

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Diplomová práce

**ADAPTACE A INTENZIVNÍ CHOV OKOUNKA
PSTRUHOVÉHO (*Micropterus salmoides*) V POROVNÁNÍ S
INTENZIVNÍM CHOVEM CANDÁTA OBECNÉHO
(*Sander lucioperca*)**

Autor: Bc. Petr Hanzlík

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: M.Sc. Olexander Malinovskyi

Studijní program a obor: N4106, Rybářství a ochrana vod

Forma studia: Kombinovaná

Ročník: 2016/2017

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2017/2018

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

Jméno a příjmení: **Bc. Petr HANZLÍK**
Osobní číslo: **V16N001K**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Rybářství a ochrana vod**
Název tématu: **Adaptace a intenzivní chov okounka pstruhového (*Micropterus salmoides*) v porovnání s intenzivním chovem candáta obecného (*Sander lucioperca*)**
Zadávací katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

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

Okounek pstruhový (*Micropterus salmoides*) pochází ze severní Ameriky. Původním jeho rozšířením je oblast od jižní Kanady až po Mexiko a Kubu. Do Evropy byl dovezen na začátku 19. století, kolem roku 1803, a nejhojněji se vyskytuje ve volných vodách a akvakulturních chovech ve Španělsku a Francii. Do ČR byl uměle vysazen Šustou v roce 1883 do rybníků na Třeboňsku. V současné době se pouze sporadicky chová v rybnících na Třeboňsku a v okolí Vodňan, Nových Hradů, Hluboké nad Vltavou, Kardašovy Řečice a na Ostravsku. V těchto chovech však okounek pstruhový pouze přežívá a nevytváří žádnou významnou produkci. Okounek pstruhový je nepůvodní evropský druh, který se ovšem z hlediska vysokých nároků na teplotu vody pro svůj růst a reprodukci nemůže stát ve volných vodách střední Evropy nebezpečným invazivním druhem naší ichtyofauny. Další výhodou tohoto druhu je, že okounek pstruhový patří mezi všežravé a velmi aktivní dravce, které je možné velmi efektivně ve volných vodách eliminovat sportovním rybolovem. Okounek pstruhový je významnou rybou, která je ve své domovině a také ve Francii a Španělsku produkována především pro sportovní rybolov. Obecně je mezi tamními rybáři velmi oblíben z hlediska své dravosti a především z důvodu svého velmi chutného masa. Okounek pstruhový je poměrně odolným druhem vůči výkyvům v kvalitě vodního prostředí. Při intenzivních chovech není tento druh náchylný na časté bakteriální onemocnění žaber, ploutví či střev, jako je tomu u candáta obecného (*Sander lucioperca*). Z těchto důvodů je okounek pstruhový v současné době na FROV JU testován jako perspektivní druh, který se může v budoucnosti významně uplatnit v intenzivních akvakulturních chovech, kde může nahradit candáta obecného. Předpokládá se, že půjde především o intenzivní chovy kombinované s provozem bioplynových stanic, kde jsou ryby chovány při celoročně vysokých teplotách vody (28-30C). Optimální teplota vody pro jeho růst a efektivní chov je totiž na úrovni 26-28C.

Cílem diplomové práce bude testovat možnost adaptace okounka pstruhového na umělou pelletovanou krmnou směs a podmínky intenzivní akvakultury. Dále bude okounek v průběhu diplomové práce v intenzivní akvakultuře odchováván do starších kategorií. Na závěr bude realizován experiment porovnávající efektivitu intenzivního chovu okounka pstruhového, candáta obecného a společné obsádky obou druhů. U jednotlivých variant odchovu budou zjišťovány běžné produkční ukazatele, kterými jsou SGR, Fultonův koeficient, přežití ryb a konverze krmiv v podobě FCR, včetně sledování potravního chování ryb a heterogenity jejich růstu. Na závěr diplomové práce dojde k celkovému provoznímu, popřípadě ekonomickému zhodnocení testovaných chovů.

Diplomová práce bude řešena v rámci dvou výzkumných projektů NAZV (č. QK1710310 a č. QK1820354), které jsou v současné době řešeny v laboratoři intenzivní akvakultury na VÚRH Vodňany (FROV JU).

Rozsah grafických prací: dle potřeby (do 20 stran)

Rozsah pracovní zprávy: 50-70 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Coursey, A.R., Trushenski, J.T., Kohler, C.C., 2013. Alternative feeding strategies to maximize fish oil and fish meal sparing in largemouth bass culture while maintaining production performance and product value. *North American Journal of Aquaculture*, 75: 266 - 276.

Dubský, K., 1982. Řízená reprodukce okounka pstruhového. *Živa*, 30 (3): 118.

Dubský, K., Kouřil, J., Skácelová, O., 1982. Výtěr okounka pstruhového (*Micropterus salmoides*) a odchov jeho plůdku. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 2: 13 - 25.

Kilambi, R.V., Adams, J.C., Wickizer, W.A., 1978. Effect of cage culture on growth, abundance, and survival of resident largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 35: 157 - 160.

Kouřil, J., Klimeš, J., 1999. Rozmnožování a odchov násadového materiálu okounka pstruhového. *Edice Metodik (Metodika)*, VÚRH JU Vodňany, 60: 9 s.

Tidwell, J.H., Webster, C.D., Coyle, S.D., Schulmeister, G., 1998. Effect of stocking density on growth and water quality for largemouth bass *Micropterus salmoides* grow out in ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 29: 79 - 83.

Tidwell, J.H., Coyle, S.D., Bright, L.A., VanArnum, A., Yasharian, D., 2003. Effect of water temperature on growth, survival, and biochemical composition of largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 34: 175 - 183.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant diplomové práce: MSc. Oleksandr Malinovskyi

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání diplomové práce: 5. ledna 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 4. května 2018


prof. Ing. Pavel Kozál, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Tomáš Randák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 30. ledna 2018

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

Datum:

Podpis:

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce doc. Ing. Tomášovi Polícarovi, Ph.D., za odborné vedení práce, přátelský přístup, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat MSc. Oleksanderu Malinovskému za pomoc při statistických analýzách výsledků práce. Můj dík patří také Ing. Pavlovi Lepičovi, Ph.D., Ing. Andree Lepičové, Ing. Jiřímu Hájíčkovi, Petře Hamáčkové a Lubošovi Borovkovi za pomoc při přelovení a biometrickém šetření u ryb a při provozu recirkulačního akvakulturního systému, kde probíhala tato diplomová práce.

OBSAH:

ÚVOD

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED OKOUNEK PSTRUHOVÝ (<i>M. salmoides</i>)	10
1.1. Obecná charakteristika druhu okounka pstruhového	10
1.2. Morfologie	10
1.3. Výskyt okounka pstruhového	11
1.4. Biologie okounka pstruhového	12
1.5. Indukovaný výtěr okounka pstruhového	14
1.6. Nároky okounka pstruhového na kvalitu prostředí	16
1.6.1. Teplota vody	16
1.6.2. Kyslík	17
1.6.3. pH	17
1.6.4. Osvětlení	17
1.6.5. Ostatní parametry kvality vodního prostředí	17
1.7. Okounek pstruhový jako nepůvodní druh ichtyofauny ČR či Evropy	18
1.8. Význam okounka pstruhového pro chov a produkci	18
1.9. Současná celosvětová situace v chovu okounka pstruhového	18
1.10. Obecná charakteristika a výskyt candáta obecného	20
1.11. Biologie candáta obecného	22
1.12. Metody výtěru candáta používané v praxi	23
1.13. Chov juvenilních ryb candáta obecného v RAS	23

2. MATERIÁL A METODIKA	24
2.1. První fáze diplomové práce-původ rychleného plůdku okounka pstruhového a jeho adaptace na RAS	25
2.2. Původ rychleného plůdku candáta obecného a jeho adaptace na RAS	27
2.3. Druhá fáze diplomové práce – intenzivní chov okounka pstruhového a candáta obecného v monokultuře či společné obsádce	28
2.4. Chovatelské zásahy provázející průběh druhé fáze experimentu	35
2.5. Statistické zpracování výsledků	36
3. VÝSLEDKY	36
3.1. Adaptace a počáteční intenzivní odchov okounka pstruhového	36
3.2. Intenzivní chov okounka pstruhového a candáta obecného v monokultuře či společné populaci	37
3.2.1. Kumulativní přežití	37
3.2.2. Další produkční ukazatelé v podobě TL, SL, W, SGR, FC a FCR	39
3.2.3. Etologie	44
3.2.4. Četnost hmotnostních kategorií chovaných ryb	47
4. DISKUZE	50
5. ZÁVĚR	54
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55

ÚVOD

Tato práce vznikla z důvodu potřeby diverzifikovat českou produkční akvakulturu o nové druhy, s cílem zvýšit konkurenceschopnost českého rybářství se zvyšující se poptávkou po kvalitních rybích produktech obecně. V současné době je snahou využít nové moderní výrobní technologie a cenné druhy ryb, které dokáží optimálně a efektivně zhodnotit potenciál recirkulačních, akvakulturních systémů (RAS). U některých druhů ryb, především dravých, je velmi problematické realizovat jejich efektivní, rentabilní a stabilní produkci v rybnících. Z tohoto důvodu se právě v posledních letech rozvíjí intenzivní chovy dravých druhů ryb s využitím RAS technologie, která umožňuje tyto druhy efektivně a kontinuálně produkovat po celý rok. V našich podmínkách je velmi zajímavý intenzivní chov candáta obecného (*Sander lucioperca*), který má předpoklad naplnit výše popsané ambice ideálního druhu pro RAS. Bohužel realita se ukazuje být odlišná. Kvalitní maso candáta je sice i cenově velmi příznivě nastaveno, ale náročnost chovu tohoto druhu skýtá mnohá úskalí a rizika pro podniky zaměřené na jeho chov. Časté masové úhyny bez zdánlivé příčiny, citlivost na manipulaci, stres, kvalitu vody, bakteriální infekce a parazity, intenzivní chov candáta výrazně komplikuje a jeho produkci tímto způsobem v celé Evropě výrazně znevýhodňuje oproti dovozu odlovených ryb z divokých populací, které pocházejí z východu Evropy (Ukrajiny, Ruska a dalších). Jedna z možností přivést na trh nový druh s podobnými nebo lepšími kulinářskými vlastnostmi, ale s citelně tolerantnější povahou pro chov v RAS nás přivedla na myšlenku využití dosud u nás běžně komerčně nevyužívaného druhu, kterým je okounek pstruhový (*Micropterus salmoides*). Tento druh by se v krátké budoucnosti mohl stát minimálně rovnocenným konkurentem candáta obecného v intenzivním chovu v RAS v ČR nebo celé Evropě. Celá předložená diplomová práce měla za cíl otestovat adaptaci okounka pstruhového na podmínky intenzivního chovu využívajícího RAS a následný jeho chov v kontrolovaných podmínkách. Ten byl realizován s cílem porovnat okounka v intenzivním chovu s candátem obecným v monokulturní obsádce či obsádce složené s obou zmíněných druhů.

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

1.1. Obecná charakteristika druhu okounka pstruhového:

Okounek pstruhový (*Micropterus salmoides*) je jeden z nejpůvodnějších druhů ryb pro sportovní rybolov v USA. Jeho umělé vysazování z akvakultur do přírodních toků začalo v Severní Americe před více jak jedním stoletím (Park a kol., 2015). Rozeznáváme dva poddruhy okounka pstruhového – floridský (*M.s.floridanus*) a severní (*M.s.salmoides*), (Heidinger, 1976). Tyto poddruhy se v místech překryvu jejich výskytu geneticky mísí. Dají se identifikovat pomocí genetické analýzy nebo velikosti šupin. Floridský okounek má menší šupiny než jeho severní příbuzný. V postranní čáře má 69-73 šupin oproti severnímu, který má 59-65. Floridský okounek roste rychleji a dosahuje větších rozměrů v teplé vodě, než jeho severní forma (Tidwell a kol., 2000.).

Okounek pstruhový (*Micropterus salmoides*) patří do čeledi *Centrarchidae* stejně jako slunečnice pestrá (*Lepomis gibbosus*), (Tidwell a kol.,2000.) Do rodu *Micropterus* patří, společně s několika dalšími druhy vyskytujícími se na stejném území Severní Ameriky, např. okounek černý (*Micropterus dolomieu*), (Brewer a Orth, 2014).

1.2. Morfologie

Ústní otvor okounka pstruhového (Obr. 1) je nápadně velký, konec maxily zasahuje až za zadní okraj oka (Godbout a kol., 2009). Hřbetní ploutev je rozdělena na ostnatou přední část s devíti paprsky a zadní část s dvanácti až třinácti měkkými paprsky. Hřbet je zelený až světle olivově nazelenalý, někdy s málo zřetelným tmavým mramorováním. Boky jsou světlejší a středem probíhá temný pás, u starších jedinců souvislý, u mladších jedinců rozložený ve skvrny. Břicho může být bílé až světle zelené. Zbarvení okounka je značně závislé na prostředí, ve kterém žije. Okounek pstruhový může za ideálních podmínek dosáhnout až 900 g během prvního roku života. Běžně za toto období dorůstá okolo 225 g. Dospělé jikernačky severní formy (*M.s.salmoides*) mají maximálně do 4 500 g. Mlčáči obvykle nepřesáhnou 2 200 g. Jikernačky (*M.s.floridanus*) a první generace hybridů se severní formou dorostla až do velikosti 9 000g (Davis a Lock, 1997). Největší okounek pstruhový o hmotnosti 10,12 kg byl uloven v Japonsku 2.7.2009 na jezeře Biwa (International Game Fish Association, 2015).



Obr. 1. Juvenilní okounek pstruhový (*Micropterus salmoides*) využívaný v rámci diplomové práce

Pohlaví je obtížně rozlišitelné. V období výtěru a těsně před ním jsou mlíčáci temněji zbarveni než jikernačky. U jikernaček můžeme zaznamenat zvětšenou břišní partii a u větších kusů oválnou pohlavní papilu oproti téměř kruhovému tvaru u mlíčáků. Jikernačky jsou většinou větší než mlíčáci (Kouřil a Klimeš, 1999).

1.3. Výskyt okounka pstruhového

Původní výskyt okounka pstruhového se rozkládá od jižního povodí velkých jezer v Kanadě, ve středním povodí řeky Mississippi až na pobřeží Mexického zálivu, dále pak území států: Florida, Georgia, South Carolina, North Carolina a Virginia (Heidinger, 1976). Dnes je to jeden ze světově nejrozšířenějších druhů ryb. Za své rozšíření vděčí své popularitě jako velice ceněná ryba pro sportovní rybolov (Obr. 2). V Evropě je okounek pstruhový nejrozšířenější v teplých oblastech, ale v menším měřítku se nachází téměř ve všech státech EU. Do Portugalska byl dovezen roku 1952 a v současné době je rozšířen po celé zemi (Godinho a kol., 1997). Ve Španělsku se okounek vyskytuje téměř ve všech velkých řekách (Carmona a kol., 1999). Také v Itálii se tento druh vyskytuje ve volné přírodě, hlavně v jezerech (Lorenzoni a kol., 2002). Výskyt v České republice se omezuje téměř výhradně na rybníkářské oblasti na

Třeboňsku a v okolí Vodňan. Ve Vodňanech na školním pokusnictví Střední rybářské školy se nachází generační hejno. Dochází zde k jeho každoročnímu výtěru (Dubský, 2010).



Obr. 2. Mapa současného rozšíření okounka pstruhového (*Micropterus slmoides*)

1.4. Biologie okounka pstruhového

V našich podmínkách dospívají mlíčáci ve třetím až čtvrtém roce života. Jikernačky dospívají ve čtvrtém až pátém roce. K výtěru dochází ve druhé polovině června při teplotě vody 17-19°C (Kouřil a Klimeš, 1999). Na Floridě i přes konstantní teplotu vody 22°C se okounek zaměřuje při rozmnožování pouze na jarní a letní měsíce. V příchodu třetí nálady záleží i na délce světelného režimu (Heidinger, 1976). Na jižní Floridě začíná tření po ochlazení vody na 16°C v polovině prosince a může trvat až do dubna, kdy teplota vody dosahuje 27°C (Clugston, 1966). V oblastech s chladnějším podnebím (Illinoi) se může tření posunout až do července (Benett, 1954). Sexuální dospělost okounka je více závislá na velikosti než na stáří jedince. V jižní části USA dosahuje okounek dospělosti od stáří 8 měsíců do 1 roku, pokud doroste do minimální celkové délky TL= 250 mm a W=200 g u jikernaček. Mlíčáci dospívají po dosažení délky TL= 220 mm a W=160 g (Heidinger, 1976). Pohlavně dospělí mlíčáci začínají budovat

hnízda při teplotě vody nad 16°C (Tidwell a kol., 2000). Hnízdo obvykle dosahuje průměr 500 mm a hloubky 150 mm. Průměr hnízda se přibližně rovná délce mlíčka, který ho buduje (Carr, 1942). Jako výtěrový substrát je preferovaný písek nebo štěrk, ale pokud není jiná možnost může být i jiný například, bahno, jíl či různé naplaveniny (Tidwell a kol., 2000). Hnízda jsou budována většinou 2-3 m od břehu v hloubce 0,3-1,33 m a hlouběji při dobré průhlednosti vody (Heidinger, 1976). Jednotlivá hnízda bývají nejméně 2 m od sebe (Carr, 1942). Po dosažení teploty vody 18-21°C začínají mlíčáci kroužit nad hnízdem ve snaze zaujmout jikernačku ke tření (Tidwell a kol., 2000).

