

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybnářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Bakalářská práce

Vliv frekvence krmení na příjem potravy a růst síha peledě

(*Coregonus peled*) v intenzivním chovu

Autor: Jan Dofek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Matoušek

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

Studijní program a obor: Zootechnika, rybnářství

Forma studia: Prezenční

Doba studia: 3 roky

České Budějovice, 2015

Čestné prohlášení

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

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování

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

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

Jméno a příjmení: **Jan DOFEK**
Osobní číslo: **V14B020P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv frekvence krmení na příjem krmiva a růst síha peledě (Coregonus peled) v intenzivním chovu**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

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

Vývojem nové moderní technologie v rybářství vznikají, a ne jen v zahraničí, ale i u nás, speciální rybářské farmy (průtočné systémy, recirkulační systémy - RAS, RAS - dánského typu). Tyto farmy dokáží produkovat velké množství atraktivních druhů ryb. Tuto intenzivní produkci ryb umožňuje nastavení optimálních chovných podmínek v těchto systémech. Základem zmíněných chovů jsou dobře zvládnuté chovatelské aspekty pro daný intenzivně chovaný druh ryb. Mezi nově chované druhy ryb v těchto systémech patří například candát obecný (*Sander lucioperca*), sumec velký (*Silurus glanis*), okoun říční (*Perca fluviatilis*). K těmto druhům se mohou postupem času přiřadit i síhovitě ryby (*Coregonus sp.*), především pro vysokou kvalitu masa a pro nově vznikající zájem na našem trhu. V České republice se chov síhů ubíral směrem extenzivního rybníčního chovu v polykultuře s kaprem. Bohužel tento chov je značně nestabilní a bývá často decimován rybožravými predátory. Intenzivní chov v recirkulačním zařízení dokáže eliminovat tyto negativní dopady na chov a zvýšit celkovou produkci síhů. Je však třeba dořešit mnoho chovatelských aspektů jako je např. převod ryb na suché krmivo, optimální chovné prostředí pro ryby, vhodné složení suché diety a frekvence krmení.

Cílem práce bude testovat vliv různé frekvence podávání suchého krmiva na příjem krmiva, konverzi krmiva, růst a kondiční stav síha peledě. Budou testovány čtyři různé frekvence ve třech opakováních. Skupina 6D - krmivo podáváno 6x za den (každé 2 hodiny), skupina 4D - krmivo podávané 4x za den (každé 3 hodiny), skupina 2D - krmivo podávané 2x za den (po 6 hodinách) a 1D - krmivo podávané 1x za den. Krmit se bude ve světelné části dne, která bude trvat 12 hodin. Vlastní experimenty budou probíhat v prostředí pokusného recirkulačního systému (odchovné nádrže, mechanický filtr, biologický filtr). Ryby budou po dobu testování drženy ve 40 l nádržích umožňujících kvantifikaci nespotebovaného krmiva. Podmínky prostředí a chemismus vody bude ve všech nádržích udržován stejný s pravidelným monitoringem.

Hlavní testovanou hypotézou je nalezení rozdílů v růstu (a dalších parametrech) při chovu peledě s rozdílnou frekvencí krmení. Vlastní experimentální částí bude předcházet zpracování literární rešerše k danému tématu.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Enz, C. A., Schäffer, E., Müller, R., 2001. Importance of Diet Type, Food Particle Size and Tank Circulation for Culture of Lake Hallwil Whitefish Larvae, *North American Journal of Aquaculture*, Volume 63, 321-327 s.
- Segner, H., Rösch, R., 1990. Development of dry food for larvae of *Caregonus lavaretus* L. II. Liver histology, *Aquaculture*, Volume 91, 117-130 s.
- Koskela, J., Jobling, M., Pirhonen, J., 1997. Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus*, *Aquaculture* Volume 156, 35-44 s.
- Jobling, M., Koskela, J., Winberg, S., 1999. Feeding and growth of whitefish fed restricted and abundant rations, influences on growth heterogeneity and brain serotonergic activity, *Journal of Fish Biology*, Volume 54, 437-449 s.
- Todd, T. N., Luczynski, M., 1992. Biology and management of coregonid fishes, *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 39, 247-894 s.
- Ruuhonen, K., Vielma, J., Grove, D. J., 1998. Effects of feeding frequency on growth and food utilisation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets, *Aquaculture*, Volume 165, 111-121 s.
- Siraj, S. S., Kamaruddin, Z., Satar, M. K. A., Kamarudin, M. S., 1988. Effects on feeding frequency on growth, food conversion and survival of red tilapia (*Oreochromis mossambicus/O. niloticus*) hybrid fry, 383-386 s.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Matoušek
Ústav akvakultury

Konzultant bakalářské práce: Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.
Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: 12. prosince 2014
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2016


prof. Ing. Otomar Línhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
L.S.
Zám. 729/II
389 25 Vodňany (2)


Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

dne

Obsah

1 Úvod	- 8 -
2 Literární přehled.....	- 10 -
2.1 Charakteristika síhovitých ryb.....	- 10 -
2.2 Historie síhů v ČR.....	- 11 -
2.2.1 Původ síha peledě.....	- 12 -
2.3 Biologie síha peledě.....	- 12 -
2.3.1 Morfologie.....	- 12 -
2.3.2 Potrava	- 12 -
2.3.3 Nároky na prostředí.....	- 13 -
2.3.4 Růst.....	- 13 -
2.3.5 Reprodukce síhů.....	- 14 -
2.3.6 Inkubace a líhnutí jiker.....	- 14 -
2.5 Hospodářský význam síhovitých ryb.....	- 15 -
2.5.1 Hospodářský význam a produkce síhů v ČR	- 15 -
2.5.2 Hospodářský význam síhů v Asii a Evropě	- 16 -
2.5.3 Pokles produkce síhů v ČR a Evropě.....	- 17 -
2.6 Chov síha peledě v České republice.....	- 18 -
2.6.1 Odchov plůdku ve žlabech	- 18 -
2.6.2 Odchov plůdku v sádkách	- 18 -
2.6.3 Chov v polykultuře s K1.....	- 18 -
2.6.4 Chov síhů v recirkulačním systému.....	-19 -
2.7 Efekt frekvence krmení.....	- 20 -
2.7.1 Vliv na přežití.....	- 21-
2.7.2 Vliv na růst a konverzi krmiva.....	- 22 -
2.7.3 Vliv na chování ryb.....	- 25 -
2.7.4 Vliv na specifickou spotřebu kyslíku.....	- 26 -

3	Materiál a metodika	- 27 -
3.1	Získání odchovných ryb.....	- 27 -
3.2	Hlavní experiment – frekvence podávání krmiva	- 28 -
3.2.1	Popis recirkulačního systému.....	- 29 -
3.2.2	Průběh experimentu.....	- 31 -
3.3	Zpracování dat a údajů	- 32 -
3.3.1	Produkční a statistické vyhodnocení naměřených dat.....	- 33 -
4	Výsledky	- 34 -
4.1	Krmný koeficient.....	- 34 -
4.2	Koeficient variance – míra variance ryb.....	- 35 -
4.3	Kumulativní přežití.....	- 35 -
4.4	Průměrná celková biomasa ryb.....	- 36 -
4.5	Průměrná celková délka těla.....	- 37 -
4.6	Průměrná standartní délka ryb (mm).....	- 38 -
4.7	Průměrná výška těla.....	- 39 -
4.8	Průměrná kusová hmotnost ryb za celý experiment.....	- 40 -
5	Diskuse	- 42 -
6	Závěr	- 46 -
7	Seznam použité literatury	- 47 -
8	Abstrakt (česky)	- 52 -
9	Abstract (anglicky)	- 53 -

1 Úvod

Počet jezer a volných vod s výskytem síhů se v čase mění (Mamcarz, 1988). Většina druhů síhů má v místě svého výskytu významný tržní potenciál. U většiny druhů síhovitých ryb je však doposud využíván extensivní způsob chovu ve volných vodách (jezerech). Tato metoda spočívá ve vysazování váčkového či rychleného plůdku, který je získáván pomocí umělé reprodukce generačních ryb a v hospodářských odlovech tržních ryb (Kottelat a Freyhof, 2007). Síhové (peleď a maréna) bývali dříve v České republice chováni hojně v rybníční akvakultuře, poté však došlo k výraznému poklesu produkce. V současné době se opět objevuje zájem o tyto druhy na našem trhu. Síhové mají tržní význam i v některých lokalitách Rakouska a Německa (Hartman a Regenda, 2014). V Rusku a Finsku proběhl výzkum zabývající se intenzivním chovem síhů rodu *Stenodus* – v řízených podmínkách. Dosavadní experimenty s chovem tohoto druhu dávají naději na možnost rozšíření intenzivního chovu síhů v ČR. Tyto poznatky jsou však u našich druhů síhů omezené a metoda intenzivního chovu není doposud zvládnutá. Tyto chovy by mohly postupně nahradit současný nestabilní rybníční chov a navýšit tím jejich roční produkci. Síhovité ryby by mohli rozšířit sortiment ryb na trhu a nabídnout spotřebiteli kvalitní a chutný rybí produkt (Hartman a Regenda, 2014; www.eagri.cz). Ve Finsku jsou síhové zařazeni mezi vysoce ceněné druhy, které mají dlouholetou chovatelskou tradici. Jsou široce rozšířeni v jezerech, řekách a brakických vodách a patří k druhům, které z volných vod odlovují profesionální rybáři. Cenění jsou především pro chutné kvalitní bílé maso s vyšším obsahem tuku a jikry mají využití jako kaviár (Heinimaa a kol., 2012). V USA jsou síhové v obchodním řetězci zařazeni mezi velmi dobré produkty akvakultury společně se sumci a tilapiemi (Hoagland a kol., 2007). V Montaně patří jezerní chov síhů mezi hlavní odvětví rybářství. Do roku 2020 mají plán vybudovat rybářské firmy a vynaložit velké investice do rozvoje chovu síhů v tamních jezerech. Chovem síhů chtějí zvýšit hospodářský rozvoj (whitefishchamber.org). Také v Michiganu se již několik generací věnují chovu a lovu síhů pro vlastní potřebu a pro trh. V oblastech jezer severní Ameriky jsou síhové významným hospodářským produktem akvakultury. (www.greatlakeswhitefish.com). Spotřebitelská poptávka po mase těchto ryb je velká i v Polsku, a to zejména pro jejich chuťové a nutriční vlastnosti (Mamcarz, 1988). Poznatky co se týče nároků a technologie chovu byly zjišťovány chovem především na síhu severním (*Coregonus lavaretus*). Síhovité ryby jsou flexibilním druhem vzhledem k jejich potravnímu

chování a jsou snadno adaptovatelní k uložení krmného režimu po dobu několika týdnů. Růstová výkonnost a míra konverze krmiva jsou výsledkem použitého krmného režimu (Koskela a kol., 1997; Koskela a kol., 2002). Presentovaná bakalářská práce je zaměřena na vliv frekvence podávání krmiva na růst a zootechnické ukazatele v chovu juvenilů síha peledě (*Coregonus peled*).

2. Literární přehled

Rod síhů je pro systematiky velmi rozmanitý a zůstává nadále otevřený. Doposud je celkem známo 59 druhů a poddruhů, přičemž neustále dochází ke změnám (Hartman a Regenda, 2014).

Taxonomicky jsou síhovité ryby řazeny podle Dungela a Řeháka (2005):

řád: lososotvaří (*Salmoniformes*)

čeleď: lososovití (*Salmonidae*)

rod: síh (*Coregonus*)

2.1 Charakteristika síhovitých ryb

Síhovité ryby mají cirkumpolární rozšíření v rozsahu bývalého zalednění v období glaciálu (Evropa, Asie a severní Amerika). Mnoho těchto druhů a poddruhů tvoří izolované populace v jezerních biotopech (Kottelat a Freyhof, 2007). V některých lokalitách vlivem vyšší eutrofizace nebo znečištění dochází k vymizení druhů, naopak ve vhodných biotopech vznikají nové populace (Mamcarz, 1988). Rod síhovitých ryb je mnohotvárný, s velkým počtem lokálních poddruhů a forem (Šimek a Rys, 1989). Tato velká rozmanitost rodu byla způsobena v období interglaciálu, kdy některé populace, které byly zatlačeny až k Alpám, kde zůstaly izolované v hlubokých jezerech a některé populace migrovaly zpět na původní území severněji položené. Geografická vzdálenost lokalit s odlišnými biotopy utvořila u populací různé odchylky a tím vznikly nové poddruhy a formy (Dyk, 1952). V tomto rodu se vyskytují druhy s rozmanitou velikostí od malých po středně velké druhy se štíhlým lateromediálně zploštělým tělem, jež je pokryto četnými malými šupinami. Síhové mají ochranné zbarvení – tmavý hřbet, boky stříbřité a břicho bílé. Síhovité ryby se stejně jako ryby lososovité vyznačují malou tukovou ploutvičkou. Jejich ústa jsou drobná s postavením buď koncového (peleď), nebo spodního typu (maréna). Ústa jsou většinou bezzubá nebo zřídka slabě ozubená. Rody se mohou rozdělit podle obývaného prostředí na mořské, brakické, anadromně tažné a čistě sladkovodní druhy. Ve volných vodách tvoří hejna a obývají zejména pelagiál volných vod. Tyto druhy nemají příliš velký hospodářský význam, který je spíše vázán na regiony, kde se vyskytují (Kottelat a Freyhof, 2007). Pro příjem potravy síhové používají takzvaný filtrační aparát, který je tvořen ze žaberních tyčinek, které

nesou žaberní oblouky. Pomocí tohoto aparátu filtrují různě velký zooplankton z vody. Tento aparát se vyznačuje odlišnou hustotou žaberních tyčinek u jednotlivých druhů a lze ho tak využít pro jejich determinaci (meristický znak), ale především má vypovídající charakter o způsobu získávání potravy. Druhy s řídkým aparátem se živí především benticky s částečnou filtrací zooplanktonu z vodního sloupce a naopak s hustým aparátem se živí filtrací zooplanktonu (Kottelat a Freyhof, 2007). Příznivé podmínky pro navýšení jezerní produkce síhovitých ryb nastává díky bohatým rezervám zooplanktonu, jehož množství v jezerech neustále vzrůstá vlivem postupného hromadění organických nánosů na dně (Mamcarz, 1998).

Přehled některých hospodářsky využívaných druhů Kottelat a Freyhof (2007):

Ve Finsku - *Coregonus albula*, *Coregonus autumnalis*, *Coregonus megalops*, *Coregonus maraena*, *Coregonus nasus*, *Coregonus pidschian*, *Coregonus peled*.

V Polsku - *Coregonus albula*, *Coregonus autumnalis*, *Coregonus maraena*, *Coregonus nilssonii*, *Coregonus oxyrinchus*, *Coregonus peled*.

V Rusku - *Coregonus autumnalis*, *Coregonus baeri*, *Coregonus luttoka*, *Coregonus maraena*, *Coregonus maraenoides*, *Coregonus muksun*, *Coregonus peled*, *Coregonus palasii*, *Coregonus vessicus* *Stenodus leucichtys*, *Stenodus nelma*.

