 2008).

2.1.1 Systematické zařazení

Řád: ostnoploutví (*Perciformes*)

Čeleď: okounoví (*Percidae*)

Podčeleď: okouni (*Percinae*)

Rod: okoun (*Perca*); Linnaeus, 1758

Druh: okoun říční (*Perca fluviatilis*); Linnaeus, 1758

(Švátora, 1986; Baruš a Oliva, 1995)

Do rodu *Perca* se řadí, ještě kromě našeho „Evropského“ okouna říčního, další dva druhy a to okoun žlutý (*Perca flavescens* Mitchill) a okoun vyskytující se v jezerech Balchaš (Kazachstán) a Alkul (Kyrgyzstán) *Perca schrenki* Kessler (Švátora, 1986; Baruš a Oliva, 1995; Rougeot a kol., 2008; Google maps).

2.1.2 Rozšíření

Areál rozšíření okouna žlutého se nachází v Severní Americe. *Perca schrenki* Kessler se vyskytuje pouze v systémech jezer Balchaš a Alkul. Okoun říční je rozšířen téměř v celé Evropě a velké části Asie. V Evropě se nevyskytuje na Pyrenejském poloostrově, v jižní a střední Itálii a západní části Balkánského poloostrova (Švátora, 1986). Dále se nevyskytuje v severní části Skotska a Norska. V Asii se vyskytuje v řekách, jenž tečou do Severního ledového oceánu až po řeku Kolymu (Švátora, 1986; Luna, fishbase.org). Areál rozšíření okouna říčního může taktéž definovat rozpětí teplot 4 – 31 °C (Rougeot a kol., 2008). Okoun říční byl dále introdukován do Austrálie a Tasmánie, jižní Afriky, na Nový Zéland (Švátora, 1986; Rougeot a kol., 2008) a na Azory (Rougeot a kol., 2008). Zeměpisné rozšíření okouna říčního a okouna žlutého ukazuje obrázek č. 1.

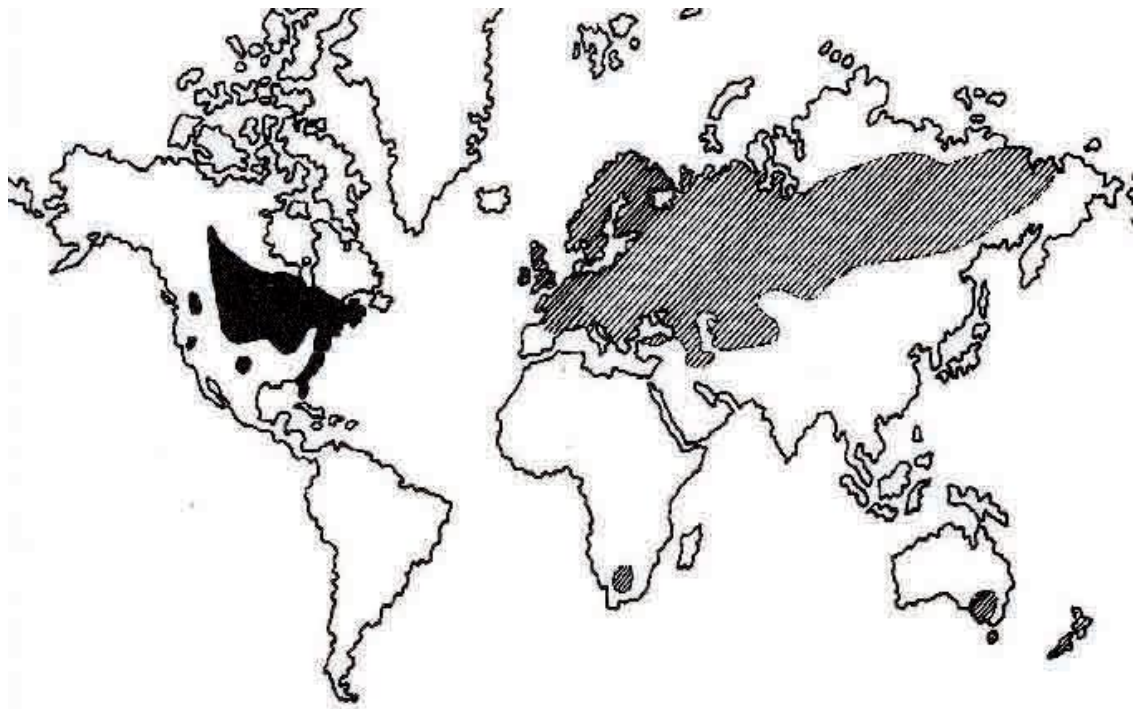
2.1.3 Genetika populací

Z genetického hlediska tvoří euroasijské populace okouna několik skupin. První skupinu zastupují vývojově nejstarší populace okouna na jihu Evropy. Zbýlé populace jsou si fenotypově bližší, nic méně lze je rozdělit na další tři skupiny a to skupinu populací okouna východní Evropy a Sibíře, skupinu norských populací okouna a

poslední, vývojově nejmladší skupinu populací okouna západní Evropy a Polska (Nesbø a kol., 1999).

Zároveň je dokázáno, že je okoun schopen vytvářet i na relativně malých prostorech (jezera) geneticky stabilní a diferenciované skupiny (Bergek a Olsson, 2009).

Obrázek č. 1: Rozšíření druhů *Perca flavescens* Mitchell (čená) a *Perca fluviatilis* (šrafovaná).



(Craig, 2000)

2.2 Význam okouna

Okoun je vyhledávaná a ceněná ryba pro sportovní rybáře, nejenom pro vlastní zážitek z lovu (Švátora, 1986), ale i pro jeho lahodnou chuť (Švátora, 1986; Dubský a kol., 2003). V rybničním hospodářství je doposud využíván jako druh, který se účelově využívá jako prostředek k potlačení „plevelných“ ryb, čímž efektivně likviduje potravní konkurenty kapra v chovných rybnících (Policar a kol., 2009). Tlaku okouna na drobné kaprovité ryby se také využívá ve vodárenských nádržích, kde jsou tyto ryby nežádoucí (Adámek a kol., 2010; Zapletal a kol., 2013). Na druhou stranu se okoun stává nežádoucím v plůdkových rybnících, kde se stává konkurentem a predátorem námi odchovaných ryb (Dubský a kol., 2003) a zároveň může ve vodárenských nádržích působit společně s plevelnými druhy ryb a vytvářet tlak na hrubý zooplankton,

následkem čehož by došlo k zhoršení kvality vody (Švátora, 1986; Zapletal a kol., 2013).

V posledních několika desetiletích došlo k nárůstu poptávky po okouním mase zejména ze zemí jako je Švýcarsko, Německo, Francie a Rakousko (Policar a kol., 2009), kde je okoun a především okouní filet velice gastronomicky ceněn (Watson, 2008). Tímto vývojem okoun nabyl v posledních letech na významu (Kestemont a Mélard, 2000). A díky výše uvedenému a tomu, že je zvládnuta technologie odchovu okouna v intenzivních podmínkách, tak je okoun pokládán za jeden z perspektivních druhů pro intenzivní akvakulturu (Watson, 2008). Maso okouna dosahuje vysoké kvality a dobré chuti (Dubský a kol., 2003), zároveň nedochází v podmínkách intenzivního odchovu k jeho výrazným změnám vůči masu ryb z volných vod (Stejskal a kol., 2008; Stejskal a kol., 2011).

2.3 Chov

K úspěšnému odchovu okouna do tržní velikosti vedou v současnosti čtyři cesty (Policar a kol., 2009) a to odlov z volných vod z lokalit k tomu vhodných (Watson, 2008), extenzivní chov okouna v rybnících při využití přirozené potravy, kde okoun vystupuje jako vedlejší ryba v polykulturní obsádce (Bláha, 2006), nebo je odchováván v monokultuře (Kestemont a kol., 2008), dále pak polointenzivní způsob, jenž je založen na extenzivní produkci okouního plůdku a následném intenzivním odchovu starších ryb naučených na příjem granulovaných krmných směsí (Mareš a Hillermann, 2002; Kestemont a kol., 2008; Policar a kol., 2009; Stejskal a kol., 2010) a jako poslední intenzivní odchov okouna v recirkulačních systémech (RAS), ve kterých se realizuje celý odchovný cyklus počínaje výtěrem a inkubací jiker, konče produkcí tržních, nebo generačních ryb (Kestemont a kol., 2008; Policar a kol., 2009).

Pro produkci plůdku okouna se také experimentálně používá takzvaný „mesocosm“ systém, jehož základem je produkce okouního plůdku ve venkovních nádržích za využití teplé odpadní vody, při využití přirozené potravy a později umělé krmné směsi (Kestemont a kol., 2008).

2.3.1 Mesocosm systém

Venkovní nádrže mesocosm systému jsou vybaveny aeračním zařízením a je do nich přivedena voda z přirozeného zdroje, ohřev vody probíhá za pomoci tepelného výměníku za pomoci oteplené odpadní vody. Týden před nasazením jiker jsou nádrže

napuštěny, vyhnojeny a teplota se zvýší na úroveň 23 – 27 °C, nádrže se zakrývají, aby se zabránilo nadměrnému rozvoji řas. Tyto opatření zapříčiní rozvoj fytoplanktonu a drobného zooplanktonu. Před nasazením jiker se voda v systému se upraví na 17 – 23 °C. Jikry se nasazují v počtu 4 – 6 tis. na m². Vykuleny plůdek vydatně přijímá přirozenou potravu, jejíž úbytek je vynahrazován do 8. dne přidáváním nauplií artémie. 9. – 23. den po vykulení je plůdek krmen, jak artémií, tak umělým krmivem. Od 24. dne do 44. dne je plůdek krmen pouze umělým krmivem. Nádrže jsou do doby, kdy se v nich ještě vyskytuje přirozená potrava neprůtočné. 44. dne se loví odchovaný plůdek ze systému a odchov v mesocosm systému končí (Kestemont a kol., 2008).

2.3.2 Polointenzivní odchov

Plůdek okouna se při tomto způsobu odchovu získává extenzivním způsobem ve vhodných rybnících (Hart a kol., 2006; Kestemont a kol., 2008; Policar a kol., 2009; Stejskal a kol., 2010). Rybníky se volí menší a v dobrém technickém stavu, vhodnější jsou rybníky s členitými břehy s porosty litorální vegetace. Rybníky je vhodné zimovat a před napuštěním vyhnojit tak, aby došlo k rozvoji vhodné přirozené potravy (Stejskal a kol., 2010). Vykuleny okouní plůdek (pocházející z umělého, nebo poloumělého výtěru) se nasazuje v množství 100 – 200 tis. ks.ha⁻¹ (Stejskal a kol., 2010). Vhodná je pravidelná kontrola planktonních společenstev. Plůdek se loví po 45 – 60 dnech při velikosti 30 – 50 mm s ohledem na stav obsádky a nabídky přirozené potravy (Kestemont a kol., 2008; Policar a kol., 2009; Stejskal a kol., 2010).

Ryby se následně přemístí do RAS, kde dojde k velikostnímu rozřídění a naučení ryb na umělou krmnou směs (Policar a kol., 2009; Stejskal a kol., 2010). Ryby se nasazují v množství 11 ks.l⁻¹ (Stejskal a kol., 2010), případně 10 ks.l⁻¹ (Kestemont a kol., 2008). Ryby je vhodné po nasazení do RAS nechat 1 – 2 dny hladovět (Stejskal a kol., 2010) a následně přejít k učení ryb na suchou krmnou směs pomocí „cofeedingu“, nebo za pomoci polovlhkých krmných směsí, případně směsí krmné směsi s pojivem jako je například škrob, nebo rybí maso a krmit ideálně v co nejčastějších intervalech (Mareš a Hillermann, 2002; Stejskal a Kouřil, 2006; Stejskal a kol., 2010). Jako nejvhodnější způsob se jeví použití vlhké směsi pojené škrobem (Stejskal a Kouřil, 2006), nebo polovlhké směsi s vysokým podílem rybiho masa (Mareš a Hillermann, 2002). Adaptace ryb na krmnou směs trvá od 5 (Kestemont a kol., 2008), přes 10 dní (Stejskal a kol., 2010), do 14 dní (Stejskal a Kouřil, 2006). Poté následuje odchov ryb

za použití pouze umělých krmiv až do tržní velikosti (Kestemont a kol., 2008; Policar a kol., 2009; Stejskal a kol., 2010).

2.3.3 Odchov v RAS

Recirkulační systémy nám dávají možnost plné kontroly nad parametry vody a snadné kontroly a řízení obsádky, která je soustředěna do velkých hustot na malém prostoru (Hart a kol., 2006; Kestemont a kol., 2008), krmení na RAS probíhá z drtivé většiny pomocí suchých krmných směsí, čímž se dosahuje vysoké efektivity (Kestemont a kol., 2008), nic méně jsou tyto výhody vykoupeny vysokou finanční zátěží pojící se s pořízením a provozem složitých zařízení a infrastruktury RAS, nebo s nákupem drahých krmných směsí (Hart a kol., 2006).

Čerstvě vykulený plůdek získaný z umělého, nebo poloumělého výtěru se nasazuje do systému při optimální teplotě 20 – 23 °C, při velikosti obsádky 50 – 100 ryb na litr (Kestemont a kol., 2008) a dále je za pomoci nauplií artémie a startérových krmných směsí naučen na příjem granulovaného krmiva, na kterém je odchováván do tržní velikosti (Mareš a kol., 2002; Kestemont a kol., 2008; Policar a kol., 2009), která je nejčastěji 100 – 300 g (Martin a Vandevorde, 2008; Watson, 2008). 2. – 20. den po vykulení se plůdek krmí živými nauplii artémie a to zprvu malých artémií (350 – 380 µm), kvůli malé velikosti okouních larev. Později se aplikuje (21. – 25. den po vykulení) cofeeding z artémie na krmnou směs (již od 15. dne s dobrými výsledky (Mareš a kol., 2000)) a od 25. dne se okoun krmí již pouze krmnou směsí (Kestemont a kol., 2008). Tržní velikosti 100g okoun v RAS dosahuje po 4 – 10 měsících (Martin a Vandevorde, 2008), 12 – 14 měsíců (Stejskal a kol., 2010; Stejskal a Policar 2010).

2.3.4 Poloumělý a umělý výtěr

Základem intenzivního odchovu okouna je vyrovnaná masová produkce kvalitního potěru, čehož lze dosáhnout aplikací poloumělého a umělého výtěru do managementu odchovu (Policar a kol., 2008; Policar a kol., 2009; Policar a kol., 2011). Při obou způsobech výtěru se hormonálně stimulují pouze samice, neboť samci sperma uvolňují ochotně sami (Linhart a kol., 2008; Policar a kol., 2008; Stejskal a Policar, 2010; Policar a kol., 2011). Při poloumělém výtěru se po hormonální stimulaci samic samice spolu se samci nasazují do malých nádrží v poměru pohlaví 1 : 1, kde dochází v závislosti na dávce hormonu a teplotě vody ke spontánnímu výtěru na připravený vhodný výtěrový substrát (větve), při výtěru umělém se pohlaví drží oddělená a samice

se vytírají když začnou uvolňovat jikry. Jikry se poté nejčastěji oplozují spermatem odebraným od samců pomocí suché metody (Policar a kol., 2008; Policar a kol., 2011). Během hormonální stimulace u obou způsobů a při manipulaci s rybami při umělém výtěru se používá, z důvodů snížení stresu a šetrnější manipulace s rybami, anestezie za pomoci hřebíčkového oleje v koncentraci $0,03 \text{ ml.l}^{-1}$, nebo 2-phenoxyethanolu v dávce $0,3 - 0,5 \text{ ml.l}^{-1}$ (Policar a kol., 2008). Jako nejvhodnější přípravek používaný v našich podmínkách se jeví Supergestran (Stejskal a Policar, 2010) obsahující syntetický analog GnRHa Lecirelin (Stejskal a Policar, 2010; Policar a kol., 2011) v dávce $50 \mu\text{g GnRHa.kg}^{-1}$ (Policar a kol., 2011). K výtěru pak dochází v rozpětí mezi 3. až 5. dnem od hormonální stimulace v závislosti na teplotě (Policar a kol., 2008; Policar a kol., 2011).