Mlíčák se po dokončení stavby hnízda opakovaně vzdaluje a hledá jikernačku připravenou ke tření. Obvykle se snaží zaujmout protějšek agresivním dvořením. Následně pár začne pomalu kroužit nad hnízdem a mlíčák se snaží tělesným kontaktem a okusováním stimulovat jikernačku k výtěru. U ryb následně dochází ke kladení jiker a následnému jejich oplozování. Celý proces výtěru končí plným vyprázdněním a následným nezájmem jikernačky, která pomalu odplouvá. Mlíčák ji ještě na krátkou vzdálenost následuje a pak se vrací k ochraně svého hnízda. Může se stát, že mlíčák přiláká na své hnízdo více než jednu jikernačku a zároveň není vyloučeno, aby jikernačka kladla do více hnízd (Heidinger, 1976). Jikernačky obvykle produkují 4000 až 14000 jiker na 1 kg tělesné hmotnosti, tedy průměrně 4000 jiker na kus (Tidwell a kol., 2000). Velikost oplodněných jiker je v rozpětí 1,4-1,8 mm, což je v přímé úměře s velikostí jikernačky (Meyer, 1970). Na každém hnízdě se může vystřídat i několik jikernaček, díky tomu může jedno úspěšné hnízdo pojmout od 5000 – 35 000 jiker (Kramer a Smith, 1962). Mlíčáci hlídají hnízdo během inkubace 10 dní při teplotě vody 18°C nebo 5 dní při 26,5°C (Tidwell a kol., 2000). Larvy jsou po vylíhnutí 3-5,5 mm dlouhé (Meyer, 1970). Larvy zůstávají v hnízdě od jednoho do dvou týdnů a nemusí se nadechnout na hladině, aby naplnily plynový měchýř (Johnston, 1953). Obvykle je mlíčák následuje i po opuštění hnízda (Tidwell a kol., 2000).

Mlíčáci nepřijímají potravu v průběhu ochraňování hnízda a při následném vodění larev. I v případě, že se v hnízdě vyskytne potrava, seberou jí a odnesou mimo hnízdo bez povšimnutí (Heidinger, 1976). Vzhledem k velmi stresujícímu průběhu tření a hlídání larev, často slabší mlíčáci uhynou následkem vyčerpání. Po rozplavání larvy začínají přijímat zooplankton. Perloočky (*Daphnia pulex*), jako potrava pro larvy, jsou

po několik prvních dnů moc velké, a tak okounek na ně přechází až po dosažení větší velikosti (Wickstrom, 1984). První čtyři dny dávají larvy přednost vířníkovci (*Brachionus spp*) a následně do 14. dne odchovu buchankám (*C. vernalis*) (Wickstrom, 1984). Různé články se zmiňují o přechodu na větší kořist v podobě hmyzích larev po dosažení celkové délky (TL) od 25 mm (Rogers, 1967) do 75 mm (Marcy, 1953). Příležitostně přechod na menší ryby po dosažení TL = 50 mm (Miller a Kramer, 1971). Rychlost růstu je ovlivněna dostupností potravy a může za ideálních podmínek dosáhnout až jednoho kilogramu během prvního roku. V přírodě je běžný růst okolo 200g za rok na jeden kus (Davis a Lock, 1997). Po přechodu na ryby a jiné větší vodní organismy bylo zjištěno, že velikost kořisti se zvětšuje úměrně s velikostí okounka (Schneider, 1971). Zároveň s klesající teplotou vody se zmenšuje velikost přijímané potravy (Wright, 1970).

1.5. Indukovaný výtěr okounka pstruhového:

Indukovaný výtěr pomocí různých hormonálních preparátů byl u okounka pstruhového poprvé publikován v dizertační práci z roku 1970 (Stevens, 1970). Následný výzkum naznačil, že lidský choriový gonadotropin hCG (Wilbur a Langford, 1975) a analog (LH-RH) (Mayes et al.1993) může být použit pro stimulaci okounka pstruhového. HCG stimuluje dozrávání gamet v gonádách, naproti tomu LH-RH vyvolává produkci gonadotropinu přímo v rybím organismu (Lam 1985), je tedy šetrnější a umožňuje používání nižších dávek (Shelton 1989).

Výtěr okounka pstruhového, stimulovaný pomocí manipulace s prostředím byl částečně úspěšný ve studii, která prokázala možnost mimosezónního výtěru okounka pstruhového při vystavení generačních ryb nízkým teplotám. Pozor, teplota by neměla klesnout pod 5°C, kdy dochází k vysoké mortalitě. Současně bylo manipulováno s fotoperiodou a následně došlo ke zvýšení teploty z počátečních 4,5°C na normální výtěrovou hodnotu 20°C během 7 dní. Následně v rozmezí 6 až 39 dní, po dosažení výtěrové teploty, došlo k výtěru (Carlson 1973).

Bylo prokázáno zvýšení účinnosti reprodukce pomocí hCG a LH-RG u okounků umístěných v nádržích (Wilbur and Langford 1975) nebo v průtočných žlabech (Mayes

et al. 1993). Z výše uvedených prací vyplývá, že zatím nedefinovaná interakce, mezi jedinci opačného pohlaví, je velmi důležitou součástí pro spolehlivou ovulaci u jikernaček okounka pstruhového (Porter, 1997). V roce 1974 byl proveden experiment, kdy bylo 50 mlíčáků a 106 jikernaček hormonálně ošetřeno lidským choriovým gonadotropinem $4000 \text{ IU (hCG).kg}^{-1}$. Produkce mlíčí byla zvýšena u 80% ošetřených mlíčáků a 63% ošetřených jikernaček ovulovalo jikry. Pouze jednu dávku vyžadovalo k dosažení ovulace 90% ovulovaných jikernaček. Ve většině případů došlo k ovulaci po 48 hodinách od injekčního podání hormonu. Zvyšování dávek hormonálních preparátů nevedlo k vyššímu procentu úspěšnosti ovulace a následně efektivitě výtěru (Heidinger, 1976).

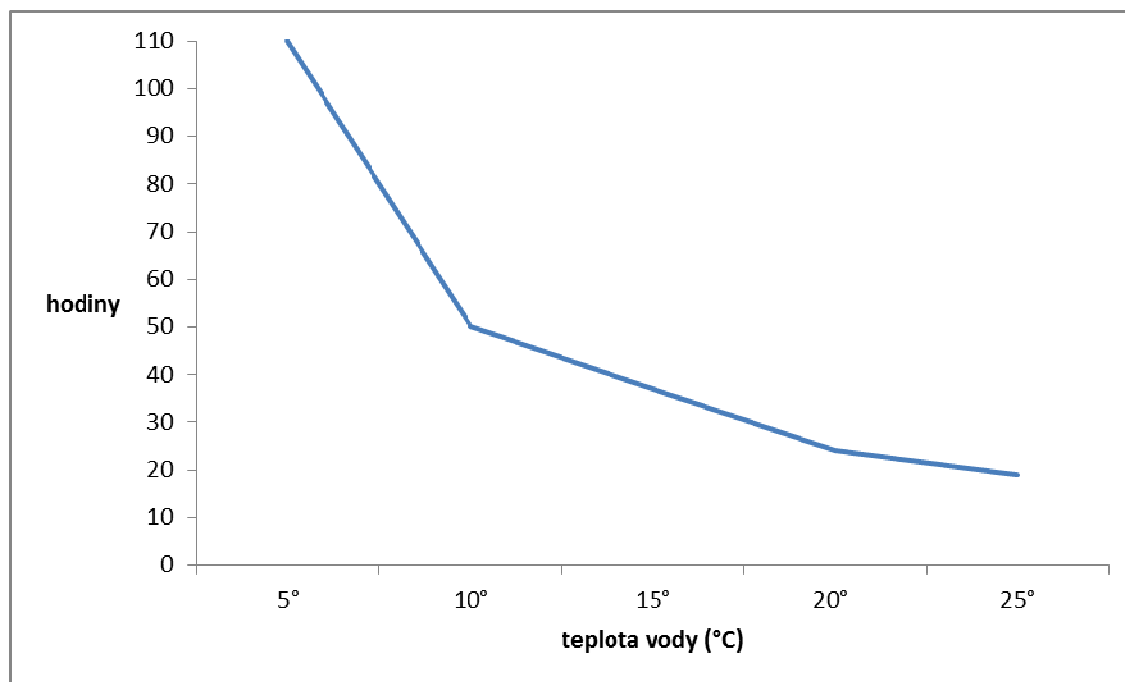
První hormonálně indukovaný výtěr okounka pstruhového v Alžírsku byl proveden pomocí jednorázové aplikace hCG v dávce 4500 IU.kg^{-1} tělesné hmotnosti. V paralelním pokusu byl použit roztok hCG v dávce 4500 IU.kg^{-1} tělesné hmotnosti mixovaný s 1g kapří hypofízy.

Z tohoto experimentu vyplynulo, že použití hCG pro stimulaci umělého výtěru okounka pstruhového není spolehlivé, i přes dobré výsledky zaznamenané u jiných druhů, jako je například candát obecný (*Sander lucioperca*) (Zouakh a Meddour, 2016).

1.6. Nároky okounka pstruhového na kvalitu prostředí:

1.6.1. Teplota vody

Jeden z nejdůležitějších parametrů prostředí pro chov okounka je teplota vody, která má přímý a významný vliv na dobu trávení přijaté potravy (Graf 1).



Graf 1. Závislost doby trávení potravy u okounka pstruhového (*Micropterus salmoides*) na teplotě vody podle (Molnár a Tögl, 1962).

Při teplotě vody 26°C se růst, přežití a konverze krmiva blíží optimu. Při poklesu teploty na 20°C jsou stále téměř všechny parametry v normě, ale rychlost růstu klesá o 35%. Při dosažení teploty 32°C je růst podobný, jako u 26°C, ale klesá využití krmiva a ryby jsou pod chronickým stresem (Tidwell a kol., 2003). Z toho plynou další problémy s vyšším výskytem zdravotních komplikací. Pro okounky chované při nižších teplotách je výhodné používat krmiva s větším obsahem nenasycených mastných kyselin (Tidwell a kol., 2003). Okounek je velmi tolerantní při velké škále teplot, ale vykazuje stres při teplotách pod 4,44°C (Heidinger, 2000).

1.6.2. Kyslík

Obecně se okounek aktivně vyhýbá vodě s koncentrací rozpuštěného kyslíku pod 3 mg.l⁻¹ při 25°C. Efektivita trávení krmiva klesá při poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě na 4 mg.l⁻¹ (Tidwell a kol., 2000).

1.6.3. pH

Optimální hodnota pH se u okounka pohybuje od 6,5-8,5. Okounek může tolerovat krátkou expozici extrémních hodnot pH od 3,9 do 10,5 (Stuber a kol., 1982).

1.6.4. Osvětlení

Okounek pstruhový, chovaný pod neustálým osvětlením, roste rychleji a má efektivnější konverzi krmiva, než jedinci chovaní v režimu den a noc (Petit a kol., 2003). Přežití v nádržích, pod konstantním osvětlením 340±20 lux, bylo větší než v režimu den a noc (Wickstrom, 1984). Okounek při krmení využívá zrak, a proto je v nevýhodě, pokud je chován ve vodě se sníženou viditelností nebo v konstantním přišeeí. Zde je příležitost pro testování příjmu potravy při alternativním osvětlení.

1.6.5. Ostatní parametry kvality vodního prostředí

Při testování sumečka kanálového (*Ictalurus punctatus*), tilápie druhu (*Tilapia aurea*) a okounka pstruhového na citlivost na dusitany N-NO₂⁻, chovaných ve stejných podmínkách se zjistilo, že sumeček a tilápie koncentrovali dusitany v krvi nad hodnotami, které se vyskytovaly ve vodním prostředí a ryby tak generovaly vyšší koncentrace methemoglobinu v jejich krvi než okounek pstruhový. Okounek nevytvářel zvýšené hladiny methemoglobinu v krvi do dosažení koncentrace 48,7 mg.l⁻¹ N-NO₂⁻. Koncentrace dusitanů v krevní plasmě nikdy nepřesahovala koncentraci, která byla ve vodním prostředí. Ryby z čeledi *Centrarchidae* se vyznačují velmi vysokou tolerancí k vysoké koncentraci N-NO₂⁻ a mají schopnost zabraňovat další absorpci dusíkatých látek (Palachek a Tomasso, 1984).

Tolerance okounka pstruhového k dusitanům, v porovnání s candátem obecným, je následující: Okounek pstruhový: 96 h LC50: 140 mg/L N-NO₂⁻ naproti tomu Candát obecný: 120 h LC50: 5,6 mg/L N-NO₂⁻ (Wuertz a kol., 2013).

Tolerance okounka pstruhového k amoniaku (NH_3) je následující: LC50 je 1,69 mg.l (Tidwell a kol., 2000).

1.7. Okounek pstruhový jako nepůvodní druh ichtyofauny ČR či Evropy

V ČR je okounek pstruhový, jako nepůvodní druh naší ichtyofauny uveden na ČERNÉM SEZNAMU NEPŮVODNÍCH INVAZIVNÍCH DRUHŮ RYB ČESKÉ REPUBLIKY. Je zde veden jako druh neúspěšně introdukovaný za účelem rybářské produkce a sportovního rybolovu. Vzhledem k jeho nárokům na klimatické podmínky se v ČR nedá říct, že jde o nebezpečný invazivní druh, který by negativně ovlivňoval naše původní druhy ichtyofauny. Jeho obrovská žravost navíc neumožňuje odolávat velkému tlaku ze strany sportovních rybářů, kteří jsou schopní ho vylovit beze zbytku z rybářských revírů. Do Evropy, konkrétně do Polska byl dovezen v roce 1883 (Heidinger, 1976). Základ Evropské populaci dalo tedy pouze přeživších 10 jedinců. Do třeboňských rybníků byl vysazen Josefem Šustou v roce 1889. V současné době je v ČR chován v rybnících na Vodňansku, Třeboňsku a u Kardašovy Řečice. Původní záměr o zavedení tohoto druhu do běžné praxe extenzivního rybničního chovu u nás nebyl úspěšný (Kouřil a Klimeš, 1999).

1.8. Význam okounka pstruhového pro chov a produkci

Okounek pstruhový se po celém světě chová téměř výhradně za účelem získání násadového materiálu pro sportovní revíry, kde má, díky své dravosti a bojovnosti, nezastupitelné místo. V současné době, dochází k optimalizaci jeho intenzivního chovu, na základě zájmu maloobchodníků o okounky o tržní velikosti 300-500 g, ke konzumním účelům (Melotti, 2005).

1.9. Současná celosvětová situace v chovu okounka pstruhového

V USA bylo v roce 2012 celkem 119 farem, které produkovaly 3,4 milionu plůdku a ostatních věkových skupin s ročním obratem za 1,9 milionu US dolarů. Z toho 60 farem produkovalo 976 tun tržních ryb, v ceně 11,4 milionu US dolarů. Cena za kilogram se pohybovala okolo 11,7 US dolarů za kg, což je, v porovnání s cenou 2,2 – 8,6 US dolarů za 1 kg sumečka, podstatně více (Park a kol., 2015). Nevýhodou chovu

okounka v jižních částech USA pro konzumní účely, při extenzivním rybničním chovu, je střídání studených a teplých období během roku, což vede ke sníženému přežití ryb (Carlson, 1973). Pokud uvážíme nárok okounka na ideální teplotu vody 26°C potřebnou k zajištění intenzivního růstu, který nám zajistí ekonomickou návratnost (Tidwell a kol., 2003), je možný úspěšný extenzivní chov pouze v jižních oblastech Evropy. V USA někteří farmáři kombinují chov okounka v RAS v zimních měsících s mimosezónním výtěrem, za účelem získání větší násady pro letní extenzivní fázi chovu. Chov v RAS může zajistit celoročně stálé podmínky pro ideální růst okounka, chovaného při vysokých hustotách ryb. Efekty intenzifikace jsou specifické pro každý jednotlivý chovaný druh. Optimální hustota obsádky musí být kompromisem mezi zvyšováním produkce a snižováním vhodných životních podmínek. Bohužel je pouze málo informací zabývajících se efektem hustoty obsádky u okounka pstruhového. Naprostá většina článků se věnuje technikám výtěru a odchovu raného plůdku. Optimální hustota obsádky okounka pstruhového pro intenzivní chovy je uvažována na úrovni 18–36 kg.m⁻³ (Park a kol., 2015).