2.2 Historie síhů v ČR

Za účelem chovu bylo do ČR dovezeno celkem pět druhů síhů. Síh maréna (*Coregonus lavaretus maraena*), síh Wartmanův (*Coregonus lavaretus wartmanni*), síh malý (*Coregonus albula*), síh omul (*Coregonus autumnalis migratorius*), síh peleď (*Coregonus peled*). Podařilo se introdukovat pouze 2 druhy a to síha marénu a síha peleď (Kouřil a kol., 2008). Síhové jsou u nás nepůvodními druhy a pouze u jednoho druhu se předpokládá, že mohl migrovat až na naše území. Nosen severní (*Coregonus lavaretus infraspecies oxyrhynchus* L.) nejspíše migroval Labem až do České republiky (Dyk, 1952). Na území ČR byl síh peleď dovezen ze SSSR v roce 1970 (Čítek a kol., 1998). Oplozené jikry síha peleď byly dovezeny a následně nasazeny do našich rybníků (Šimek a Rys, 1989). V roce 1971 se provedl umělý výtěr ve Státním rybářství Telč

(Čítek a kol., 1998). Uvádí se, že síh peled' v některých přehradních nádržích již zdomácněl (Hartman a kol., 2005). V minulosti proběhlo mnoho pokusů o introdukci výše vyjmenovaných druhů síhů., ale pro podmínky rybářství v ČR se kromě peledě a marény ukázaly jako nevhodné (Kouřil a kol., 2008).

2.2.1 Původ síha peledě

Původní území síha peledě se nachází v dnešním Rusku na území, které je ohraničené řekami Kolyma a Mezeň. Zde obýval velké řeky a jezera (Berg, 1948). Oblast výskytu síha peledě je popisována v dolních úsecích řek, které sahají od Sibíře až k oblastem okolo Baltského moře (Terofal, 2006). Pokorný (2003) popisuje oblast původního výskytu v povodí sibiřské řeky Obu.

2.3 Biologie síha peledě

2.3.1 Morfologie

Síh peled' má protáhlé a ze stran zploštělé tělo. U starších jedinců je za hlavou pozorováno obloukovité zvedání hřbetní části těla. Ve srovnání se síhem marénou má tělo podstatně vyšší. Hlavu má krátkou s malými ústy bez zubů, kde spodní čelist mírně přesahuje čelist horní a proto mají koncové postavení. Šupiny jsou střední velikosti a jsou lehce opadavé (Baruš a Oliva, 1995; Dubský a kol., 2003).

2.3.2 Potrava

Plůdek peledě se v raném období živí drobnou potravou, jako jsou například různé druhy vířníků a naupliová stádia klanonožců. Velice dobře si také zvyká na krmné směsi pro plůdek lososovitých ryb. S rostoucí velikostí začíná přijímat středně velké perloočky a doplňkově i larvy hmyzu. Adultní jedinci mohou přijímat hmyz z vodní hladiny, ale také se v potravě objevují i drobné rybky a bentos (Dubský a kol., 2003; Pokorný a kol., 2003). Přesto je peled' zařazena mezi planktonofágní druhy, které filtrují zooplankton, který je hlavní složkou potravní strategie. Síh maréna patří také ke druhům filtrující potravu z vodního sloupce, ale oproti peledi využívá více zoobentos (Hartman a kol., 2005). Těmto potravním strategiím je uzpůsobená morfologie žaberního aparátu, zejména počet žaberních tyčinek, které u peledě čítají téměř dvojnásobný počet, než je

tomu u marény (Dubský a kol., 2003). Čítek a kol. (1998) popisuje, že peleď se živí bentosem pouze při nedostatku zooplanktonu. Také popisuje významnou hospodářskou vlastnost schopnost příjmu potravy i v průběhu zimního období.

2.3.3 Nároky na prostředí

Nachází se jak ve stojatých vodách jako jsou rybníky či jezera, ale také v řekách. Tato ryba tvoří v lokalitách různě velká hejna. Peleď preferuje hlubší, spíše stojaté vody, kde se pohybuje v pásmu pelagiál, kde filtruje potravu (Dubský a kol., 2003; Hartman a kol., 2005). Peleď patří k chladnomilným rybám, které vyžadují čistou na rozpuštěný kyslík bohatou vodu bez zákalu (Dubský a kol., 2003). Čítek (1998) popisuje teplotní rozmezí pro peleď od 0,5 - 30 °C. Hochman (1987) pozoroval u peledě příjem potravy ještě při teplotě 28°C. Obsah rozpuštěného kyslíku vyžaduje v zimním období minimálně v rozmezí 1,5 – 2 mg.l⁻¹ a v létě 4 – 5 mg.l⁻¹ (Čítek a kol., 1998). Pokud hladina nasycení vody kyslíkem klesne pod 15 %, dochází k masivním úhynům (Baruš a Oliva, 1995). Snáší i poměrně velké kolísání pH, a to v rozmezí 6,3 – 9 (Čítek a kol., 1998). Na nízké pH pod 6,1 je nejcitlivější váčkový plůdek a při vysazování do takovýchto lokalit dochází ke zvýšené mortalitě (Baruš a Oliva, 1995). Faktorové rozmezí výše uvedených fyzikálně chemických hodnot umožňuje chovat tento druh ve výše položených oblastech jako je např. českomoravská vrchovina (Čítek a kol., 1998). Hochman (1987) popisuje u síha peledě silně vyvinutý migrační pud s vodou, při kterém může unikat odtokem z nádrže v období velkých dešťů.

2.3.4 Růst

Za významnou hospodářskou vlastnost je brána schopnost růstu i v zimním období, kdy přijímá síh peleď potravu (Čítek a kol., 1998; Dubský a kol., 2003). U plůdku bylo zjištěno zdvojnásobení hmotnosti během zimního období (Baruš a Oliva., 1955). Obecně mají síhové relativně rychlý růst, a již v prvním roce života dosahuje hmotnosti 80 – 250 g a délku 15 – 25 cm, ve druhém roce hmotnosti 275 - 865 g a délku 30 – 40 cm, ve třetím roce hmotnosti 430 až 1450 g a délka až 60 cm (Čítek a kol., 1998; Dubský a kol., 2003). Nejvyšší přírůstky jsou popisovány při teplotách 14 – 21 °C při dostatečném množství kyslíku ve vodě (Pokorný a kol., 2003). Konzumní velikosti 0,3 – 0,4 kg dosahuje ve druhém roce (ON 466875).

2.3.5 Reprodukce

Nástup pohlavní dospělosti nastává při optimálních podmínkách u mlíčáku (samců) v 1. roce života a u jikerňaček (samic) ve 2. roce života. Pohlavní dimorfismus těchto druhů je nevýrazný, ale v období výtěrů se u mlíčáků objevuje třecí vyrážka. Peleď se většinou vytírá při teplotě vody okolo 3 °C (Čítek a kol., 1998; Dubský a kol., 2003; Pokorný a kol., 2003).

V původních lokalitách výskytu se peleď přirozeně vytírá na čisté, kamenité či písčité dno. Také může klást jikry i do vodního sloupce. (Mustafa, 1999). V ČR se však síh peleď přirozeně nevytírá (Dubský a kol., 2003; Pokorný a kol., 2003).

Pro použití metody umělého výtěru je potřeba vylovit z rybníků generační ryby před začátkem výtěrového období, což bývá koncem listopadu (Hochmann, 1987). Mlíčáci mají na těle výraznou třecí vyrážku a je vhodné je v přípravné sádce oddělit od jikerňaček. Kontrola jikerňaček se provádění v předvýtěrovém období po 2 – 3 dnech. Zralé generační se vytírají buď přímo u sádek, nebo se mohou přenést do nádrží v líhni, což může být výhodou při mrazivém počasí (Hartman a Regenda, 2014; Pokorný a kol., 2003).

Umělý výtěr se provádí u přirozeně dozrálých ryb bez umělého ovlivnění dozrání pohlavních produktů (Hochman, 1987). Kouřil a kol. (2008) uvádí, že pro vlastní umělý výtěr se používá tzv. německá suchá metoda oplození, která se též používá při umělém výtěru lososovitých druhů. Při umělém výtěru se vzhledem k nedostatku spermatu může využívat oplozovací roztok č. 752 a Ringerův roztok (Linhart, 1985). Ovariální plasma obsahuje gamony, což jsou látky, které v optimální zralosti prodlužují životnost spermií. Touto metodou se při optimálních podmínkách může dosáhnout oplozenosti jiker až 95 % (Pokorný a kol., 2003).

2.3.6 Inkubace a líhnutí jiker

U jiker síha peledě se po oplození ve vodě s alkalickou reakcí vyvíjí mírná lepkavost. Tomu lze zabránit úpravou pH vody na hodnotu slabě pod neutrální reakcí (Kouřil a kol., 2008). K líhnutí se využívají buď Zugské, ale častěji Kannengieterovi lahve. Do jedné inkubační lahve se může nasadit 2 až 5 litrů nabobtnalých jiker (Litvinenko, 2001; Pokorný a kol., 2003). Jako protiplísňový roztok se používá roztok formaldehydu (Svobodová a kol., 2007).

Délka inkubace jiker je 160 – 200 d°. Po vylíhnutí se váčkový plůdek nechává přeplavit do síťových vložek z monofilu či uhelonu, které jsou jako kolébky umístěny do žlabů nebo jiných nádrží (Kouřil a kol., 2008; Pokorný a kol., 2003). Vylíhnutý plůdek má na těle velkou tukovou kapénku, která ho ve vodě nadlehčuje, což se příznivě projevuje v brzkém rozplavání plůdku (Selezniow a kol., 2005).

2.5 Hospodářský význam a chov síhovitých ryb

2.5.1 Hospodářský význam a produkce síhů v ČR

Síhové v sedmdesátých letech byli řazeni mezi hospodářsky významné druhy ryb (www.eagri.cz). K produkci konzumních síhů je v současných podmínkách rybničního chovu vhodnější síh peled', případně se dá využít první filiální generace užitkových hybridů s marénou (Kouřil a kol., 2008). Síh peled' a maréna se podílí na zvýšení hektarové produkce ve vhodných kaprových rybnících (Pokorný a kol., 2003). Pokud se síhové na českém trhu vyskytují, tak pouze v době podzimních výlovů, popřípadě do poloviny ledna po skončení výtěrového období. V letním období se na trh nedostanou (Hartman a Regenda, 2014). Síhové maréna a peled' mají kvalitní a chutné maso s vyšším obsahem tuku, vhodné pro úpravu uzením (Dubský a kol., 2003).

Průměrná maloobchodní cena živých síhů se pohybuje na úrovni 95 Kč.kg⁻¹ (Hartman a Regenda, 2014). Tržní živá velikost síha peledě nebo marény se pohybuje okolo hmotnosti 300 g (Merten, 2012). Kaviár ze síhů lze na českém trhu nalézt v ceně 349 Kč za 100 g (www.toppotraviny.cz). Produkce síhů má v České Republice v průběhu let klesající tendenci (Tab. č. 1).

Tabulka č. 1 Produkce lína a síhů v ČR od 1996 do 2014 (www.cz – ryby.cz)

1997	1998	1999	2000	2001	2002
531t	450t	401t	300t	212t	228t
2003	2004	2005	2006	2007	2008
243t	213t	288t	278t	295t	308t
2009	2010	2011	2012	2013	2014
271t	241t	208t	184t	165t	163t

2.5.2 Hospodářský význam síhů v Evropě a Asii

Mezi přednost síhů patří krátký výrobní cyklus, který se v rybníčních podmínkách pohybuje od 2 do 4 let (Heinimaa a kol., 2012; Mamcarz, 1988).

Síhové rodu *Stenodus* zahrnují dva druhy - *Stenodus nelma* a *Stenodus leucichtys*. Vyskytující se v asijské části Ruska. Vyznačující se velmi kvalitním masem, poměrně rychlým růstem a dorůstají do značné velikosti 1300 – 1500 mm délky těla (Kottelat a Freyhof, 2007). Jejich hospodářské využití v rámci intenzivní akvakultury je prozatím omezené.

Síhové rodu *Coregonus* sp. mají vysoký význam pro jezerní oblasti Vänern, Vättern a Bolmen ve Švédsku (Engström, 2001). V širokém spektru akvakultury jsou novými druhy pro konzumní účely. Ve Finsku mají síhové vysoký obchodní potenciál a existuje zde dlouholetá tradice chovu (Rask, 2008). Ve Finsku patří síhové k významným druhům, jak intenzivní akvakultury, tak i akvakultury volných vod. Jsou zde upřednostňovány před druhy, které jsou v Evropě preferovány jako je například candát obecný (*Sander lucioperca*) a okoun říční (*Perca fluviatilis*). Jednou z nevýhod v produkci síhů je omezená poptávka mimo Finsko (Heinimaa a kol., 2012). Ve finské akvakultuře dominovala produkce pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*), ale v letech 2003 – 2008 byl zaznamenán nárůst produkce síha (*Coregonus lavaretus lavaretus*). V roce 2009 se roční produkce pohybovala kolem 1000 tun síhů, zatímco produkce pstruha duhového byla kolem 13 000 tun. Síh o hmotnosti 800 g měl vyšší tržní hodnotu, než pstruh duhový, což poukazuje na síha jako na atraktivní alternativu lososovitých ryb, která může rozšířit spektrum nabízených ryb na trhu. Je zapotřebí u síhů dořešit mnoho chovatelských aspektů pro produkci ve speciálních rybochovných objektech (Rask, 2008). Vedle produkce ryb pro konzumní účely se odchovávají ve speciálních rybářských farmách i ryby pro zarybňování volných vod (jezer). Finsko má

dlouhou tradici v managementu populací ryb v řekách a jezerech prostřednictvím rozsáhlých a různorodých programů pro zvýšení obsádky nejen síhů ve volných vodách. Kvalita zejména uzených ryb je vynikající (www.eagri.cz). Heinimaa a kol. (2012) popisují pro zákazníky též možnost prodeje živých ryb, opracovaných chlazených ryb bez vnitřností, ale také nasolené či zapékané výrobky.

K další zemi s tradicí chovu síhovitých ryb patří Polsko. Zde je dlouholetá tradice chovu síhů v jezerech. Nesprávný rybářský management zde snížil celkový stav síhů v některých lokalitách. Jednou z metod, které se začaly praktikovat, byl rozkrm plůdku síhů v uzavřených systémech s následným vysazením do volných vod. Tento způsob snížil ztráty vysazovaného plůdku. Během let 1966 – 1983 byl síh peled' vysazen do 255 polských jezer, ve kterých se vyskytovalo 66 % původních populací síhů (Kirchhofer a Hefti, 1996).