2.4 Faktory ovlivňující růst

Růst okouna je velmi variabilní a závisí na mnoha faktorech, z fyzikálních to je zejména teplota (Mélard a kol., 1996; Neuman a kol., 1996; Kestemont a kol., 2003; Linløkken, 2004; Strand a kol., 2007; Strand 2009), pH (Rask, 1984), intenzita světla (Tamazouzt a kol., 2000; Kestemont a kol., 2008) a délka světelného dne (Kestemont a kol., 2003). Růst je ovlivňován i složením rybí obsádky v odchovném systému (Mélard a kol., 1996; Kestemont a kol., 2003; Mandiki a kol., 2007; Kestemont a kol., 2008; Stejskal a kol., 2008; Stejskal a kol., 2009), barvou odchovných nádrží (Tamazouzt a kol., 2000; Strand 2009), mírou domestikace (Douxfils a kol., 2008; Rougeot a Mélard, 2008) a mírou rušení ryb během odchovu (Strand a kol., 2007; Strand 2009). Náchylnost ryb ke stresu taktéž ovlivňuje růst ryb (Acerete a kol., 2004; Jentoft a kol., 2005; Douxfils a kol., 2008; Strand 2009). Samci a samice okouna vykazují rozdílný růst (Jellyman, 1980; Rougeot a Mélard, 2008; Stejskal a kol., 2008; Stejskal a kol., 2009). Růst může být ovlivněn sklonem ryb k sezónnímu růstu v závislosti na podmínkách prostředí (Jellyman, 1980; Mehner a kol., 1996; Staffan a kol., 2005), sklonem ryb k vytváření různě rychle rostoucích skupin (Mélard a kol., 1996) a výskytem kanibalismu (Baras a kol., 2003; Heermann, 2008). Růst ryb je silně ovlivněn kvalitou a složením krmiva a jeho předkládaným množstvím spojeným s frekvencí krmení (Fiogbé a kol., 1996; Mélard a kol., 1996; Xu a kol., 2001; Fiogbé a Kestemont, 2003; Kestemont a kol., 2008), v přírodě je pak ovlivněn výskytem vhodné přirozené potravy (Mehner a kol., 1996; Romare, 2000; Stejskal a kol., 2010). Růst nové generace okounů může být ovlivněn, též kvalitou rodičovských ryb a kvalitou jejich pohlavních

produktů a dobou jejich výtěru (Fontaine a kol., 2008; Vuillard a kol., 2008). Růst lze ovlivnit pomocí několika genetických způsobů a to zejména polyploidizací, vytvářením celosamičích populací, mezidruhovým křížením a vyhledáváním populací okouna dobře snášejících podmínky intenzivní akvakultury (Mandiki a kol., 2004; Rougeot a Méléard, 2008).

2.5 Optimální chovné podmínky

2.5.1 Fyzikálně-chemické parametry vody

Okoun snáší široké rozpětí teplot od 3 do 33,5 °C (Craig, 2000). Teplota v níž okoun vyrůstá má zásadní vliv na rychlost jeho růstu (Linløkken, 2004). Okoun se přirozeně vytírá při teplotách nad 10 °C, silněji pak při překročení 12 °C (Gillet a Dubois, 2007), k inkubaci jiker v RAS se doporučuje teplota v rozmezí 17 – 20 °C (Kestemont a kol., 2008), jako ideální teplota pro odchov v intenzivních podmínkách je udávána teplota 23 °C, při níž dosahuje okoun nejlepšího růstu (Méléard a kol., 1996; Strand a kol., 2007), je to dáno tím, že při konstantní teplotě 23 °C dochází u okounů k inhibici vývoje gonád a takto ušetřená energie je využita k růstu svaloviny (Méléard a kol., 1996).

Koncentrace rozpuštěného kyslíku by během odchovu neměla klesnout pod 6 mg.l⁻¹ (Kestemont a kol., 2008).

Pro optimální růst by se hodnoty pH měly pohybovat kolem neutrálních hodnot, při poklesu hodnot pod 4,8 dochází k silné inhibici růstu a narušení rozmnožovacího cyklu, případně degradaci pohlavních produktů (Rask, 1984).

Koncentrace amoniaku by neměla překročit hranici 0,2 mg.l⁻¹ a koncentrace dusitanů hranici 0,5 mg.l⁻¹ (Kestemont a kol., 2008).

Okoun se vyskytuje i v brakických vodách, se salinitou 7 – 10 ‰ (Švátora, 1986), nic méně tyto hodnoty inhibují růst, pro dobrý růst by neměla salinita překročit hodnotu 4 ‰ (Overton a kol., 2008).

2.5.2 Hustota obsádky

Při odchovu plůdku do 44. dne se nasazuje 50 – 100 kusů na litr, vyšší hustoty nasazených ryb mají pozitivní vliv na vyrovnanost obsádky a redukci kanibalismu, předpokládá se, že je to dáno tím, že ve vysokých obsádkách mizí teritoriální chování, zároveň ryby ve vyšších obsádkách vykazují příznivější růst (Méléard a kol., 1996;

Kestemont a kol., 2008). Během dalšího odchovu je možné nasadit obsádky až do hustoty 50 kg.m^{-3} (Mélard a kol., 1996), 60 kg.m^{-3} (Stejskal a kol., 2010).

2.5.3 Výživa

Okouni jsou predátoři vyhledávající potravu zrakem (Ali a kol., 1977). V přírodě okouni přijímají potravu přes celý den se zvyšující se intenzitou během soumraku (Worischka a Mehner, 1998). Plůdek okouna se orientuje zejména na drobné zooplanktonní organismy a jejich vývojová stádia, zejména pak na drobné druhy perlooček a klanonožců, případně vířníky (Romare, 2000; Kratochvíl a kol., 2008; Peterka a Mařena, 2009; Mikheev a Wanzenböck, 2010; Zapletal a kol., 2013). Frankiewicz a Wojtal-Frankiewicz (2012) pozorovali, že okouni pohybující se ve volné vodě se živili výhradně zooplanktonem, přičemž okouni zdržující se v na vegetaci bohatých zónách preferovali v potravě i larvy bentického hmyzu. U okounů ročních a starších se v potravě objevuje více ryb a hmyzu na úkor zooplanktonních organismů (Zapletal a kol., 2013).

Nově vykulený okouní plůdek je pro dosažení co nejlepšího přežití nutné krmit zpočátku živou potravou, to se děje nejčastěji za pomoci artémie a následně ho přeucht na příjem krmných směsí. Krmít se začíná 2 – 3 dny po vykulení (Vlavenou a kol., 1999). Kvůli drobným larvám se nejprve používá malá artémie (350 – 380 μm) později normální (420 – 450 μm). Během prvních 44 dní odchovu, kdy se plůdek učí přijímat krmné směsi a připravuje se pro další odchov je krmivo distribuováno v co nejčastějších intervalech a *ad libitum*. (Overton a Paulsen, 2005; Kestemont a kol., 2008).

Ideální složení krmné směsi by mělo být: 40 – 60 % bílkovin (Fiogbé a kol., 1996), 45 – 56 % (Kestemont a kol., 2008). Obsah tuků by se pak měl pohybovat v rozmezí 18 – 20 % (Kestemont a kol., 2008), vyšší obsah tuků v krmivu pozitivně ovlivňuje růst a využitelnost, jak bílkovin, tak celkově krmiva, nic méně vyšší obsahy tuků v krmivu vedou k vyššímu zatučnění ryb (Xu a kol., 2001).

Optimální krmná dávka je poté udána jako $3,3w^{-0,24}$ (v % hmotnosti obsádky. den^{-1}), kde w je hmotnost obsádky, minimální pak $1,09w^{-0,23}$, maximální $7,6w^{-0,31}$, pro obsádku o hmotnosti ryb 3 – 300 g a při teplotě odchovu 23 °C (Mélard a kol., 1996). Fiogbé a Kestemont (2003) pak udávají hodnoty které zobrazuje tabulka č. 1.

Tabulka č. 1: Optimální denní krmná dávka pro různé velikosti okouna při odchovu v teplotě 23 °C [% hmotnosti.den⁻¹].

Hmotnost [g]	Minimální dávka	Optimální dávka	Maximální dávka
0,22	1,7	7,4	17,6
0,73	2,5	5,1	6,7
1,56	1,8	4,5	6,4
18,9	0,8	2,2	3,7

(Fiogbé a Kestemont, 2003)

2.5.5 Světlo

Jako optimální světelná intenzita je udávána hodnota 90 – 400 luxů (Kestemont a kol., 2008), přičemž Tamazouzt a kol. (2000) udává 250 luxů. Se zvyšující se intenzitou klesá přežití, ale zvyšuje se růst. Ranný plůdek okouna je citlivý vůči přímému slunečnímu svitu (Baruš a Oliva, 1995).

Barva nádrží má také prokazatelný vliv na přežití a růst, přičemž přežití a růst je vyšší v nádržích světlejších barev (Tamazouzt a kol., 2000).

2.5.6 Stres

Ryby v chovu trpí stresem způsobeným zejména manipulací s rybami, nebo stresem spojeným s jejich dopravou (Acerete a kol., 2004), případně i pouhým pohybem obslužného personálu pečujícího o ryby (Strand a kol., 2007). Stres má negativní vliv na příjem potravy a zvyšuje energetický výdej ryb, toto vše se odráží ve snižování růstu ryb (Jentoft a kol., 2005; Strand a kol., 2007). Doporučuje se proto při manipulacích s rybami používat anestezie (Policar a kol., 2008), nebo přidávat do vody k rybám NaCl o koncentraci 1 – 3 g.l⁻¹, čímž dojde k uklidnění ryb (Kestemont a kol., 2008; Stejskal a kol., 2010).

2.6 Optimalizace chovu

Chov okouna v intenzivních podmínkách lze v současnosti optimalizovat několika způsoby mezi které patří chov celosamičích obsádek, polyploidizace ryb, mezidruhové křížení, domestikace ryb a chov vhodných populací okouna (Rougeot a Méléard, 2008), ale i mimosezónní reprodukce (Fontaine a kol., 2008).

2.6.1 Mimosezónní reprodukce

Pomocí řízení teplot a světelného režimu lze u okouna vyvolat výtěr mimo přirozenou dobu rozmnožování, to dává možnost produkce násadových ryb několikrát do roka a tím zajistit kontinuální produkci tržních ryb, případně zlepšuje využití kapacity RAS (Fontaine a kol., 2008).

2.6.2 Chov celosamičích obsádek

Samice okouna vůči samcům rostou rychleji (Jellyman, 1980). Lze toho využít a chovat pouze celosamičí populace. Prakticky se celosamičí populace dosáhne ve dvou krocích, v prvním se za pomoci hormonální stimulace zvrátí pohlaví samic, kdy získáme fenotypově samce s chromozomy XX. V kroku druhém zkřížíme XX samce s normálními samicemi, čímž se dosáhne čistě samičího potomstva (Rougeot a kol., 2008; Rougeot a Mélard, 2008). Celosamičí populace vykazují o 20 % (Stejskal a kol., 2009) až 30 % (Rougeot a Mélard, 2008) rychlejší růst vůči populacím oboupohlavním.

2.6.3 Polyploidizace

Polyploidizace se používá ke zvýšení růstových schopností u okounů chovaných v přirozených podmínkách. Polyploidní (triploidní) okouni jsou neplodní a tudíž u nich nedochází ke spotřebě energie na tvorbu pohlavních produktů, stejně jako u diploidních okounů při 23°C (Mélard a kol., 1996). K indukci triploidie se používá různých šoků, teplotních, fyzikálních, nebo chemických aplikovaných na jikry krátce po oplodnění, nebo křížením tetraploidních ryb s diploidními. U triploidních ryb oproti rybám diploidním dochází ke zvýšení růstu o 43 ± 34 % (Rougeot a Mélard, 2008).

2.6.4 Křížení

Křížením *Perca fluviatilis* ♀ x *Perca flavescens* Mitchell ♂ dojde ke vzniku kříženců jenž při odchovu v RAS vykazují přibližně o 40 % větší rychlost růstu (Rougeot a Mélard, 2008).

2.6.5 Domestikace

Domestikované ryby vykazují vyšší míru růstu a přežití v RAS oproti rybám divokým (Mairesse a kol., 2007; Rougeot a Mélard, 2008). Už od druhé generace ryb chovaných v RAS lze pozorovat rychlejší růst a vyšší přežití (Rougeot a Mélard, 2008). Rougeot a Mélard (2008) uvádí zvýšení růstu domestikovaných ryb na úrovni 35 %.

2.6.6 Chov vhodných populací

Různé populace okounů napříč areálem výskytu okouna vykazují rozdílnou míru adaptace a úroveň růstu v podmínkách intenzivního chovu, hledání nejvhodnějších populací pro chov v RAS je základním kamenem pro budoucí šlechtitelskou práci. Mandiki a kol. (2004) provedl experiment, kde porovnával populace okounů ze severní Itálie, jihozápadu Francie, Belgie a severovýchodu Francie. Experiment dokázal různou míru přežití a růstu, kdy belgická populace a populace ze severovýchodu Francie dosáhly, na konci pokusu, více jak dvojnásobných hmotností oproti rybám z populací ze severní Itálie a jihozápadu Francie (Mandiki a kol., 2004; Rougeot a Méléard, 2008).

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1 Charakteristika pokusu

Pokus proběhl v akvariijních prostorách Laboratoře řízené reprodukce a intenzivního chovu ryb, patřící pod Ústav akvakultury a ochrany vod v rámci Fakulty rybářství a ochrany vod v Českých Budějovicích v období mezi začátkem dubna a začátkem července roku 2012.

Pokus započal nasazením jiker získaných, částečně ze sběru z vytipovaných lokalit, částečně pak z jiker získaných poloumělým výtěrem, jenž proběhl ve Vodňanech pod záštitou Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického. Jikry se inkubovaly v akváriích, které po vykulení sloužily několik dní k odchovu plůdku než byl přemístěn do recirkulačního systému I. V prvním recirkulačním systému byl plůdek odchováván do poloviny sledovaného období, jenž činilo 56 dní, a byl zde postupně naučen na příjem suchého krmiva. Na druhou půli sledovaného období byl plůdek přemístěn do recirkulačního systému II ve kterém se pokračovalo v odchovu ryb dále i po skončení sledovaného období.

Během pokusu byly z každé skupiny okounů odebírány v daných intervalech určené počty ryb, které byly usmrceny a sloužily jako zdroj pro přesné měření a vážení jednotlivých jedinců, pro sledování růstových charakteristik daných skupin. Pro stanovení krmných dávek byly několikrát během sledovaného období ryby v jednotlivých skupinách přeloveny, spočítány a zváženy. U manipulací, u kterých to bylo nezbytně nutné, například při zjišťování naplněnosti plynového měchýře ryb, byla použita anestezie. Dále se pravidelně sledovaly a zaznamenávaly stavy ryb uhynulých v jednotlivých dnech, stavy odlovených kanibalů a některé fyzikálně-chemické parametry vody.

3.2 Původ jiker

Jikry byly dovezeny, krom České republiky, ještě z dalších pěti, ze zamýšlených šesti států. A to ze Slovenska, Polska, Německa, Bulharska a Finska. Dovoz jiker z Ruska se neuskutečnil kvůli velice pozdnímu přirozenému výtěru okounů v dané oblasti.

3.2.1 Sběr jiker

Sběr jiker probíhal na vytipovaných lokalitách. V ČR to byly hodonínské a litomyšlské rybníky a Lipno. Na Slovensku ze Štrbského plesa. V Polsku pak z lokalit Zator, Młyńskie Stawy, Olsztynek, Dejguny a Olsztyn-Kortowo. V Německu z lokalit Ammersee, Stanberg a Müritz. Dále z finských lokalit Kaukajarvi a Valkajarvi a z bulharské lokality Goljan.

Na lokalitách došlo k odebrání vždy 10 - 20 snůšek okouna. Z každé snůšky se odebírala vždy jen část s ohledem na velikost snůšky a potřeby pokusu tak, aby se k nasazení dostal reprezentativní vzorek z dané lokality a tak, aby se minimalizoval případný vliv na danou populaci ryb žijících v dané lokalitě.

3.2.2 Poloumělý výtěr

K poloumělému výtěru se přistoupilo u ryb pocházejících z České republiky a to z velkomeziříčských rybníků, z rybníků v okolí Klatov a rybníků u Jistebníku. Ryby byly dopraveny do Vodňan, kde byly hormonálně stimulovány a nasazeny do žlabů, kde posléze došlo k spontánnímu výtěru na větve, jenž byly do žlabů umístěny jako ideální výtěrový substrát.

K hormonální stimulaci došlo v dopoledních hodinách v prostorách VURH, kde byla jikrnačkám aplikovaná jednorázová dávka přípravku Supergestran v dávce 50 $\mu\text{g GnRH}\cdot\text{kg}^{-1}$. Ryby byly poté nasazeny do žlabů v poměru pohlaví 1:1. Do žlabů se umístily, jako výtěrový substrát větve. K výtěru pak došlo v ranních hodinách s několikadenním zpožděním vůči hormonální stimulaci.