Okounek pstruhový není v komerčním rybářství v Evropě kromě zemí s teplejšími klimatickými podmínkami, které mu vyhovují, moc rozšířeným druhem. Evropská roční produkce se dle FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) omezuje pouze na Francii, Itálii a Španělsko. Itálie vyprodukovala z akvakultur za rok 2016 celkem 60 tun tržního okounka (FAO, 2018). Ve Francii dle posledních dostupných dat FAO to bylo v roce 2001 celkem 9 tun (FAO, 2018). Španělská produkce se omezuje pouze na 0,06 t za rok 2016 (FAO, 2018). Mexiko vyprodukovalo v akvakulturách za rok 2016 75,51 tun okounka, ale využívá také svých volných vod k jeho produkci, a zde bylo za stejný rok vyloveno na udici či do sítí 1133 tun tržních ryb (FAO, 2018). Naprostá většina produkce bývá z Mexika vyvážena do USA (Heidinger, 2000). Většina produkce okounka pstruhového v USA je prodávána v živém stavu pro sportovní rybáře a část jako tržní ryba. Na některých farmách jsou větší kusy chovány v rybnících ve velkých hustotách, kde jsou krmeny komerčními granulovanými krmivými. Funguje zde systém - chyt' a pusť. Pouze trofejní kusy je možné po ulovení odkoupit za vysoké ceny. Část produkce je prodávána v živém stavu ke konzumním účelům. Tyto ryby jsou většinou transportovány do velkých měst, jako je New York, Chicago, Philadelphia, Toronto a další, za účelem uspokojení poptávky ze strany převážně asijské

komunity v těchto městech. Pouze zlomek je prodáván v potravinářském průmyslu ve zmraženém stavu (Heidinger, 2000).

V Evropě je produkce zaměřena drtivě na sportovní rybařství. Například v jezeře TRASIMENO (UMBRIA, Itálie) byl okounek úspěšně vysazen na konci osmdesátých let dvacátého století. Dnes, je zde stálá populace, která si potravně konkuruje se štikou obecnou (*Esox lucius*), což může mít za následek úbytek štičí obsádky v tomto jezeře (Lorenzoni a kol., 2002).

Okounek pstruhový je chován také například v Maďarsku, jako vedlejší ryba v kaprových obsádkách. Jeho žravost z tohoto druhu dělá cenného pomocníka při likvidaci plevelných druhů ryb a při zvyšování výnosů v produkci kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Nicméně, se v Maďarsku od začátku dvacátého století ve volných vodách významně nerozšířil a to především z důvodu nízké a nestabilní teploty vody (Molnár a Tögl, 1962).

1.10. Obecná charakteristika a výskyt candáta obecného

Candát obecný se řadí do řádu ostnoploutvých, čeledi okounovití. Vyskytuje se ve sladkých i brakických vodách. Je to typický obyvatel řek a jezer povodí Černého a Kaspického moře, odkud se rozšířil až k Baltskému moři (Lappalainen a kol., 2003). V České republice je candát obecný původním druhem. Vyskytuje se na většině našeho území (Dubský a kol., 2003). Jedná se o poměrně náročný druh na kvalitu vody a vyhovují mu velké a hluboké vodní plochy (Lusk a kol., 1992). Rychlost růstu a dospívání je značně variabilní. Severní populace rostou pomaleji než ty jižní. Částečně je variace v růstu zapříčiněna prostředím, ve kterém se ryby vyskytují, například teplotou vody. Teplota, při které přijímá potravu nejintenzivněji je 15-22°C (Dvořák, 2009). V přírodních podmínkách může být pomalý růst zapříčiněn nedostatkem vhodné potravy. V českém rybníkářství je candát velmi oblíbenou vedlejší rybou, která vyniká výbornou kvalitou masa. S jejím extenzivním chovem jsou dlouholeté zkušenosti, ale chov v RAS zatím neprovozuje mnoho podniků. Na začátku jednadvacátého století byly budovány první zařízení pro chov candáta a na konci prvního desetiletí zde bylo méně než deset fungujících zařízení. Metody intenzivního chovu candáta jsou v neustálém vývoji.

Hlavními producenty candáta ve střední a východní Evropě jsou Maďarsko, Rumunsko, Česká Republika, Ukrajina, Německo a Polsko, pomocí chovu extenzivním způsobem v rybniční akvakultuře. Candát na evropském trhu pochází zpravidla z volných vod Kazachstánu, Ruské federace, Finska a Turecka. V roce 2008 byl celkový výlov okolo 20 000 tun a z toho 9 811 tun bylo uloveno v Kazachstánu (FAO,2018). V evidenci úlovků je znatelná jasná fluktuace s klesajícím trendem v celkových úlovcích a ve velikosti lovených ryb. Největší importéři candáta jsou západoevropské státy, jako Německo a Francie. Díky nízkému obsahu tuků, který se pohybuje okolo jednoho až dvou procent a vysokého obsahu proteinů, je maso candáta velice ceněno. Candát je většinou prodáván v podobě zamražených filetů, maximálně do hmotnosti 800 g. V současné době je candát předmětem intenzivního vědeckého zájmu ve střední a západní Evropě. Výzkum je zaměřen na vývoj metod chovu candáta v RAS a umělé reprodukce včetně indukce mimosezónních výtěrů. Jeden z problémů je nízká efektivita a vysoké náklady při produkci larev. Z toho důvodu se v zemích s velkým rybničním fondem využívá kombinovaný chov candáta, kde rybniční prostředí poskytuje ideální podmínky pro produkci kvalitních generačních ryb a následný odchov larev a juvenilních ryb. Takto získaný násadový materiál je kvalitní a náklady na jeho získání jsou v porovnání s jinými metodami podstatně nižší, velmi často poloviční (Policar a kol., 2014).



Obr. 3. Juvenilní candát obecný (*Sander lucioperca*) využívaný v rámci diplomové práce.

1.11. Biologie candáta obecného

Candát je u nás největší okounovitou rybou (Lusk a kol., 1992). Mlíčáci dospívají ve věku 2-3 let a jikernačky během 3-5 let (Dubský a kol., 2003). Rychlost dospívání je značně závislá na prostředí. Existuje záznam o pohlavně dospělých jedincích, kdy mlíčák měřil TL = 213 mm a jikernačka TL = 278 mm o kusové hmotnosti 110 a 230 g (Lappalainen a kol., 2003). Velikost jiker po nabobtnání je 1-1,5 mm (Dubský a kol., 2003). Jikernačky mají 109 až 222 jiker na 1 g tělesné hmotnosti (Willemsen, 1977). Candát se vytírá jednorázově a vývoj ovaríí probíhá během chladného období roku, kdy se zastaví tělesný růst (Hokanson, 1977). Například byl zaznamenán negativní vliv na průběh tření během sezóny, po mírné zimě bez mrazů v jižní Francii (Schlumberger a Proteau, 1996). Třecí migrace směřují z hlubších zimovišť k mělkým přítokům. Obecně candáti z brakických ani sladkých vod nemigrují na vzdálenosti přesahující 35 km, ale je popsán případ, kdy candát migroval z brakické vody do 250 km vzdáleného trdliště (Lappalainen a kol., 2003). Candát se vytírá v párech a může být označen za monogamní (Deelder a Willemsen 1964; Wootton 1990). Monogamii podporují některé faktory, jako například párový výtěr, ochraňování jiker mlíčákem, který brání tření s více jikernačkami, poměr pohlaví u dospělých jedinců 1:1 a další. (Deelder a Willemsen 1964; Winkler 1980). Mlíčáci staví hnízda přibližně o průměru půl metru a hloubce od 5 do 10 cm (Lappalainen a kol., 2003). Jikry candáta jsou lepkavé a bývají přilepené na rostlinách či kořenech. Mlíčáci hlídají hnízdo a pohybem přivádí čerstvou vodu. Hlídní jiker končí po vykulení plůdku (Lappalainen a kol., 2003). Tření v našich podmínkách probíhá od konce dubna až do června při teplotě vody od 10 do 16°C (Krupauer a Pekař, 1967; Bastl, 1969; Dubský a kol., 2003). Inkubační doba je dlouhá 120-150 °d (Dubský a kol., 2003). Optimální teplota pro inkubaci je mezi 11,5°C a 20,8°C (Muntyan, 1977). Vykulené larvy candáta mají 4,5-5,5 mm (Schlumberger a Proteau, 1996). Během 5-6 dní po vykulení přechází plůdek na smíšený způsob výživy. Kompletní strávení žloutkového váčku trvá 12 až 14 dní (Čítek a kol., 1998). Na začátku exogenní výživy hrozí nebezpečí úhynů z důvodu nedostatečného přísunu potravy. Hladovější larvy se již nedokážou zotavit ani při následném krmení ad libitum (Blaxter a Hempel, 1963). Během stádia smíšeného způsobu výživy dochází k plnění plynového měchýře. Toto období je velmi kritické a dochází zde k uzavření spojení mezi jícnem a plynovým měchýřem. Pokud nedojde k naplnění „nadechnutí“ nad

hladinou, tak plůdek nemusí uhynout, ale velmi se zde zvyšuje výskyt deformit páteře. Z toho důvodu je nutné takto postižené jedince z chovu odstranit. Candát má velmi malé vylíhnuté larvy, které přijímají potravu malých rozměrů. Většinou se na larvy krmí vířník rodu *Brachionus* nebo žábronožkou solnou (*Artemia salina*).

1.12. Metody výtěru candáta používané v praxi

Přirozený výtěr patří k nejjednodušším, ale také k nejméně efektivním. Probíhá v polykulturním extenzivním chovu (Musil a Kouřil, 2006). Poloumělý výtěr tzv. Šustova metoda, kdy za využití malých rybníčků nebo sádek se připraví výtěrová hnízda z různých materiálů, která se upevní na dno. Přibližně je to jedno hnízdo na 10 m² a to alespoň jedno na jeden vysazený pár generačních ryb. Po vytření jsou generační ryby sloveny a oplodněné jikry ve fázi očních bodů se mohou použít k dalšímu odchovu (Baruš a Oliva, 1995).

Poloumělý výtěr, s využitím nebo bez použití hormonální stimulace, lze provádět v celé řadě různých modifikací (Kouřil a Hamáčková, 2005).

Umělý výtěr s použitím hormonální stimulace v podobě hCG či GnRHa byl ověřen následujícími autory: Kouřil a Hamáčková, 2005; Musil a Kouřil, 2006; Křišťan a kol., 2013. Tato metoda je ovšem podmíněna dostupností vhodné technologie, jako je např. možnost manipulace s teplotou, dostatečné množství nádrží pro oddělení ryb před výtěrem podle pohlaví a zralosti a další.

1.13. Chov juvenilních ryb candáta obecného v RAS

Důležitou součástí chovu je roztřídění ryb dle velikosti. Tím se dá snížit kanibalismus v průběhu odchovu. Čím je menší velikost ryb, tím častěji se musí ryby třídít. Ryby o velikosti 0,5 až 8 g se třídí s frekvencí 10-12 dní a mezi 8 až 50 g se prodlužuje doba mezi tříděním na 21 dní (Policar a kol., 2014). Před nasazením ryb do RAS je nutná kontrola zdravotního stavu veterinárním lékařem, který případně určí další opatření. V případě výskytu vážných parazitárních onemocnění je v krajních případech možné využít koupele v roztoku 35,2% formaldehydu v dávce 1,5 ml. 100 l⁻¹. Tuto léčbu musí předepsat pouze veterinární lékař z důvodu zařazení této látky mezi

neregistrovaná léčiva v ČR (Polícar a kol., 2014). Z tohoto důvodu se musí stanovit nejdelší možná ochranná lhůta, jako doba před použitím pro lidský konzum na 500 denních stupňů (Kolářová a Svobodová, 2009). Další průběžné veterinární kontroly jsou realizovány v týdenních intervalech. V případě výskytu bakteriálních nemocí se v chovu candáta aplikuje krátkodobá (20 min.) koupel v roztoku Chloraminu v dávce 20 mg. l⁻¹(Polícar a kol., 2014).

2. MATERIÁL A METODIKA

Adaptace rychleného plůdku okounka pstruhového a následný experiment s jeho intenzivním chovem byl uskutečněn v rámci laboratoře Intenzivní akvakultury na Experimentálním rybochovném pracovišti a pokusnictví, Fakulty rybářství a ochrany vod, Jihočeské univerzity.



Obr.4. Odchovné nádrže využívané při adaptaci rychleného plůdku okounka pstruhového (*Micropterus salmoides*) na podmínky RAS a peletované krmivo.

2.1. První fáze diplomové práce-původ rychleného plůdku okounka pstruhového a jeho adaptace na RAS

Použitý rychlený plůdek okounka pstruhového (celková délka TL = $42,1 \pm 3,1$ mm a hmotnost W = $0,4 \pm 0,07$ g) byl nakoupen na začátku července 2017 ze Střední rybářské školy a Vyšší odborné školy vodního hospodářství a ekologie Vodňany. Ryby byly rozděleny po 1700 kusech do tří nádrží (Obr. 4.) o objemu 380 l a hustotě $4,47 \text{ ks.l}^{-1}$. V den nasazení ryby nebyly krmeny. Druhý den po nasazení bylo rybám podáváno 119 g patentek na nádrž, což představovalo 17,5% z biomasy ryb. Třetí den bylo podáváno již suché peletované krmivo Biomar Inicio plus, velikost pelet 0,8 mm v dávce ad libitum. Denní krmná dávka v tomto období představovala cca 15% z biomasy ryb chovaných v nádrži. Světelný režim byl nastaven na sekvence 14 h světla a 10 h tmy s intenzitou osvětlení 100 luxů. Teplota vody byla po celou dobu této fáze na úrovni $24,1^\circ\text{C} \pm 0,4^\circ\text{C}$. Kyslík byl udržovaný na úrovni $85\% \pm 2\%$.

Po 11 dnech byla ukončena adaptace ryb na podmínky RAS, kdy všechny ryby bez problémů přijímaly peletované krmivo. Po období adaptace, následovala 3 období po 105 dnech odchovu, které vedly k produkci experimentálních ryb okounka pro druhou fázi této diplomové práce, porovnávající intenzivní chov okounka pstruhového a candáta obecného, včetně chovu jejich mixované populace. Během všech zmíněných období této části diplomové práce byly dvakrát denně zaznamenávány hodnoty obsahu kyslíku a teploty vody. Dále jednou denně hodnoty pH, dusitany a amoniak. Postup a měřící prostředky jsou popsány v kapitole 2.2.



Obr. 5. Hodinové krmítko využívané ke krmení experimentálních ryb.

Ve všech fázích této diplomové práce, na začátku a konci každého období, byly ryby biometricky měřeny a váženy. U ryb byly zjišťovány následující údaje: celková délka TL a standardní délka těla SL v milimetrech, pomocí speciálního měřítka a vážena individuální hmotnost ryb pomocí laboratorních vah KERN 572-35, 2400g/0,01g; laboratorní váha KERN 440-49A, 6000g/0,1g; EJ-3000 - Váha kompaktní, max. kapacita 3000g/0,1g v gramech s přesností na 0,1 g. Ryby byly před biometrickým měřením uklidněny v anestezii hřebíčkovým olejem v koncentraci 0,03 ml na 1 litr vody. Ze zjištěných biometrických údajů ryb byly následně vypočítávány tyto produkční ukazatele:

Přežití

$$P = \frac{PPR}{PNR} \times 100$$

P = přežití v %, PPR = počet přeživších ryb (ks), PNR = počet nasazených ryb (ks)

Fultonův koeficient

$$FC = \frac{m}{DT^3} \times 100$$

DT = délka těla (cm), m = hmotnost těla (g),

Specifická rychlost růstu

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_0)}{t} \times 100$$

W_t = dosažená hmotnost obsádky, W_0 = počáteční hmotnost obsádky

Koeficient konverze krmiva

$$FCR = \frac{S}{W_t - W_0}$$

S = spotřeba krmiva, W_t = dosažená hmotnost obsádky, W_0 = počáteční hmotnost obsádky

2.2. Původ rychleného plůdku candáta obecného a jeho adaptace na RAS

Experimentální ryby candáta obecného pro účely této diplomové práce byly získány z poloumělého výtěru generačních ryb (TL = 570 ± 42 mm a W 1,45 ± 0,3 kg), které byly hormonálně ošetřeny preparátem Chorulon v dávce 500 IU.kg⁻¹. Vylíhnuté larvy 5 dní po vylíhnutí byly následně vysazeny do produkčního rybníku „Jikernačka“ Rybářství Nové Hrady s.r.o. v počáteční hustotě 150 000 larev na 1 hektar. Po 42 denním odchovu byl z rybníka, pod jeho hrází, vyloven rychlený plůdek candáta obecného, který byl transportován zpět do Vodňan, kde na Experimentálním rybochovném pracovišti a pokusnictví, Fakulty rybářství a ochrany vod, Jihočeské

univerzity, proběhla adaptace ryb a následný odchov až do zahájení experimentu v rámci druhé fáze této diplomové práce podle metodiky Policar a kol. (2014). Detailní odchov násady ryb candáta nebyl v této DP sledován, jelikož už je dobře dokumentován a popsán v jiných diplomových pracích a publikacích.