2.5.3 Pokles produkce síhů v ČR a v Evropě

V některých švédských jezerech byly zjištěny poklesy populací síhů, které se shodovaly s rostoucím výskytem kormoránů. Ještě v roce 2001 neexistoval žádný důkaz o konkurenci mezi kormorány a rybolovem síhů v jezerech. Na snížení stavů síhů se podepsaly i další faktory. Například v případě poklesu úlovků síha malého z několika jezer, nebyla důvodem jen predace kormoránů, ale byly zjištěny poklesy úlovků již před zvýšeným výskytem kormoránů. Uvádí se, že tento pokles populace síha malého může být následkem poklesu celkové produktivity jezera. S poklesem produktivity jezer souvisí klesající hladina celkového fosforu (Engström, 2001). Jako problémy s produkcí síhů lze označit nižší rychlost růstu a větší citlivost na znečištění v porovnání se pstruhem duhovým. Produkci síhů omezuje také obchodní situace, neboť dovoz levného lososa neumožňuje udržet stálou tržní cenu síhů (Heinimaa a kol., 2012). Snížená produkce síha peledě (*Coregonus peled*) je důsledkem snadné ulovitelnosti a preference u kormorána velkého *Phalacrocorax carbo* (www.eagri.cz). Svým predáním tlakem kormorán decimuje obsádky síhů především ve věku 1+. Při lovu kormoránů vznikají také nepřímé ztráty, při nichž jsou ryby poškozeny a dochází snížení tělesné hmotnosti, kondice, zaplísnění až k pozdějšímu úhynu (Kortan a Adámek, 2010).

2.6 Chov síha peledě v České republice

2.6.1 Odchov plůdku ve žlabech

Technologie odchovu plůdku ve žlabech se řadí do průmyslového typu odchovu. Je to náročná metoda na udržení podmínek prostředí, jako je chemismus a teplota vody (Hochman, 1987). V počátku odchovného období musí být v krmné dávce ve vyšší míře zastoupena čerstvá planktonní potrava. S postupným růstem a věkem ryb lze postupně do krmné dávky zakomponovat také průmyslově vyráběná krmiva. Podíl těchto krmiv v krmné dávce lze zvýšit až na 80 – 90 % denní krmné dávky (ON 466875). Dále je třeba zajistit odpovídající intenzitu krmení a ochránit plůdek před parazitární invazí. Důležité je také zajistit vyšší počáteční teplotu vody, při níž plůdek roste rychleji. Teplota se postupně zvyšuje v rozmezí 5 – 18 °C (Hochman, 1987).

2.6.2 Odchov plůdku v sádkách

Odchov plůdku v sádkách především pro produkci půlročního plůdku je výhodné napájet sádky vodou s planktonem z bohatého rybníka, který jde produkčně připravit pro početnější rozvoj zooplanktonu (Hochman, 1987). Významné opatření je zamezení vniknutí jiných či dravých ryb do sádky, aby se předešlo dalším ztrátám. V zásobním rybníku by měla být nižší obsádka ryb. Obsádku zásobního rybníka je třeba doplnit po ukončení odchovu plůdku síhů v sádkách, což je koncem června. Zvýšení koncentrace zooplanktonu ve výtoku zásobního rybníka lze zajistit jeho nočním osvětlením (Hochman, 1987). Velmi pozitivně ovlivňuje růst plůdku pečlivé navyknutí na pravidelné příkrmování umělými krmivy a zabezpečení dostatečného přítoku vody (ON 466875). Ztráty při tomto odchovu se pohybují do 40 %. (Hochman, 1987).

2.6.3 Chov v polykultuře s K1

V naší zemi byl dlouho praktikován tradiční odchov plůdku obou druhů síhů v polykultuře s kaprem (K1). Váčkový plůdek byl vysazen do vhodných hlubších, neprůtočných výtažníků, které jsou zabezpečeny proti vniknutí dravých ryb (Čítek a kol., 1998). Také je potřeba znemožnit únik plůdku přes požerák, který jinak uniká díky silnému migračnímu pudu. V rybníku se musí zajistit odpovídající stupeň přihnojení, aby byl zajištěn početnější výskyt zooplanktonu. Významné je zachovat dostatečný přítok chladnější vody v letním období (ON 466875). Zpravidla ve větších skupinách se váčkový plůdek vysazuje do příbřežních částí rybníka. Pokud je ještě

hladina rybníka pokrytá ledem, tak je možné pro nasazení plůdku síhů použít i prohlubní, ale pouze těch prohlubní, které nejsou v blízkosti výpusti. I při dodržení všech chovatelských opatření jako jsou příprava a výběr výtažníků, dochází k vysokým ztrátám na úrovni 80 – 90 % (Čítek a kol., 1998).

Chov síhů v klecových systémech byl převzat a odzkoušen po vzoru polských rybářů. V ponořených klecích z jemné síťoviny se plůdek síhů odchovává po dobu 5 – 8 týdnů. Klece musí být dokonale utěsněné, aby plůdek neunikal (Čítek a kol., 1998). Při odchovu plůdku síhů v klecích se využívá kladného fototropismu drobného zooplanktonu, který je lákán z okolního prostředí rybníka dovnitř klece, která je v noční době osvětlená (Hochman, 1987). Pro klecový odchov se volí spíše méně úživné a mírně průtočné rybníky, u kterých je potřeba soustavně pozorovat plynulý rozvoj živočišného planktonu, který je možné udržet dávkovým přihnojováním. Nicméně klecový chov síhů v ČR není v současné době využíván (Pokorný a kol., 2003).

2.6.4 Chov v recirkulačním systému

Jako významnou možnou alternativu intenzivní produkce ryb v průtočných systémech a rybnících jsou intenzivní chovy ryb v tzv. recirkulační systémy. Jde o chovné systémy, které jsou charakteristické vysokou produkcí ryb na velmi malé zastavěné ploše a ke svému provozu vyžadují velmi malé množství přítokové vody. Znečištění produkované chovem v těchto systémech je jen velmi malé oproti klasickým technologiím chovu ryb v průtočných systémech (Blancheton a kol., 2002). Charakteristikou pro recirkulační systémy je téměř nezávislý chod s ohledem na podmínky vnějšího prostředí. Při využití řady intenzifikačních prvků lze realizovat produkci různých druhů ryb nebo jiných vodních organismů (Kouřil a kol., 2013). V České republice se do budoucna předpokládá, že se na vhodných současných produkčních farmách s chovem lososovitých ryb, postupně zavedou prvky mechanického čištění a částečné recirkulace vody (Kouřil a kol., 2008). Výhodou tohoto systému jsou výrazně nižší zdravotní rizika chovaných ryb a ochrana před rybožravými predátory (Kouřil a kol., 2013).

2.7 Frekvence krmení

Mezi velkou nákladovou položku podniku patří nákup krmiva. Pomocí technologie krmení, do které patří vhodně zvolený typ krmiva a jeho správná frekvence podání, je možné zvýšit efektivitu a úspornost intenzivního chovu (Okumus, 2000; Hasan, 2001). Správně zvolená frekvence krmení má významný vliv k dosažení snížení nákladové položky podniku. Optimalizací frekvence krmení lze výrazně ovlivnit rychlost růstu, přežití, kvalitu vody a svalovinu ryb. Dobře rozvržená frekvence krmení umožňuje maximální využití předkládaného krmiva a dokáže urychlit produkční cyklus (Ferdous a kol., 2014). Komerčně vyráběné suché krmivo, nabízené pro lososovité druhy ryb, je výživově vyrovnané, ale také lehce přijímatelné a stravitelné (Okumuş, 2000; Hasan, 2001).

Výsledkem vysokých metabolických pochodů u juvenilních ryb je zjištěno, že dokáží konzumovat mnohem více krmiva, než ryby adultní. Schopnost využití krmiva rybami závisí také na fyzikálně – chemických vlastnostech chovného prostředí, a to zejména na teplotě vody. Teplomilné ryby spotřebují více krmiva než ryby studenomilné. Ryby jsou poikiloternní živočichové a jejich metabolické pochody jsou závislé na teplotě okolního prostředí (Türker a Yildirim, 2011). Podání velké dávky krmiva (1× za den) rybám ve své podstatě vytváří krátkodobý pokles kvality vody, a to může být významným stresovým faktorem, který se projevuje výrazným snížením hmotnosti chovaných ryb (Giberson a Litvak, 2003).

Množství denní krmné dávky, frekvence a správné načasování krmení jsou klíčovými faktory krmné strategie, které ovlivňují konverzi krmiva a celkově efektivitu chovu (De Silva a Anderson, 1995; Jobling, 1995; Goddard, 1996).

Každý druh má své specifické potravní požadavky a strategie. Příjem krmiva rybami je konečným výsledkem navzájem působících činitelů, jako je například vztah mezi rybami navzájem. Dále sem pak patří interakce mezi rybami a prostředím, ve kterém se nacházejí. V podstatě má krmná technika a frekvence krmení dva hlavní cíle. Prvním cílem je stimulovat větší příjem krmiva u ryb, a tím snižovat degradaci aplikovaného krmiva do vody. Druhým cílem je poskytnout rybám větší potenciál pro růst a minimalizovat metabolické výdaje. Optimalizace frekvence krmení u daného druhu zlepšuje efektivitu chovu a zrychluje tempo růstu. Krmení ryb v kratších intervalech a v menších krmných dávkách je považováno za účinnější, neboť zabraňuje

zbytečným ztrátám na krmivu a snižuje znečištění životního prostředí (Türker a Yildirim, 2011). Snahou v akvakultuře je snížit náklady na krmiva pomocí vývoje nových druhů krmiv s optimalizací krmných postupů, do čehož spadá i různá denní frekvence podávání krmiva (Ferdous a kol., 2014).

2.7.1 Vliv frekvence krmení na přežití

Ferdous a kol. (2014) považují dostupnost potravy a její velikostní rozmanitost za primární příčinu úmrtnosti raných stádií ryb. Bylo zjištěno, že frekvence krmení vede nejen ke zlepšení růstu, ale také má vliv na přežití. V práci „Vliv frekvence podávání krmiva na růst a přežití monosexní (samčí) populace tilapie nilské (*Oreochromis niloticus*)“ porovnávali různé frekvence podávání krmiva (2×, 3×, 4×, 5× za den) u plůdku s počáteční hmotností ($0,02 \pm 0,04$ g) v experimentu, který probíhal 28 dní v zemních rybníčcích, při průměrné teplotě vody $26,5^{\circ}\text{C}$. V závěru experimentu zaznamenali nejvyšší přežití $95 \pm 2,9$ % u skupiny ryb s frekvencí podávání krmiva (5× za den), naopak nejnižší přežití $69 \pm 2,49$ % měla skupina ryb s podáváním krmiva (2× za den).

Türker a Yildirim (2011) pozorovali „Efekt frekvence podávání krmiva na růst a složení svaloviny pstruha duhového chovaného v chladné mořské vodě“. Experiment probíhal 8 týdnů, při teplotě vody $5,8 - 9,3^{\circ}\text{C}$. Testovány byly 3 různé frekvence podávání krmiva, a to šestkrát, čtyřikrát a třikrát denně. Na základě výsledků a zkušeností doporučují, že by prvotní krmení plůdku pstruha duhového od hmotnosti $16,4 \pm 0,2$ g mělo být prováděno ručně v malém množství krmiva, nejméně šestkrát za den, dokud nezačnou všechny ryby intenzivně přijímat potravu. Skupina s frekvencí krmení (6× denně) dosáhla nejvyššího přežití $93,3 \pm 1,9$ %, oproti skupině krmené (3× denně) s přežitím $83 \pm 0,8$ %.

Tayag a kol. (2005) provedli šestnáctidenní experiment, který testoval vliv různé frekvence krmení na růst a přežití larev „parmy stříbrné“ (*Barbodes gonionotus*). Experiment probíhal v řízeném prostředí recirkulačního systému při průměrné teplotě vody 22°C . Na larvách ve věku 5 dní o průměrné délce $3,4 \pm 0,2$ mm a hmotnosti $0,8 \pm 0,1$ mg byly testovány čtyři rozdílné frekvence (1×, 2×, 3×, 4× denně). Byl zaznamenán pozitivní vliv na přežití u frekvencí krmení 4× denně s hodnotami $56,7 \pm 3,8$ %,

(3× denně) s hodnotami $49,8 \pm 5,1$ % a (2× denně), $42,3 \pm 2,5$ %, oproti skupině ryb s frekvencí podávání krmiva (1× za den) s hodnotou přežití $26,6 \pm 5,2$ %.

2.7.2 Vliv na růst a konverzi krmiva

Känkänen a Pirhonen (2009) ve svém experimentu monitorovali vliv přerušovaného krmení na příjem krmiva a kompenzační růst síha severního (*Coregonus lavaretus lavaretus*). Sledovali tři různé skupiny s metodou krmení 7 dní v týdnu (1× za den), 5 dní v týdnu (1× za den) a 2 dny (1× za den) s následným 2 denním hladověním. Na počátku experimentu, který trval 6 týdnů s průměrnou teplotou vody 17°C, měly nasazené ryby počáteční hmotnost $51 \pm 13,7$ g. Nejvyšší rychlost růstu $2,2 \pm 0,1$ %·d⁻¹ byla zaznamenána u metody s krmnou technikou 7 dní v týdnu (1× za den), nejnižší rychlost růstu $1,83 \pm 0,11$ %·d⁻¹ byla zjištěná u skupiny s podáváním krmiva 2 dny (1× za den) s následným 2 denním hladověním. Nejvyšší hmotnost $139,1 \pm 13,6$ g při celkové délce těla $178 \pm 3,7$ mm dosáhla skupina s denním podáváním krmiva (1× za den). Tato skupina dosáhla i nejnižší hodnoty konverze krmiva FCR $0,96 \pm 0,1$, dále následovala skupina ryb krmená 5 dní v týdnu (1× za den) s hmotností $121,5 \pm 6$ g a celkovou délkou těla $173,4 \pm 0,8$ mm a FCR 0,94. Nejnižší hmotnosti $109,9 \pm 5,6$ g a celková délka těla $109,9 \pm 5,6$ mm s hodnotou FCR 0,95 dosáhla skupina krmená dva dny po sobě (1× denně) a 2 dny hladovějící. V tomto experimentu kromě vlivu frekvence krmení na příjem a rychlost růstu byla také sledována změna objemu žaludku. Hmotnostní poměr a objem žaludku klesal s častějšími frekvencemi podávání krmiva. Největší objem $5,1 \pm 1,7$ ml byl zaznamenán u skupiny ryb, která se krmila 2 dny (1× za den) s následným 2 denním hladověním, následovala skupina s krmením 5 dní v týdnu (1× za den) s objemem žaludku $4,2 \pm 2,4$ ml a nejmenší objem žaludku $2,96 \pm 1,13$ ml měla skupina ryb krmená 7 dní v týdnu (1× za den). Z výsledků experimentu bylo konstatováno, že síhovité ryby jsou schopny kompenzovat růst i v případě nepravidelné aplikace krmiva do nádrže.

Türker a Yildirim (2011) došli k závěru u výše zmíněného experimentu frekvence krmení na růst a složení těla pstruha duhového, že se stoupající intenzitou frekvence krmení roste rychlost růstu. Nejlepší příjem krmiva se projevil u frekvence krmení 6× denně s nejvyšším SGR $2,9 \pm 0,1$ %·d⁻¹, nižšího výsledku SGR $1,4 \pm 0,1$ %·d⁻¹ dosáhly ryby krmené 4× za den, nejnižší rychlost růstu $1 \pm 0,12$ %·d⁻¹ byla zaznamenána u ryb krmených 3× denně. Nejlepší konverze krmiva $0,7 \pm 0,03$ byla

zaznamenána u ryb krmených (3× za den), vyšších výsledků $1,01 \pm 0,04$ a $1,05 \pm 0,03$ krmné konverze dosáhly ryby krmené (4× a 6× za den).