3.2.3 Převoz jiker

U obou způsobů získání jiker byla přeprava totožná. Jikry se přepravovaly uzavřené v PE vácích určených k převozu ryb a pod kyslíkovou atmosférou. V cílovém místě, před nasazením jiker, se vaky umístily do nádrží na 0,5 – 1 hodinu díky čemuž došlo k vyrovnání teplot a minimalizaci teplotního šoku během nasazení do systému. K vyrovnání rozdílného chemizmu vody se přistoupilo posléze a to tak, že se po otevření vaků s jikrami postupně k jikrám přilévala voda ze systému, v malých dávkách po dobu 0,5 hodiny a do promísení vody zhruba v poměru 1:1.

3.3 Odchovné nádrže

3.3.1 Nádrže pro inkubaci a líhnutí

Použily se skleněné nádrže o objemu 500 l s dnovým vypouštěcím otvorem. Proudění v nádržích bylo zajištěno aerací přes vzduchové kameny umístěné u dna nádrže. Čištění vody pak zajišťovaly vzduchové biomolitanové filtry umístěné v nádržích. Každá skupina jiker měla vlastní nádrž.

Jikry v nádržích byly zavěšené na polyamidových provázcích, napnutých v plastových přepravkách na ovoce. Přepravky umožnily, díky jejich schopnosti plovat, snadnou kontrolu jiker a jejich statické umístění v nádrži, zároveň díky perforaci přepravek docházelo k dostatečnému proudění a výměně vody mezi zavěšenými jikrami. Perforace přepravek dále umožnila vykulenému plůdku snadné opuštění prostoru s jikrami a přesun do vlastní nádrže.

3.3.2 Recirkulační systém I

Systém byl tvořen soustavou skleněných nádržích (akvárií) o objemu 120 l zapojených do jednoduchého recirkulačního systému. Voda z akvárií se gravitačně dostávala do akumulární nádrže pod akvárii ze které se čerpala do biofiltru nad akvárii. V akumulární nádrži, mezi prostorem přítoku znečištěné vody a prostorem s čerpadlem byl umístěn biomolitan sloužící jako mechanicko-biologický filtr, a který se s několikadenními prodlevami podle potřeby čistil. Zároveň byla v akumulární nádrži umístěna topná tělesa s termostatem. Topná tělesa měla za úkol kompenzovat během odchovu výkyvy teplot v systému, výkyvy teplot byly způsobené změnami teplot v místnosti se systémem. Biofiltr byl tvořen nádrží umístěnou nad akvárii, kde voda přečerpaná z akumulární nádrže protékala vrstvami biomolitanu a plastových špon, sloužících jako podklad k růstu bakterií a kde probíhalo vlastní biologické čištění vody. Voda z biofiltru se do nádrží dostávala gravitačně, přepadem.

Každé akvárium bylo opatřeno samostatným přívodem a odtokem vody. Přívod vody byl v zadní části akvária a byl regulovatelný. Odtok byl řešen v zadní části akvária prostým přepadem opatřeným plastovou síťovinou, což bránilo únikům ryb z akvária. Síťovina byla dvakrát denně preventivně čistěna aby se zabránilo ucpání a následnému přetečení akvária. Kvůli podpoření cirkulace vody v akváriích a zlepšení kyslíkové bilance, byla v každé nádrži zavedena aerace přes vzduchové kameny.

3.3.3 Recirkulační systém II

Schéma a složení systému bylo stejné jako u systému I, jedinou odlišností byly vlastní odchovné nádrže, jenž byly postavené a uzpůsobené speciálně pro intenzivní odchov ryb a větší objem spjatý s potřebou většího prostoru pro rostoucí ryby.

Nádrže byly plastové, podlouhlé s objemem 90 l. Čelní strana byla zasklená pro lepší kontrolu a sledování ryb, zadní část byla tvořena přepážkou, která tvořila nade dnem mezeru, kterou docházela znečištěná voda s kaly z odchovného prostoru do prostoru konce nádrže. Dno nádrže v její zadní části, za přepážkou vymezující odchovný prostor, bylo kónicky sníženo a opatřeno výpustním zařízením sloužícím k odkalení usazeného kalu. Přepážka byla v horní části vybavena výřezem opatřeným mřížkou a sloužícím jako nouzový přepad z odchovného prostoru při ucpání mezery pod přepážkou. Vlastní přítok do nádrže byl hladinový, v zadní části nádrže. Odtok byl řešen přepadem v zadní stěně nádrže. Nádrže se pravidelně každý den odkalovaly. Fotografie nádrží systému II viz. příloha č.4.

3.4 Odchov ryb

3.4.1 Skupiny

Pro snadnější značení a větší přehlednost bylo zvoleno označení skupin abecedně, podle dob kulení, viz. Tabulka č. 2 na následující straně.

3.4.2 Inkubace jiker

Jikry zavěšené na provázcích v plastových přepravkách, což simulovalo přirozený způsob umístění jiker v původním habitatu, a taktéž zabránilo rozplavávání jiker po velké nádrži a umožnilo jikrám klidný a nerušený vývoj v ideálních podmínkách, byly v nádržích inkubovány, podle stáří dovezených jiker, od tří do sedmi dnů, než se začaly kudit.

Během kulení se nádrže čistily od jikerných obalů vždy, kdy to bylo nutné a to odsáváním sedimentovaných jikerných obalů ze dna, vložka filtru se čistila jedenkrát denně. Po skončení kulení, jenž nepřesahovalo dva dny, byla vždy z nádrže odstraněna plastová přepravka, v níž se jikry kulily.

Vykulený plůdek se po spočítání posléze přemístil a nasadil do systému I k dalšímu odchovu. Manipulace s plůdkem probíhala druhého dne po skončení kulení.

Tabulka č. 2: Abecední označení a původ jednotlivých skupin.

A	D	Ammersee
B	CZ	hodonínské rybníky
C	D	Stanberg
D	PL	Zator
E	CZ	velkomeziříčské rybníky
F	CZ	jistebnické rybníky
G	CZ	ÚN Lipno
H	PL	Młyńskie Stawy
I	PL	Olsztynek
J	PL	Dejguny
K	PL	Olsztyn-Kortowo
L	CZ	klatovské rybníky
M	CZ	litomyšlské rybníky
N	BG	Goljan
O	D	Müritz
P	FIN	Kaukajarvi
Q	FIN	Valkajarvi
R	SK	Štrbské Pleso

3.4.3 Fáze I

Fáze I probíhala na recirkulačním systému I po dobu 28 dní od nasazení plůdku. Během této fáze se plůdek postupně rozkrmoval a učil přijímat umělou krmnou směs. Ve čtrnácti dnech odchovu a posléze dvacátý osmý den při přesazování ryb do systému II se z jednotlivých skupin odebraly reprezentativní vzorky, vždy po padesáti kusech plůdku, usmrtily se a jednotlivé kusy se zvážily a změřily, čímž se získaly přesná data pro sledování růstové křivky.

Ihned po nasazení se započalo s krmením plůdku artémiemi (viz. graf č. 1: předkládané krmivo v závislosti na týdnech pokusu), které pokračovalo celý první týden odchovu. Druhý týden se začal plůdku postupně nabízet mražený plankton, třetí týden se plůdek krmil pouze planktonem. Poslední, čtvrtý týden odchovu, se k planktonu postupně začala přidávat suchá krmná směs, jejíž podíl v denní krmné dávce posiloval

až do 28 dne a podíl planktonu se oslaboval, od 29. dne se plůdek krmil pouze suchou krmnou směsí.

Péče o čistotu probíhala pravidelným, každodenním odsáváním nečistot ze dna nádrží, dvakrát do týdne se čistily i stěny nádrží stíráním nárostů ze skla. Ztráta vody čištěním a odparem se kompenzovala doléváním vody čerstvé do akumulární nádrže systému.

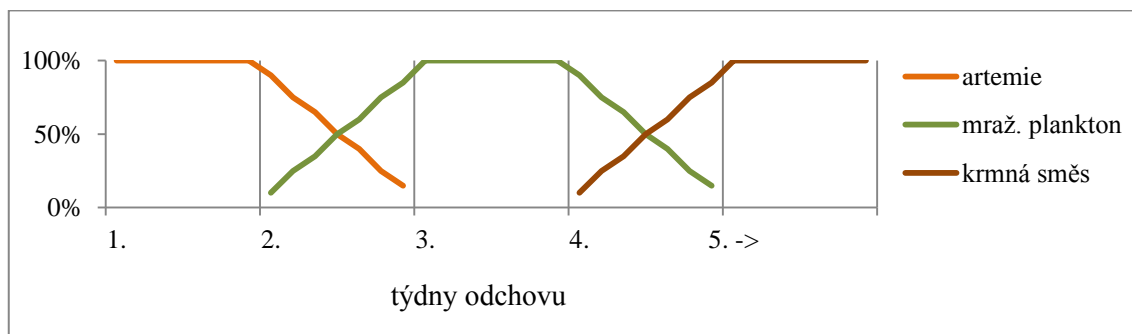
Každý den se z nádrží odstraňovaly uhynulé ryby a odlovovaly ryby se sklonem ke kanibalismu, počty kanibalů v jednotlivých dnech se zaznamenávali a počty uhynulých ryb taktéž, pokud byly počitatelné.

3.4.4 Fáze II

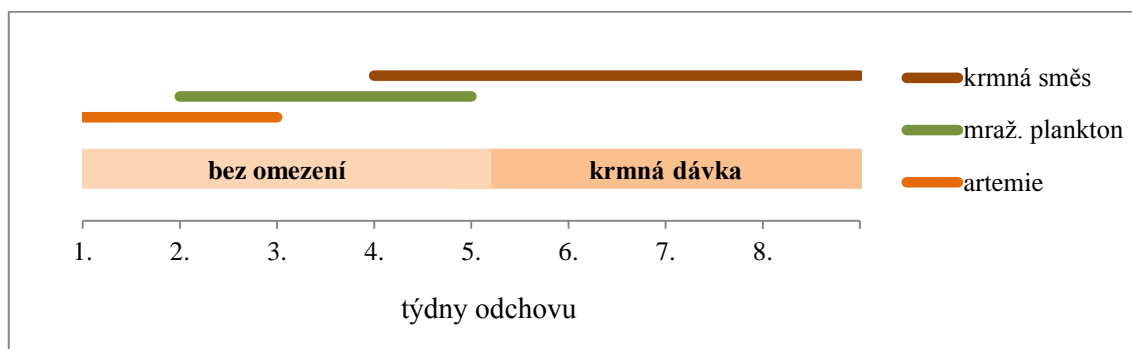
28. Den odchovu se ryby přemístily do recirkulačního systému II. V této fázi se ryby krmily již pouze suchou krmnou směsí, v této fázi ryby dostávaly přesné krmné denní dávky pro zajištění ideálního růstu (viz. 3.6.2 Krmné dávky). Další péče byla v podstatě shodná s fází I, denně se evidovaly uhynulé ryby a odlovení kanibalové. Čištění nádrží probíhalo každodenním odsáváním nečistot, odkalováním nádrží, několikrát týdně se čistily stíráním stěny nádrží a čelní sklo. Ztracená voda se též doplňovala do akumulární nádrže. Všechny nádrže se zakrývaly sklem aby se zabránilo úniku ryb vyskočením z nádrže, nebo smísení jednotlivých skupin při přeskočení ryby z jedné nádrže do druhé.

42. a 56. den se reprezentativně odebralo po 25 rybách z každé skupiny, ryby se usmrtily a posléze jednotlivě změřily a zvážily, získaná data se použila pro kompletaci růstových křivek jednotlivých skupin.

Graf č. 1: Předkládané krmivo v závislosti na týdnech pokusu.



Graf č. 2: Dávkování krmiva během pokusu.



3.5 Krmivo

3.5.1 Artémie

Potřeba živé potravy pro počáteční krmení okouního plůdku byla vyřešena za pomoci artémie, která byla každý den nasazována k líhnutí a líhnuta podle momentální potřeby ryb. Odchov probíhal podle návodu dodavatele v několika dvoulitrových nádobách, zahříváných na potřebnou teplotu jejich umístěním v, z jedné třetiny, naplněném akváriu pomocí topného tělesa, míchání bylo zajištěno vzduchováním. Artemie se zkrmovaly odstáté a odsáté z nádob na líhnutí, aby se odstranilo co nejvíce slané vody a vaječných obalů a zbytečně se nezatěžoval systém.

3.5.2 Plankton

Z důvodu snížení rizika vnosu parazitů a různých nemocí se zvolil plankton mražený. Plankton se před vlastním zkrmováním nechal rozmraznout a propláchl se vodou. Plankton nebyl, kromě vlastního mražení, nijak upravován a tříděn.

3.5.3 Krmná směs

K odkrmu byly použity krmné směsi Biomar Bio-Optimal Start 0,4 mm (63 % bílkovin, 11 % tuku) a 0,6 mm (62 % bílkovin, 13 % tuku).

3.6 Krmný režim

V první fázi odchovu se rybám podávalo krmivo v co nejčastějších intervalech po celý den tak, aby ho ryby měly neustále dostatečné množství a to *ad libitum*.

Ve druhé fázi se přešlo k podávání přesně stanovených dávek krmiva, stanovených individuálně pro každou skupinu. Krmivo se podávalo rybám šestkrát denně v 8:00,

10:00, 12:00, 14:00, 16:00 a 18:00, tak aby se krmná dávka na celý den rovnoměrně rozdělila mezi všech šest krmení.

3.6.1 Cofeeding

Potřeba změny krmiva v první fázi odchovu byla řešena pomocí cofeedingu, tedy pomocí postupného navykání na nové krmivo. Cofeeding byl proveden celkem dvakrát a to poprvé při přechodu z artémie na plankton, podruhé při přechodu z planktonu na suchou krmnou směs. Průběh změn krmné dávky osvětlí Tabulka č. 3.

Tabulka č. 3: Podíl krmiv v jednotlivých dnech přechodu [%].

	x.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	x.
Původní krmivo	100	90	75	65	50	40	25	15	0
Nové krmivo	0	10	25	35	50	60	75	85	100

3.6.2 Krmné dávky

V druhé fázi odchovu se rybám podávaly přesně stanovené krmné dávky jenž činily 20 % hmotnosti obsádky.den⁻¹ do dosažení průměrné hmotnosti ryb 0,22 g a 7,4 % hmotnosti obsádky.den⁻¹ po jejím překročení.

3.7 Manipulace s rybami

3.7.1 Počítání ryb

Rybí obsádku bylo potřeba během sledovaného období spočítati celkem čtyřikrát. Poprvé při nasazování do systému I a od 28. dne každých 14 dní pokusu.

Vykulený plůdek se počítal tak, že se zlehka zamíchal v nádrži, aby byl pokud možno pravidelně rozmístěn v celém objemu nádrže. Posléze se odebral jeden litr vody i s plůdkem a při přelívání litru vody zpět do nádrže se plůdek spočítal. Toto se provedlo třikrát a průměr těchto hodnot vynásobený objemem nádrže dal znát přibližný počet plůdku v nádrži.

Veškeré další počítání probíhalo tak, že byla obsádka nádrže slovena do jiné nádrže, ze které se postupně pomocí misky, u větších ryb pomocí sítky, ryby přemisťovaly zpět a přitom byly počítány. Tento způsob oproti předchozímu dovolil zjistit obsádku přesně na kus.

3.7.2 Vážení

Zjišťování průměrné hmotnosti jiker probíhalo tak, že se ze snůšky odebralo několik vzorků jiker, jež se spočítaly a zvážily na analytických vahách. Výsledná váha se vydělila počtem jiker.

Hmotnost obsádky jednotlivých skupin se zjišťovala během počítání obsádek ve 28., 42. a 56. dni. Na váhu se umístila nádoba s vodou a pomocí funkce „Tare“ se hodnota odečetla. Obsádka se slovila sítkou a zvážila se na váze v nádobě s vodou. Ryby odebrané a usmrcené pro sledování růstu se vážily osušené a jednotlivě.

3.7.3 Měření

K měření bylo prováděno pouze u ryb odebraných a usmrcených za účelem sledování růstu. Ryby se měřily jednotlivě posuvným měřítkem.

3.7.4 Anestezie

Anestezie ryb se prováděla pomocí hřebíčkového oleje v koncentraci 0,03 ml.l⁻¹. Ve vhodné nádobě se do naměřeného množství vody přidal hřebíčkový olej v požadovaném objemu a důkladně se ve vodě rozmíchal. Ryby se ponechávaly uspané jen po nezbytně nutnou dobu. K zotavení ryb se používala nádrž s čerstvou vodou s posíleným prouděním a aerací.