2.3. Druhá fáze diplomové práce – intenzivní chov okounka pstruhového a candáta obecného v monokultuře či společné obsádce

Druhá fáze experimentu byla zahájena 1.-2.11.2017, kdy bylo vyčleněno 9 čtyřhranných nádrží o rozměrech 101 cm x 100 cm x 59,5 cm o objemu 600 litrů (Obr.6.) v rámci RAS Experimentálního rybochovného pracoviště a pokusnictví, Fakulty rybářství a ochrany vod, Jihočeské univerzity. Tento zmíněný RAS se celkově skládá z 18 odchovných nádrží o jednotném objemu 600 litrů, z mechanického bubnového filtru od firmy IN-EKO Těšnov s.r.o., retenční plastové nádrže o objemu 1500 litrů, z čerpadel, ponořeného fluidního biologického filtru polské výroby, UV zářiče, směšovače kyslíku a rozvodu vody včetně uzavíracích kohoutů. Devět použitých nádrží popsaného RAS bylo použito pro odchov tří testovaných skupin, kdy každá skupina měla tři paralelní opakování (tři nádrže). V rámci této části diplomové práce byl porovnán intenzivní odchov okounka pstruhového a candáta obecného v monokultuře a také ve společné obsádce. První a druhou experimentální skupinou byl odchov ryb okounka pstruhového (skupina „okounek 100%“) a candáta obecného (skupina „candát 100%“) v monokultuře. Třetí skupinou byla (skupina „okounek mix“) a (skupina „candát mix“), kde se chovaly oba druhy společně v poměru 1:1.

Ryby byly nasazeny v následujících počátečních hustotách a velikostech (Tab.1.).

Tab.1. Biometrické údaje obou druhů ryb nasazovaných na začátku experimentu diplomové práce včetně uvedených hmotnostních a kusových hustot.

Parametr	TL (mm)	SL (mm)	W (g)	g.l ⁻¹	ks. l ⁻¹
Okounek 100%	101,95 ±6,9	84,4 ±9,7	11,72 ±1,9	14,54	1,17
Okounek mix	103,82 ±6,4	86,8 ±5,4	12,37 ±1,7	7,22	1,17
Candát 100%	121,7 ±5,5	102,9 ±4,9	12,19 ±1,9	14,5	1,17
Candát mix	122,93 ±5,9	103,95 ±5,1	13,1 ±1,9	7,62	1,17



Obr.6. Používané odchovné nádrže v rámci diplomové práce



Obr.7. Juvenilní okounek pstruhový se znázorněnou TL (celkovou délkou) používanou jako parametr v této práci.



Obr. 8. Juvenilní okounek pstruhový se znázorněnou délkou těla SL používanou, jako parametr při této práci.



Obr. 9. Měření a vážení experimentálních ryb.

Ryby byly do experimentu nasazeny rozříděné s minimálními velikostními rozdíly, které se pohybovaly v rámci individuální hmotnosti ryb od 9 g do 16 g. Při nasazení byla zjišťována procentuální četnost ryb v rámci jednotlivých velikostních skupin po 1g, které byly tvořeny takto: 9;9,1-10,0; 10,1-11,0; 11,1-12,0; 12,1-13,0; 13,1-14,0; 14,1-15,0; 15,1-16,0. Tato četnost byla následně porovnána s konečnou četností jednotlivých hmotnostních kategorií na konci experimentu. Ryby na začátku experimentu byly váženy a měřeny stejně jako v 1. fázi diplomové práce. Ze zjištěných biometrických údajů byly zjištěny stejné produkční ukazatele jako v první fázi diplomové práce. V průběhu odchovu byl v každé nádrži ráno a večer měřen obsah kyslíku pomocí měřícího zařízení YSI ProODO Optical Dissolved Oxygen Instrument (Obr. 10.), který se po celou dobu průměrně pohyboval $100,5 \pm 9,05\%$. Teplota vody byla měřena stejně, jako kyslík dvakrát denně a její hodnoty se průměrně pohybovaly $22,58 \pm 0,75^{\circ}\text{C}$. Hodnoty pH byly měřeny jednou denně pomocí měřícího zařízení WTW

Portable meter ProfiLine pH 3310 (Obr. 11.) a pohybovaly se $6,53 \pm 0,33\text{pH}$. Dusitany byly měřeny pomocí přenosné rybářské soupravy, která obsahuje dva roztoky (1. roztok: kyselina sulfanilová a 2. roztok: N-(1-naftyl) ethylendiamin -NED) a následně, dle barevné škály, porovnány pro orientační stanovení dusitanového dusíku $\text{NO}_2\text{-N}$. Dusitanový dusík byl dále přepočítáván dle níže uvedeného vzorce na dusitany: $1\text{mg NO}_2\text{-N} = 3,28 \text{ mg NO}_2^{-1}$. Obsah dusitanů se průměrně průběhu celého odchovu pohyboval v rozmezí $0,31 \pm 0,058 \text{ mg.l}^{-1}$.



Obr.10.

YSI ProODO Optical Dissolved
Oxygen Instrument

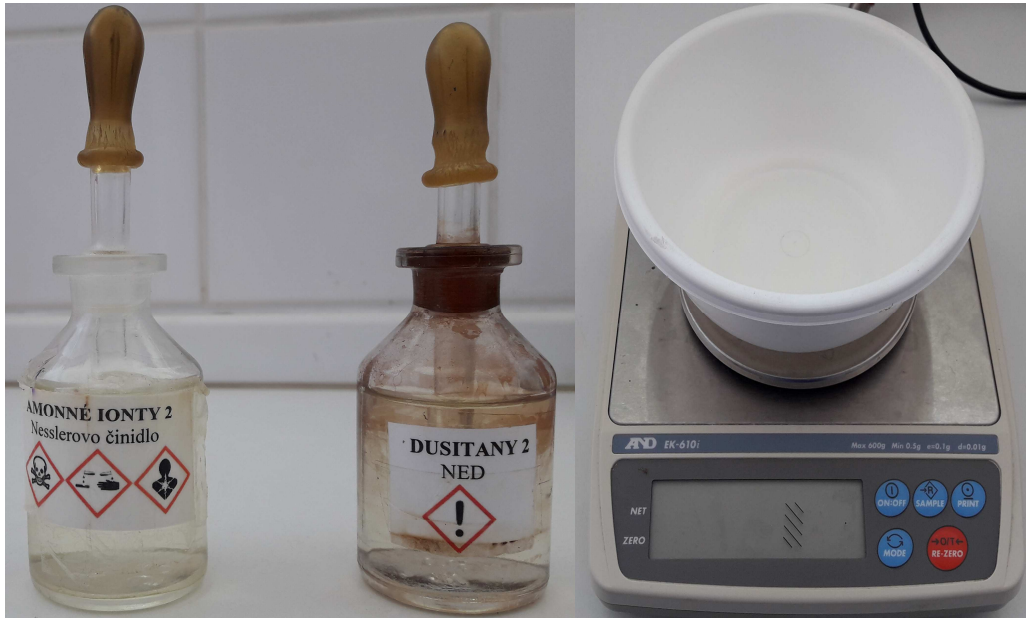


Obr.11.

WTW Portable meter ProfiLine pH 3310

Toxická forma amoniakálního dusíku NH_3 byla přepočítávána z hodnot N- NH_4^+ potažmo NH_4^+ získaných pomocí přenosné rybářské soupravy obsahující a využívající titrace pomocí roztoku Seignetovy soli a Nesslerova činidla. Pomocí této metody byla zjištěna koncentrace N- NH_4^+ , která byla přepočtena následovně na koncentraci NH_4^+ : $1 \text{ mg N-NH}_4 = 1,29 \text{ mg NH}_4$. Koncentrace NH_4^+ byla dle tabulky zhodnocující závislost obsahu NH_3 na teplotě a pH přepočtena na NH_3 . Získané

hodnoty NH_3 se po celou dobu experimentu pohybovaly v rozmezí $0,00071 \pm 0,0005 \text{ mg.l}^{-1}$.



Obr.12 na obrázku vlevo jsou lahvičky z přenosné rybářské soupravy sloužící k určování množství N- NH_4^+ a $\text{NO}_2\text{-N}$, na pravé části obrázku je váha, která byla použita při vážení jednotlivých kusů chovaných ryb.

Jako krmení bylo použito Biomar Inicio Plus smíchané v poměru jedna ku jedné o velikosti 1,5 a 2,0 mm v množství 2% z biomasy, které bylo obohaceno vitamínem C v podobě přípravku Roboran – vitamín C 100% (výrobce UNIVIT s.r.o.) v dávce 15 g přípravku. kg^{-1} krmiva. Krmné dávky nebyly aktualizovány, jelikož přelovení ryb nebylo realizováno v průběhu odchovu z důvodu negativního vlivu na sociální chování ryb, ovlivňující růst a četnost velikostních skupin odchovávaných ryb. V průběhu experimentu byla sledována spotřeba krmiva na jednotlivých nádržích a následně, na konci experimentu, byl vypočítán koeficient konverze krmiva (FCR v g.g^{-1}), podobně jako tomu bylo v 1. fázi diplomové práce. FCR byl počítán jen z předkládaného krmiva, jelikož nebylo možné sledovat zbytky nepřijátého krmiva rybami (Policar a kol., 2014). U skupiny mix bylo v dané nádrži spočítáno FCR pro candáta a okounka vydělením spotřebovaného krmiva dvěma a tak bylo zjištěno spotřebované krmivo na jednotlivý

druh. S přírůstkem biomasy u každého druhu bylo počítáno dle získaných biometrických parametrů. Dále v průběhu odchovu byla sledována mortalita odchovávaných ryb a z této evidence bylo vypočítáno přežití ryb stejným způsobem jako ve fázi 1 diplomové práce.



Obr. 13. Candát obecný umístění na síť v průběhu přelovení na konci experimentu

Na konci odchovu byly všechny nádrže vyloveny, spočítány přeživší ryby, které byly všechny následně individuálně zváženy (již popsáním způsobem), pro stanovení konečné četnosti velikostních skupin odchovávaných ryb. Dále, u vzorku 33 ks ryb každého druhu z dané nádrže byla udělána detailní biometrika TL, SL a W. Z těchto biometrických údajů byly následně zjištěny tyto produkční ukazatele: SGR (Specifická rychlost růstu), FC (Fultonův koeficient), dle výše uvedených vzorců z 1. fáze diplomové práce a přírůstek biomasy, který byl zjištěn pomocí rozdílu mezi konečnou biomasou a biomasou na začátku experimentu v dané nádrži.

2.4. Chovatelské zásahy provázející průběh druhé fáze experimentu

V průběhu odchovu tří experimentálních skupin byl v pravidelných intervalech sledován zdravotní stav ryb u čerstvě uhynulých ryb (především candátů, jelikož okounci byli víceméně bez úhynů). V případě výskytu parazitárních či bakteriálních nemocí byl zvolen následující léčebný postup, s cílem ochránit chované ryby před masovým úhynem.

9.11. došlo k veterinárnímu vyšetření uhynulého jedince candáta MVDr. Jitkou Kolářovou a byl prokázán kožovec + větší prokrvení ledviny. Následně byl aplikován formaldehyd do systému v dávce 600 ml.

10.11. následovala další aplikace formaldehydu do systému v dávce 300 ml.

12.11. zjištěn v nádrži na stejné vodě u kaprů nález žábrolístů a následovala aplikace 600 ml formaldehydu do systému.

14.11. další dávka formaldehydu do systému 300 ml po nález žábrolístů u kapra

6.12. úhyn 32 ks candáta z důvodu zvýšené bakteriální infekce – koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně

7.12. koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně

8.12. koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně

14.12 koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně

19.12. koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně

20.12. přidáno 25 kg soli do systému z důvodu zvýšeného úhynu candáta následkem bakteriální infekce na některých nádržích a následná koupel chloramin 12 g na nádrž - všechny nádrže preventivně

21.12. koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně

22.12. koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně

28.12. koupel chloramin 12 g na nádrž – všechny nádrže preventivně.

2.5. Statistické zpracování výsledků

Pro ověření normálního rozdělení získaných dat byl použit Shapirův-Wilkův test. Rozdíly v parametrech TL,SL,W byly porovnány pomocí one-way ANOVA a následně Tukey's post-hoc test pro určení rozdílů mezi testovanými skupinami v průběhu druhé fáze diplomové práce. The Kruskal–Wallis non-parametric ANOVA test byl použit pro zhodnocení produkčních ukazatelů SGR a FCR. Všechny analýzy byly provedeny pomocí software “Statistica 13, StatSoft, Inc.”. U všech testů byl stanoven stupeň významnosti $p < 0.05$. Všechny výsledky jsou uváděny jako průměr \pm směrodatná odchylka.

3. VÝSLEDKY:

3.1. Adaptace a počáteční intenzivní odchov okounka pstruhového

Okounek pstruhový během první části experimentu dosáhl následujících hodnot produkčních ukazatelů (Tab.2.) vyplývajících ze získaných biometrických dat.

Tab.2. parametry TL,W, přežití v procentech , FC, SGR a FCR zjištěné při nasazení 4.7.2017 a dále vždy na konci každého období.

Parametr	TL (mm)	W (g)	Přežití %	FC	SGR	FCR
Nasazení 4. 7. 2017	4,21 \pm 3,1	0,4 \pm 0,07	99,5 \pm 0,1	0,54		
Adaptace 5.7-16.7.	5,68 \pm 3,3	1,9 \pm 0,8	92,5 \pm 1,5	1,04	14,16	
1. období 17.7-21.8.	7,95 \pm 5,6	6,65 \pm 1,3	90 \pm 2	1,32	3,48	1,8
2. období 21.8-25.9.	90,1 \pm 7,5	8,4 \pm 1,16	89,5 \pm 2,1	1,15	0,67	1,6
3. období 25.9-30.10.	114,3 \pm 8,1	15,4 \pm 2,7	88 \pm 2,2	1,03	1,73	1,6

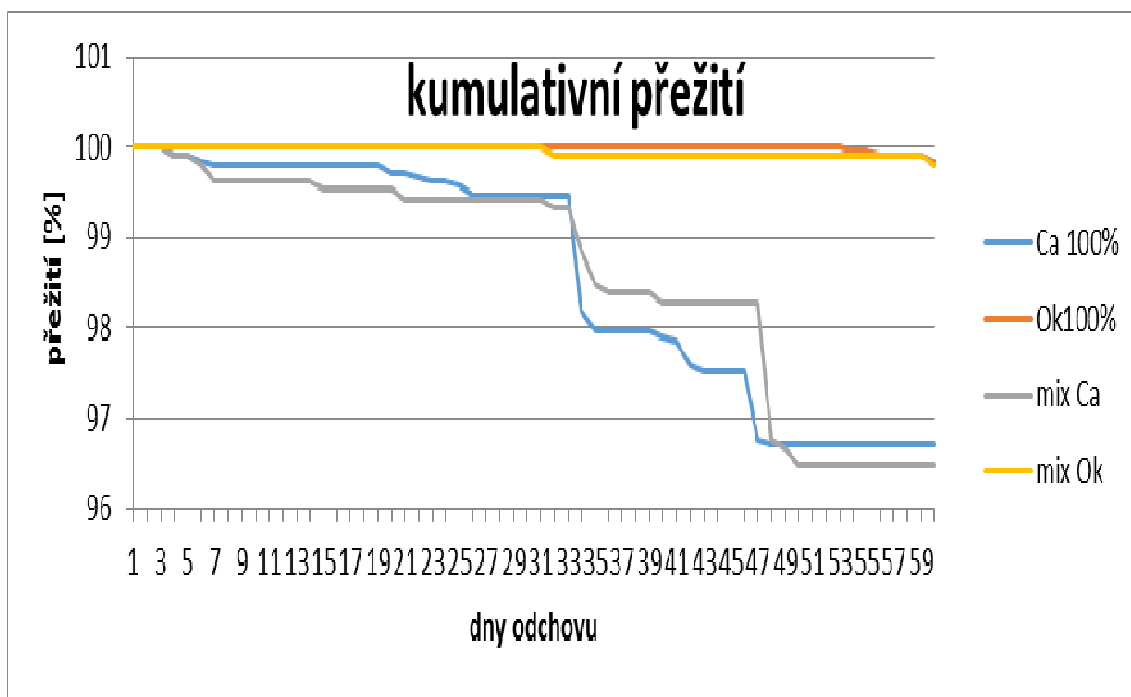
3.2. Intenzivní chov okounka pstruhového a candáta obecného v monokultuře či společné populaci

3.2.1. Kumulativní přežití

Za šedesát dní druhé fáze experimentu byl zjištěn denní úhyn u všech kategorií ryb-candát 100%, okounek 100%, candát mix, okounek mix a z těchto získaných dat bylo vypočítáno kumulativní přežití v % viz. (Graf. 2.). Okounek měl perfektní přežití v obou variantách 100% i mix viz. (Tab. 3.). Candát měl při porovnání skupin monokultur (Candát 100% a Okounek 100%) přežití nižší o 3,16% a mezi skupinami (Candát mix a Okounek mix) bylo přežití candáta nižší o 3,33%. Nižší přežití candáta je způsobeno jeho vyšší citlivostí na stres a bakteriální onemocnění.