Başçınarlı a kol. (2007) ve svém 3 měsíčním experimentu „Efekt frekvence podávání krmiva na růst a konverzi krmiva u černého mořského pstruha (*Salmo trutta morpha trutta*)“ nasadili ryby o počáteční průměrné hmotnosti $155,9 \pm 31,56$ g. Byly zkoumány 3 frekvence podávání krmiva – jedenkrát, dvakrát a třikrát denně. Během experimentu byla udržována stálá průměrná teplota vody 18°C. Při vyhodnocení dospěli k výsledkům, že nejvyšší hmotnost $217,6 \pm 2,54$ g byla zaznamenána u frekvence podávání krmiva (3× denně), dále následovala hmotnost $202,7 \pm 3,18$ g ryb krmených (2× za den) a nejnižší hmotnosti $201,7 \pm 3,4$ g dosáhly ryby krmené jedenkrát za den. Nejvyšší rychlosti růstu $0,4 \pm 0,012$ %·d⁻¹ dosáhla skupina ryb s frekvencí krmení (3× denně), ryby s frekvencí podávání krmiva (2× za den) dosáhly $0,28$ %·d⁻¹, nejnižší rychlost růstu byla zaznamenána u ryb krmených (1× denně) $0,3 \pm 0,02$ %·d⁻¹. Nejnižší koeficient konverze krmiva $1,5 \pm 0,1$ byl dosažen u frekvence podávání krmiva třikrát denně, vyšší konverze krmiva $1,74 \pm 0,093$ byla zjištěna u ryb s frekvencí podávání krmiva (2× za den), nejvyšší hodnota FCR $1,8 \pm 0,1$ byla zaznamenána u ryb krmených (1× za den).

Plůdek tilapie nilské ve výše zmíněném experimentu o počáteční hmotnosti ($0,018 \pm 0,04$ g), který byl krmený vyšší frekvencí (5× za den) dosáhl maximální hmotnosti $0,4 \pm 0,1$ g, nejvyšší SGR $10,9 \pm 0,3$ %·d⁻¹, a nejnižší FCR $1,2 \pm 0,04$. Ruční krmení plůdku tilapie nilské (5× denně) je uváděno jako nejvhodnější k dosažení intenzivního růstu. U experimentu různých frekvencí krmení monosexní populace tilapie nilské byl pozorován efekt rychlejšího růstu se stoupající frekvencí podávání krmiva (4× a 5× za den). Nižší frekvence krmení (2× a 3× za den) značně snížila průměrnou hmotnost obou skupin na $0,19 \pm 0,03$ g a růst SGR $8,8 \pm 0,1$ %·d⁻¹ a zvýšil se průměr konverze krmiva na $1,65 \pm 0,1$ (Ferdous a kol., 2014).

Siraj a kol. (1998) ve své práci „Vliv frekvence krmení na růst, krmný koeficient a přežití u red hybrid tilapia (kříženec *Oreochromis aureus* a *Oreochromis mossambicus*)“ testovali 4 různé frekvence krmení (1× za den), (2× za den), (3× za den). Experiment probíhal v recirkulačním systému, při stále průměrné teplotě vody 26 °C. Na počátku experimentu měly ryby průměrnou hmotnost $1,2 \pm 0,1$ g. Po 7 týdenním experimentu byla zaznamenána nejvyšší hmotnost $5 \pm 0,3$ g, nejvyšší rychlost růstu $3,8$ %·d⁻¹ a nejvyšší přežití 96,7 % u frekvence krmení (2× za den). Výsledky u ryb

s frekvencí podávání krmiva (1× za den), byly kusová hmotnost $4,9 \pm 0,2$ g, $3,42 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ SGR s přežitím 94,8 %. Nejnižší hodnoty kusové hmotnosti $4 \pm 0,8$ g, SGR $3,6 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ a přežití 92 % byly zaznamenány u ryb krmených (3× za den). Nejvyšší hodnota FCR $3,1 \pm 0,04$ byla zaznamenána u krmení jedenkrát za den, zatímco vyšší frekvence krmení (2× a 3× za den) vykazovaly hodnoty FCR 2 a 2,2.

Ferdous a kol. (2014) zaznamenali nízkou hodnotu $1,2 \pm 0,04$ FCR u výše zmíněného experimentu u plůdku tilapie nilské u ryb, které byly krmené (5× denně), následovala hodnota $1,5 \pm 0,08$ u frekvence (krmení 4× za den), oproti rybám krmeným (3× denně) s hodnotou FCR $1,65 \pm 0,1$.

Tayag a kol. (2005) ve výše uvedeném experimentu: „Vliv efektu frekvence podávání krmiva na růst a přežití larev (*Barbodes gonionotus*)“ pozorovali příznivý účinek na růst, konverzi krmiva, délku a přírůstek. Nejvyšší rychlost růstu $16,04 \pm 0,5 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ byla zaznamenána u frekvence krmení čtyřikrát za den, zatímco frekvence krmení jedenkrát denně dosáhla $11,96 \pm 0,9 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Ryby krmeny čtyřikrát denně dosáhly nejnižší hodnoty $3,3 \pm 0,4$ krmného koeficientu, oproti skupině krmené jedenkrát za den $4,01 \pm 0,3$. Nejvyšší hmotnosti $10,3 \pm 0,9$ g dosáhly ryby krmeny čtyřikrát za den, ryby krmeny jednou denně dosáhly hmotnosti $5,36 \pm 0,84$ g. Nejvyšší délky dosáhla skupina krmena čtyřikrát za den $8,6 \pm 0,2$ mm a nejmenší délky $7,4 \pm 1,1$ mm dosáhla skupina ryb krmená jedenkrát denně.

Azerolu a kol. (2009) ve své práci „Efekt frekvence podávání krmiva na růst, příjem krmiva a ekonomické udržení chovu keříčkovce červenolemého (*Clarias gariepinus*) plůdku a juvenilních jedinců“ testovali čtyři různé frekvence podávání krmiva - krmení jedenkrát, dvakrát, třikrát a čtyřikrát denně. Experiment pro plůdek i juvenilní jedince trval 8 týdnů. Odchov ryb probíhal v recirkulačním systému v rozmezí teploty 26 – 29°C. Na počátku experimentu s plůdkem byly nasazeny ryby s průměrnou hmotností $8,5 \pm 0,1$ g. U skupin ryb s frekvencí krmení (1×, 2×, 3× a 4× za den) byly zjištěny nejvyšší hmotnosti 42 ± 4 g; $59 \pm 8,7$ g; $77 \pm 8,4$ g; $78 \pm 7,8$ g. Rychlost růstu $1,5 \pm 0,7 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ byla zjištěna u ryb s frekvencemi krmení (3× a 4× za den), u frekvencí podávání krmiva (2× a 1× za den) byly zjištěny rychlosti růstu $1,34 \pm 0,8 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ a $1,11 \pm 0,5 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Nejvyšší hodnota krmného koeficientu 0,90 byla zjištěna u ryb, kterým bylo krmivo podáno (1× za den). U ryb s frekvencí podávání krmiva (2×, 3× a 4× za den) byly zjištěné krmné koeficienty 0,74, 0,73, 0,75. Do experimentu s juvenilními jedinci, byly nasazeny ryby s průměrnou hmotností

34,3 ± 0,1 g. Specifická rychlost růstu juvenilních jedinců se zvyšovala s počtem intenzity krmné frekvence v hodnotách 0,59 ± 0,4 %·d⁻¹ (krmení 1× za den), 0,83 ± 0,5 %·d⁻¹ (krmení 2× za den), 0,93 ± 0,6 %·d⁻¹ (krmení 3× za den) a 0,99 ± 0,2 %·d⁻¹. Krmná konverze dosáhla nejvyšší hodnoty u skupiny ryb s krmením (1× za den). U ryb krmených (2× za den) byla konverze krmiva 0,8 ± 0,07, skupina ryb krmená (3× za den) měla krmnou konverzi 0,7 ± 0,05, ryby s intenzitou podávání krmiva (4× za den) dosáhly konverze krmiva v hodnotě 0,8 ± 0,03. Na konci experimentu s juvenilními jedinci byla hmotnost ryb u skupiny krmené (1× za den) 80,5 ± 4,9 g; 114,7 ± 6,3 g a 114,47 ± 7,62 g u skupin s frekvencí krmení (2× a 3× za den), nejvyšší hmotnost 77,73 ± 9,3 g dosáhly ryby krmeny (4× za den).

Zakeš a kol. (2006) popisují ve svém experimentu „ vliv frekvence podávání krmiva na růst velikostní rozdíly u juvenilního candáta obecného (*Sander lucioperca*) “. Do experimentu byli na 6 týdnů nasazeni juvenilní jedinci o průměrné hmotnosti 4,8 ± 0,6 g a celkové délce těla 8,3 ± 1,17 cm. Experiment probíhal v recirkulačním systému při průměrné teplotě vody 22,2°C. Ryby byly rozděleny do třech rozdílných skupin s frekvencí podávání suchého krmiva (1× za den, 3× za den a nepřetržitě krmení). Po 6 týdnech byly zjištěné hmotnosti ryb 16,2 ± 1,7 g u ryb krmených (1× za den), hmotnosti 19,5 ± 0,9 g dosáhly ryby s frekvencí krmení (3× za den), hmotnost 18,7 ± 0,2 g byla zaznamenána u ryb s nepřetržitým krmením. U ryb s krmnou frekvencí (1× a 3× za den) byla zjištěna velmi podobná rychlost růstu 2,45 ± 0,34 %·d⁻¹ a 2,45 ± 0,05 %·d⁻¹, rychlost růstu 2,4 ± 0,06 %·d⁻¹ byla zaznamenána u ryb s nepřetržitým podáváním krmiva. Nejvyšší hodnota FCR 1,4 ± 0,1 byla zjištěna u ryb krmených jedenkrát denně, následovaly hodnoty 1,2 ± 0,02 a 1,2 ± 0,3 u frekvence podávání krmiva (3× za den) a u skupiny s nepřetržitým krmením. Autoři neuvádějí délku ryb v závěru experimentu.

2.7.3 Vliv frekvence krmení na chování ryb

Intensivnější frekvence krmení snižuje agresivní chování samců u tilapie nilské (*Oreochromis niloticus*). To je způsobeno především rovnoměrným a rychlým růstem ryb v obsádce (Ferdous a kol., 2014).

Zakeš a kol. (2006) u výše uvedeného experimentu s frekvencí podávání krmiva u candáta obecného popisují, že frekvence krmení neměla vliv na hmotnostní varianci

rybí obsádky a byl pozorován útlum agresivního chování ryb i ve skupinách s redukovanou denní krmnou dávkou.

2.7.4 Vliv frekvence krmení na specifickou spotřebu

Guinea a Fernandez (1996) popisují, že v každém chovu ryb je nutností počítat se spotřebou kyslíku při dýchání ryb. Při extenzivním venkovním chovu, může být kyslík do vody doplňován difuzí kyslíku z atmosféry, nebo primární produkcí vodní rostlin a řas. V intenzivní akvakultuře s vysokou obsádkou ryb, je nutné spotřebu kyslíku dorovnávat provzdušňováním vody nebo injektáží plynného kyslíku do odchovných nádrží. V této problematice je užitečné znát množství spotřeby kyslíku u chovaného druhu. Spotřebu kyslíku ovlivňují faktory jako je teplota, velikost krmné dávky nebo harmonogram podávání krmiva. Tito autoři zkoumali vliv frekvence podávání krmiva na specifickou spotřebu kyslíku (SDA) u pražmana zlatého (*Sparus aurata*). Do uzavřeného recirkulačního odchovného systému byly na 18 dní nasazeny juvenilní ryby s počáteční průměrnou hmotností $30 \pm 5,6$ g a délkou $8,1 \pm 0,9$ cm. Ryby byly rozděleny do dvou skupin se stanovenou stejnou denní krmnou dávkou s frekvencí podávání krmiva ($1\times$ a $2\times$ za den). Na konci experimentu ryby krmené ($1\times$ za den) dosáhly délky $13,6 \pm 0,07$ cm a hmotnosti $51,6 \pm 12,5$ g, druhá skupina ryb s frekvencí podávání krmiva ($2\times$ za den) dosáhla hmotnosti $13,6 \pm 0,1$ cm a hmotnosti $48,3 \pm 1,7$ g. Průměrná specifická spotřeba kyslíku byla stanovena před nakrmením s hodnotou $176,67 \text{ mg O}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$. Po nakrmení došlo k nárůstu spotřeby kyslíku, s vrcholem po 1 – 6 hodinách po nakrmení. U ryb s krmením ($1\times$ za den) byla zaznamenaná hodnota $360 \text{ mgO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$ SDA, zatímco spotřeba kyslíku u ryb s krmením ($2\times$ za den) dosáhla hodnoty $259,9 \text{ mgO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$.

Tayag a kol. (2005) popisují u výše uvedeného experimentu u larev (*Barbodes gonionotus*), nebyl prokázán vliv frekvence podávání krmiva na hodnotu SDA. Frekvence podávání krmiva má vliv na SDA (specifickou spotřebu kyslíku), u pstruha duhového (hmotnost těla: 15,1 – 45 g) při intenzivnější frekvenci podávání krmiva ($3\times$ za den) se výrazně snižují výkyvy proměnné spotřeby kyslíku, oproti frekvenci krmení jedenkrát denně (Türker a Yildirim, 2011).

3. Materiál a metodika

3.1 Získání odchovných ryb

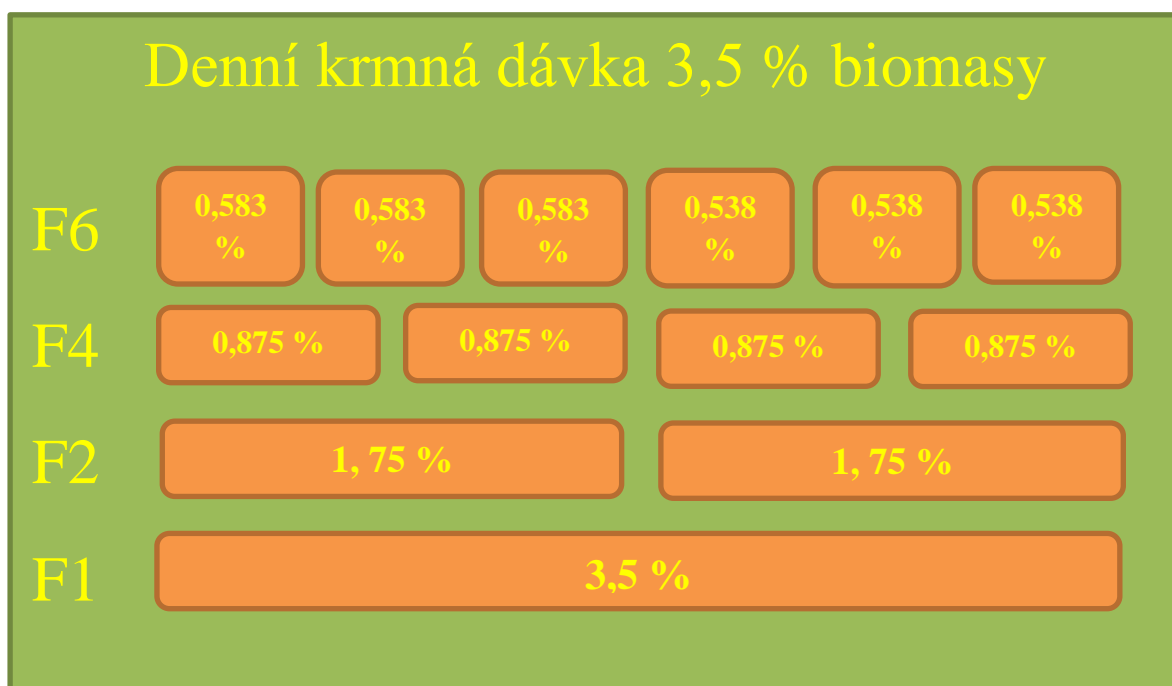
Váčkový plůdek byl získaný od rybářského podniku KINSKÝ Žďár a.s. Rozplavaný váčkový plůdek síha peledě byl dovezen v polyethylenových pytlích na experimentální objekt Laboratoře řízené reprodukce a intenzivního chovu ryb – Ústavu akvakultury v Českých Budějovicích. Váčkový plůdek (Obr. č. 1) byl opatrně přeplaven na odchovné žlaby. Zde proběhla adaptace larev na suché komerční krmivo pomocí metody tzv. „co-feeding“, kde se postupně z živé potravy přešlo na suché krmivo. Byla použita ověřená metoda, při které se po dobu 20 dní krmilo žábřonožkou (*Artemia sp.*) a během tří dnů se podávala kombinace živé a suché potravy.