3.7.5 usmrcení ryb

Ryby se usmrcovaly v 2 – 4 krát silnějším roztoku určeným pro anestezii ryb. Ryby se nechaly upadnout do anestezie a ponechaly se v lázni do té doby, dokud nepřestaly jevit základní reflexy.

3.8 Použité ukazatele

Pro názornější prezentaci výsledků, bylo při zpracovávání dat využito některých produkčních ukazatelů a statistických metod. A to jmenovitě ukazatele SGR (*Specific Growth Rate*) pro stanovení přímé produkce a směrodatné odchylky.

3.8.1 SGR

SGR vyjadřuje procentuální denní přírůstek hmotnosti ryb během sledovaného období. Byl použit následující vzorec, kde W_t je průměrná hmotnost ryb na konci

sledování a W_0 je průměrná hmotnost ryb na začátku sledování, v tomto případě 14. – 56. den a t je počet dnů sledování, to jest 43 dní:

$$SGR = \left[\left(\frac{W_t}{W_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \times 100$$

3.8.2 Směrodatná odchylka

K výpočtu směrodatné odchylky byla použita funkce SMODCH programu Excel. Funkce byla vybrána jako vhodný ukazatel pro zjištění míry rozrůstání ryb a následné jednodušší porovnávání skupin mezi sebou.

3.9 Sledované fyzikálně-chemické parametry

Z fyzikálně chemických parametrů se během pokusu pravidelně zjišťovaly a sledovaly teplota, obsah kyslíku a pH. Tyto parametry se měřily pravidelně každý den a to dvakrát denně v 8 a v 16 hodin. Dále se nahodile sledoval obsah dusitanů a dusičnanů.

4. VÝSLEDKY

4.1 Sledované skupiny

Ze sledovaných skupin byla vyřazena skupina A, jelikož sledovaný plůdek pocházel pouze ze dvou snůšek, tudíž nešlo o reprezentativní skupinu ryb dané lokality. Dále byla vyřazena skupina E kvůli masivnímu úhynu na počátku odchovu. Ve výsledcích tudíž vystupují pouze skupiny B, C, D a F – R.

4.1.1 Hmotnost jiker

Zjištěnou hmotnost jiker u jednotlivých skupin ukazuje následující tabulka. Nejlehčí jikry se objevují u polských skupin D (3,4 mg) a H (3,5 mg), nejtěžší pak u skupiny Q (8,6 mg) z Finska, která silně ostatní skupiny převyšuje. Za povšimnutí stojí též velký hmotnostní rozdíl mezi finskými skupinami P (3,9 mg) a Q (8,6 mg).

Tabulka č. 4: Hmotnost jiker [mg].

B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
CZ	D	PL	CZ	CZ	PL	PL	PL	PL	CZ	CZ	BG	D	FIN	FIN	SK
5,9	4,8	3,4	5,2	3,7	3,5	4,3	3,7	6,6	4,3	6,5	4,2	5,3	3,9	8,6	6,1

4.1.2 Den kulení

Kulení jednotlivých skupin probíhalo přibližně po jeden měsíc, od 20.4. skupiny B do 19.5. skupiny R. Kulení jednotlivých skupin trvalo 1 – 2 dny. Následující tabulka ukazuje termíny kulení jednotlivých skupin, kdy udaný den je posledním dnem kulení.

Tabulka č. 5: Data kulení.

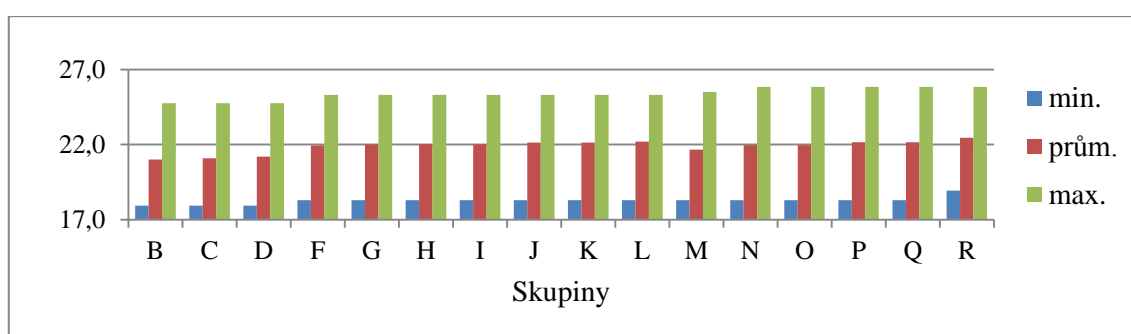
B	C	D	F	G	H	I	J
CZ	D	PL	CZ	CZ	PL	PL	PL
20.4.	22.4.	23.4.	30.4.	1.5.	2.5.	2.5.	4.5.
K	L	M	N	O	P	Q	R
PL	CZ	CZ	BG	D	FIN	FIN	SK
4.5.	5.5.	10.5.	14.5.	14.5.	16.5.	16.5.	19.5.

4.2 Fyzikálně-chemické parametry

4.2.1 Teplota

Zjištěná průměrná teplota během odchovu jednotlivých skupin se pohybuje od 21 °C u skupiny B do 22,5 °C skupiny R. Z následujícího grafu je patrné, že naměřené hodnoty u jednotlivých skupin jsou víceméně vyrovnané. Slabý pokles naměřených hodnot u skupin B, C a D je dán jejich dřívějším kulením, kdy chladnější venkovní počasí mělo vliv na teploty v prostorech, kde pokus probíhal.

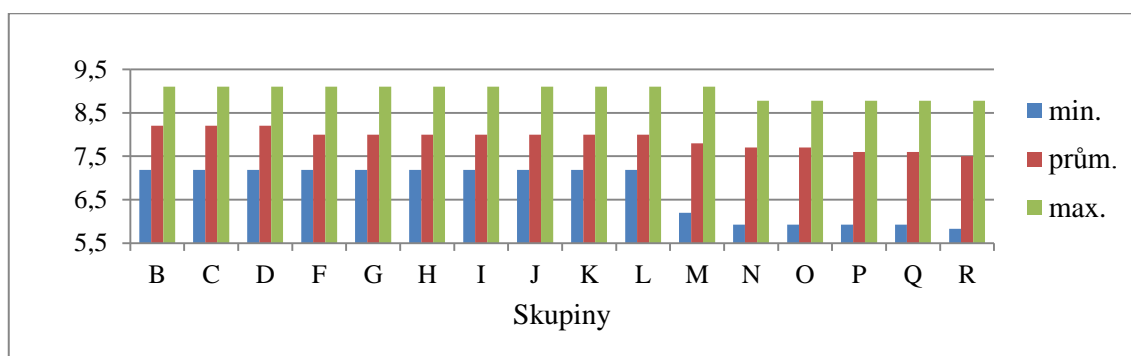
Graf č. 3: Vývoj teploty během pokusu. [°C]



4.2.2 Kyslík

Průměrný obsah kyslíku ve vodě u jednotlivých skupin během odchovu se pohyboval na dostatečné úrovni a to od 7,5 mg.l⁻¹ skupiny R do 8,2 mg.l⁻¹ skupin B, C, D. Klesající tendence nasycení kyslíkem až silný pokles minimálních hodnot u skupin M - R je dáno, jednak narůstáním teplot v odchovném systému v průběhu pokusu a pozdějším nasazením daných skupin do systému, díky rozdílu v dobách kulení. A taky zvyšující se činností biologického filtru, v důsledku zvyšování biomasy ryb v systému.

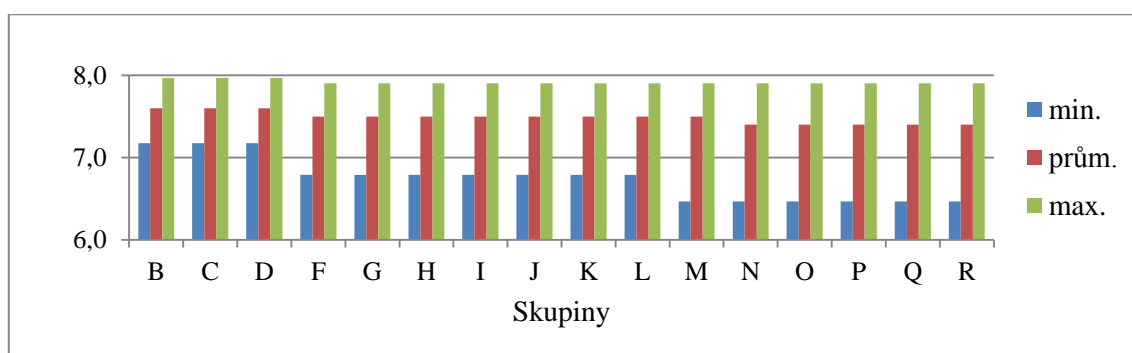
Graf č. 4: Vývoj kyslíku během pokusu. [mg.l⁻¹]



4.2.3 pH

Průměrná hodnota Ph se pohybovala na úrovni $7,5 \pm 0,1$ s mírně klesající tendencí během pokusu, tato tendence byla dána zvyšující se činností biologického filtru s postupujícím pokusem, jenž svou činností snižoval Ph v systému, díky zvyšování biomasy rybích obsádek a díky rozdílu v dobách nasazování jednotlivých obsádek do systému.

Graf č. 5: Vývoj pH během pokusu.



4.3 Přežití

Tabulka č. 6 ukazuje procentuální hodnotu přežití ryb v jednotlivých skupinách během sledovaného období a to hodnotu přežití v první polovině, v druhé polovině a během celé doby pokusu. Úhyn ryb je způsoben, jednak vlastním úhynem ryb a jednak kanibalismem, který bude rozebrán v kapitole 4.3.1 Kanibalismus.

Z hlediska celkového přežití jsou nejslabší skupiny D, F, I a J, které nedosáhly ani 1 % přežití, nehorší skupina je pak skupina F s 0,3% přežitím. Vyšších hodnot pak dosáhly skupiny Q (7,2 %), K (7,8 %) a O (8,9 %) a nejlepších hodnot skupiny M a N, kdy skupina M dosáhla 12% přežití a skupina N, jako nejlepší, dosáhla 12,4% přežití.

Přežití v 1. polovině odchovu může, mimo jiné, poukazovat na schopnost jednotlivých skupin přejít na suchou krmnou směs, ve směsici dosažených hodnot se zde jeví jako slabé skupiny opět skupiny F (8,1 %), I (8,1 %) a J (6,9 %). Dále pak nejslabší skupina L (5,1 %), stojí za povšimnutí, že díky vyšším hodnotám přežití v 2. polovině odchovu se nezařadila, mezi ty vysloveně nejslabší skupiny. Jako silné skupiny se pak ukázaly skupiny M (46 %), N (42,3 %) a O (39,5 %).

V 2. polovině odchovu můžeme pozorovat, že většina skupin sleduje přibližně trend přežití z 1. poloviny odchovu, až na skupiny B (6,7 %), C (4,7 %) a D (3,2 %), které

mají oproti první polovině odchovu přežití výrazně menší a již zmiňované skupiny L (29,1 %), která má naopak oproti první polovině odchovu přežití výrazně lepší.

Tabulka č. 6: Přežití [%].

	B	C	D	F	G	H	I	J
	<i>CZ</i>	<i>D</i>	<i>PL</i>	<i>CZ</i>	<i>CZ</i>	<i>PL</i>	<i>PL</i>	<i>PL</i>
1. -> 28. den	32,7	28,6	25,5	8,1	21,3	12,9	8,1	6,9
29. -> 56. den	6,7	4,7	3,2	3,2	22,3	12,6	6,7	9,1
Celkové	2,2	1,3	0,8	0,3	4,8	1,6	0,5	0,6
	K	L	M	N	O	P	Q	R
	<i>PL</i>	<i>CZ</i>	<i>CZ</i>	<i>BG</i>	<i>D</i>	<i>FIN</i>	<i>FIN</i>	<i>SK</i>
1. -> 28. den	25,3	5,1	46,0	42,3	39,5	27,0	32,3	23,5
29. -> 56. den	30,9	29,1	26,0	29,3	22,6	15,8	22,3	9,9
Celkové	7,8	1,5	12,0	12,4	8,9	4,3	7,2	2,3

4.3.1 Kanibalismus

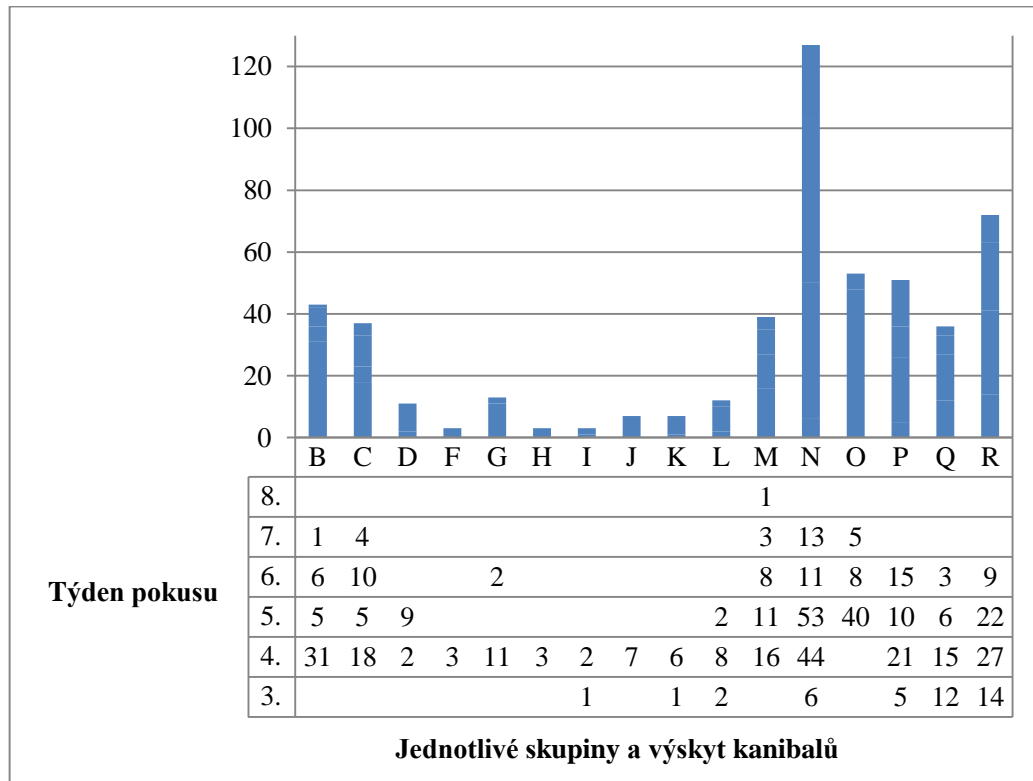
Kvůli tomu, že kanibalismus u jednotlivých skupin může silně ovlivnit výsledné procento přežití, byl sledován výskyt kanibalistických ryb. Počty odlovených kanibalů ukazuje graf č. 6.

Z hlediska výskytu kanibalů se jako kanibalismem nejméně postižené skupiny ukázaly skupiny F, H a I se třemi odlovenými kanibaly, skupiny J a K se sedmi, D s jedenácti, L s dvanácti a G s třinácti odlovenými kanibaly. Jako nejvíce kanibalismem postižená skupina se ukázala skupina N se 127 odlovenými kanibaly, která všechny skupiny výrazně v míře kanibalismu přesahovala. Nutno upozornit, že skupina N i přes největší míru kanibalismu dosáhla nejlepšího sledovaného přežití během sledovaného období.

Pokud dále porovnáme graf č. 6 s tabulkou č. 6, je zřejmé, že se míra kanibalismu odráží na míře přežití. U skupin B, C a M – R s výrazným výskytem kanibalismu v druhé polovině odchovu (5. – 8. týden), je znát pokles přežití oproti prvním polovině odchovu. U skupin G – L, s celkově nízkou mírou kanibalismu, je vidět, že hodnoty přežití oproti první půlce odchovu jsou stejné, nebo vyšší. U skupin D a F tento vztah

není patrný, což by mohlo být zapříčiněno slabou mírou kanibalismu ve spojitosti s jinými faktory ovlivňujícími přežití.

Graf č. 6: Výskyt kanibalů v jednotlivých skupinách.



4.4 Růst

Veškeré naměřené váhové i délkové hodnoty a jejich směrodatné odchylky, jako ukazatele míry rozrůstání v jednotlivých skupinách a jednotlivých měření zobrazuje příloha č. 3: dosažené růstové hodnoty.