Tab. 3. hodnoty přežití vycházející z počtů ryb vylovených na konci experimentu.

Skupiny	Candát 100%	Okounek 100%	Candát mix	Okounek mix
Přežití %	96,7	99,86	96,48	99,81



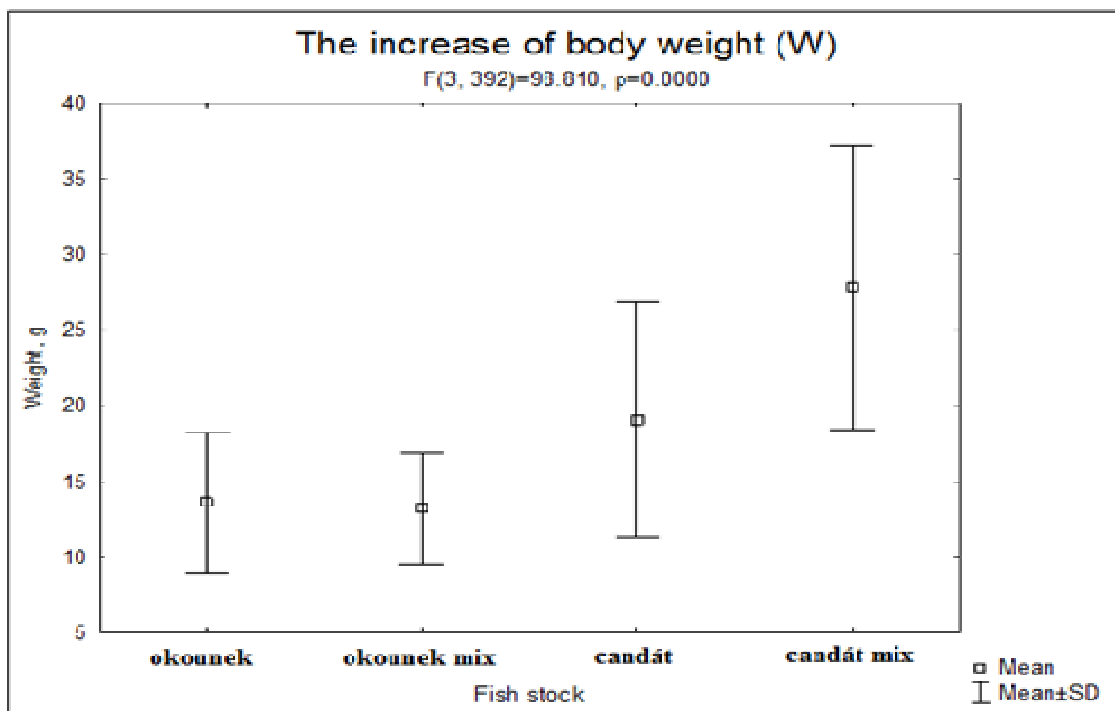
Graf. 2. Kumulativní přežití jednotlivých testovaných skupin.

V grafu znázorňujícím kumulativní přežití (Graf.č.2.) v procentech jsou nápadné tři úseky u candáta obecného. První úsek zaznamenává jen mírný pokles přežití způsobený sporadickými úhyny jednotek kusů zapříčiněnými různými přirozenými vlivy – vyskočením z nádrže, mechanické poškození při manipulaci atd... pravděpodobně díky včasnému zákroku při vyšetření jednoho uhynulého kusu candáta MVDr. Jitkou Kolářovou s nálezem kožovce 7. den odchovu. Následovala aplikace formaldehydu do systému v dávce 600 ml a následně 300ml. První zlom v přežití přichází 34. den odchovu, kdy došlo k většímu úhynu 32 ks candáta obecného a následovaly chloraminové koupele při koncentraci 12 g na nádrž ve třech jednodenních opakováních. Z dalšího průběhu grafu je evidentní pozitivní účinek koupelí na přežití candáta. Následující masivnější úhyn se objevil 47.– 48. den, kdy uhynulo celkem 35 ks candáta a následovaly chloraminové koupele v koncentraci 12 g na nádrž. Do konce experimentu již nedošlo k žádným výraznějším úhynům. Okounek pstruhový vykazuje vysokou míru přežití, která naznačuje jeho vyšší odolnost při chovu v RAS. Veškeré úhyny okounka byly čistě náhodné.

3.2.2. Další produkční ukazatelé v podobě TL, SL, W, SGR, FC a FCR

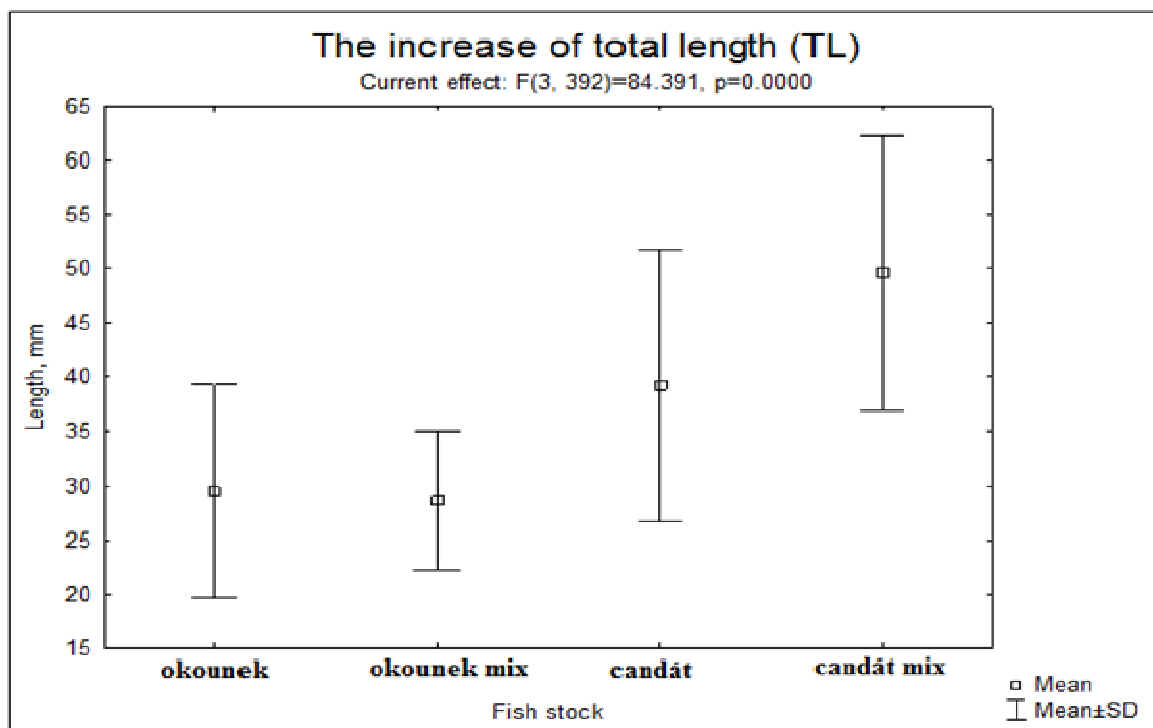
Tab. 4. Průměrné hodnoty se směrodatnou odchylkou u parametrů TL, SL,W,SGR,FC,FCR a celkový přírůstek absolutní biomasy pro každou sledovanou skupinu.

Skupina	Candát 100%	Okounek 100%	Candát mix	Okoune k mix
Celková délka (TL v mm)	160,94 ±11,45	131,47 ±8,11	172,53 ±11,46	132,43 ±7,36
Délka těla (SL v mm)	138,25 ±10,7	109,59 ±6,29	147,55 ±10,83	110,79 ±6,31
Hmotnost (W v g)	31,29 ±7,58	25,36 ±4,53	40,92 ±9,35	25,59 ±4,34
SGR (%.d ⁻¹)	1,54 ±0,48	0,91 ±0,71	1,88 ±0,43	1,2 ±0,27
Fultonův koeficient (FC)	0,74 ±0,05	1,11 ±0,14	0,78 ±0,09	1,09 ±0,04
FCR (g.g ⁻¹)	1,01 ±0,04	1,35 ±0,08	0,67 ±0,03	1,39 ±0,17
absolutní biomasa přírůstek (g)	34787	26366	26231	12827



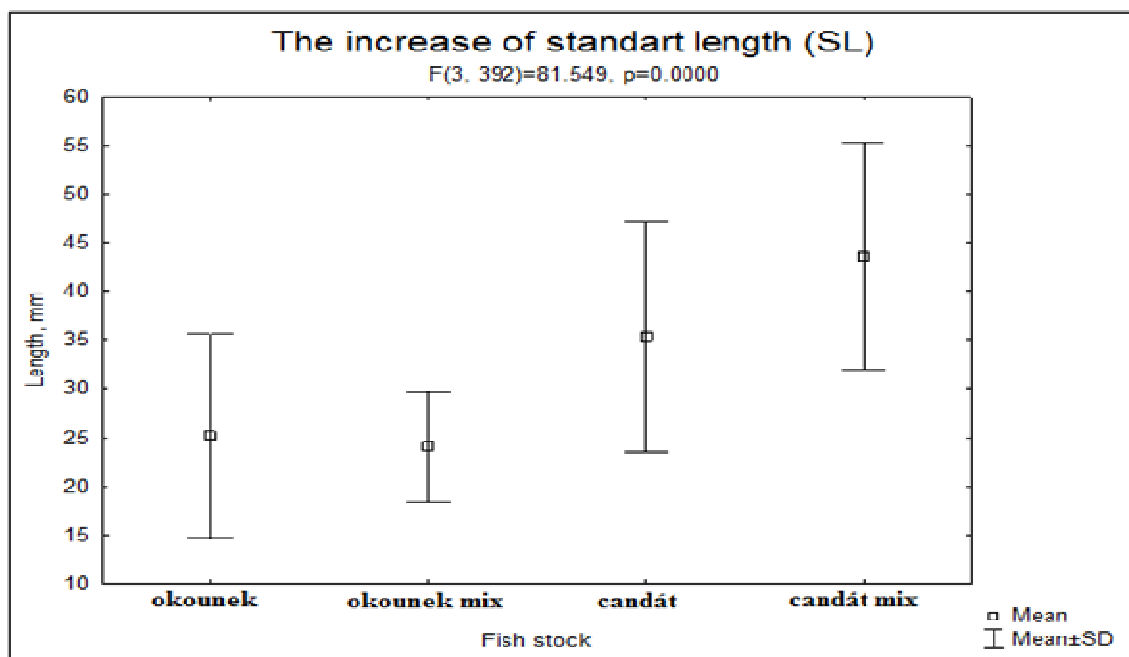
Graf. 3. Porovnání hmotnostního kusového přírůstku u sledovaných skupin okounek 100%, okounek mix, candát 100%, candát mix.

Průměrný hmotnostní kusový přírůstek jednotlivých skupin okounek 100%, okounek mix, candát 100%, candát mix byl porovnán v grafu č. 3. Candát obecně měl vyšší přírůstek než okounek. Rozdíl v rámci obsádek okounek 100% a okounek mix nebyl výrazný 14 ± 5 g a 13 ± 4 g, ale mezi kategorií candát 100% a candát mix je znát výrazný posun. Candát mix dosáhl v průměru 29 ± 9 g v porovnání s candátem 100% 19 ± 8 g.



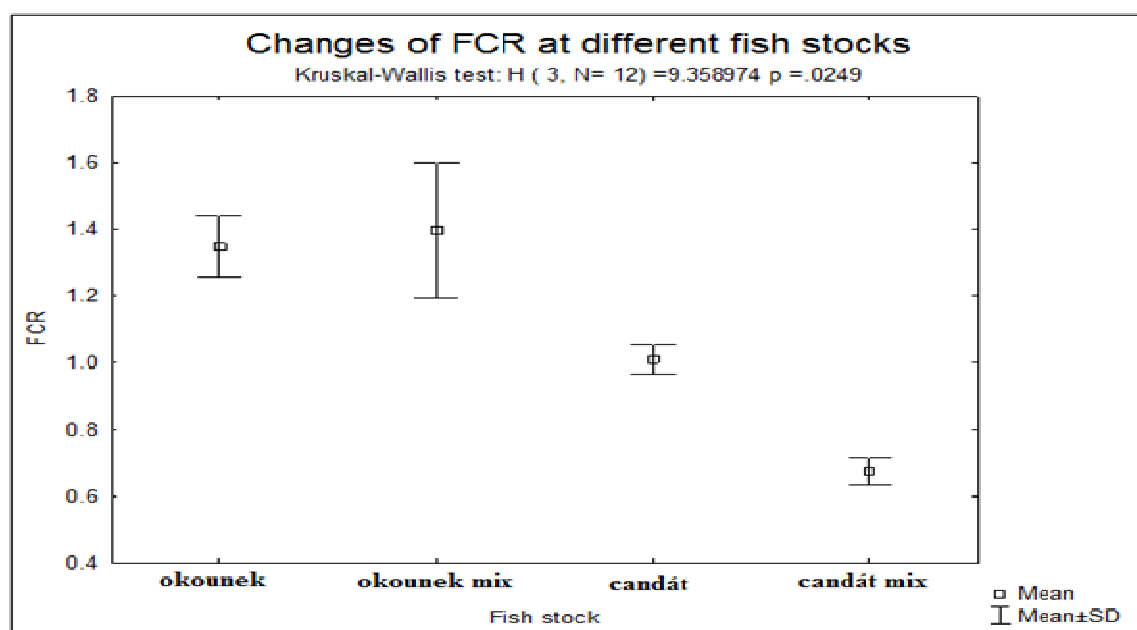
Graf. 4. Tento graf znázorňuje porovnání celkové délky (TL) u jednotlivých sledovaných skupin.

Při zhodnocení parametru celková délka (TL) v grafu č. 4. je opět vidět minimální rozdíl mezi okounkem 100% a okounkem mix $29,5 \pm 9,75$ mm a $28,6 \pm 6,3$ mm. Candát 100% a candát mix dorostl celkové délky TL= $39,23 \pm 12,45$ mm a $49,59 \pm 12,51$ mm.