Obr. č. 1 Plůdek síha peledě v počítací misce

3.2 Hlavní experiment – frekvence podávání krmiva

Byl testován vliv různých frekvencí podávání suchého krmiva na konverzi krmiva, růst, kondiční stav a přežití síha peledě. Rybám bylo krmivo podáváno manuálně s předem stanovenou denní krmnou dávkou (DKD), která tvořila 3,5% biomasy ryb. Jednou týdně byla provedena korekce DKD, které předcházelo kontrolní přelovení všech nádrží, při kterém byla zjištěna celková biomasa ryb. Tato DKD byla rozdělena do dílčích dávek podle stanovených frekvencí, které byly podávány během krmné periody. Testovány byly čtyři různé frekvence (Obr. č. 2) podávání krmiva ve třech opakováních. Skupina F6, kde bylo krmivo podáváno (6× za den) každé 2 hodiny, skupina F4 krmivo podáváno (4× za den) každé 3 hodiny, skupina F2 krmivo podáváno (2× za den) po 6 hodinách, a skupina F1 krmivo podáváno (1× za den). Krmivo použité v experimentu bylo od firmy BIOMAR – INICIO Plus s granulací 0,6 mm. Suroviny obsažené v krmivu: Rybí moučka, pšeničná moučka, rybí tuk, vitamíny a minerály. Nutriční složky krmiva: surový protein – 63 %, surový lipid – 11 %, bezdusíkaté látky výtahkové – 10,6 %, vláknina 0,2 %, popel 10,9 %, fosfor 1,5 %. Hrubá energie obsažená v krmivu – 21,1 MJ.kg⁻¹, stravitelná energie – 18,8 MJ.kg⁻¹. Krmivo bylo rybám podáváno pouze ve světelné části dne, která byla nastavena na 12 hodin (od 7⁰⁰ do 19⁰⁰). Během celého experimentu byly denně sledovány fyzikálně – chemické parametry vody (Tab. 1).



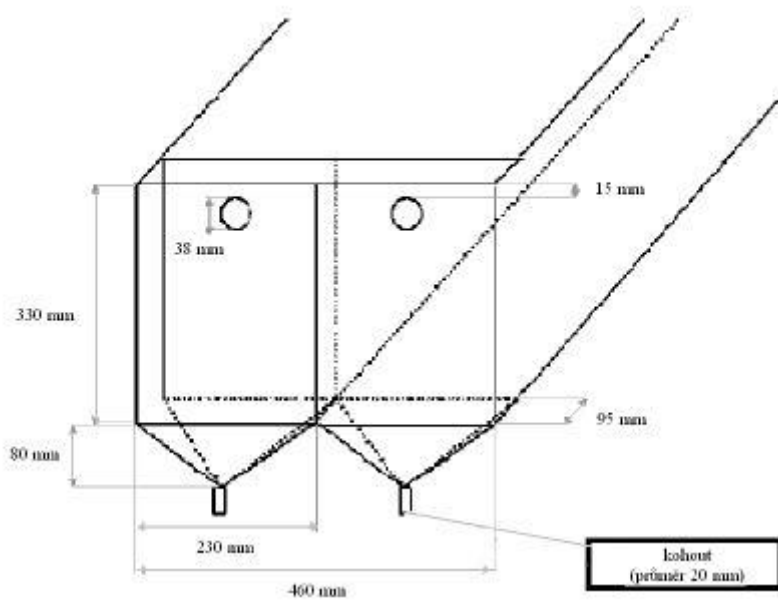
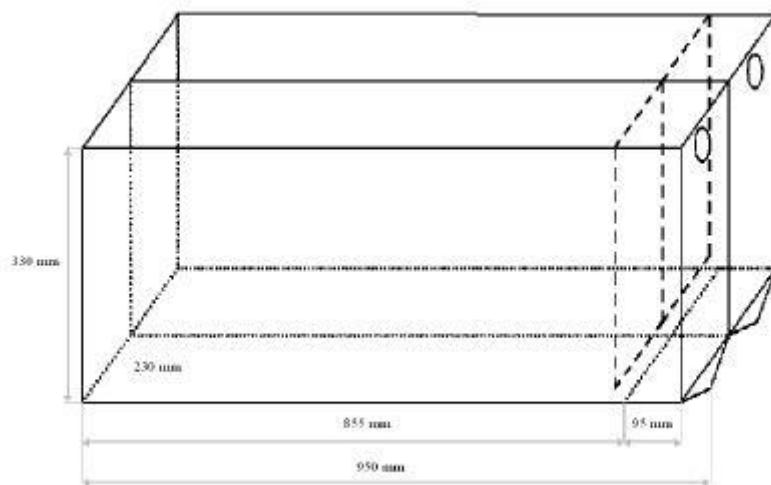
Obr. č. 2 Rozdělení denní krmné dávky pro jednotlivé skupiny frekvence podávání krmiva

3.2.1 Popis recirkulačního systému

K pokusu bylo celkem použito 12 odchovných nádrží o objemu 65 litrů, které byly napojeny na jeden systém s mechanickým a biologickým čištěním (Obr. č. 3). Na konci odchovné nádrže se ve spodní části nacházel sedimentační kužel, který byl od chovného prostoru oddělen přepážkou. Zde se usazoval zbytek krmiva a exkrementy, které se daly pomocí ventilu odsát tak, že nedocházelo k rušení ryb (Obr. č. 4). Mechanické čištění bylo zajištěno pomocí usazovací nádrže objemu 1500 l s filtrační náplní Bioakvacit (PPI 10), jež byla umístěná pod experimentálními nádržemi. V horní části systému byla umístěná nádrž biologického čištění o objemu 1500 l s plastovými elementy Ratz (BT 10). V tomto stupni byla voda silně provzdušňována. Na rozvodech vody byl stejný průtok v jednotlivých odchovných nádržích udržován pomocí regulačních kohoutů s ventilem. Stálá teplota vody v systému byla zajištěna pomocí průtokového chladiče (Hailea 100A) a řídicí jednotky. Třikrát denně byly v systému měřeny fyzikálně – chemické parametry vody (Tab. č. 2) pomocí elektronického multimetru HACH HQ40d. V každé nádrži byl nastaven průtok na 130 l za hodinu (výměna vody 2× za hodinu).



Obr. č. 3 Pohled na jednotlivé odchovné nádrže a recirkulační systém



Obr. č. 4 Náčrt odchovných nádrží a pohled na detail sedimentačního kuželu

3.2.2 Průběh experimentu

Experiment probíhal od 28. července do 30. září 2014 a byl rozdělen do tří dílčích period. První sledovací perioda proběhla do 28. července do 18. srpna 2014, druhá perioda od 19. srpna. do 9. září a třetí perioda od 10. do 30. září 2014.

Na počátku bylo do 12 nádrží nasazeno po 120 ks juvenilních ryb (celkem 1440 jedinců) o průměrné hmotnosti $1,87 \pm 0,13$ g ve stáří 124 dní po vykulení. Každá nádrž měla vyváženou počáteční průměrnou biomasu $223,2 \pm 0,2$ g.l⁻¹. Nasazené ryby byly plně adaptovány na experimentální prostředí a na suché krmivo. Celkem 63 experimentálních dní, bylo rozděleno na tři periody (I. – III.), které trvaly 21 dní (stáří ryb I: 124 – 145, II: 146 – 166 a III: 167 – 187 dní po vykulení). Na konci každého období probíhalo kontrolní přelovení obsádky všech odchovných nádrží. Z každé nádrže byly ryby odloveny, přepočítány pro stanovení přežití obsádky. Dále pak byla zjištěna biomasa ryb v jednotlivých nádržích. U 50 kusů ryb byla provedena individuální biometrika. Před vlastním biometrickým měřením, byly ryby uspány pomocí hřebíčkového oleje (anestetika) o koncentraci 0,01 – 0,02 ml.l⁻¹. Součástí biometrického měření bylo stanovení individuální hmotnosti ryb s následným focením pro získání délkových rozměrů (celková délka, standartní délka a výška ryb). Fotografie byly zpracovány pomocí počítačového programu MICRO IMAGE 4. Každá fotografie obsahovala měřítko a popisný štítek, s označením čísla fotografie a označením skupiny (Obr. č. 5). Takto zdokumentované ryby byly vysazeny zpět do stejné nádrže. Tento popsáný způsob se opakoval pro všechny periody experimentu. V den přelovení bylo vynecháno krmení ryb.



Obr. č. 5 Biometrické měření ryb a fotodokumentace

Tabulka č. 2 Fyzikálně - chemické parametry za celý experiment (období I- III.) Data jsou udána jako průměr ± SD.

	teplota (°C)	Obsah O2 (%)	pH	NH4 (mg.l-1)	NO2 (mg.l-1)
I.	19,1 ± 0,4	79,8 ± 7,9	7 ± 0,4	0,20 ± 0,12	0,31 ± 0,2
II.	18,5 ± 1,3	75 ± 8,2	6,9 ± 0,8	0,31 ± 0,2	0,21 ± 0,21
III.	19 ± 0,4	74,4 ± 6,2	6,9 ± 0,3	0,61 ± 0,1	0,44 ± 0,21

3.3 Zpracování dat a údajů

V závěru experimentu byla všechna data převedena do elektronické podoby. Pro grafické zpracování bylo použito programu Microsoft Office Excel 2007. Fotografie z jednotlivých přelovení byly nahrány do programu MICRO IMAGE 4, ve kterém se z fotografií zjišťovala celková délka těla, standartní délka těla a výška těla (obr. č. 6). Výsledná data byla zpracována pomocí programu STATISTICA 10. Pro data byla využita parametrická jednocestná analýza variance ANOVA (Tukeyho test), na 5% hladin významnosti. Předcházelo tomu prověření homogenity variance dat pomocí Cochran-Hartley-Bartlet testu. Data naměřených délek ryb byly porovnávány pomocí neparametrického testu Kruskal – Wallisův test. V grafech byly statistické rozdíly naznačeny pomocí odlišných indexů.



Obr. č. 7 Měření celkové délky těla, délky těla a výšky těla v programu Micro Image 4

3.3.1 Produkční ukazatele experimentu

Krmný koeficient – FCR

$(F/(W_t - W_0))$, vyjadřuje množství přijatého krmiva pro hmotnostní přírůstek ryby o 1 kg.

Koeficient variance – míra heterogenity ryb = CV

= koeficient variance lze vypočítat z hmotnosti ryb.

$CV = SD/\text{hmotnostní průměr skupiny}$

Kumulativní přežití ryb za celý pokus (%)

= $(\text{nasazené ryby} - \text{ryby uhynulé} / \text{nasazené ryby}) \times 100$

Průměrná celková biomasa ryb za jednotlivé sledované období (g)

= průměrná hmotnost zvážených ryb celé nádrže

Průměrná celková a standardní délka těla (mm)

= měřená individuální celková a standardní délka ryb za jednotlivé období v (mm)

Průměrná výška těla (mm)

= měřená výška těla za jednotlivé období v (mm)

Průběh průměrné kusové hmotnosti ryb za celý pokus (g)

= za jednotlivá období byla vážena individuální hmotnost ryb v (g)

Vysvětlivky: W_t = hmotnost ryb na konci experimentu

W_0 = hmotnost ryb na začátku experimentu

t = počet dní za celý experiment

F = spotřeba krmiva za dobu experimentu

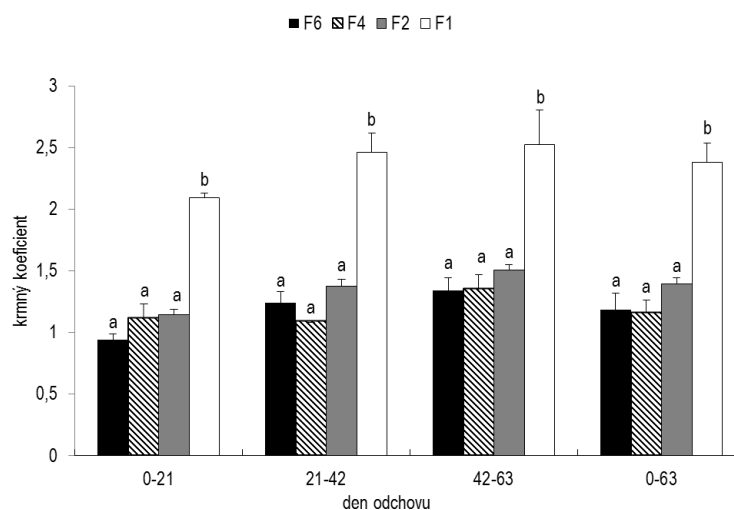
SD = směrodatná odchyl

TL = celková délka těla ryby

4. Výsledky

4.1 Krmný koeficient (konverze krmiva) – FCR

Koeficient konverze krmiva byl během experimentu vyrovnaný u skupin (6×, 4×, 2× za den), (Obr. č. 8). Mezi těmito skupinami nebyl pozorován významný statistický rozdíl. Nejlepší krmný koeficient byl pozorován v průměru za celý experiment u skupin F6 a F4 ($1,2 \pm 0,1$ a $1,2 \pm 0,1$) a následovala skupina F2 ($1,4 \pm 0,04$). Skupina ryb, která byla krmena (1× za den), nejhůře využívala krmivo během celého experimentu s průměrným výsledkem $2,4 \pm 0,2$



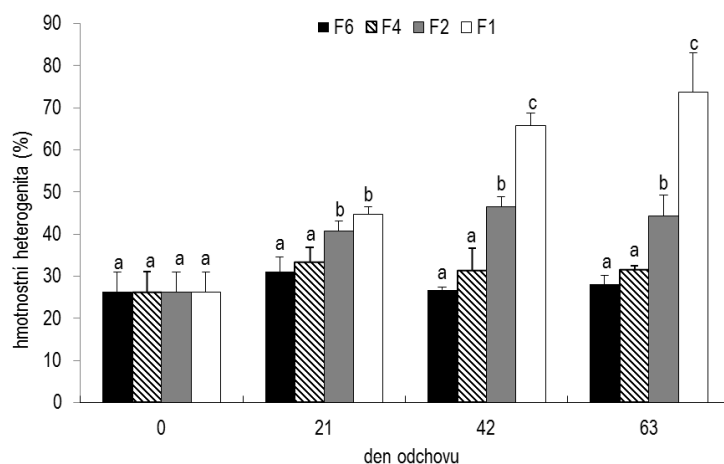
Obr. č. 8 Koeficient konverze krmiva u síha peledě chovaného s různými denními frekvencemi podávání krmiva během celého experimentu. Data jsou prezentována jako průměr \pm SD. Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší ($n = 3$).