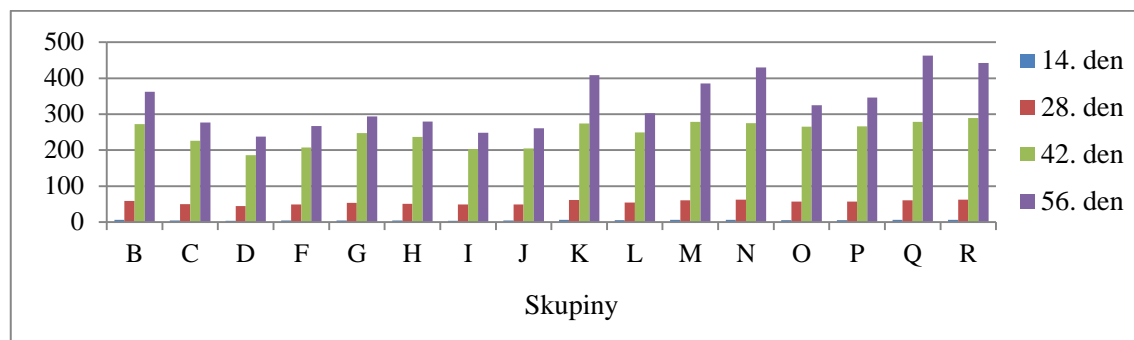
Z hlediska hmotnostního rozrůstání skupin na konci sledovaného období byly nejméně homogenní skupiny D (směrodatná odchylka 25,9) a G (24,8), nejhomogennější pak skupiny B (10,6), L (13,1) a C (13,7). Z pohledu délkového rozrůstání na konci sledovaného období byla nejrozrostlejší skupina N (3,7) která znatelně ostatní skupiny v rozrůstání převyšovala. Nejméně rozrostlá skupina byla skupina G (1,2). Ostatní skupiny dosahovaly mezi sebou podobných hodnot.

4.4.1 Hmotnostní růst

Nejvyšších průměrných hmotností dosáhly skupiny Q (463 mg), R (442 mg), N (430 mg) a K (408 mg), nejnižších pak D (238 mg) a I (248 mg). Vývoj hmotnostního

růstu po jednotlivých měřeních u jednotlivých skupin ukazuje následující graf, více pak v příloze 1.

Graf č. 7: Hmotnostní růst jednotlivých skupin ryb. [mg]



4.4.2 SGR

Následující tabulka ukazuje intenzitu růstu jednotlivých skupin vyjádřenou pomocí ukazatele SGR. Nejvyšších hodnot pak dosahují skupiny Q (10,38) a R (10,22).

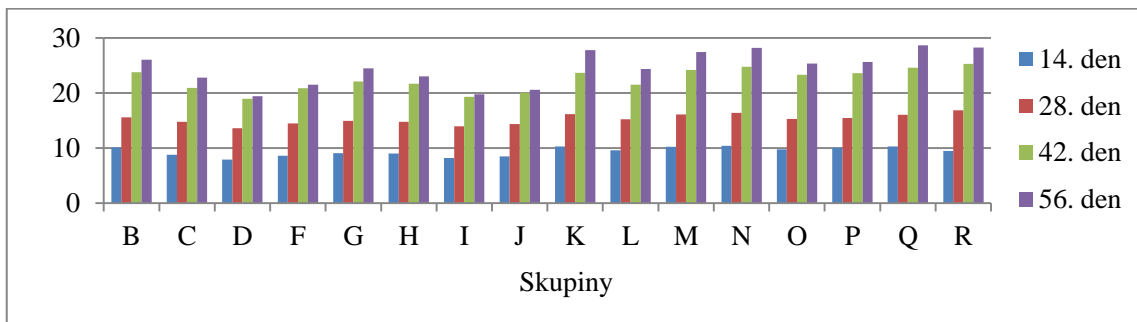
Tabulka č. 7: Dosažené hodnoty SGR, 14. – 56. Den [%·d⁻¹].

B	C	D	F	G	H	I	J
CZ	D	PL	CZ	CZ	PL	PL	PL
10,04	10,16	10,07	10,12	10,07	10,07	10,10	10,11
K	L	M	N	O	P	Q	R
PL	CZ	CZ	BG	D	FIN	FIN	SK
10,07	9,99	9,94	10,16	10,05	10,06	10,38	10,22

4.4.3 Délkový růst

Nejdelší ryby narostly ve skupinách Q, R, N, K, M. Průměrná délka ryb pak dosahovala Q - 29 mm, R, N, a K shodně po 28 mm a M – 27 mm. Nejkratší ryby byly posléze ve skupinách D (19 mm) a I (21 mm). Délkový růst ryb ukazuje graf č. 8: délkový růst jednotlivých skupin ryb, více v příloze 2.

Graf č. 8: Délkový růst jednotlivých skupin ryb. [mm]



5. DISKUZE

5.1 Podmínky odchovu

Co se týče fyzikálně-chemických parametrů naměřených během odchovu u jednotlivých skupin, tak nedocházelo k žádným mimořádným výkyvům v naměřených hodnotách. Což ukazuje graf č. 3, 4 a 5 (kapitola 4.2 fyzikálně-chemické parametry).

Průměrné teploty odchovu byly v rozmezí 21 – 22,5 °C. Kestemont a kol. (2008) uvádí ideální rozmezí teplot pro odchov juvenilních okounů 20 – 23 °C. Hodnoty během pokusu toto rozpětí nepřekročily a rozdíl mezi nimi byl maximálně 1,5 °C, čímž lze říct, že teplota měla na rozdíl růstu mezi jednotlivými skupinami minimální vliv.

Průměrné hodnoty pH se pohybovaly v rozpětí $7,5 \pm 0,1$, tudíž byly vyrovnané a neovlivňovaly růst napříč sledovanými skupinami.

Zjištěný průměrný obsah kyslíku mezi jednotlivými skupinami, byl v rozpětí 7,2 - 8,2 mg.l⁻¹. Obsah kyslíku během odchovu by neměl klesat pod 6 mg.l⁻¹ (Kestemont a kol., 2008). Lze tedy říci, že jak z hlediska obsahu kyslíku, tak ze strany ostatních parametrů, měly ryby během odchovu ideální podmínky pro růst.

Během pokusu byly ryby dvakrát přemísťovány, poprvé po vykulení do systému I a podruhé po dosažení věku 28 dní ze systému I do systému II, dále byly při přemísťování do systému II, poté 42. a poslední den pokusu váženy a měřeny. Celkově byl během celého pokusu relativně velký pohyb osob u akvárií, což ryby rušilo. Odchovávaní okouni pocházeli z divokých ryb. Přemísťování, doprava, rušení ryb pohybem kolem nádrží zvyšuje stres ryb a snižuje jejich welfare, toto všechno má vliv na přežití a růst ryb (Acerete a kol., 2004; Jentoft a kol., 2005; Strand a kol., 2007; Strand, 2009). Jentoft a kol. (2005) provedl pokus, při kterém opakovaně rušená skupina okounů vykazovala oproti skupině nerušené o 35,4 % nižší růst. Ryby v F1 generaci po divokých rodičích vykazují vyšší míru stresu, než ryby v F2 a dalších generacích (Douxfiles a kol., 2008). Souhrn těchto faktorů měl zřejmě za následek nižší růst a nízké hodnoty přežití u sledovaných skupin, viz. 5.2 Přežití a 5.3 Růst.

5.2 Přežití

Největším problémem během celého pokusu byla míra přežití které dosahovalo po 56 dnech pokusu pouze 0,3 – 12,4 % napříč jednotlivými skupinami, viz tabulka č. 6: přežití v kapitole 4.3 Přežití. Na tak nízkém přežití se dozajisté spolupodílela vyšší míra stresu způsobená častou manipulací s rybami, případně rušení ryb při péči o nádrže,

s výskytem kanibalismu. Míra kanibalismu daná v počtu odstraněných kanibalů z nádrží byla následující: F (CZ), H (PL) a I (PL) – 3; J (PL) a K (PL) – 7; D (PL) – 11; L (CZ) – 12; G (CZ) – 13; Q (FIN) – 36; C (D) – 37; M (CZ) – 39; B (CZ) – 43; P (FIN) – 51; O (D) – 53; R (SK) – 72; N (BG) – 127. Více viz. graf č. 6: výskyt kanibalů v jednotlivých skupinách. Z předešlého je vidět, že nevyšší počet kanibalů se vyskytl u skupiny N z Bulharska a že polské skupiny trpěly vzhledem ke skupinám ostatním kanibalismem méně a že jsou si v počtu vyskytnuvších kanibalů podobné.

Mandiki a kol. (2004) provedli několik pokusů s odchovem raného plůdku okouna z několika lokalit přičemž v pokusu trvajícím 42 dní, 17 dní byl plůdek krměn artémií a poté převeden na suchou krmnou směs, dosáhli následujícího přežití: 80 ± 1 % (jezero Trasimene, jih Itálie), 96 ± 6 % (rybník Lindre, severovýchod Francie), 71 ± 6 % (rybník Guyenne, jihozápad Francie) a 99 ± 1 % (řeka Meuse, Belgie). Overton a Paulsen (2005) ve svém pokusu dosáhli u ryb z jezera Tange (Dánsko) přežití 83% (1. – 3. den vířníci, 4. – 29. artémie), 64,4 % (1. – 3. den vířníci, 4. – 12. artémie, 13. – 29. artémie + suchá krmná směs) a 39,8 % (1. – 3. den vířníci, 4. – 12. artémie, 13. – 29. suchá krmná směs). Pimakhin (osobní sdělení) porovnával čtyři populace okounů z Polska a České republiky, u kterých úroveň přežití po 56 dnech odchovu dosahovala 64 % (novohradské rybníky), 80 % (velkomeziříčské rybníky), 72 % (Mazurská jezera, Polsko) a 75 % (rybníky poblíž města Olzstyn, Polsko).

Je patrné, že i když se stres a kanibalismus mohl do jisté míry odrazit v nízkých hodnotách přežití, tak nepředpokládám, že to byl hlavní faktor který se na výsledku podepsal. Během odchovu se mezi rybami zjevně neprojevila žádná nemoc a jelikož nešlo o první odchov plůdku okouna na daném systému a navíc souběžně probíhal v objektu i odchov jiných druhů ryb bez zjevných potíží, tak předpokládám, že nešlo o problém se zdrojovou vodou, nebo technologií odchovu okouna na daném systému. Vzhledem k tomu, že vysoký úhyn byl pozorován v průběhu celého odchovu, tak zřejmě nešlo o problém případné špatné kvality použité artémie, planktonu, nebo krmné směsi. Bohužel musím konstatovat, že ze zjištěných faktů nelze určit hlavní příčinu nízkých hodnot přežití jednotlivých skupin během pokusu.

5.3 Růst

Ryby dosáhly na konci pokusu rozpětí průměrných hmotností napříč skupinami od 238 mg skupiny D (Stanberg, Německo) do 463 mg skupiny Q (Valkajarvi, Finsko), skupina D vykazovala na konci pokusu o 48,6 % menší hmotnost oproti skupině Q.

Hranici 400 mg překonaly ještě další tři skupiny a to skupina K – 408 mg (Olsztyn-Kortowo, Polsko), N – 430 mg (Goljan, Bulharsko) a R 442 mg (Štrbské Pleso, Slovensko). Délkový růst jednotlivých skupin kopíroval růst hmotnostní. Nejdelších rozměrů narostly ryby ve skupině Q (Valkajarvi, Finsko) – 29 mm, nejkratších pak ve skupině D (Stanberg, Německo) – 19 mm, což činí rozdíl 34,5 % mezi D a Q. Vzhledem k velkému počtu skupin a dat, byly data zpracovány, pro větší přehlednost, do grafů viz. příloha 1 a 2, přílohy ukazují jak délkový, tak hmotnostní růst jednotlivých skupin ryb vůči skupině nejlepší a nejhorší a ukazují směrodatné odchytky jednotlivých hodnot, veškeré zjištěné hodnoty a směrodatné odchytky jsou pak shrnuty v příloze č. 3.

Co se týče ostatních pokusů týkajících se rozdílného růstu okouna vzhledem k jeho geografickému původu, tak je zásadní série pokusů, které provedl Mandiki a kol. (2004), kdy porovnával růst mezi několika populacemi evropských okounů. V pokusu kdy porovnával populace okouna z Itálie a jižní Francie vůči populacím vyskytujícím se severněji v Belgii a severní Francii, při pokusu trvajícím 42 a 120 dní, zjistil, že severněji vyskytující se populace vykazovaly po 120 dnech příznivější růst, Itálie – $3.35 \pm 0,21$ g, jižní Francie – $3,75 \pm 0,04$ g, oproti Belgii – $4,30 \pm 0,37$ g a severní Francii – $4,84 \pm 0,52$ g. Po 42 dnech odchovu však byla situace opačná: Itálie – 233 ± 4 mg, jižní Francie – 235 ± 24 mg, oproti Belgii – 211 ± 5 mg a severní Francii – 219 ± 42 mg. Dále provedl pokus s populací okouna z Belgie vůči populaci z Finska a pokus s populacemi z Belgie, Finska a Polska, v obou pokusech se jevily skupiny víceméně vyrovnané s tím, že v prvním z těchto dvou pokusů vykazovaly lehce příznivější růst populace z Finska a v druhém populace okouna z Polska. Pimakhin (osobní sdělení) který porovnával růst populací z ČR a Polska v 56 denním experimentu dosáhl následujících hodnot: 258 mg (20 mm) u populace z rybníků města Olstyn v Polsku, 278 mg (23 mm) u populace z Mazurských jezer (Polsko), 333 mg (25 mm) u ryb z novohradských rybníků a 405 mg (28 mm) u ryb z velkomeziříčských rybníků, polské populace vykazovaly pomalejší růst vůči těm českým.

Pokud porovnáám výše zmíněné výsledky Pimakhina (osobní sdělení) s výsledky tohoto pokusu, tak lze tvrdit, že při pohledu na skupiny české a polské jako na komplex se jeví jako lehce v růstu slabší skupiny polské. Mandiki a kol. (2004) svým pokusem dokázal lepší růst u skupin okounů pocházejících ze severněji ležících lokalit a i v tomto pokusu je možné pozorovat rozdílnou míru růstu mezi různými populacemi okounů v Evropě. Co se týče dosažených velikostí, tak lze tvrdit, že jsou si napříč těmito pokusy podobné.

Základní myšlenkou tohoto pokusu bylo, že populace pocházející ze severních oblastí Evropy a tvrdších podmínek budou vykazovat lepší přizpůsobivost a růst na RAS. Když si promítneme výsledky dosažené u jednotlivých skupin, tak ač je patrné, že rozdíly v růstu populací i velmi blízkých (v rámci státu) jsou tak velké, že lze říct, že na to, jak bude okoun reagovat na chov v RAS má vliv spíše charakter biotopu v němž dlouhodobě žije a na který je přizpůsoben, než jeho geografická pozice, tak lze vypozařovat i jistý vzorec, kdy populace z osy Bulharsko – Finsko se jeví jako lehce v růstu lepší, oproti populacím z Polska, vyjma populace Olsztyn-Kortowo, Myslím si, že je to dáno tím, že bulharská populace a finské populace se nacházejí dostatečně jižně a severně na to, aby v jejich areálu výskytu čelily rozdílným a poněkud tvrdším podmínkám, oproti ostatním populacím, což by potvrzovalo domněnku o tom, že populace pocházející z míst, kde panují tvrdší podmínky, budou vykazoval lepší růst v podmínkách RAS. To též potvrzuje populace získaná ze Štrbského plesa, neboť Štrbské pleso leží ve vysoké nadmořské výšce, kde panují tvrdé podmínky a skutečně vykazovala při odchovu dobré výsledky. Nelze si nevšimnout, že polské skupiny s výjimkou skupiny Olsztyn-Kortowo dosáhly v porovnání s valnou většinou ostatních relativně nízkého vzrůstu, může to být dáno jednak podmínkami daných biotopů, jednak předpokládám, že to může být ovlivněno genofondem daných populací, neboť Nesbø a kol. (1999) popsali populace okounů západní Evropy a Polska, jako skupinu vývojově nejmladší.

Jako nejvhodnější skupina pro chov v recirkulačním systému se podle výsledků tohoto pokusu jeví bulharská skupina Goljan (N), která dosáhla vůči ostatní skupinám dobrého růstu (průměr 430 mg, 28 mm), navíc měla ze skupin největší procento přežití, ale i vysokou míru kanibalismu ve které ostatní skupiny značně převyšovala, pokud by se kanibalismus podařilo odstranit, dalo by se předpokládat ještě vyšší procento přežití, možná i vyšší růst. Dále skupina M – ČR – litomyšlské rybníky s obdobným procentem přežití a průměrnou hmotností ryb 385 mg a délkou 27 mm. Jako perspektivní se jeví i všechny rychle rostoucí skupiny: Q (Valkajarvi, Finsko) 463 mg, R (Štrbské Pleso, Slovensko) 442 mg, N (Goljan, Bulharsko) 430 mg, K (Olsztyn-Kortowo, Polsko) 408 mg.

6. ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že geografický původ okouna má vliv na jeho růst v podmínkách intenzivního chovu. Nejperspektivnější se jeví populace žijící v tvrdších podmínkách, jako populace z okrajů areálu rozšíření druhu, nebo vysokých nadmořských výšek, případně v jiných atypických biotopech, u který díky jejich přizpůsobení na dané podmínky můžeme nalézt schopnosti zajímavé pro intenzivní chov.

Pro tento pokus bylo získáno celkem 18 populací napříč Evropou, z kterých 16 bylo sledováno a výsledky pokusu prezentovány v předchozích kapitolách, nic méně pro větší objektivitu a potvrzení výsledků by bylo potřeba pokus zopakovat.

Rozdíl v hmotnosti 48,6 % mezi nejhorší a nejlepší skupinou je značný, takového rozdílu v růstu nelze dosáhnout polyploidizací, hybridizací, ani domestikací, případně dalšími způsoby.

Nalezení populací výhodných po chov v intenzivních podmínkách otevírá cestu pro další práci s těmito rybami a zefektivnění intenzivního chovu okouna, čímž bude vlastní chov zajímavější pro širší pole chovatelů, nic méně je tento aspekt dnes ještě málo prozkoumán a je potřeba ještě mnoha práce v tomto směru. Pevně věřím, že tato práce bude hodnotným příspěvkem k výzkumu této oblasti intenzivního chovu okouna říčního.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Acerete, L., Balasch, J.C., Espinosa, E., Josa, A., Tort, L., 2004. Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*, L.) subjected to stress by transport and handling. *Aquaculture* 237, 167-178.
- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. 2. rozš. přep. vyd., FROV JU, Vodňany, 350 s.
- Ali, M.A., Ryder, R.A., Anctil, M., 1997. Photoreceptors and visual pigments as related to behavioral responses and preferred habitats of perches (*Perca spp.*) and pikeperches (*Stizostedion spp.*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34, 1475–1480.
- Baras, E., Kestemont, P., Mélard, C., 2003. Effect of stocking density on the dynamics of cannibalism in sibling larvae of *Perca fluviatilis* under controlled conditions. *Aquaculture* 219, 241-255.
- Baruš, V., Oliva, O., 1995. Mihulovci (*Petromyzontes*) a ryby (*Osteichthyes*) (2): Fauna ČR a SR. Academia, Praha, 698 s. ISBN 80-200-0218-9.
- Bergek, S., Olsson, J., 2009. Spatiotemporal analysis shows stable genetic differentiation and barriers to dispersal in the Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). *Evolutionary Ecology Research* 11, 827–840.
- Bláha, M., 2006. Potravní biologie plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v rybničním chovu. Diplomová práce, ZF JU, České Budějovice, 65 s.
- Craig, J.F., 2000. Percid Fishes - Systematics, Ecology and Exploitation. John Wiley and Sons Ltd, United Kingdom, 370 s. ISBN 978-0-632-05616-3.
- Douxfils, J., Wang, N., Mandiki, S.N.M., Marotte, G., Silvestre, F., Henrotte, E., Rougeot, C., Mélard, C., Kestemont, P., 2008. Effect of domestication level on the physiological and immune response of chronically stress-confined Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) juveniles. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.): Percid Fish Culture - From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium, 104-105. ISBN: 978-2-87037-582-2.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. Obecné rybářství. 1. vyd., Informatorium, Praha, 308 s. ISBN 80-7333-019-9.
- Dyk, V., 1956. Naše ryby. 4. vyd., Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 339 s.
- Fiogbé, E.D., Kestemont, P., 2003. Optimum daily ration for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. *Aquaculture* 216, 243-252.
- Fiogbé, E.D., Kestemont, P., Mélard, C., Micha, J.C., 1996. The effects of dietary crude protein on growth of the Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquaculture* 144, 239-249.

- Fontaine, P., Kestemont, P., Mélard, C., 2008. Chapter 3: Broodstock Management. In: Toner, D., Rougeot, C., (eds.): Farming of Eurasian Perch Volume 1: Juvenile production, Aquaculture Explained 24, 16-21.
- Frankiewicz, P., Wojtal-Frankiewicz, A., 2012. Two different feeding tactics of young-of-the-year perch, *Perca fluviatilis* L., inhabiting the littoral zone of the lowland Sulejow Reservoir (Central Poland). Ecohydrology a hydrobiology 12/1, 35-41.
- Gillet, C., Dubois, J.P., 2007. Effect of water temperature and size of females on the timing of spawning of perch *Perca fluviatilis* L. in Lake Geneva from 1984 to 2003. Journal of Fish Biology 70, 1001-1014.
- Googlemaps, 2015. <https://www.google.cz/maps/@45.8711076,75.2972676,7z>
- Hart, S.D., Garling, D.L., Malison, J.A., eds., 2006. Yellow Perch (*Perca flavescens*) Culture Guide. Iowa State University, Ames, 84 s. NCRAC Culture Series, 103.
- Heermann, L., 2008. WHO MAKES THE BEST OF IT?: Alternative feeding strategies of European perch (*Perca fluviatilis*) and their consequences. Inaugural - Dissertation. der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln.
- Jellyman, D.J., 1980. Age, growth, and reproduction of perch, *Perca fluviatilis* L., in Lake Pounui. New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research 14:4, 391-400.
- Jentoft, S., Aastveit, A.H., Torjesen, P.A., Andersen, Ø., 2005. Effects of stress on growth, cortisol and glucose levels in non-domesticated Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 141, 353-358.
- Kestemont, P., Henrotte, E., Wang, N., Hamza, N., Paulsen, H., Overton, J., 2008. Feeding and nutrition of European percid broodstock and early life stages. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.): Percid Fish Culture - From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium, 28-34. ISBN: 978-2-87037-582-2.
- Kestemont, P., Jourdan, S., Houbart, M., Mélard, C., Paspatis, M., Fontaine, P., Cuvier, A., Kentouri, M., Baras, E., 2003. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. Aquaculture 227, 333-356.
- Kestemont, P., Mélard, C., 2000. Chapter 11 - Aquaculture. In : Craig, J.F., (Ed.): Percids Fishes - Systematics, Ecology and Exploitation Fish and Aquatic Resources Series 3, Blackwell Sciences, 191-224.
- Kestemont, P., Rougeot, C., Musil, J., Toner, D., 2008. Chapter 5: Larval and Juvenile Production. In: Toner, D., Rougeot, C., (eds.): Farming of Eurasian Perch Volume 1: Juvenile production, Aquaculture Explained 24, 30-41.

- Kratochvíl, M., Peterka, J., Kubečka, J., Matěna, J., Vašek, M., Vaničková, I., Čech, M., Sed'a, J., 2008. Diet of larvae and juvenile perch, *Perca fluviatilis* performing diel vertical migrations in a deep reservoir. *Folia Zoologica* 57(3), 313-323.
- Linhart, O., Alavi, H.S.M., Rodina, M., Policar, T., Pšenička, M., Rougeot, C., 2008. Sperm quality and cryopreservation in *Perca fluviatilis*. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.): Percid Fish Culture - From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium, 23-27. ISBN: 978-2-87037-582-2.
- Linløkken, A., 2004. Temperature dependence of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). In: Barry, T.P., Malison, J.A., (eds.): Percis III – The Third International Percid Fish Symposium, University of Wisconsin Sea Grant Institute, Madison Wisconsin, 75-76.
- Luna, S.M., Torres, A.G., (eds.), 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2015).
- Mairesse, G., Thomas, M., Gardeur, J.-N., Brun-Bellut, J., 2007. Effects of dietary factors, stocking biomass and domestication on the nutritional and technological quality of the Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquaculture* 262, 86-94.
- Mandiki, S.N.M., Babiak, I., Krol, J., Rasolo, J.F.R., Kestemont, P., 2007. How initial predator-prey ratio affects intra-cohort cannibalism and growth in Eurasian perch *Perca fluviatilis* L larvae and juveniles under controlled conditions. *Aquaculture* 268, 149-155.
- Mandiki, S.N.M., Blanchard, G., Mélard, C., Koskela, J., Kucharczyk, D., Fontaine, P., Kestemont, P., 2004. Effects of geographic origin on growth and food intake in Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) juveniles under intensive culture conditions. *Aquaculture* 2004 229, 117-128.
- Mareš, J., Hillermann, J., 2002. Použití polovlhkých směsí v chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). In: Spurný, P. V., (ed.): V. Česká ichtyologická konference. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav rybářství a hydrobiologie, Brno, 187-191. ISBN 80-7157-614-X.
- Mareš, J., Hillermann, J., Kouřil, J., 2000. Odchov plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis*) v podmínkách intenzivního chovu. In: Mikešová, J., (ed.): IV. Česká ichtyologická konference. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany, 86-89. ISBN 80-85887-32-0.
- Mareš, J., Hillermann, J., Kouřil, J., Kopp, R., Kalová, M., 2002. Experience with European perch (*Perca fluviatilis*) larvae rearing in controlled condition. In: Adámek, Z., (ed.): Pond Aquaculture in Central and Eastern Europe in the 21st Century. European Aquaculture Society, Oostende (Belgium), 75-78. ISBN 80-85887-42-8.

- Martin, B., Vandevorde, D., 2008. Lucas Perches: production of Eurasian perch in recirculating system. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.): Percid Fish Culture - From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium, 66-67. ISBN: 978-2-87037-582-2.
- Mehner, T., Schultz, H., Bauer, D., Herbst, R., Voigt, H., Benndorf, J., 1996. Intraguild predation and cannibalism in age-0 perch (*Perca fluviatilis*) and age-0 zander (*Stizostedion lucioperca*): Interactions with zooplankton succession, prey fish availability and temperature. *Annales Zoologici Fennici* 33, 353-361.
- Mélard, C., Kestemont, P., Grignard, J.C., 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of Applied Ichthyology* 12, 175-180.
- Mikheev, V.N., Wanzenböck, J., 2010. Diet Changes in Prey Size Selectivity in Larvae of Perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Ichthyology* 50/11, 1014–1020.
- Nesbø, C.L., Fosshem, T., Vøllestad†, L.A., Jakobsen, K.S., 1999. Genetic divergence and phylogeographic relationships among European perch (*Perca fluviatilis*) populations reflect glacial refugia and postglacial colonization. *Molecular Ecology* 8, 1387–1404.
- Neuman, E., Thoresson, G., Sandström, O., 1996. Swimming activity of perch, *Perca fluviatilis*, in relation to temperature, day-length and consumption. *Annales Zoologici Fennici* 33, 669-678.
- Overton, J.L., Bayley, M., Paulsen, H., Wang, T., 2008. Salinity tolerance of cultured Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L.: Effects on growth and on survival as a function of temperature. *Aquaculture* 277, 282-286.
- Overton, J.L., Paulsen, H., 2005. First feeding of Perch (*Perca fluviatilis*) larvae. *Danmarks Fiskeriundersøgelser, Lyngby*, 28 s. ISBN 87-90968-84-0.
- Peterka, J., Matěna, J., 2009. Differences in feeding selectivity and efficiency between young-of-the year European perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) – field observations and laboratory experiments on the importance of prey movement apparency vs. Evasiveness. *Biologia* 64/4, 786—794.
- Polícar, T., Alavi, S.M.H., Stejskal, V., Křišťan, J., Kouřil, J., 2011. Umělý a poloumělý výtěr okouna říčního (*Perca fluviatilis*) používaný k masové produkci embryí. *Edice Metodik (technologická řada)*, č. 117, FROV JU, Vodňany, 34 s.
- Polícar, T., Stejskal, V., Bláha, M., Alavi, S.M.H., Kouřil, J., 2009. Technologie intenzivního chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). *Edice Metodik (technologická řada)*, č. 89, VÚRH JU Vodňany, 51s.
- Polícar, T., Toner, D., Alavi, S.M.H., Linhart, O., 2008. Chapter 4: Reproduction and Spawning. In: Toner, D., Rougeot, C., (eds.): *Farming of Eurasian Perch Volume 1: Juvenile production, Aquaculture Explained* 24, 22-29.

- Rask, M., 1984. The effect of low pH on perch, *Perca fluviatilis* L. III. The perch population in a small, acidis, extremely humic forest lake. *Annales Zoologici Fennici* 21, 15-22.
- Romare, P., 2000. Growth of larval and juvenile perch: the importance of diet and fish density. *Journal of Fish Biology* 56, 876-889.
- Rougeot, C., Fontaine, P., Mandiki, S.M.N., 2008. Chapter 2: Perch Description and Biology. In: Toner, D., Rougeot, C., (eds.): *Farming of Eurasian Perch Volume 1: Juvenile production*, *Aquaculture Explained* 24, 12-15.
- Rougeot, C., Mélard, C., 2008. Chapter 6: Genetic Improvement of Growth. In: Toner, D., Rougeot, C., (eds.): *Farming of Eurasian Perch Volume 1: Juvenile production*, *Aquaculture Explained* 24, 42-51.
- Rougeot, C., Mélard, C., 2008. Genetic improvement of growth in perch production: domestication, sex control, hybridization and strain selection. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.): *Percid Fish Culture - From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop*, Namur, Belgium, 35-39. ISBN: 978-2-87037-582-2.
- Staffan, F., Magnhagen, C., Alanärä, A., 2002. Variation in food intake within groups of juvenile perch. *Journal of Fish Biology* 60, 771-774.
- Staffan, F., Magnhagen, C., Alanärä, A., 2005. Individual feeding success of juvenile perch is consistent over time in aquaria and under farming conditions. *Journal of Fish Biology* 66, 798–809.
- Stejskal, V., Kouřil, J., 2006. Potravní adaptace plůdku okouna na podmínky intenzivního chovu. *Bulletin VÚRH* 42/1, 18-24.
- Stejskal, V., Kouřil, J., Musil, J., Hamáčková, J., Polícar, T., 2009. Growth pattern of all-female perch (*Perca fluviatilis* L.) juveniles – is monosex perch culture beneficial?. *Journal of Applied Ichthyology* 25, 432-437.
- Stejskal, V., Kouřil, J., Polícar, T., Hamáčková, J., 2008. Produkční schopnosti celosamičí obsádky okouna říčního v systému kombinujícím rybniční a technickou akvakulturu. In: XI. Česká ichtyologická konference: Sborník referátů konference s mezinárodní účastí, Brno 3. a 4. Prosince, Brno, 206-211. ISBN 978-80-7375-246-0.
- Stejskal, V., Polícar, T., 2010. Možnosti intenzivního chovu okouna říčního v Evropě. *Rybníkářství* 4, 6.
- Stejskal, V., Polícar, T., Bláha, M., Křišťan, J., 2010. Produkce tržního okouna říčního (*Perca fluviatilis*) kombinací rybničního a intenzivního chovu. *Edice Metodik (technologická řada)*, č. 105, FROV JU, Vodňany, 34 s.
- Stejskal, V., Vejsada, P., Cepák, M., Špička, J., Vácha, F., Kouřil, J., Polícar, T., 2011. Sensory and textural attributes and fatty acid profiles of fillets of extensively and intensively farmed Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). *Food Chemistry* 129, 1054–1059.