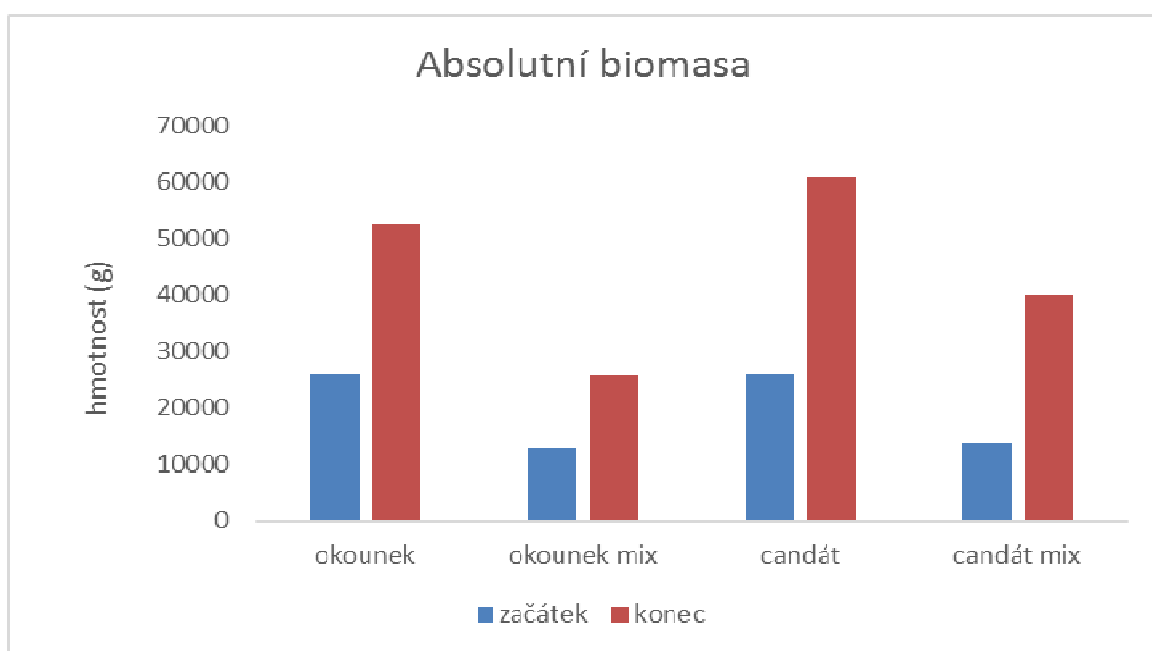
Graf. 5. Tento graf znázorňuje porovnání délky těla (SL) mezi jednotlivými sledovanými skupinami.

Přírůstek délky těla (SL) graf. 5. měl podobnou tendenci, jako u předchozích sledovaných parametrů. Okounek 100% a okounek mix dosahovali 25 ± 10 mm a 24 ± 6 mm. Candát 100% a candát mix opět zaznamenali vyšších hodnot než okounek 35 ± 12 mm a 44 ± 12 mm.



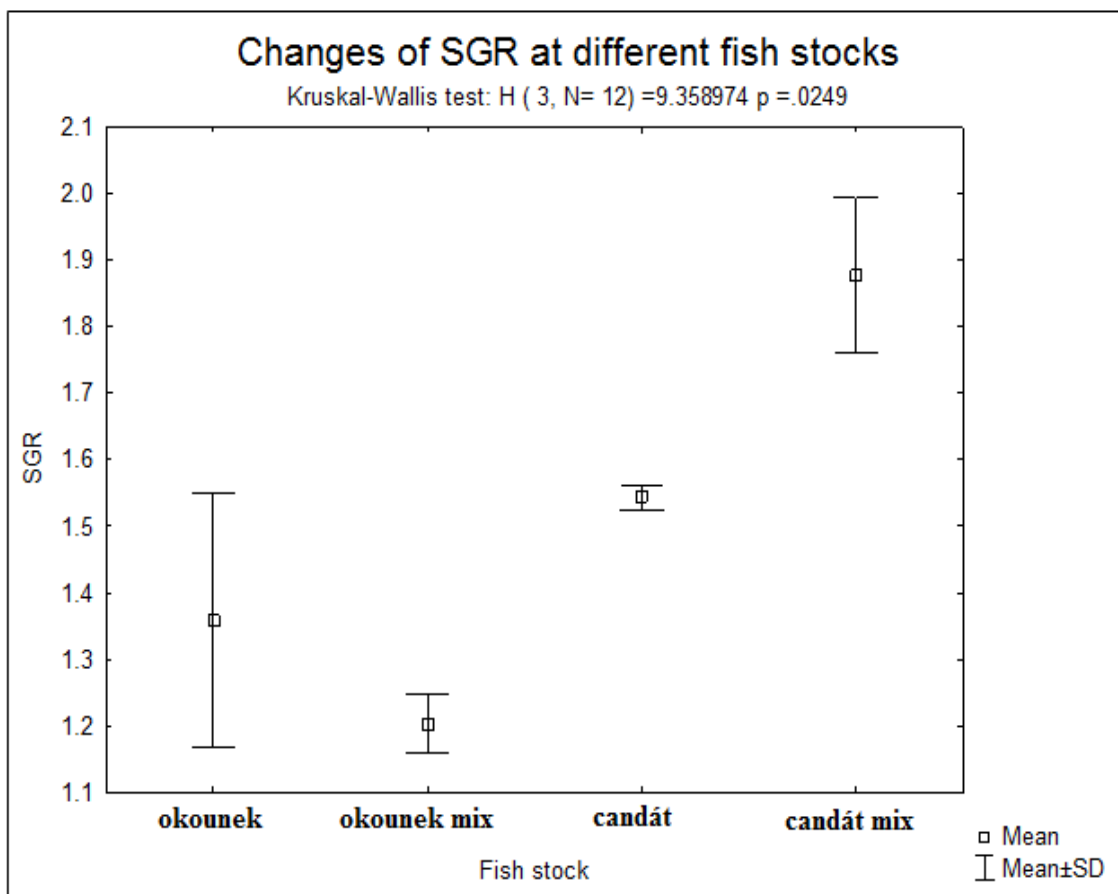
Graf. 6. Tento graf znázorňuje porovnání hodnot FCR mezi sledovanými skupinami obsádek.

Zhodnocení produkčního ukazatele FCR v grafu č. 6. se ukazuje, jako skupina dat s inverzním vývojem oproti dosud zmiňovaným parametrům. Candát mix má nejnižší hodnotu $0,67 \pm 0,03 \text{g.g}^{-1}$ zatím co okounek mix dosahuje nejvyšší hodnoty $1,40 \pm 0,17 \text{g.g}^{-1}$. Tento ukazatel může být v případě mixovaných obsádek mírně zkreslený, díky neznámé míře příjmu krmiva mezi jednotlivými druhy a pevně stanovenému rozdělení velikosti krmné dávky 1:1.



Graf. 7. Tento graf znázorňuje celkovou biomasu u jednotlivých sledovaných skupin obsádek na začátku experimentu modré sloupce a na konci experimentu červené sloupce.

Největší přírůstek absolutní biomasy dle grafu č. 7. byl u candáta mix 191,16%, další hodnoty byly u candáta 100% 133,24%, okounek mix 98,64%, okounek 100% dosáhl hodnoty 100,76%.



Graf.8. Tento graf znázorňuje hodnotu SGR a porovnává jí mezi jednotlivými sledovanými skupinami obsádek.

Porovnání dalšího produkčního ukazatele SGR graf.č.8. ukázalo, že u candáta mix byla hodnota $1,88 \pm 0,09\% \cdot d^{-1}$, candát 100% $1,54 \pm 0,015\% \cdot d^{-1}$, okounek mix $1,2 \pm 0,036\% \cdot d^{-1}$, okounek 100% $0,91 \pm 0,64\% \cdot d^{-1}$.

3.2.3. Etologie

Jedním z nejzajímavějších faktorů zjištěných při tomto experimentu, je odlišná povaha druhu okounka pstruhového z etologického pohledu, v porovnání s candátem obecným. Candát obecný je velmi plachý, viz. Obr.14., který zachycuje chování candáta po přelovení a převážení na konci experimentu. Candát se díky své plachosti během odchovu zdržuje převážně u dna nádrže. Ve většině případů ani nevyjíždí k hladině při

krmení. V mixované obsádce se candát chová klidněji a lépe využívá odchovnu nádrž, přijímá krmivo a lépe roste. Toto je prokázáno ve většině výše uvedených parametrů, jako jsou TL,SL,W, ale i SGR. Okounek pstruhový daleko více využívá celý vodní sloupec, obrázek 16. a při krmení aktivně vyjíždí k hladině. Reakci na stres okounka pstruhového, ve smíšené obsádce s candátem zachycuje obrázek 15., vyfocený ve stejném čase po přelovení, jako obrázek 14. Okounek zvyklý na podmínky chovného prostředí v RAS vykazuje vyšší odolnost proti stresu než candát obecný chovaný ve stejných podmínkách.



Obr.14. Reakce candáta na stres po přelovení.



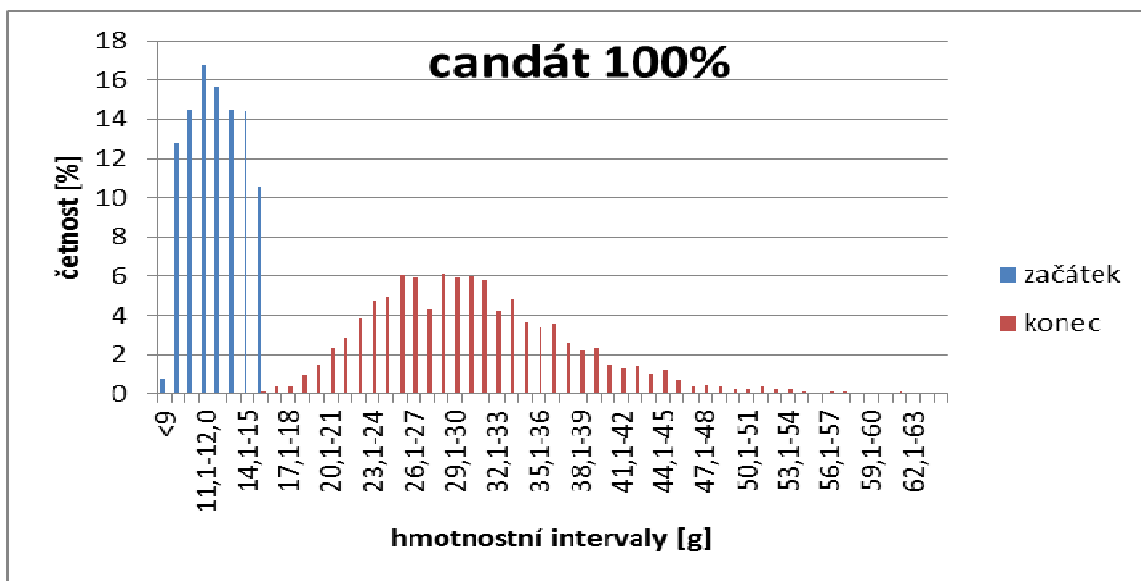
Obr. 15. Reakce ryb v nádrži u mixované obsádky po přelovení.



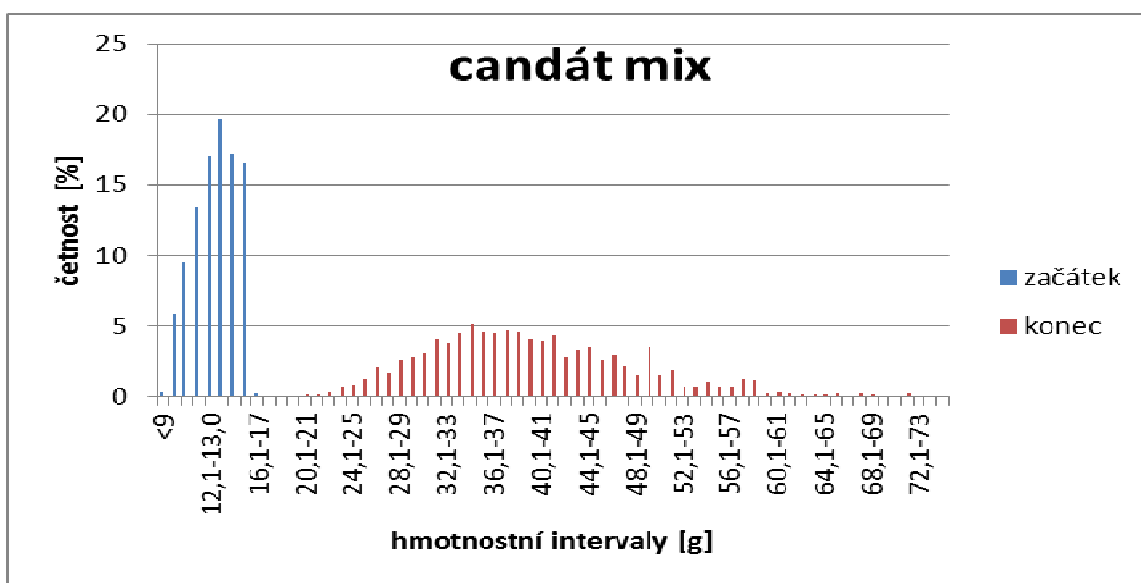
Obr. 16. Obrázek zachycující okounky využívající celý vodní sloupec.

3.2.4. Četnost hmotnostních kategorií chovaných ryb

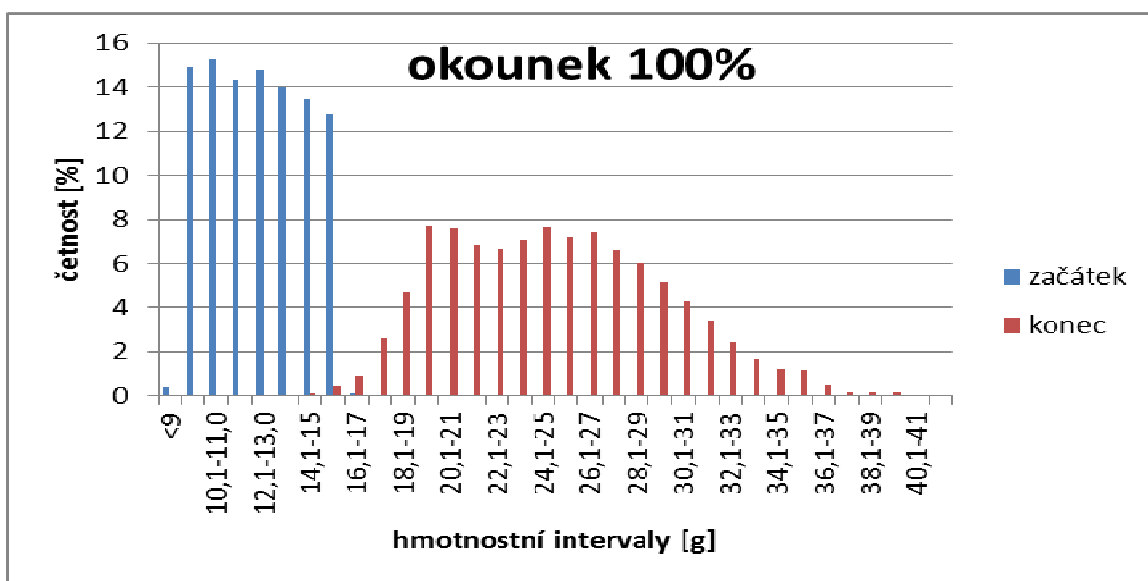
Porovnání procentuální četnosti zastoupení jednotlivých hmotnostních skupin v rozestupech po 1g u zkoumaných kategorií ryb - candát 100%, okounek 100%, candát mix, okounek mix je znázorněno na grafech č.8–11. Modrá část grafu představuje váhové rozložení 9 – 16 g, kterého bylo docíleno výběrem a převážením každé ryby za účelem získání co nejvyrovnanější obsádky pro začátek experimentu. Na konci druhé fáze byla převážena celá obsádka ryb po jednotlivých kusech a ze získaných dat byla vypočítána červená část grafu. U všech grafů je evidentní jasná tendence rozrůstání velikosti ryb u každé obsádky, i přes počáteční hmotnostně vyrovnané nasazované ryby. Můžeme vyčíst určitý rozdíl mezi obsádkou okounka pstruhového a candáta obecného. U skupiny okounek mix se hodnoty pohybovaly v úseku 14,1 – 39 g, kdy největší procento ryb 82,8% se pohybovalo v rozmezí 18,1-30g. Skupina okounek 100% měla hodnoty rozptýlené od 14,1 – 42 g a největší procento 76% ryb se pohybovalo v rozmezí 19,1-30g. Candát mix měl o něco širší rozpětí hodnot 12 -75g a největší procentuální zastoupení bylo 48,4% u hodnot 31,1-42g. Candát 100% se pohyboval v rozmezí 11,1-65g a největší procentuální zastoupení 35,9% bylo v rozmezí 25,1-32 g. Z výše uvedených hodnot vyplývá vyšší tendence candáta k rozrůstání a s tím spojená vyšší náročnost na pravidelné velikostní třídění obsádky z důvodu prevence proti kanibalismu.