4.2 Hmotnostní variance obsádky – míra heterogenity ryb = CV

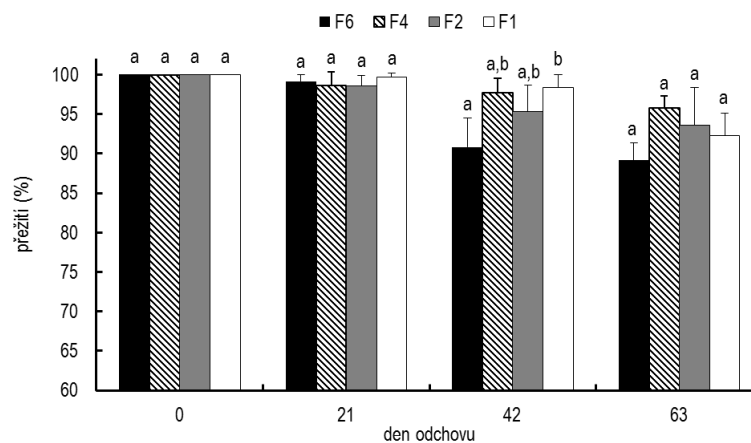
Zvyšující hodnoty CV vypovídají o větší hmotnostní heterogenitě v obsádce (Obr. č. 9). Z grafu lze pozorovat trend zvyšující se heterogenity obsádky při snížení frekvence krmení. Na začátku experimentu byla hmotnost ryb mezi skupinami vyrovnaná. Růstově vyrovnanější ryby byly pozorovány ve skupině F6 a následně F4 oproti ostatním frekvencím na konci experimentu. Rozdíly mezi těmito skupinami nebyly statisticky průkazné. Nejvíce hmotnostně rozrostlá populace ryb se nacházela ve skupině F1.

4.3 Kumulativní přežití ryb (%)

Přežití ryb bylo v první periodě experimentu pro všechny pozorované skupiny vyrovnané bez významných rozdílů (Obr. č. 10). Ve druhé periodě experimentu bylo pozorováno nejnižší přežití u skupiny ryb s frekvencí (6× za den), druhé nejnižší přežití bylo zjištěno u frekvence podávání krmiva (2× za den). Mezi skupinami F4, F1 nebyly pozorovány výrazné statistické rozdíly v přežití. Na závěr experimentu byly patrné rozdíly v přežití mezi skupinami, ty však nebyly statisticky významné. Přežití ryb u jednotlivých skupin frekvencí krmení bylo následující, F6 86 ± 2 %, F4 – 96 ± 1 %, F2 – 94 ± 5 %, 92 ± 3 %.



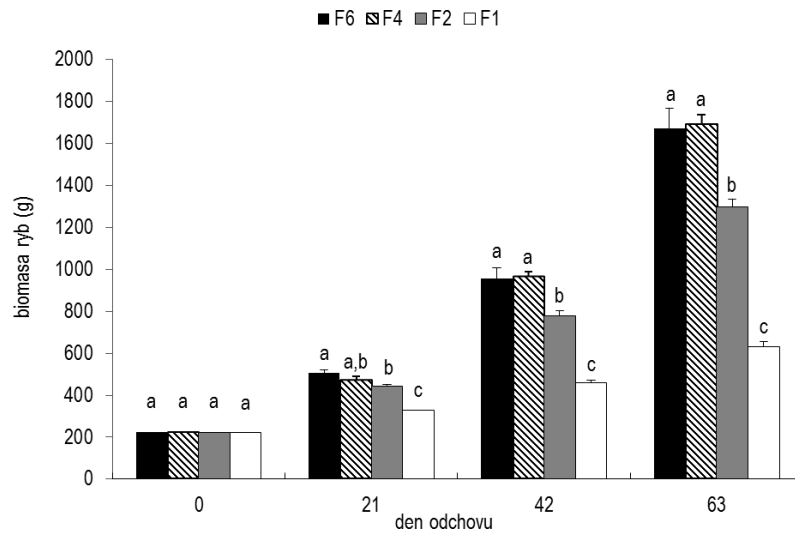
Obr. č. 9 Hmotnostní heterogenita testovaných frekvencí podávání krmiva během celého experimentu. Data jsou prezentována jako průměr \pm SD. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší ($n = 3$).



Obr. č. 10 Přežití síha peledě během celého pokusu. Data jsou prezentována jako průměr \pm SD. Sloupce označeny shodnými indexy se statisticky neliší (= 3).

4.4 Průměrná celková biomasa ryb (g)

Na začátku experimentu byla ve všech nádržích nasazená shodná biomasa $223,2 \pm 0,2 \text{ g.l}^{-1}$. Biomasa ryb exponenciálně rostla s dobou experimentu (Obr. č. 11). Rozdíly mezi jednotlivými skupinami frekvencí podávání krmiva se projevily již při prvním přelovení po 21 dnech. Již po první periodě experimentu skupina ryb s frekvencí podávání krmiva (1 \times za den) odlišovala od ostatních skupin. Vyšší nárůst biomasy ryb byl ve skupinách s frekvencemi podávání krmiva (2 \times a 4 \times denně). Nejvyšší biomasa byla zjištěna u ryb s frekvencí podávání krmiva (6 \times za den). Během druhé periody experimentu se nejvyšší hodnoty objevily u nejvyšších frekvencí podávání krmiva (6 \times a 4 \times za den). Na konci experimentu byly zjištěny nejvyšší hodnoty biomasy $26 \pm 0,7 \text{ g.l}^{-1}$ a $25,7 \pm 1,5 \text{ g.l}^{-1}$ u skupin s nejintenzivnější frekvence podávání krmiva (6 \times a 4 \times za den). Nižší hodnoty biomasy $19,9 \pm 0,6 \text{ g.l}^{-1}$ a $9,7 \pm 0,4 \text{ g.l}^{-1}$ byly zaznamenány u frekvencí krmení (2 \times a 1 \times za den).



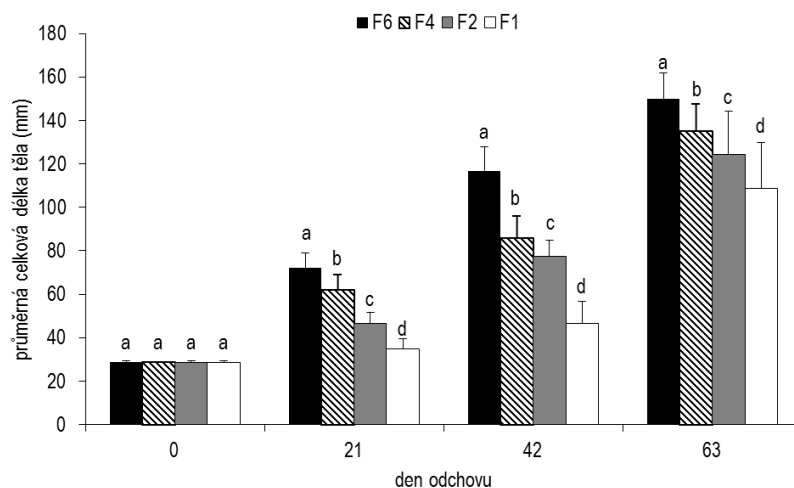
Obr. č. 11 Celková biomasa ryb v rozmezí testovaných frekvencí krmení během celého experimentu. Data jsou prezentována jako průměr \pm SD. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší ($n = 3$).

4.5 Průměrná celková délka těla (mm)

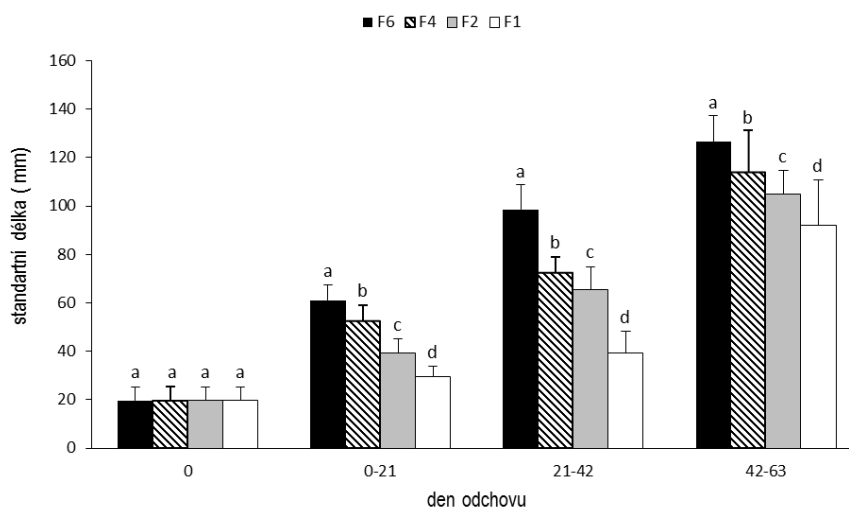
Na počátku experimentu byly nasazeny ryby s průměrnou délkou $28,7 \pm 1,7$ mm. Ryby se po první periodě lišily v celkové délce těla v jednotlivých pozorovaných skupinách (Obr. č. 12). Tyto rozdíly byly statisticky průkazné. Celková délka těla u ryb rostla se stoupající intenzitou frekvence krmení, a to $72,2 \pm 6,8$ mm ($6\times$ za den), $62 \pm 6,9$ mm ($4\times$ za den), $46,7 \pm 4,9$ mm ($2\times$ za den), $34,9 \pm 4,8$ mm ($1\times$ za den). Druhá perioda experimentu měla obdobný trend růstu jako tomu při první periodě, skupina F6 - $116,8 \pm 10,9$ mm, F4 - $85,7 \pm 6,9$ mm, F2 - $77,6 \pm 4,9$ mm, F1 - $46,7 \pm 4,8$ mm. Na závěr experimentu byla nejvyšší průměrná délka $149,9 \pm 11,9$ mm zaznamenána u ryb s frekvencí podávání krmiva ($6\times$ za den) a následovaly skupiny F4 a F2 s celkovou délkou těla $134,8 \pm 12,7$ mm a $124,2 \pm 19,9$ mm. Nejmenší délkový růst $108,8 \pm 20,8$ mm byl zaznamenán u skupiny, která byla krmena jednou denně.

4.6 Průměrná standartní délka těla (mm)

Pro experiment byla na počátku vyhodnocena průměrná standartní délka ryb $19,7 \pm 2,7$ mm. Ryby se již od první periody odlišovaly v délce těla dle jednotlivých testovaných skupin (Obr. č. 13). Od první periody experimentu se mezi všemi skupinami projevily statisticky průkazné rozdíly. Růst standartní délky těla rostl s frekvencí podávání krmiva, ve sledu $29,6 \pm 4,3$ mm ($1\times$ za den), $39,4 \pm 5,9$ mm ($2\times$ za den), $52,5 \pm 6,3$ mm ($4\times$ za den), $61 \pm 6,5$ mm. Druhá perioda měla obdobný trend v růstu jako v první periodě, skupina F1 – $39,4 \pm 8,9$ mm, F2 – $65,5 \pm 9,5$ mm, F4 – $72,4 \pm 6,5$ mm, F6 – $98,7 \pm 10,3$ mm. Na závěr experimentu byla nejnižší standartní délka $91,9 \pm 18,8$ mm zaznamenána u ryb s frekvencí podávání krmiva ($1\times$ za den), následovaly skupiny F2, F4 se standartní délkou těla $104,9 \pm 9,9$ mm, $113,8 \pm 17,3$ mm. Největší délkový růst $126,6 \pm 10,7$ mm byl zaznamenán u skupiny ryb s frekvencí podávání krmiva ($6\times$ denně).



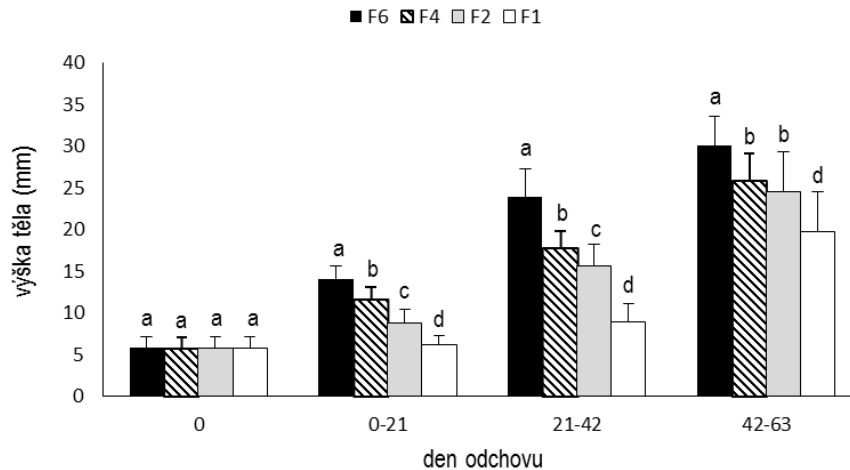
Obr. 12. Celková délka těla síha peledě testovaného na různou frekvenci podávání krmiva během celého experimentu. Data jsou prezentovaná jako průměr \pm SD. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší ($n = 150$).



Obr. č. 13 Standartní délka těla síha peledě testovaného na různou frekvenci podávání krmiva v průběhu experimentu. Data jsou prezentována jako průměr ± SD. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).