- Stejskal, V., Vejsada, P., Vácha, F., Kouřil, J., Hamáčková, J., Cepák, M., 2008. Porovnání výtěžnosti a senzorických vlastností masa okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) chovaného v intenzivním a extenzivním systému. Bulletin VÚRH Vodňany 44(2), 37-43. ISSN 0007-389X.
- Strand, Å., 2009. The Growth and Energetics of Perch (*Perca fluviatilis* L.) in Intensive Culture. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Forestry, Department of Wildlife, Fish and Environmental Sciences, Umeå.
- Strand, Å., Magnhagen, C., Alanärä, A., 2007. Effects of repeated disturbances on feed intake, growth rates and energy expenditures of juvenile perch, *Perca fluviatilis*. Aquaculture 265, 163–168.
- Švátora, M., 1986. Okoun říční. Naše vojsko, n. p., Praha, 82 s.
- Tamazouzt, L., Chatain, B., Fontaine, P., 2000. Tank wall colour and light level affect growth and survival of Eurasian perch larvae *Perca fluviatilis* L. Aquaculture 182, 85-90.
- Vlavanou, R.S., Masson, G., Moreteau J.-C., 1999. Growth of *Perca fluviatilis* larvae fed with *Artemia spp.* nauplii and the effects of initial starvation. Journal of Applied Ichthyology 15, 29-33.
- Vuillard, J.-T., Wang, N., Fontaine, P., 2008. Variations of the spawning quality over a spawning period in Eurasian perch *Perca fluviatilis*. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.): Percid Fish Culture - From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium, 140-141. ISBN: 978-2-87037-582-2.
- Watson, L., 2008. The European market for perch (*Perca fluviatilis*). In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N., (eds.): Percid Fish Culture - From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, Belgium, 10-14. ISBN: 978-2-87037-582-2.
- Worischka, S., Mehner, T., 1998. Comparison of field-based and indirect estimates of daily food consumption in larval perch and zander. Journal of Fish Biology 53, 1050–1059.
- Xu, X.L., Fontaine, P., Mélard, C., Kestemont, P., 2001. Effects of dietary fat levels on growth, feed efficiency and biochemical compositions of Eurasian perch *Perca fluviatilis*. Aquaculture International 9, 437-449.
- Zapletal, T., Mareš, J., Hadašová, L., 2013. The food of perch (*Perca fluviatilis* L.) in a biomanipulated water supply reservoir. In: Škarpa, P., Ryant, P., Cerkal, R., Polák, O., Kovárník, J., (eds.): MendelNet 2013 - Proceedings of International PhD Students Conference, Department of Zoology, Fisheries, Hydrobiology and Apiculture, Faculty of Agronomy, Mendel University, Brno, 793-797. ISBN 978-80-7375-908-7.

8. SEZNAM TABULEK V TEXTU

Tabulka č. 1: Optimální denní krmná dávka pro různé velikosti okouna při odchovu v teplotě 23 °C [% hmotnosti.den⁻¹].

Tabulka č. 2: Abecední označení a původ jednotlivých skupin.

Tabulka č. 3: Podíl krmiv v jednotlivých dnech přechodu [%].

Tabulka č. 4: Hmotnost jiker [mg].

Tabulka č. 5: Data kulení.

Tabulka č. 6: Přežití [%].

Tabulka č. 7: Dosažené hodnoty SGR, 14. – 56. Den [% .d⁻¹].

9. SEZNAM GRAFŮ V TEXTU

Graf č. 1: Předkládané krmivo v závislosti na týdnech pokusu.

Graf č. 2: Dávkování krmiva během pokusu.

Graf č. 3: Vývoj teploty během pokusu. [$^{\circ}\text{C}$]

Graf č. 4: Vývoj kyslíku během pokusu. [mg.l^{-1}]

Graf č. 5: Vývoj pH během pokusu.

Graf č. 6: Výskyt kanibalů v jednotlivých skupinách.

Graf č. 7: Hmotnostní růst jednotlivých skupin ryb. [mg]

Graf č. 8: Délkový růst jednotlivých skupin ryb. [mm]

10. SEZNAM OBRÁZKŮ V TEXTU

Obrázek č. 1: Rozšíření druhů *Perca flavescens* Mitchell (čena) a *Perca fluviatilis* (šrafovaná).

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Grafy hmotnostního růstu.

Příloha č. 2: Grafy délkového růstu.

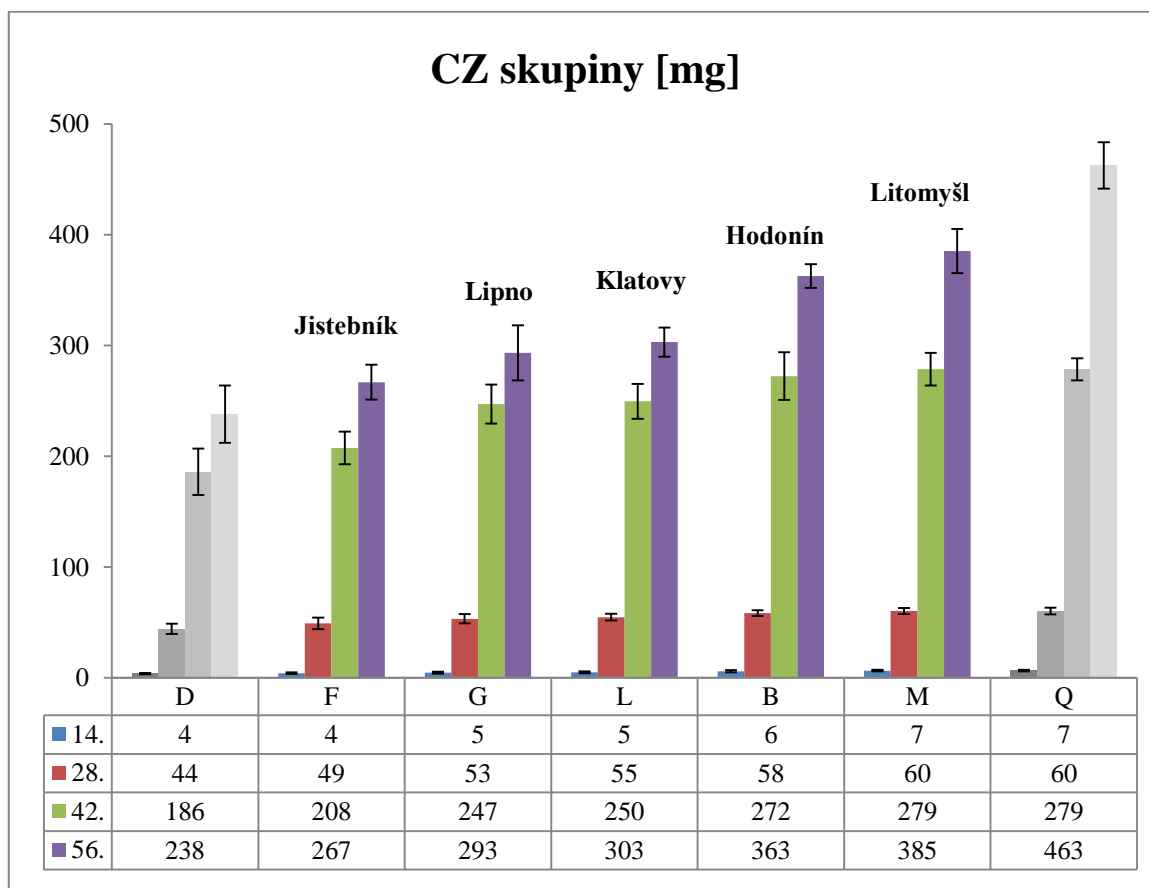
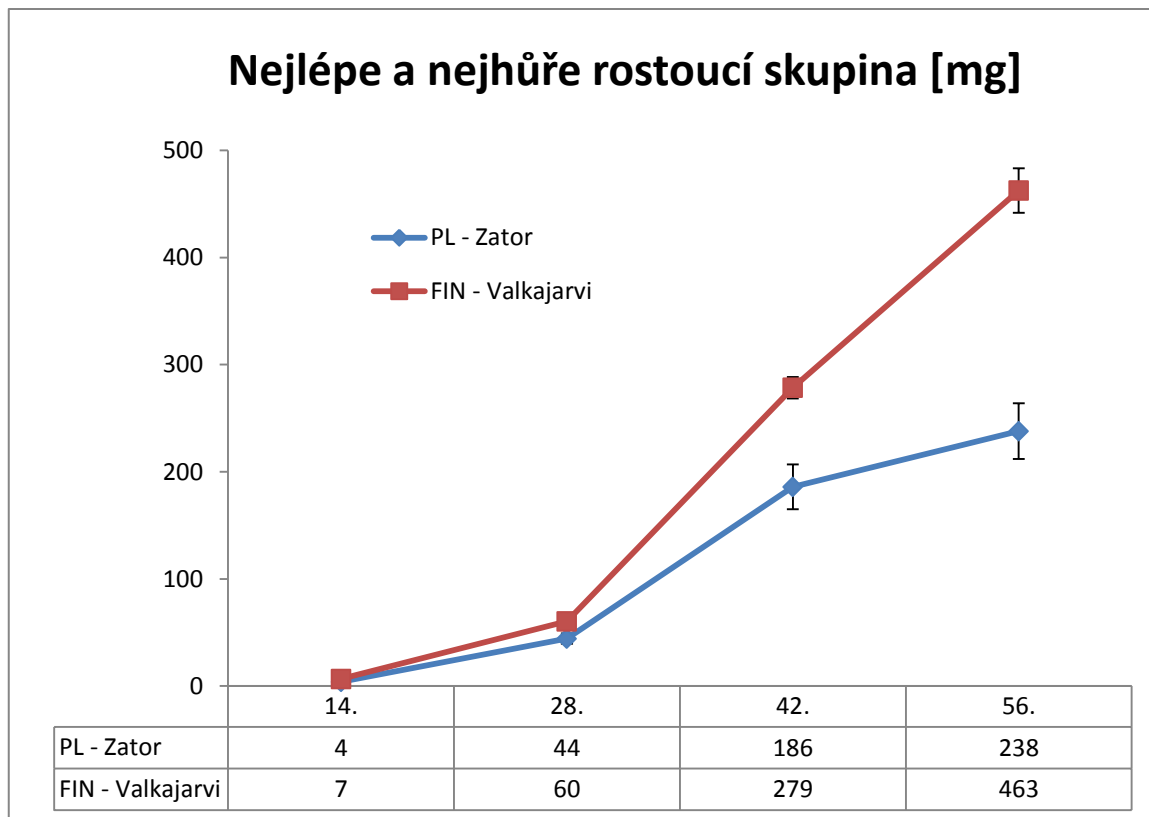
Příloha č. 3: Dosažené růstové hodnoty.

Příloha č. 4: Nádrže systému II.

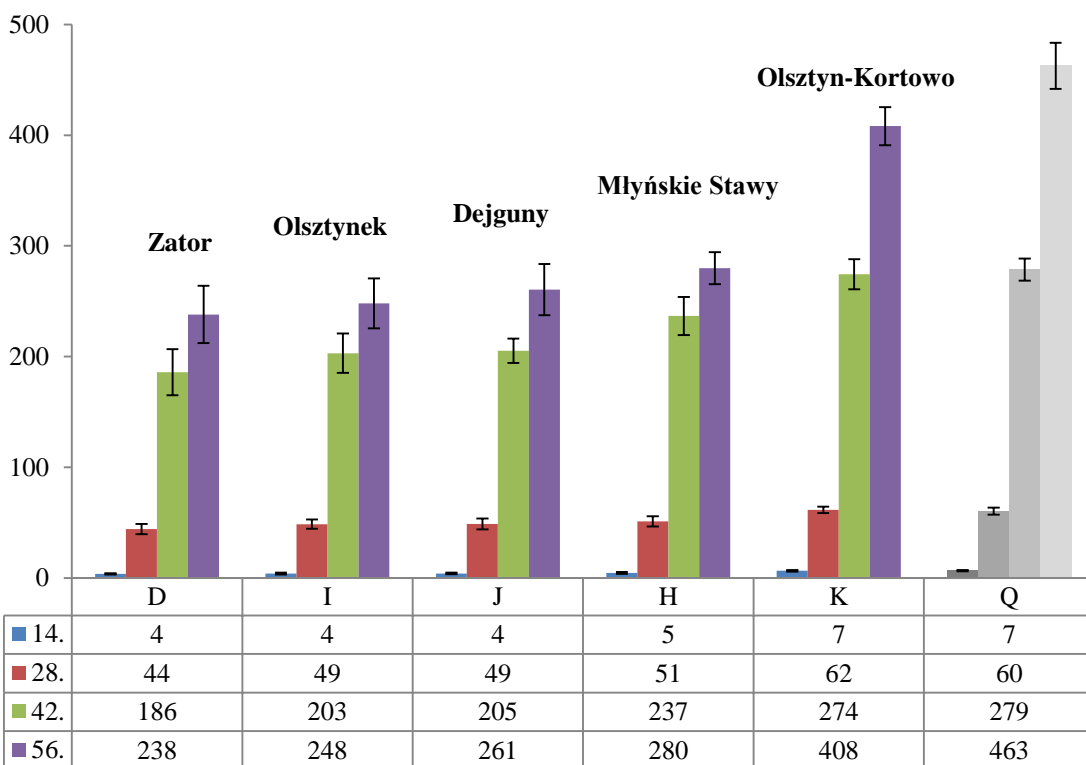
Příloha č. 5: Okoun říční.

11. PŘÍLOHY

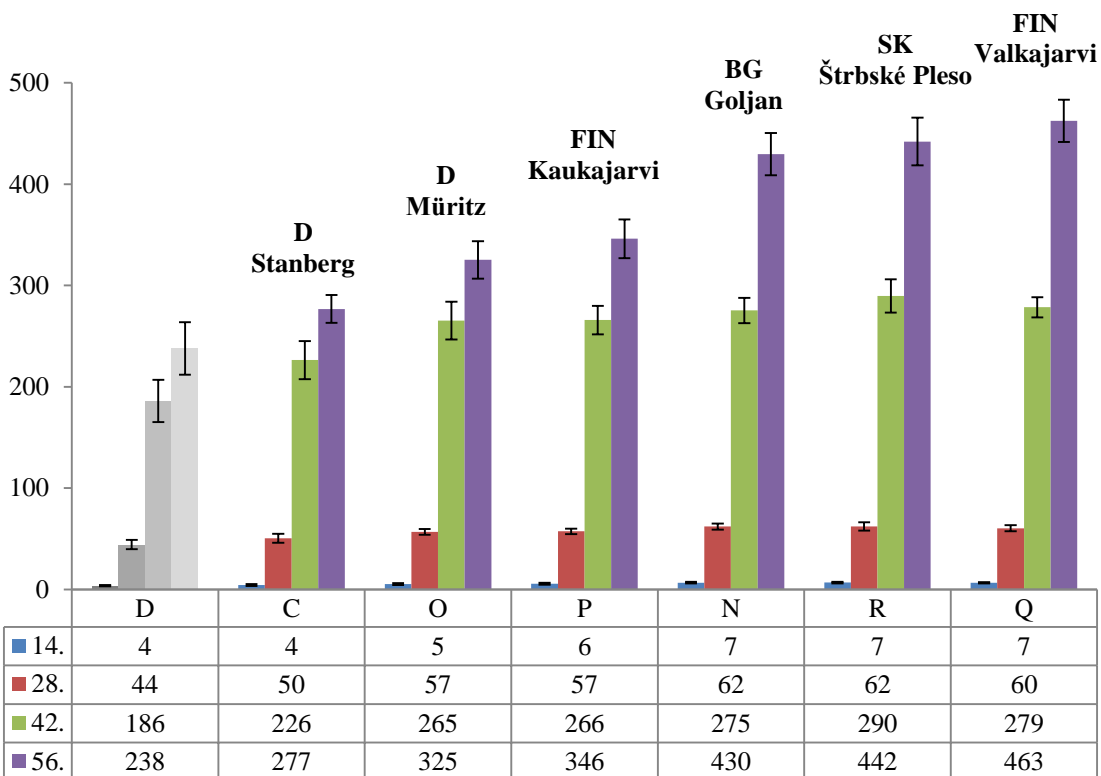
Příloha č. 1: Grafy hmotnostního růstu.