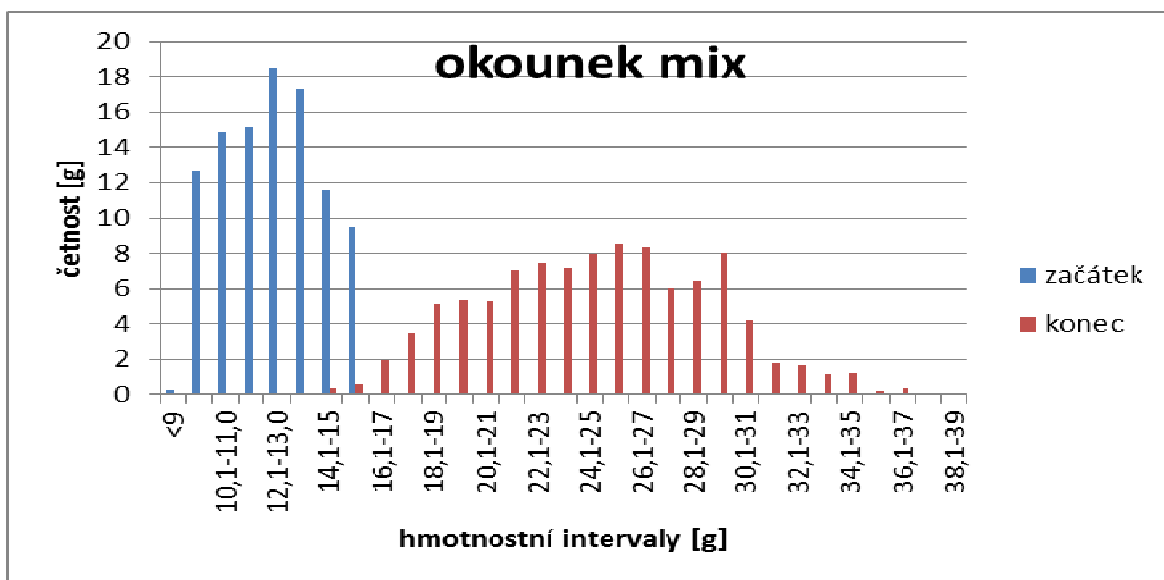
Graf. 8. četnost zastoupení jednotlivých váhových kategorií po 1g u sledované skupiny Candát 100%, kdy modrá část znázorňuje váhový rozptyl 9-16g při nasazení do nádrží a červená část stav při konečném přelovení.



Graf. 9. četnost zastoupení jednotlivých váhových kategorií po 1g u sledované skupiny Candát mix, kdy modrá část znázorňuje váhový rozptyl 9-16g při nasazení do nádrží a červená část stav při konečném přelovení.



Graf. 10. četnost zastoupení jednotlivých váhových kategorií po 1g u sledované skupiny Okounek 100%, kdy modrá část znázorňuje váhový rozptyl 9-16g při nasazení do nádrží a červená část stav při konečném přelovení.



Graf. 11. četnost zastoupení jednotlivých váhových kategorií po 1g u sledované skupiny Okounek mix, kdy modrá část znázorňuje váhový rozptyl 9-16g při nasazení do nádrží a červená část stav při konečném přelovení.

4. DISKUZE

Z literatury vyplývá, že u okounka pstruhového menší velikost násadového materiálu urychluje adaptaci na peletované krmivo, kdy při srovnání dvou velikostních kategorií okounka 13 mm a 174 mm se adaptace urychlila o 10 dní (Bondari, 2008). Adaptace okounka pstruhového na peletované krmivo se v této diplomové práci prokázala, jako bezproblémová při počáteční velikosti plůdku okolo 5 mm trvala 11 dní.

Při porovnání získaných dat během této diplomové práce byl na první pohled značný rozdíl v přežití mezi candátem a okounkem pstruhovým obecně. Juvenilní candát obecný je velmi citlivý na stres (Lund a Steinfeldt, 2011), a z toho plynoucí bakteriální infekce. Okounek pstruhový během odchovu vykazoval zdatelně vyšší odolnost s téměř stoprocentním přežitím. Okounek vykazuje vyšší citlivost na manipulaci a následné zdravotní problémy při teplotách nad 30°C (Sloane a Lovshin, 1995) a při teplotách pod 13°C (Tidwell a kol., 2000) .

Okounek pstruhový se zdá být velmi podobný v citlivosti na hodnoty rozpuštěného kyslíku a obsahu amoniaku ve vodě jako sumeček kanálový (*Ictalurus punctatus*), (Palachek a Tomasso, 1984). Zdravý okounek není v chovu o nic náročnější než výše zmiňovaný sumeček, ale v porovnání kvality masa je srovnatelný s candátem obecným.

Candát obecný je u nás největším zástupcem čeledi okounovitých (Lusk a kol., 1992) tedy v porovnání s okounkem druh dorůstající větších rozměrů. Tento fakt je pravděpodobně jedním z důvodů proč v této práci má lepší růstové vlastnosti než okounek pstruhový.

Rozdíl ve výsledcích mezi jednotlivými skupinami může být zapříčiněn různými faktory. Okounek pstruhový má jinou kompozici těla v porovnání s candátem, která se vyznačuje vyšší tělesnou stavbou (Godbout a kol., 2009) a to může být jeho výhoda při měření výtěžnosti masa při filetování. Dalším limitem pro okounka při porovnání v růstových parametrech s candátem bude teplota vody. Výše zmíněná ideální teplota 26 °C (Tidwell a kol., 2003) pro okounka nebyla v tomto experimentu dosažena z důvodu citlivosti candáta na bakteriální onemocnění, která se vyskytují ve vyšší míře po dosažení teploty 23°C. Tato teplota se pro candáta blíží růstovému optimu (Policar a kol., 2014). Všechny produkční ukazatele zmíněné ve výsledcích této práce naznačují,

že okounek pravděpodobně nikdy nebude dosahovat stejné rychlosti růstu, jako candát obecný. Existují však možnosti, které mohou produktivitu okounka ještě zvyšovat. Například chov při vyšších teplotách (Tidwell a kol., 2003) nebo chov pod umělým osvětlením (Petit a kol., 2003).

Statisticky zpracovaná data W, TL,SL,FCR,SGR, která byla porovnáována mezi jednotlivými skupinami obsádek, poukazují na jednotný vývoj. Okounek rostl o něco pomaleji a to průměrně na kus $TL=131,47\pm 8,11$ mm s výrazně lepším přežitím přesahujícím 99%, oproti candátovi, který za sledovaný časový úsek obecně dosáhl lepších výsledků průměrně $TL=160,94\pm 11,45$ mm, ale s nutností neustálého sledování zdravotního stavu s nezbytnými zásahy pomocí koupelí především proti bakteriálním infekcím popsaným výše. Výrazně se od zbytku sledovaných obsádek odlišuje skupina candát mix., která jednoznačně dosáhla nejlepších růstových výsledků.

Okounek pstruhový pravděpodobně díky své povaze chování zastínil hladinu a tím dodal candátovi vyšší míru klidu pro příjem krmiva, které propadlo skrze výše položené okounky. Nižší míra plachosti okounka a pravděpodobně také převaha candáta obecného v tělesných rozměrech „přidala na sebevědomí“ candátovi, který následně projevoval větší zájem o krmení. Toto by z mého pohledu mohlo být předmětem dalšího zkoumání v různých kombinacích. Například by mohla být další práce zaměřena na zjištění jaké procento okounka ve smíšené obsádce s candátem má ještě tyto účinky. Teoreticky, pokud by se prokázalo, že i nižší procenta okounka mají stejný efekt na růst candáta, mohl by se okounek využívat pro zefektivnění jeho odchovu s bonusem zisku tržního okounka.

Skupiny okounek 100% a okounek mix. v porovnání s candátem nedosáhly tak vysokých hodnot v žádném parametru a působily velmi vyrovnaně. Vysoké přežití u okounka naznačuje, že toto bude jeho komparativní výhoda oproti candátovi. Vyšší ztráty u rychleji rostoucího candáta mohou na konci odchovu zmírnit menší přírůstky okounka s minimální mortalitou při odchovu. Přírůstek biomasy u Candáta 100% byl o 31,9% vyšší než u Okounka 100%, i když průměrný kusový váhový přírůstek byl u candáta o 35,7% vyšší než u okounka.

Parametr FCR potvrdil, že skupinou s nejlepšími výsledky byl Candát mix s hodnotou $0,67\pm 0,03g.g^{-1}$. Druhá nejnižší hodnota byla u skupiny Candát 100% a to

1,01±0,04 g.g⁻¹. U candáta obecného se ve studii (ZAKĘŚ, 2006) pohybovala hodnota FCR okolo 1,17 g.g⁻¹ a dle metodiky (Policar a kol., 2014) byla nejlepší hodnota FCR okolo 0,93 g.g⁻¹. Námi vypočítaná hodnota FCR pomocí rozdělení krmné dávky 1:1 u skupiny Candát mix je nejspíš o něco nadhodnocená. Díky mixované obsádce se nedá oddělit přesné množství zkonsumovaného krmiva candátem od množství spotřebovaného okounkem. Candát pravděpodobně spotřeboval více krmiva než okounek díky své větší velikosti, a tedy i skutečná hodnota FCR bude o něco vyšší. Hodnota FCR u skupiny Okounek 100% byla 1,35±0,08 g.g⁻¹ a u Okounka mix byla 1,39±0,17 g.g⁻¹. Zde došlo pravděpodobně k opačnému efektu rozdělení krmné dávky 1:1 a to mírným zhoršením hodnoty FCR u Okounka mix. Reálná hodnota se nejspíše blíží stejnému číslu, jako u skupiny Okounek100%. Zde se potvrzuje, že zatím co přítomnost okounka na candáta měla pozitivní vliv na jeho konverzi krmiva, okounek na přítomnost candáta nereagoval.

Fultonův koeficient v této práci u skupiny Okounek 100% vychází FC=1,11±0,14 a u Candáta 100% vychází FC= 0,74. Běžná hodnota FC pro juvenilního candáta obecného v RAS se pohybuje v rozmezí hodnot 0,7 – 0,9 (Steinberg a kol.,2017). Okounek byl po celou dobu odchovu ve velmi dobré kondici, ale takovýto rozdíl bude pravděpodobně zapříčiněn i rozdílnou stavbou těla okounka. Zdravotní stav ryb byl pod neustálým dohledem a při každém úhynu či změně chování candáta bylo nezbytné přikročit k opatřením. V našem případě se jednalo o prokázanou bakteriální nákazu a výskyt kožovce u uhynulého candáta obecného v prvních dnech po zahájení. Následovala aplikace 600ml formaldehydu do systému za dodržení ochranné lhůty 500 denních stupňů (Kolářová a Svobodová, 2009), či výše zmiňované chloraminové koupele (Policar a kol., 2014).

Důležitou součástí chovu candáta obecného je pravidelné přelovování a velikostní třídění ryb z důvodu prevence proti kanibalismu a dominanci větších jedinců, kteří nepustí ke krmení ty menší a tím se rozdíl zvyšuje (Policar a kol., 2014). Během 60 dní druhé fáze mé práce došlo k tomu, že vytríděná obsádka s rozmezím kusové hmotnosti 9-16g se značně rozrostla u všech sledovaných skupin. Dle vyhodnocení četnosti váhových skupin po 1 g se ukázalo, že candát se rozrůstal v porovnání s okounkem o něco více. Okounek 100% se pohyboval mezi 14,1 – 42 g a candát 100% se pohyboval

mezi 11,1 – 65g. Okounek pstruhový v mixovaných obsádkách se rozrůstal nejméně, kdy největší procento ryb 82,8% se pohybovalo v rozmezí 18,1-30g.

Systém RAS poskytuje řadu výhod při chovu ryb, umožňujících maximální využití růstového potenciálu chovaného druhu. Například téměř absolutní kontrolu nad chovným prostředím, tedy teplota, kvalita vody, kontrola nad příjmem krmiva, kontrola nad rozvojem nebezpečných onemocnění umožňující rychlý a efektivní zásah (Bregnballe, 2015). I přes možnost využití těchto vyspělých technologií nejsme schopni zabránit občasným hromadným úhynům, které patří díky velké akumulaci ryb na jednom místě k největším strašákům pro každého podnikatele v tomto oboru.

Chov okounka v RAS má jistě rezervy, jak v odchovu větších jedinců pro sportovní rybářské revíry nebo jezírkaře spojený s mimosezónními výtěry okounka, tak v produkci tržních okounků okolo 500 g. V našich podmínkách je ještě jeden důležitý fakt pravděpodobně ovlivňující výsledky odchovu okounka pstruhového v RAS a to je původ okounků v Evropě z velmi omezeného množství dovezených jedinců. Je možné, že u nás chovaný okounek se za desítky let chovu v našich podmínkách geneticky liší od původně dovezených exemplářů.

Motivace pro intenzivní chov této krásné ryby může být i nahlédnutí na trh k našim sousedům do Německa. Jeden kus okounka 15-20 cm v jezírkařském obchodě tam stojí 12,95 Eur s daní (Fischfarm, 2018).

5. ZÁVĚR:

Tato práce byla primárně zaměřena na ukázání možnosti adaptovat okounka pstruhového na RAS podmínky a peletované krmivo. Bylo zjištěné, že okounek se na intenzivní akvakulturu adaptuje bez problémů a obecně jeho intenzivní chov je víceméně bezproblémový. Diplomová práce ukazuje, že okounek pstruhový může být určitou alternativou k intenzivnímu chovu candáta obecného, který je na chov určitě daleko problematictější. Při porovnání intenzivního chovu okounka pstruhového a candáta obecného bylo zjištěno, že okounek pstruhový má vyšší odolnost vůči stresu spojeného s tímto typem chovu, například častá manipulace při přelovení, oproti candátovi. Dále bylo zjištěno, že okounek je daleko odolnější vůči onemocnění (parazitárnímu i bakteriálnímu) než candát, který z důvodu větší citlivosti k nemocem trpí vyšší mortalitou. Na druhé straně byl zjištěn vyšší růstový potenciál candáta obecného oproti okounkovi pstruhovému v rámci intenzivní akvakultury. V budoucnosti bude dále vhodné ještě testovat možnost optimalizovat intenzivní chov okounka pstruhového světelným režimem a využitím teploty vody na úrovni 26°C, které by měly zvýšit jeho rychlost růstu a efektivitu jeho chovu v rámci RAS.

Během této práce byl zjištěn velmi zajímavý fakt spojený s chovem candáta obecného. Ve všech zkoumaných produkčních parametrech vedl mezi sledovanými skupinami candát mix. Z výše uvedených dat se dá konstatovat, že candát v přítomnosti okounka pstruhového rostl výrazně rychleji než při 100% obsádce. Okounek pstruhový nevykazoval téměř žádnou reakci na přítomnost candáta.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

BARUŠ, V., OLIVA, O., 1995. Mihulovci a ryby-Petromyzontes a Osteichthyes. První vydání, Academia, Praha, 623 s.

BASTL, I. (1969). Spawning of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (Linneaus, 1758)) in bottoms nests in condition of the Orava reservoir (Northern Slovakia). *Práce Labor. rybářstva SAV*, 2: 159-184.

BENETT, G. W., 1954. Largemouth bass in Ridge Lake, Coles County, Illinois. Illinois Natural History Survey Bulletin; no. 02 26: 219-76.

BLAXTER, J.H., S., HEMPEL, G., 1963. The influence of egg size on herring larvae (*Clupea harengus* L.). *ICES J. Mar. Sci.*, 28 (2): 211-240.

BONDARI, K., 2008. Training and Growth of Artificially Fed Largemouth Bass in Culture Tanks. *Aquaculture Research*. 14, 145.

BREGNBALLE, J., 2015. A Guide to Recirculation Aquaculture. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and EUROFISH International Organisation, 95s.

BREWER, S., ORTH, D. J., 2014. Smallmouth Bass *Micropterus dolomieu* Lacepede, 1802. American Fisheries Society Symposium 82:18.

CARLSON, A. R., 1973. Induced Spawning of Largemouth Bass [*Micropterus salmoides* (Lacépède)]. *Transactions of the American Fisheries Society*, 102:2,442-444.

CARMONA, J.A., DOADRIO, I., MÀRQUEZ, A. L., REAL, R., HUGUENY, B., VARGAS, J.M., 1999. Distribution patterns of indigenous freshwater fishes in the Tagus River basin, Spain *Environmental Biology of Fishes* 54: 371–387.

CARR, M.H., 1942. The breeding habits, embryology, and larval development of the largemouthed black bass in Florida. *Proc. New England Zool. Club*, 20:43-77.

CLUGSTON, J. P., 1966. Centrachid spawning in the Florida Everglades. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences* Vol. 29, (2) : 137-143.

ČÍTEK, J., KRUPAUER, V., KUBŮ, F., 1998. Rybníkářství. Třetí přepracované vydání, Informatorium Praha, 306 s.

DAVIS, J. T., LOCK, T., 1997. Culture of Largemouth Bass Fingerlings. SRAC Publication NO. 201, 4 s.