4.7 Průměrná výška těla (mm)

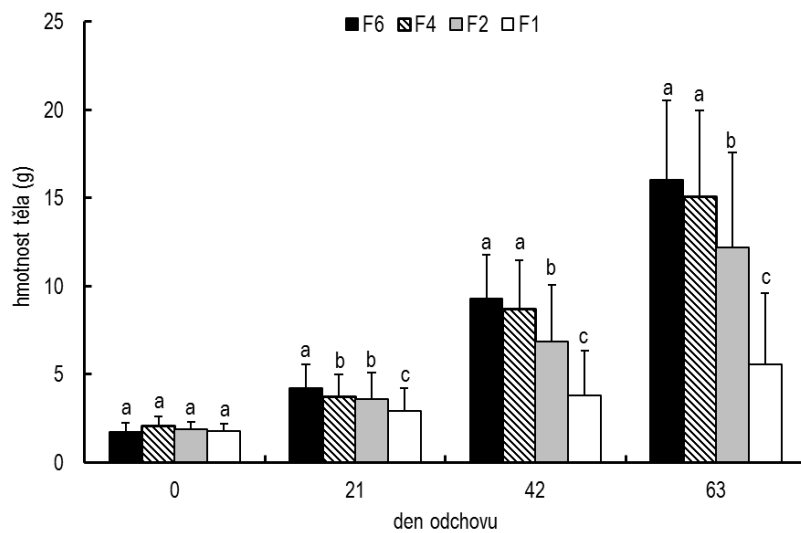
Na začátku experimentu byla zjištěná délka těla $5,8 \pm 1,3$ mm pro všechny ryby ve všech testovaných skupinách. Nejvyšší hodnoty výšky těla (Obr. č. 14) $14,1 \pm 1,6$ mm, $23,9 \pm 3,4$ mm a $30,1 \pm 3,5$ mm v průběhu experimentu měla skupina ryb s frekvencí krmení 6× za den. Skupiny ryb F4 a F2 dosahovaly v průběhu experimentu výšek těla, F4 - $11,6 \pm 1,5$ mm, $17,8 \pm 2,1$ mm, $25,9 \pm 3,2$ mm a F2 - $8,8 \pm 1,7$ mm, $15,6 \pm 2,6$ mm, $24,5 \pm 4,8$ mm. Ryby krmené 1× za den vykazovaly v průběhu experimentu nejnižší výšky těla $6,3 \pm 1,1$ mm, $8,9 \pm 2,3$ mm, $20 \pm 4,8$ mm.



Obr. č. 14 Výška těla síha peledě testovaného s rozdílnou frekvencí podávání krmiva za celé období experimentu. Data jsou prezentována jako průměr \pm SD. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší ($n = 150$).

4.8 Průměrná kusová hmotnost ryb za celý experiment (g)

Na začátku experimentu byly do všech nádrží nasazeny ryby s průměrnou hmotností $1,9 \pm 0,1$ g (Obr. č. 15). Nejvyšší hmotnosti $4,2 \pm 1,3$ g v prvním kontrolním období dosáhla skupina ryb s frekvencí podávání krmiva ($6\times$ za den), druhé nejvyšší průměrné hmotnosti $3,7 \pm 0,1$ g dosáhly skupiny s frekvencí podávání krmiva ($4\times$ a $2\times$ za den). Nejnížší průměrná individuální hmotnost byla zaznamenána u skupiny F1 ($2,9 \pm 1,3$ g). Ve druhé periodě experimentu měla nejvyšší hmotnost $9,3 \pm 2,5$ g skupina F6. Druhou nejvyšší hmotnost $8,7 \pm 2,8$ g za toto období dosáhly ryby, kterým bylo krmivo podáváno frekvencí ($4\times$ za den). Nižší hmotnostní růst byl zaznamenán u skupiny F2 ($6,87 \pm 3,21$ g). Nejnížší hmotnosti $3,8 \pm 2,5$ g dosáhla skupina ryb s nejnížší frekvencí podávání krmiva $1\times$ za den. V závěru experimentu dosáhly skupiny F6 a F4 kusové hmotnosti $15,9 \pm 4,5$ g a $15,1 \pm 4,9$ g. Druhou nejnížší hmotnost $12,2 \pm 5,4$ g dosáhly ryby ve skupině F2. Nejnížší hmotnost $5,5 \pm 4,1$ g byla zjištěna stejně jako v předešlých obdobích experimentu u frekvence podávání krmiva ($1\times$ za den).



Obr. č. 15 Růst ryb vyjádřený individuální hmotností během celého období experimentu. Data jsou prezentována, jako průměr ± SD. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).

5. Diskuze

V problematice chovu síhů je potřeba vyřešit spoustu chovatelských aspektů, jako je například převod larev na suché komerční krmivo, zootechnické aspekty chovu, výběr odpovídajícího krmiva, vliv frekvence podávání krmiva na spotřebu kyslíku a exkreci amoniaku atd. Testování frekvence podávání krmiva dosud nebylo prováděno na síhu peledí. Proto je v následující diskuzi ve vztahu k produkčním ukazatelům použito srovnání s jinými síhovitými, lososovitými, kaprovitými, keříčkovcovitými, okounovitými a vrubozubcovitými rybami (metoda komparace). Při komparaci námi prezentovaných výsledky oproti výsledkům prací ostatních autorů je zapotřebí vzít v potaz diference aspektů, které mohou být pro výsledky více, nebo méně podstatné, neboli klíčové. Mnou vnímané klíčové aspekty jsou: teplota vody, světelný režim, věk ryb, složení krmiva, pH vody, obsah plynů ve vodním prostředí a jejich zdroj, hustota obsádky, pohlaví obsádky, délka experimentu, geografické podmínky, míra použití technického vybavení, zootechnické aspekty.

Zitzow a Millard (1998) popisují u mladších juvenilních ryb síha marény agresivnější příjem krmiva pro frekvenci podávání krmiva (3× denně), oproti těm rybám, které dostávaly krmivo (4× nebo 6× za den), což odpovídá také našemu pozorování při podávání krmiva. Dále ještě popisují, že ryby, které jsou krmeny častěji za den, se nepohybují u dna, což se v našem experimentu vzhledem k velikosti nádrží nedalo subjektivně zhodnotit.

Vysoká průměrná kusová hmotnost ryb v první periodě experimentu 4,2 – 3,6 g odpovídala frekvencím krmení (6×, 4×, 2× za den), ve druhé periodě dosáhly vyšších kusových hmotností 9,2 – 8,7 g frekvence podávání krmiva (6× a 4× za den), na závěr experimentu byla maximální dosažená hmotnost 15,9 – 15 g zaznamenána u frekvencí podávání krmiva (6× a 4× za den). Z výsledků experimentu vyplývá doporučená optimální frekvence podávání krmiva pro intenzivní chov mladších juvenilů síha peledě (od 1 do 4,5 g) s intenzitou (6× - 2× za den), a pro starší plůdek (4,5 – 16 g) lze doporučit frekvenci krmení (4× a 6× za den). Při zvolení frekvence krmení (2× za den) pro odchov plůdku nad 4,5 g síha peledě je nutné počítat s redukcí přírůstku hmotnosti. Z prezentovaných výsledků tohoto experimentu nelze považovat krmení jedenkrát denně za optimální pro chov juvenilního síha peledě (1,87 – 16 g). Azerolu a kol. (2007) souhlasí s tímto doporučením, jelikož je ve shodě s optimální frekvencí krmení

(4× za den) popisovanou pro plůdek $8,5 \pm 0,1$ g keříčkovce červenolemého, ryby krmené (1× za den) za den dosáhly hmotnosti pouze 42 ± 4 g, oproti hmotnosti $78 \pm 7,8$ g u ryb s frekvencí podávání krmiv (4× za den). Siraj a kol. (2007) popisují opačný výsledek u chovu plůdku ($1,17 \pm 0,11$ g) red hybrid tilapia, kdy ryby krmené (2× za den) dosáhly vyšší hmotnosti $5 \pm 0,2$ g oproti hmotnosti $4 \pm 0,8$ g u ryb s podáváním krmiva (3× za den). Naopak nejnižší kusové hmotnosti během celého našeho experimentu dosahovaly ryby krmené 1× denně. Zakeš a kol. (2006) se s tímto tvrzením ztotožňují v chovu juvenilního candáta obecného (4,8 g), neboť ryby krmené (1× za den) dosáhly kusové hmotnosti pouze $16,2 \pm 1,70$ g, zatímco u ryb s frekvencí krmení (3× za den) byla zaznamenaná kusová hmotnost $19,5 \pm 0,9$ g. Tvrzení o vlivu frekvence krmení (1× za den) na hmotnost ryb tohoto experimentu a těchto autorů negativně korelují s výsledky publikovanými s chovem juvenilních jedinců síha severního ($51 \pm 13,7$ g), kdy při krmení jedenkrát za den dosáhly ryby nejvyšší hmotnosti $139 \pm 13,6$ oproti hmotnosti $109,9 \pm 5,6$ g u skupiny ryb krmených 2 dny po sobě (1× za den) a 2 dny poté hladovějících (Känkänen a Pirhonen, 2009).

Z výsledků experimentu vyplývá doporučená optimální frekvence podávání krmiva pro intenzivní chov mladších juvenilů síha peledě (od 1 do 4,5 g) s intenzitou (6×, 4×, 2× za den), a pro starší plůdek (4,5 – 16 g) lze doporučit frekvenci krmení (4× a 6× za den).

Specifická rychlost růstu (SGR) byla během celého experimentu zaznamenána v nejvyšší průměrné hodnotě $3,8 \pm 0,2$ %·d⁻¹ u skupiny ryb (F6), následovala hodnota skupiny (F4) $3,5 \pm 0,1$ %·d⁻¹. Redukovanější průměrná rychlost růstu $3 \pm 0,2$ %·d⁻¹ byla u skupiny (F2). Türker a Yildirim (2011) došli k závěru, který pozitivně koreluje s výsledkem tohoto experimentu, u pstruha duhového ($16,46 \pm 0,14$ g) byla potvrzena nejvyšší rychlost růstu $2,91 \pm 0,13$ %·d⁻¹, při intenzitě krmení (6× za den), oproti frekvenci krmení (3× za den) s rychlostí růstu $1,01 \pm$ %·d⁻¹. Başçınarlı a kol. (2007) nepotvrzují statistický vliv frekvence krmení na rychlost růstu mořského pstruha ($155,9 \pm 31,56$ g), neboť u mořského pstruha dosáhla SGR hodnot $0,36 \pm 0,012$ %·d⁻¹ a 1× denně $0,27 \pm 0,021$ %·d⁻¹ při nejvyšší sledované frekvenci krmení (3× za den) a při nejnižší testované frekvenci krmení (1× za den). Siraj a kol. (1998) monitorovali při chovu plůdku ($1,17 \pm 0,11$ g) red hybrid tilapia zcela odlišný vliv krmení na SGR, skupina krmená jedenkrát denně měla statisticky shodnou hodnotu SGR $3,83$ %·d⁻¹ s hodnotou $3,43$ %·d⁻¹ zjištěnou u ryb s frekvencí podávání krmiva (3× za den).

Nejhorší průměrný výsledek $1,68 \pm 0,3 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$ FCR v našem experimentu vykazovala skupina (F1). Rychlost růstu se obecně zpomalovala s věkem ryb.

Přežití ryb, ačkoliv se lišilo v jednotlivých frekvencích, nebylo z hlediska testované hypotézy statisticky významné, neboť nejnižší hodnota přežití dosáhla hranice $89 \pm 2 \text{ \%}$ obsádky. Z výsledků našeho experimentu nelze doporučit optimální frekvenci krmení pro zvýšené přežití plůdku síha peledě ($1,87 - 16 \text{ g}$) v intenzivním chovu.

Ferdous a kol. (2014), kteří testovali vliv frekvence krmení na přežití plůdku tilapie nilské ($0,018 \pm 0,04 \text{ g}$) svými výsledky nepotvrzují námi zjištěnou nezávislost přežití na frekvenci krmení, jelikož ryby krmené ($5 \times$ za den) dosáhly přežití $95 \pm 2,89 \text{ \%}$, oproti rybám s frekvencí krmení ($2 \times$ za den) s přežitím $69 \pm 2,49 \text{ \%}$. Rovněž Tayag a kol. (2005) potvrzují pozitivní vliv frekvence krmení na přežití u larev ($0,79 \pm 0,06 \text{ mg}$), „parmy stříbrné“ (*Barbodes gonionotus*), u ryb s frekvencí krmení ($4 \times$ za den) zaznamenali přežití $56,7 \pm 3,8 \text{ \%}$, které bylo prokazatelně vyšší, nežli přežití $26,6 \pm 5,2 \text{ \%}$ s krmením jedenkrát za den.

Konverze krmiva během celého experimentu vycházela s průměrnou hodnotou $1,2 \pm 0,01$ FCR jako průměrná hodnota testovaných skupin s frekvencí krmení ($2 \times$, $4 \times$, $6 \times$ za den), které se od sebe navzájem nepatrně lišily. Hlavním zjevným rozdílem je, že výše zmiňovaná hodnota FCR byla poloviční, než hodnota FCR u skupiny krmené jedenkrát za den s průměrnou výslednou hodnotou $2,4 \pm 0,16$. V rámci retrospektivní analýzy bylo vyzorováno, že zvýšení krmné frekvence z ($1 \times$ na $2 \times$ za den) bylo dosaženo žádoucího snížení hodnoty FCR takřka na polovinu, ale z hlediska dosažení efektivnějšího přírůstku hmotnosti, je vhodné zvýšit frekvenci krmení na ($4 \times$ až $6 \times$ za den). Čili lze takto konstatovat, že zvýšením frekvence krmení lze dosáhnout patřičné multiplikace, neboli efektivity nárůstu hmotnosti, což lze vnímat pouze jako pozitivní. Başçınarlı a kol. (2007) v chovu mořského pstruha (hmotnost $155,9 \pm 31,56 \text{ g}$) vykazují pozitivní efekt frekvence krmení na redukci hodnoty FCR, nejlepší výsledek $1,4$ dosáhly ryby s frekvencí krmení ($3 \times$ denně), oproti frekvenci krmení ($1 \times$ denně), kde hodnota FCR byla $1,8$. S Těmito tvrzeními negativně koreluje práce popisována v chovu juvenilů pstruha duhového ($16,44 \pm 0,22 \text{ g}$), od autorů Türker a Yildirim (2011), kteří popisují opačný efekt frekvence krmení na hodnotu FCR, jelikož nejvyšší hodnoty ($1,05 \pm 0,03$ a $1,01 \pm 0,04$) dosáhly frekvence krmení ($4 \times$ a $6 \times$ za den), zatímco frekvence krmení ($1 \times$ za den) dosáhla nejnižší hodnoty $0,73 \pm 0,03$, přičemž k výsledkům ostatních experimentů je zapotřebí přihlídnout k více faktorům

ovlivňujícím experimenty a jejich výsledky. Další výsledek experimentu se síhem marénou ($51 \pm 13,7$ g), který však uvádí odlišný závěr, popisují Känkänen a Pirhonen (2009), kde finští autoři dle jejich výsledků publikují nezávislost hodnoty FCR na frekvenci krmení, ačkoliv jejich zaznamenané hodnoty nepatrně oscillovaly okolo hodnoty 0,95 FCR. Hodnoty z jejich experimentu byly $0,96 \pm 0,1$ FCR u (krmení 7 dní v týdnu $1\times$ za den), $0,94 \pm 0,2$ FCR u (krmení 5 dní v týdnu $1\times$ za den), $0,95 \pm 0,1$ FCR u (krmení $1\times$ za den a 2 dny hladovějící). Siraj a kol. (1998) popisují v chovu red hybrid tilapia ($1,17 \pm 0,83$ g) nepřímou úměrnou vztah mezi frekvencí krmení a hodnotou FCR, kdy nejvyšší hodnota $3,12 \pm 0,3$ FCR pozitivně korelovala s nejnižší frekvencí krmení ($1\times$ za den), naopak nejnižší hodnoty ($2,01 \pm 0,2$ a $2,24 \pm 0,2$) FCR vykazovaly frekvence krmení ($2\times$ a $3\times$ za den).