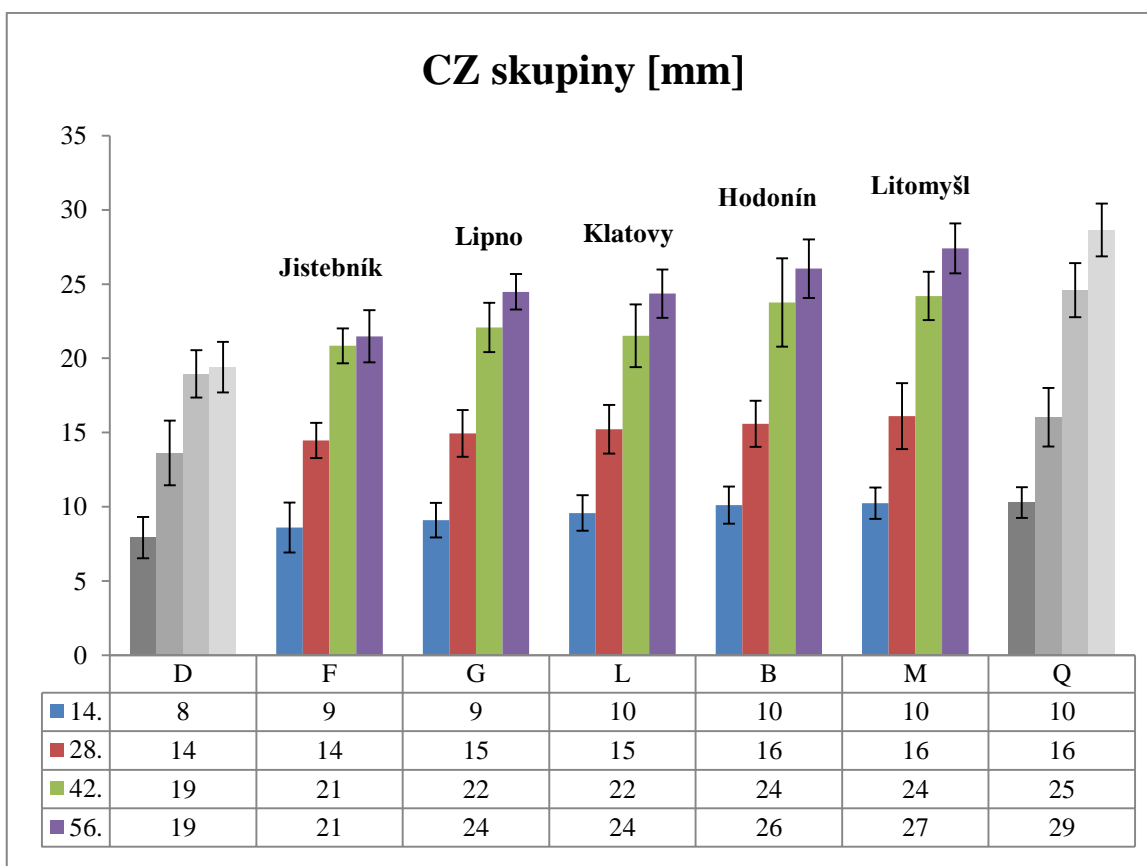
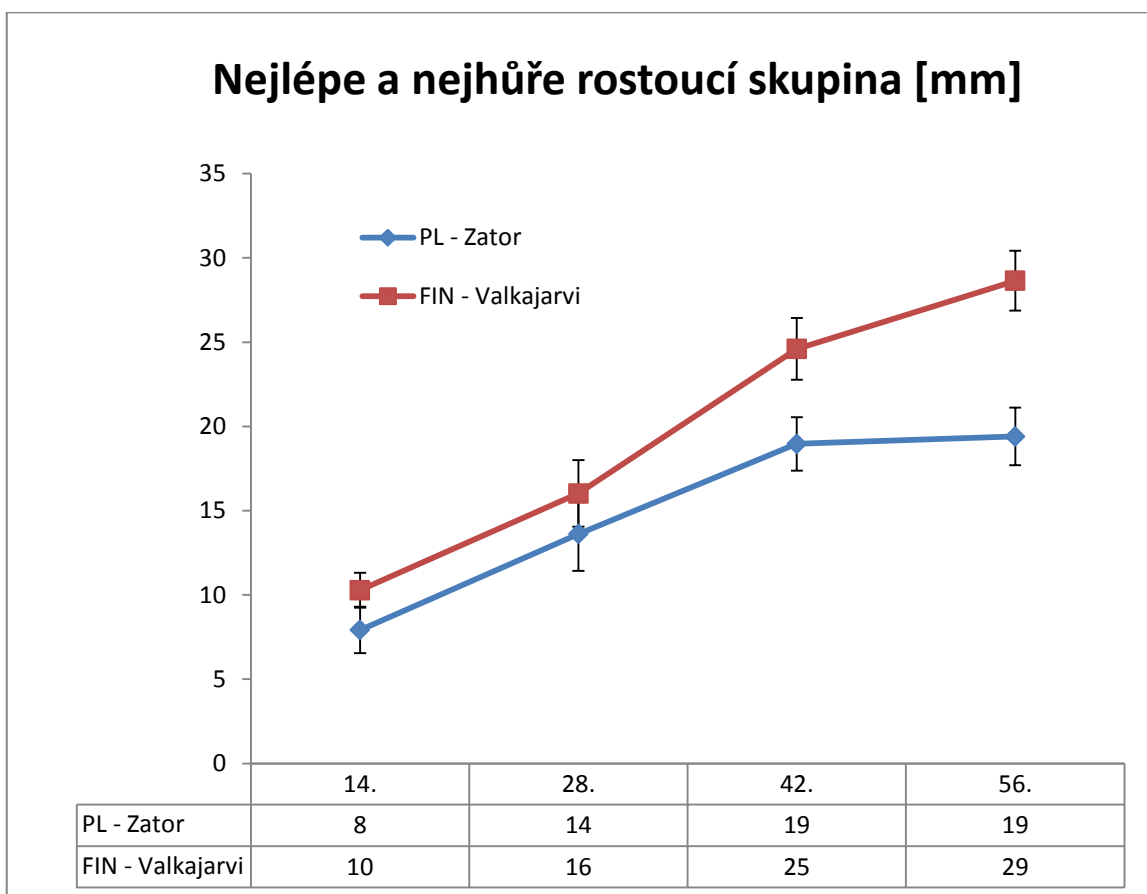
PL skupiny [mg]



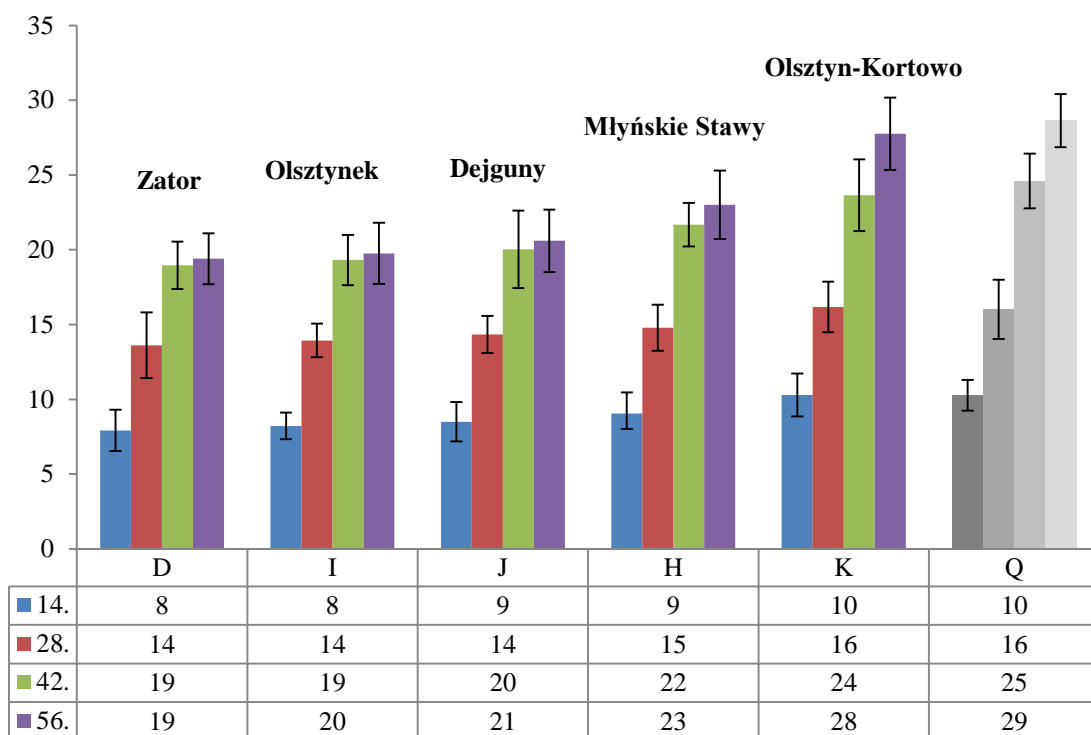
D, FIN, BG a Sk skupiny [mg]



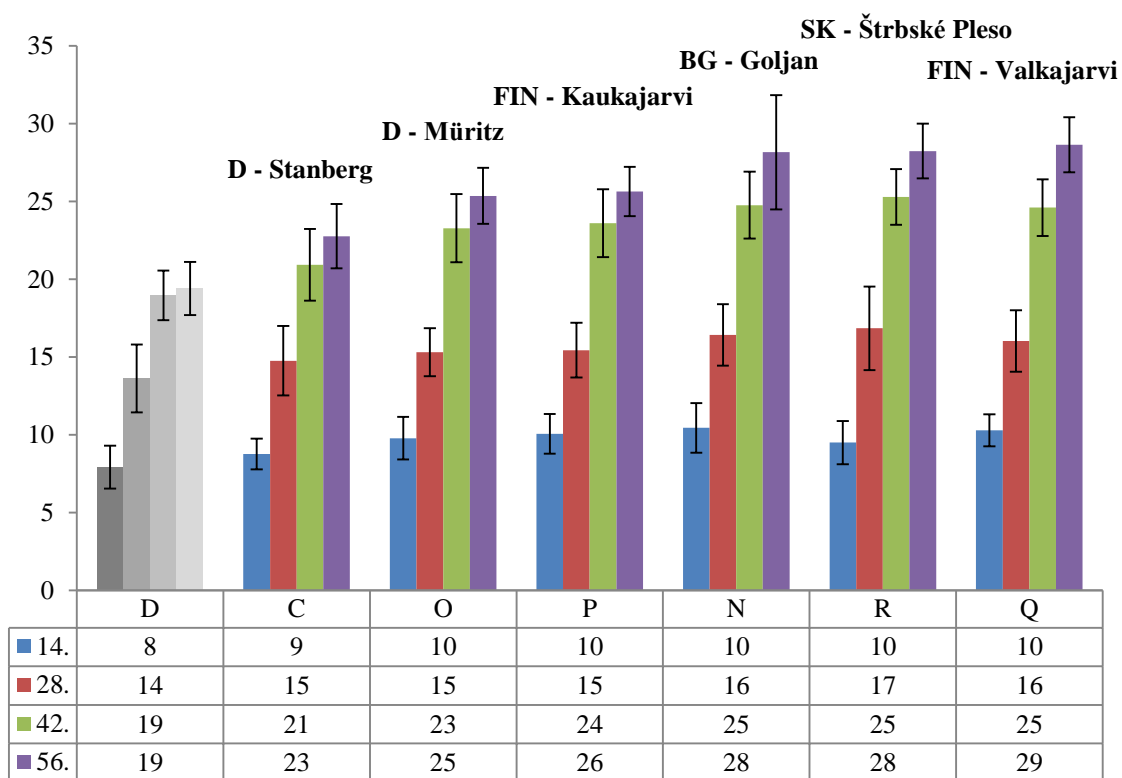
Příloha č. 2: Grafy délkového růstu.



PL skupiny [mm]



D, FIN, BG a Sk skupiny [mm]



Příloha č. 3: Dosažené růstové hodnoty.

Tabulka dosažených růstových hodnot u jednotlivých skupin ve 14., 28., 42. a 56. dni, kde **m** je hmotnost [mg], **l** délka [mm], **h** je vlastní hodnota sledovaného znaku a **sm** je směrodatná odchylka dané hodnoty.

			14.		28.		42.		56.	
			h	sm	h	sm	h	sm	h	sm
B	CZ	m	5,9	0,9	58,5	2,6	272,3	21,5	362,6	10,6
		l	10,1	1,2	15,6	1,6	23,8	3,0	26,0	2,0
C	D	m	4,3	0,8	50,4	4,4	226,4	18,9	276,9	13,7
		l	8,8	1,0	14,8	2,2	20,9	2,3	22,8	2,1
D	PL	m	3,8	0,6	44,3	4,7	186,0	20,9	238,0	25,9
		l	7,9	1,4	13,6	2,2	19,0	1,6	19,4	1,7
F	CZ	m	4,2	0,8	49,2	5,3	207,6	14,8	266,8	15,8
		l	8,6	1,7	14,5	1,2	20,8	1,2	21,5	1,8
G	CZ	m	4,7	0,8	53,3	4,2	247,1	17,7	293,4	24,8
		l	9,1	1,2	14,9	1,6	22,1	1,7	24,5	1,2
H	PL	m	4,5	0,8	51,2	4,7	236,7	17,1	279,8	14,5
		l	9,0	1,0	14,8	1,5	21,7	1,5	23,0	2,3
I	PL	m	4,0	0,8	48,7	4,3	203,1	17,9	248,0	22,5
		l	8,2	0,9	13,9	1,1	19,3	1,7	19,8	2,0
J	PL	m	4,1	0,8	48,9	4,8	205,2	11,0	260,6	23,1
		l	8,5	1,3	14,3	1,2	20,0	2,6	20,6	2,1
K	PL	m	6,6	0,8	61,7	2,9	274,4	13,7	408,2	17,2
		l	10,3	1,4	16,2	1,7	23,6	2,4	27,8	2,4
L	CZ	m	5,1	0,9	54,7	3,0	249,7	15,7	303,0	13,1
		l	9,6	1,2	15,2	1,6	21,5	2,1	24,4	1,6
M	CZ	m	6,6	0,8	60,4	2,7	278,5	14,8	385,1	19,9
		l	10,2	1,1	16,1	2,2	24,2	1,6	27,4	1,7
N	BG	m	6,7	0,8	62,0	3,1	275,3	12,4	429,7	20,9
		l	10,4	1,6	16,4	2,0	24,8	2,1	28,2	3,7
O	D	m	5,3	0,9	56,7	2,8	265,3	18,6	325,3	18,4
		l	9,8	1,4	15,3	1,5	23,3	2,2	25,4	1,8
P	FIN	m	5,6	1,0	57,3	2,7	265,9	14,1	346,1	19,2
		l	10,1	1,3	15,4	1,8	23,6	2,2	25,6	1,6
Q	FIN	m	6,6	0,7	60,4	3,1	278,5	10,0	462,5	20,8
		l	10,3	1,0	16,0	2,0	24,6	1,8	28,6	1,8
R	SK	m	6,7	0,7	62,2	4,1	289,7	16,4	442,1	23,6
		l	9,5	1,4	16,8	2,7	25,3	1,8	28,2	1,8

Příloha č. 4: Nádrže systému II.



Pohled na zadní část nádrží a odkalovací ventil.



Příloha č. 5: Okoun říční.



(fotograf: Lukáš Jurek, 2015)

12. ABSTRAKT

Cílem této práce bylo ověřit hypotézu, která se sestává z myšlenky, že geografický původ okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) má vliv na jeho adaptaci na podmínky intenzivní akvakultury a jeho růst v těchto podmínkách.

V pokusu byli testováni okouni do stáří 56 dnů. Testovalo se 18 populací okounů, 6 z České republiky, 5 z Polska, 3 z Německa, 2 z Finska a populace z Bulharska a Slovenska. Okouni se do věku 21 dní krmili artémií a planktonem a následně byli převedeni na krmnou směs, od 28. dne byli krmeni pouze krmnou směsí. Odchov probíhal na dvou recirkulačních systémech. Ryby byly každých 14. dní počítány a měřeny pro získání dat potřebných ke stanovení míry růstu a přežití.

Pokusem se zjistilo, že geografický původ ryb má vliv na jejich adaptaci a růst. Jako nejlepší skupina se jevila finská populace z jezera Valkajarvi (463 ± 21 mg), jako nejhorší pak polská populace Zator (238 ± 26 mg). Polská populace vykazala na konci pokusu o 48,6 % menší hmotnost oproti skupině z Finska.

Zjištěné informace mohou posloužit jako podklad k dalšímu výzkumu, případně k optimalizaci intenzivních chovů okouna říčního.

Klíčová slova: okoun říční (*Perca fluviatilis*), populace, růst, intenzivní akvakultura, geografický původ

13. ABSTRACT

The aim of this study was to test the hypothesis that consists of the idea that the geographic origin of perch (*Perca fluviatilis* L.) has an impact on their adaptation to the conditions of intensive aquaculture and grow in these conditions.

In experiment they were tested perch to age 56 days. It tested 18 populations of perch, 6 from the Czech Republic, 5 from Poland, 3 from Germany, 2 from Finland and the population of Bulgaria and Slovakia. Perch are under the age of 21 days were fed brine shrimp and plankton and then later were transferred to the feed mixture, from the 28th day were fed only feed mixture. Rearing took place on two recirculation systems. Fish were every 14th day counted and measured to obtain the data needed to determine the rate of growth and survival.

Experiments have shown that the geographic origin of the fish affects their adaptation and growth. The best group appeared Finnish population from the lake Valkajarvi (463 ± 21 mg) as the worst then the Polish population Zator (238 ± 26 mg). Polish population at the end of the experiment showed a 48.6% lower weight compared to the group from Finland.

Information obtained may serve as a basis for further research, or to optimize the intensive breeding of perch.

Keywords: perch (*Perca fluviatilis*), population, growth, intensive aquaculture, geographic origin