DEELDER, C.L., WILLEMSSEN, J., 1964. Synopsis of biological data on pike-perch: *Lucioperca lucioperca* (Linnaeus) 1758. Fisheries Division, Biology Branch, Food and Agriculture Organization of the United Nations svazek 28, 56 s.

DUBSKÝ, K., KOUŘIL, J., ŠRÁMEK, V., 2003. Obecné rybářství. Informatorium spol. s r. o., 312 s.

DUBSKÝ, K., 2010. Jaká je budoucnost okounka pstruhového v Čechách? Jaká je budoucnost okounka pstruhového v Čechách?. *Chytej.cz - Nejlepší internetový revír - voda, ryby, rybáři a rybaření* [online]. Dostupné z: <https://www.chytej.cz/clanky/929/jaka-je-budoucnost-okounka-pstruhoveho-v-cechach/>

DVOŘÁK, J., 2009. Odchov ročka candáta obecného (*Sander lucioperca*) v podmínkách intenzivního chovu a možnost jeho kombinace s rybničním odchovem. Diplomová práce, MZLU BRNO, 108 s.

FAO. 2018. Fishery and Aquaculture Statistic. Global production by production source 1950 – 2016 (FishstatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2018. www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en

Fischfarm Schubert, 2018. Kontakt. *Fischfarm Schubert - Online Shop Fischfarm Schubert* [online]. Dostupné z: <https://www.fischfarm-schubert.de/info/mein-kontakt.html>

GODBOUT, J.D., ADAY, D., RICE, J., A., RICE, BANGS, M., R., QUATTRO, M., J., 2009. Morphological Models for Identifying Largemouth Bass, Spotted Bass, and Largemouth Bass X Spotted Bass Hybrids. *North American Journal of Fisheries Management* Vol. 29, 1425 – 1437.

GODINHO, F.N., FERREIRA, M. T., CORTESS R., V., 1997. The environmental basis of diet variation in pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibbosus*, and largemouth bass, *Micropterus salmoides*, along an Iberian river basin. *Environmental Biology of Fishes* 50: 105–115.

HEIDINGER, R.C., 1976. SYNOPSIS OF BIOLOGICAL DATA ON THE LARGEMOUTH BASS *Micropterus salmoides* (Lacepède) 1802. Vydání 115, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 85 s.

HEIDINGER, R. C., 2000. A white paper on the status and needs of largemouth bass culture in the north central region. North Central Regional Aquaculture Center, 11 s.

HOKANSON, K.E.F., 1977. Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal temperature cycle. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 1524–1550.

IGFA World Records, 2015. *IGFA World Records* [online]. Copyright © 2015 International Game Fish Association, 300 Gulf Stream Way, Dania Beach, FL 33004. [cit. 27.04.2018]. Dostupné z: <http://wrec.igfa.org/>

JOHNSTON, P.M., The embryonic development of the swim bladder of the largemouth black bass *Micropterus salmoides* (Lacepède). *J. Morphol.*, 93(1) : 45 – 67.

KOUŘIL, J., HAMÁČKOVÁ, J., 2005. Metody poloumělé a umělé reprodukce candáta obecného (*Sander lucioperca*) a odchov jeho plůdku v rybnících. *Bull. VÚRH Vodňany*, 41(3): 122-127.

KOUŘIL, J., KLIMEŠ, J., 1999. ROZMNOŽOVÁNÍ A ODCHOV NÁSADOVÉHO MATERIÁLU OKOUNKA PSTRUHOVÉHO. Edice Metodik (Technologická řada), FROV JU, č. 60: 9 s.

KRAMER, R.H., SMITH, L. L., 1962. Formation of year classes in largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 91(1) : 29-41.

KRUPAUER, V., PEKAŘ, Č. (1967). Přirozené rozmnožování hospodářsky významných druhů ryb v Lipenské údolní nádrži. II. Dravé druhy. *Práce VÚRH Vodňany*, 1967, (7): 91-116.

KŘIŠŤAN, J., ALAVI, S.M.H., STEJSKAL, V., POLICAR, T. (2013). Hormonal induction of ovulation in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) using human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRH analogue. *Aquaculture International*, 21(4): 811 – 818.

LAM, T.J., 1985. Induced spawning in fish. Oceanic Institute and Tungkung Marine Laboratory: 14-56.

LAPPALAINEN, J., DÖRNEN, H., WYSUJACK, K., Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) – a review. Ecology of Freshwater Fish 12: 95–106.

LORENZONI, M., DOÈRR, A.J.M., ERRA, R., GIOVINAZZO, G., MEARELLI, M., SELVI, S., 2002. Growth and reproduction of largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802) in Lake Trasimeno Umbria, Italy. Fisheries Research 56, 89 – 95.

LUKS, S., BARUŠ, V., VOSTRADOVSKÝ, J., 1992. Ryby našich vod. Praha: Academia: 202-204.

LUND, I., STEENFELDT, S.J., 2011. The effects of dietary long-chain essential fatty acids on growth and stress tolerance in pikeperch larvae (*Sander lucioperca* L.). Aquaculture Nutrition 17; 191-199.

MAYES, K. B., ROSENBLUM, P. M., 1993. Raceway Spawning of Florida Largemouth Bass: Effects of Acclimation Time and Hormone Treatment on Spawning Success. *The Progressive Fish-Culturist* 55:1-8.

MELOTTI, P., RONCARATI, A., DEES, A., VVICENZI, R., 2005. Largemouth bass (*Micropterus salmoides* Lacépède): results of farming trials. Italian Journal of Animal Science, 4:sup2, 589-590.

MEYER, F. A., 1970. DEVELOPMENT OF SOME LARVAL CENTRACHIDS. *The Progressive Fish- Culturist*, 32:3, 130-136.

MILLER, K.D., KRAMER, R. H., 1971. Spawning and early life history of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in Lake Powell. Spec.Publ.Am.Fish.Soc., (8) : 73-83.

MOLNÁR,G., TÖGL, I., 1962. Relation Between Water Temperature and Gastric Digestion of Largemouth Bass (*Micropterus salrnoides* Lacepède). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 1962, 19(6): 1005-1012.

MUNTYAN, S.P., 1977. Effect of constant incubation temperatures on hatching and the morphological characteristics of pike perch embryos. Karzinkin G. S., ed. *Metabolism and biochemistry of fishes*. New Delhi: Indian National Scientific Documentation Centre, 214–221.

MUSIL, J., KOUŘIL, J., 2006. Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících. VÚRH JU, edice Metodik č. 76, 16s.

PALACHEK R. M.,TOMASSO, J. R., 1984. Toxicity of Nitrite to Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*), Tilapia (*Tilapia aurea*), and Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*). Evidence for a Nitrite Exclusion Mechanism. *Can. I. Fish. Aquat. Sci.* 41 : 1739-1744.

PARK, J., RENUKDAS, N.,LUNA, T., ROY, L.A., 2015. Maximum yield approximation and size distribution patterns of stocker size largemouth bass, *Micropterus salmoides* reared in a semi – closed indoor Systém. *Aquaculture Research*, 1-12.

PETIT, G., BEAUCHAUD, M., ATTIA, J., BUISSON, B., 2003. Food intake and growth of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) held under alternated light/dark cycle (12L:12D) or exposed to continuous light. *Aquaculture* 228 (2003) 397–401.

POLICAR, T., KŘIŠŤAN, J., BLECHA, M., VANIŠ, J.,2014. Adaptace a chov juvenilních ryb candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému (RAS). VÚRH JU, edice Metodik č. 141, 46s.

PORTER, M. D.,1997. Oocyte Maturation During Hormone-Induced Spawning in Largemouth Bass, *Micropterus salmoides*. Journal of Applied Aquaculture, Vol. 7(1) 19-27.

ROGERS, W.A., Food habits of young largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in hatchery ponds. Proc. Annu. Conf. Southeast.Assoc. Game Fish Comm. 21 : 543 – 53.

SEINBERG, K., ZIMMERMAN, J., STILLER, K.T., MEYER, S., SCHULZ, C., 2017. The effect of carbon dioxide on growth and energy metabolism in pikeperch (*Sander lucioperca*). Aquaculture 418, 162-168.

SHELTON, W.L., 1989. Management of finfish reproduction for aquaculture. Reviews in Aquatic Sciences I :497-535.

SCHLUMBERGER, O.,PROTEAU, J.P., 1996. Reproduction of pike-perch (*Sander lucioperca*) in captivity. Journal of Applied Ichthyology 12: 149–152.

SCHNEIDER, J. C., 1971. Characteristics of a population of warm-water fishes in a southern Michigan lake, 1964-1969. Dev. Rep. Mich. Dep. Conserv., (236) : 158 s.

SLOANE, M.B., LOVSHIN, L.L., 1995. Feed Training and Intensive Production of Advanced Largemouth Bass Fingerlings: A Review. Reviews in Fisheries Science, 3(1): 65-89.

STEVENS, R. E., Hormonal relationships affecting maturation and ovulation in largemouth bass (*Micropterus salmoides* Lacépède). Ph.D. Thesis, North Carolina State University, Aurora, 95s.

STUBER, R. J., GEBHART, G., MAUGHAN, O. E., Habitat Suitability Index Models: Largemouth bass. U.S. Fish and Wildlife Service, 33 s.

TIDWELL, J. H., COYLE, S. D., WOODS, T. A., 2000. Species Profile Largemouth Bass. SRAC Publication No. 722, 4s.

TIDWELL, J. H., COYLE, S. D., BRIGHT, L. A., VANARNUM, A., YASHARIAN, D., 2003. Effect of Water Temperature on Growth, Survival, and Biochemical Composition of Largemouth Bass *Micropterus salmoides*. Journal of the World Aquaculture Society 34(2):175 – 183.

WEURTZ, S., SCHULZE, S.G.E., EBERHARDT, U., SCHULZ, C., SCHROEDER, J. P., 2013. Acute and chronic nitrite toxicity in juvenile pike-perch (*Sander lucioperca*) and its compensation by chloride Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 157 (2013) 352–360.

WINKLER, H.M., 1980. Untersuchungen zur Fischerei und Biologie des Zanders (*Stizostedion lucioperca* L.) in einem hocheutrophen brackigen Küstengewässer der westlichen Ostsee. PhD Thesis. Germany: Rostock University (in German).

WICKSTROM, G. A., 1984. Intensive Culture of Largemouth Bass and Walleye Fry in Experimental Systems. *Theses and Dissertations*. 114 s.

WILBUR, R. L., LANGFORD, F., 1975. Use of human chorionic gonadotropin (HCG) to promote gametic production in male and female largemouth bass. Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Game Fish Comm., 28:242-50.

WILLEMSSEN, J., 1977. Populations dynamics of percids in Lake IJssel and some smaller lakes in the Netherlands. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34: 1710–1719.

WOOTON, R.J., 1990. Ecology of teleost fishes. Springer, Dordrecht, 404 s.

WRIGHT, L. D., 1970. Forage size preference of the largemouth bass. Prog. Fish-Cult., 32(1):39-42.

ZAKĘŚ, Z., KOWALSKA, A., CZERNIAK, S., DEMSKA.K., 2006. Effect of feeding frequency on growth and size variation in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). Czech J. Anim. Sci.,51, (2):85-91.

ZOUAKH, D. E., MEDDOUR, A., 2017. First Experimental Induced Breeding of the Largemouth Bass *Micropterus salmoides* Lacépède, 1802 (Centrarchidae) in Algeria. J.Appl. Environ. Biol. Sci., 7(1)1-10.

ABSTRAKT:

Adaptace a intenzivní chov okounka pstruhového (*Micropterus salmoides*) v porovnání s intenzivním chovem candáta obecného (*Sander lucioperca*).

Cílem této práce bylo ověřit okounka pstruhového (*Micropterus salmoides*), jako alternativu k candátovi obecnému (*Sander lucioperca*) pro chov v RAS. Okounek pstruhový by mohl vzhledem ke kvalitě masa srovnatelné s candátem obecným a výrazně nižší citlivostí na stres spojenou s chovem v RAS rozšířit počet chovaných druhů v intenzivní akvakultuře.

Tento experiment byl rozdělen na dvě fáze. V první části byla dokumentována adaptace plůdku okounka pstruhového na podmínky v RAS a na příjem granulovaného krmiva. Po úspěšné adaptaci následovala druhá fáze – hlavní experiment. Násada byla vybrána v rozmezí kusové hmotnosti 9-16 g. Ryby byly rozděleny do čtyř skupin candát 100%, okounek 100%, candát mix., okounek mix ve třech opakováních. Celkem bylo použito devět nádrží o objemu 600 l a rozměrech 101 x 100 x 59,5cm. Do každé nádrže bylo nasazeno 700 ks ryb. V mixech byl nasazen okounek s candátem v poměru 350 ks na 350 ks. Druhá část experimentu trvala 60 dní a během té doby byly sledovány parametry kvality vody – dvakrát denně kyslík, teplota vody a jednou za den bylo zaznamenáváno pH, NO_2^- , NH_4^- . Každý den byla zaznamenávána mortalita jednotlivých skupin a denní krmná dávka. Po uplynutí 60 dní byly ryby jednotlivě zváženy za účelem zjištění procentuální četnosti zastoupení jednotlivých váhových skupin po 1 g. Z každé nádrže byla u jednotlivých částí experimentu náhodně vybrána skupina 33 ks u kterých byla provedena biometrika. Zjišťovaly se parametry TL,SL,W a z těchto získaných dat se vypočítaly běžné produkční ukazatele, jako FC, FCR, SGR. Zhodnocení výsledků a vzájemné porovnání jednotlivých zkoumaných skupin ukázalo následná zjištění. Okounek pstruhový vykazuje o něco nižší růstové schopnosti oproti candátu obecnému v RAS. Musíme, ale zvážit nižší teplotu v systému, která byla nastavena za účelem prevence proti bakteriální infekci candáta na konečných 21,5°C a

optimální teplotu pro okounka 26°C. U všech výše zmíněných parametrů dosáhla nejlepších výsledků skupina Candát mix.

Výsledek tohoto experimentu prokázal vyšší přežití u okounka pstruhového a to 99,86% u skupiny okounek 100% a u okounka mix 99,81% zatím co u obou skupin candát 100% a candát mix nepřesáhlo přežití 97%. Jako zajímavé zjištění vyplývající z průběhu této práce, vyšel pozitivní vliv okounka pstruhového chovaného v polykultuře v RAS s candátem obecným. Candát obecný vykazuje vyšší růstové schopnosti ve smíšené obsádce s okounkem pstruhovým ve všech sledovaných parametrech.

Klíčová slova : Okounek pstruhový, Candát obecný, Mixované obsádky, adaptace, RAS.

ABSTRACT:

The object of this thesis is to verify Largemouth bass (*Micropterus salmoides*) as an alternative species to Pikeperch (*Sander lucioperca*) for fish farming in RAS (Recirculating Aquaculture Systems). Largemouth bass with its good meat quality is comparable to Pikeperch and with its lower sensitivity to stress related to RAS conditions could expand the number of species used in intensive aquaculture.

This experiment was split to two parts. In the first part was documented adaptation of Largemouth fingerlings to RAS conditions and artificial feed. After successful adaptation, the second part was started – the main experiment. Only 9-16g form pieces were picked from the fish from the first experiment.) The Fish were divided into four groups: Candát 100%, Okounek pstruhový 100%, Candát mix, Okounek mix in three repetitions to nine tanks with capacity of 600 l. Dimensions of these tanks are 101x100x59,5 cm. Each tank was settled by 700 fish. In mixed groups were 350 of Pikeperch to 350 of Largemouth bass in each tank. Second part of experiment lasted 60 days. During that time different parameters of water quality were monitored. Twice a day oxygen, water temperature and once a day pH, NO_2^- , NH_4^- were monitored. Every day feeding dosage and mortality were counted. At the end of the experiment all fish were weighed piece by piece to find out the percentage frequency of each weight category in 1 g step. From each tank after every part of the experiment 33 pc of fish were selected and the biometrics were made. Monitored parameters were TL,SL,W and FC, FCR, SGR were counted. Evaluation of outcome and comparison of researched groups pointed to next findings. Largemouth bass showed a slightly smaller growing ability than Pikeperch in RAS. We have to consider a lower water temperature to the end value 21,5°C in system which was set because of Pikeperch sensitivity to bacterial infection and the optimum water temperature for Largemouth bass to 26°C. The experiment proved a high survival of Largemouth bass in groups Okounek 100% 99,86% survival, Okounek mix 99,81% survival. Pikeperch in groups Candát 100% and Candát mix did not exceed 97% in survival. An interesting finding of this thesis proved a positive influence of Largemouth bass to the growth of pikeperch. The group Candát mix had the best results in all monitored parameters TL,SL,W and FC, FCR, SGR.