Celková délka těla ryb během experimentu exponenciálně rostla s dobou experimentu, docházelo však ke statistickým rozdílům v růstu navzájem mezi testovanými frekvencemi krmení. Největší průměrná celková délka těla je $149 \pm 11,9$ mm byla zaznamenána na konci experimentu u frekvence krmení ($6\times$ za den). Nejmenší průměrná celková délka těla $108,8 \pm 20,8$ mm byla zaznamenána u frekvence krmení ($1\times$ za den). Monitorované výsledky našeho experimentu prokazují souvislost s výsledky zaznamenanými u síha marény ($51 \pm 13,7$ g), které prezentují Känkänen a Pirhonen (2009), potvrzují fakt a pozitivně konvergují s naším výsledkem, že frekvence krmení ovlivňuje dosaženou celkovou průměrnou délku těla, protože ryby krmené ($1\times$ za den, 7 dní v týdnu) dosáhly délky $178 \pm 3,7$ mm s nepatrným rozdílem u ryb krmených ($1\times$ za den, 5 dní v týdnu) $173 \pm 0,8$ mm. Nejmenší naměřená celková průměrná délka těla ryb o hodnotě $109,9 \pm 5,6$ mm byla zaznamenána u statistického souboru krmeného ($1\times$ za den a 2 dny hladovějícího).

6. Závěr

Z výsledků experimentu vyplývá, že pro mladší juvenilní síhy peledě (2 – 16 g) je z pohledu rychlosti růstu a přírůstku nejvhodnější použít frekvenci podávání krmiva (6× a 4× za den). Pro dosažení efektivní konverze krmiva je zapotřebí použít vyšší frekvence krmení a to (6×, 4×, 2× za den). Frekvence podávání krmiva neměla během celého období experimentů statisticky prokázaný vliv na přežití juvenilních ryb. Jako nejméně vhodná frekvence podávání krmiva pro přírůstek, konverzi krmiva a míru heterogenity se ukázala frekvence podávání krmiva (1× za den). Při zvolení frekvence podávání krmiva (2× za den) pro juvenilního peledě je nutné počítat s tím, že růst bude redukován a bude vyšší míra heterogenity obsádky.

Výsledky této bakalářské práce by mohly napomoci v rybářské praxi zavést a optimalizovat chov síhovitých ryb v recirkulačních systémech. Je však nutné dořešit u tohoto druhu mnoho chovatelských aspektů. Intenzivní akvakultura neustále nabírá na významu a s tím, také pozvolna vzrůstá rozvoj nových intenzivních farem. V budoucnu by mohla intenzivní akvakultura (RAS) produkovat nový sortiment zajímavých druhů ryb a tím rozšířit nabídku na trhu ryb. Mezi takovéto druhy patří bezesporu také síhovité ryby.

7. Seznam použité literatury

Azerolu, A. Z., Seriki, B. M., Apatira, A. L., Ajaegbo C. U., 2009. Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings and juveniles. African Journal of Food Science, 4, pp. 286 – 290.

Baruš, V., Oliva, O., 1995. Mihulovci Petromyzontes a ryby Osteichtyes (1). Academia, Praha, 518–523 s.

Başçınar1, N., Çakmak, E., Çavdar Y., Aksungur, N., 2007. The Effect of Feeding Frequency on Growth Performance and Feed Conversion Rate of Black Sea Trout (*Salmo trutta morpha trutta*). Faculty of Marine Sciences, Department of Fisheries, Çamburnu, Trabzon, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7, 13-17.

Berg, L. S., 1962. Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. Israel Program for Scientific Translations Ltd, Jerusalem. 4th edition, volume 1.

Blancheton, J. P., Eding, E. H., Husson, B., 2002. Recent developments in recirculation systems. In: Basurco, B., Sargolia, M. Seafarming today and tomorrow. EAS, Spec.publ. 32, pp. 3–9.

Brännäs, E., Alanärä, A., 1992. Feeding behaviour of the Arctic charr in comparison with the rainbow trout. Aquaculture, 105, pp. 53–59.

Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatorium, Praha, s. 306. ISBN 80-86037-26-2

De Silva, S. S., Anderson T. A., 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, Aquaculture Series, London, pp. 319.

Dungel, J., Řehák, Z., 2005. Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Academia, Praha, 181 s.

Engström H., 2001. Effects of Great Cormorant Predation on Fish Populations and Fishery. ACTA UNIVERSITATIS UPSALIENSIS UPPSALA. Uppsala University. Sweden, pp. 38. ISSN 1104-232X ISBN 91-554-5164-0

Ferdous, Z., Nahar N., Hossen S., Sumi R. K., Ali M. 2014. International Journal of fisheries and Aquatic Studies. 4. 1(5), 80 – 83.

Giberson A. V., Litvak, K., 2003. Effect of feeding on growth, food conversion efficiency, and meal size of juvenile Atlantic sturgeon and shortnose sturgeon. North American Journal of Aquaculture. 65, 99–105.

Goddard, S., 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. Chapman & Hall, New York, pp. 194.

Hartman, P., Regenda, J., 2014. Praktika v rybníkářství. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 375 s. ISBN 978-80-7514-009-8

Hasan, M.R., 2001. Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. In: Subasinghe, R. P., Bueno, P., Phillips, M. J., Hough, C., McGladdery, S.E., Arthur, J. R. (Eds). Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 February, 2000. NACA, Bangkok and FAO, pp. 193-219.

Heinimaa, P., Koskela, J., Koskinen, H., Vehviläinen, H., Määttä, V., 2011. Aquaculture of *coregonids* in Finland. In: Halonen, T. Proceedings of the 11th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid fishes, Austria, Mondsee, September 26-30, 2011, pp. 32.

Hochman, L., 1987. Chov síhů. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany, 16 s.

Jobling M., 1995. Fish Bioenergetics, Chapman & Hall, London, pp. 309.

Johnston, G., 2002. Arctic Charr Aquaculture. Blackwell Publishing, Oxford, 272 s.

Kirchhofer, A., Hefti D., 1996. Conservation of endangered freshwater fish in Europe. Verlag Basel. Switzerland. Kirchhofer, A., Hefti D., 1996. Conservation of endangered freshwater fish in Europe.

Koskela, J., Määttä, V., Vielma, J., Rahkonen, R., Forsman, L., Setälä, J., Honkanen, A., 2002. Siian kasvatus ruokakalaksi (Table fish farming of whitefish). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki (in Finnish).

Koskela, J., Jobling M., Pirhonen, J., 1997. Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, (*Coregonus lavaretus*), Aquaculture volume 156, 35 – 44.

Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. Vyd. 1. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 2008, 141 s. ISBN 978-80-85887-80-8.

Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany, 40 s.

Kortan, J., Adámek, Z., 2010. Determinace poranění ryb kormoránem velkým a ostatními rybožravými predátory. Edice metodik. Fakulta rybářství a ochrany vod, 26 s.

Linhart, O., 1985. Použití oplozovacích roztoků při výtěru ryb, Vodňany, 12 s.

Litvinenko A. I., Mamontov, Y. P., Semenchenko S.M., Siminova O.S., Palubis S.E., 2001. Current condition of whitefish (*Coregonidae*) artificial reproduction in Russia. In: Simonova, O., Department of artificial fish reproduction Siberian and Design Institute of fish industry. Sybrybniproject. Russia. September 9, 2001., pp. 18.

Mamcarz, A., Szczerbowski, J. A., 1984. Rearing of coregonid fishes (*Coregonidae*) in illuminated lake cages 1. Growth and survival of *Coregonus lavaretus* and *Coregonus peled* (Gmel). Aquaculture. 40, 135-145.

Mamcarz, A., 1988. Chov síhů. Mezinárodní zemědělský časopis, 3, 89 – 91.

Merten, M., 2012. Zpracování ryb. Informatorium, Praha, 294 s.

Mustafa S., 1999. Genetics in Sustainable Fisheries Management, University Malaysia, Malaysia, pp. 240.

Oborová norma 46 6875., 1985. Chov síhů. MZVŽ ČSR. Vydavatelství ÚMN, Praha, 20 s.

Okumuş, İ. 2000. Coastal aquaculture: sustainable development, resource use and integrated environmental management, Turkish Journal of Marine Sciences. 6, 151-174.

Pokorný, J., 2004. Velký rybářský slovník. Fraus, Plzeň, 649 s.

Pokorný, J., Adámek, Z., Šrámek, V., Dvořák, J., 2003. Pstruhařství. Informatorium, Praha. 281 s.

Rask, M., Vuorinen J. P., Raitaniemi, Vuorinen, M., Lappalainen, A., Peuranen, S., 2008. Belgium, Kluwer Academic Publishers. Whitefish stocking in acidified lakes: ecological and physiological responses. Finnish Game and Fisheries Research Institute. Hydrobiologia. 243/244, 277 – 282.

Selezniow G., Mamcarz A., Andrzej S., 2005. Food selection of peled larvae (*Coregonus peled*), reared in illuminated cages in different water bodies. Department of Lake and River Fisheries, University of Warmia and Mazury, Olsztyn. Journal of Polish agricultural universities, Poland. 8, 22 – 31.

Siraj, S. S., Kamaruddin, Z., Satar, M.K.A, Kamarudin, M.S., 1988. Effects of feeding frequency on growth, food conversion and survival of red tilapia (*Oreochromis mossambicus/O.niloticus*) hybrid fry. In: The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Conference Proceedings 15, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand. Manila, Philippines, 383–386.

Türker A., Yildirim Ö. 2011. The effect of feeding frequency on growth performance and body composition in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in cold seawater. African Journal of biotechnology, 10. 9479 – 9484.

Svobodová Z., Čítek J., Chloupek P., Kolářová J., Navrátil S., Tesarčík J., Veselý T., 2007. Nemoci sladkovodních a akvarijských ryb. Informatorium, Praha. 264 s.

Tayag, C. M., Kamarudin, M. S., Saad, C.R., Aizam, Z.A., 2005. Effect of feeding frequency on the growth and survival of silver barb (*Barbodes gonionotus*) larvae. Malaysia, Application Biology. 34(2), 67–73.

Terofal, F., 2006. Sladkovodní ryby v evropských vodách. Knižní klub, Praha, 287 s.

Šimek Z., Rys J., 1989. Ryby zblízka. Nakladatelství pro děti a mládež, Praha, 171 s.

Zitzow, R. E., Millard, J. L., 1988. Survival and growth of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) larvae fed only formulated dry diets. Aquaculture. 69, 105 – 113 s.

Webové stránky

Druhové složení tržních ryb vyprodukovaných chovem v České republice v letech 1996 - 2013 (t) [online]. Rybářské sdružení České republiky. Dostupné z: <http://www.cz-ryby.cz/tables-show/>

Economic Development: Whitefish 2020 Plan [online]. Whitefish Chamber of Commerce 307 Spokane Ave, Ste. Dostupné z: <http://www.whitefishchamber.org/pages/EconomicDevelopment/>

Great Lakes Whitefish: The Great Fish. 2013 [online]. Michigan Fish Producers Association Dostupné z: <http://www.greatlakeswhitefish.com>

Kaviár ze síha, z Německa, zmraz., 200 g [online]. Toppotraviny.cz, s.r.o. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.toppotraviny.cz/kaviar-1/felchen-kaviar-aus-deutschland-tk-200-g>

MZe. Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu. 2013[on-line]. Dostupný na WWW: http://eagri.cz/public/web/file/225271/AKV_VICELETY_STRATEGICKY_PLAN__schvale_no_PM_20130430.pdf

Abstrakt

Vliv frekvence krmení na příjem krmiva a růst síha peledě (*Coregonus peled*) v intenzivním chovu.

Byl testován vliv frekvence podávání krmiva (6×, 4×, 2×, 1× denně) na příjem krmiva a přírůstek, experiment probíhal ve třech opakováních po 21 dnech. Stáří ryb na 124 - 187 dní po vykulení od počátku do konce experimentu. Pro první období experimentu (0. – 21. den) byla počáteční průměrná hmotnost ve všech nádržích $1,86 \pm 0,05 \text{ g.ks}^{-1}$. V závěru prvního experimentu měly nejvyšší hmotnost ryby s frekvencí podávání krmiva 6× za den. Individuální hmotnost v závěru prvního přelovení byla $4,21 \pm 1,31 \text{ g.ks}^{-1}$ (6× denně), $3,74 \pm 1,24 \text{ g.ks}^{-1}$ (4× denně), $3,6 \pm 0,46 \text{ g.ks}^{-1}$ (2× denně), $2,89 \pm 1,29 \text{ g.ks}^{-1}$ (1× denně). Nejlepšího růstu dosáhly skupiny s frekvencí podávání krmiva (6× a 4× denně), naopak nejmenší hmotnost dosáhla skupina s frekvencí podávání krmiva 1×. Ryby dosáhly konečné hmotnosti $15,9 \pm 4,5 \text{ g}$ (6×denně), $15,08 \pm 4,98 \text{ g}$ (4× denně), $12,19 \pm 5,37 \text{ g}$ (2× denně), $5,54 \pm 4,05 \text{ g}$ (1× denně). Nejlepšího přežití 96% v závěrečném období experimentu dosáhla skupina s frekvencí podávání krmiva (4× denně), oproti skupině s přežitím 89 % s frekvencí podávání krmiva (6× denně). Nejvyšší míra heterogenity $74 \pm 9 \%$ byla zaznamenána ve třetím období experimentu u skupiny ryb s frekvencí podávání krmiva 1× denně v porovnání s $28 \pm 2 \%$ u frekvence podávání krmiva 6× denně.

Klíčová slova: *Coregonidae*, intenzivní akvakultura, přežití, recirkulační akvakulturní systémy, síhoviti

Abstract

The effect of feeding frequency on feed intake and growth for whitefish (*Coregonus peled*) in intensive aquaculture.

Frequency influence of animal feed has been tested (6×, 4×, 2× and 1× per day). Food income and new arrival experiment was repeat in three phases after every 21 days. Fish age after 124 – 187 days from the beginning till the end of the experiment. Average weight in all tanks was 1.86 ± 0.5 g in first experiment phase (0. – 21. days). At the end of first experiment fishes with the biggest weight were the one with frequency influence of animal feed 6 times a day. Individual weight at the end of first fishing was 4.21 ± 1.31 g (6× a day), 3.74 ± 1.24 g (4× a day), 3.6 ± 0.46 g (2× a day), 2.89 ± 1.29 (1× a day). The best growth group become group with frequency influence (6× a day and 4× a day) and on the other hand group with the smallest growth was the group with frequency influence (1× a day). Fishes achieved weight of 15.9 ± 4.5 g (6× per day), 15.1 ± 4.9 g (4× per day), 12.19 ± 5.4 g (2× per day), 5.54 ± 4.05 g (1× per day). Chance of survival (96 %) was the best in group with frequency influence of animal feed (4× a day) and the last (89 %) was the group with frequency influence (6× a day). The highest rate of heterogeneity (74 ± 9 %) was in third phase of experiment in fish group with frequency influence (1× a day) as compared to group (28 ± 2 %) with frequency influence of animal feed (6× a day).

Keywords: *Coregonidae*, intensive aquaculture, survival, recirculation aquaculture systems, whitefish

