

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vody

Bakalářská práce

Vliv výše denní krmné dávky na růst síha peledě

(*Coregonus peled*) v intenzivním chovu

Autor: Jakub Morava

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

Konzultant bakalářské práce: (Jan Kouřil, doc., Ing., Ph.D.)

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3. ročník

České Budějovice, 2015

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. V. Stejskalovi Ph.D. za cenné rady, za odborné vedení a pomoc při zpracování této bakalářské práce. Mé poděkování patří také konzultantovi doc. Ing. Janu Kouřilovi Ph.D. a technikům Ing. P. Šablaturovi a Ing. M. Gučíkovi laboratoře Ústavu akvakultury, za cenné rady a výpomoc s technickým zázemím pokusu. 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: **Jakub MORAVA**
Osobní číslo: **V12B048P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv výše denní krmné dávky na 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 :

K intenzivně chovaným druhům ryb se v poslední době zařazují i síhové (*Coregonus sp.*), především díky vysoké kvalitě masa a jistému zájmu trhu. V minulosti se v České republice produkce síhů ubírala směrem extenzivního rybníčního chovu v polykultuře s kaprem. Tento způsob chovu však poskytuje značně nestabilní výsledek a obsádky síhů bývají především v podzimním a zimním období decimovány rybožravými predátory. Díky intenzivnímu chovu v recirkulačních systémech lze eliminovat negativní dopady a celkově zvýšit produkci síhů. Nicméně je třeba dořešit mnoho chovatelských aspektů, mezi které patří i optimální hustota obsádky.

Cílem práce bude testovat vliv výše krmné dávky na konverzi krmiva, růst a kondiční stav síha peledě chovaného v intenzivních podmínkách recirkulačního systému. Testovány budou krmné dávky 1,5; 2,5; 3,5 a 4,5 % biomasy obsádky. Každá experimentální skupina bude založena ve třech opakováních.

Vlastní experiment bude probíhat v prostředí pokusného recirkulačního systému (odchovné nádrže, mechanický filtr, biologický filtr). Ryby budou po dobu testování drženy v 60 l nádržích umožňujících kvantifikaci nespotřebovaného krmiva. Podmínky prostředí a chemismus vody budou ve všech nádržích udržovány na optimálních hodnotách s pravidelným monitoringem reálných hodnot.

Hlavní testovanou hypotézou je nalezení rozdílů v růstu a ostatních zootechnických parametrech při chovu peledě při krmení různými krmnými dávkami. Vlastní experimentální částí bude předcházet zpracování literární rešerše k danému tématu.

Rozsah grafických prací: podle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 25 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

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* 54, 437-449 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* 156, 35-44 s.

North, B. P., Turnbull, J. F., Ellis, T., Porter, M. J., Migaud, H., Bron, J., Bromage, N. R., 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture* 255, 466-479 s.

Procarione, L. S., Barry, T. P., Malison, J. A., 1999. Effects of high rearing densities and loading rates on the growth and stress response of juvenile rainbow trout, *North American Journal of Aquaculture* 64, 91-96 s.

Segner, H., Rosch, R., 1990. Development of dry food for larvae of *Coregonus lavaretus* L. II. Liver histology, *Aquaculture* 91, 117-130 s.

Todd, T. N., Luczyński, M., 1992. Biology and management of Coregonid fishes, *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 39, 247-894 s.

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

Ústav akvakultury

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


Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: 19. ledna 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2015


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA ŘEZAŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Zatíží 720/II
389 25 Vnoňany (2)


Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

dne

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární přehled.....	9
2.1 Taxonomické zařazení síha peledě.....	9
2.2 Obecná biologická charakteristika síha peledě.....	9
2.2.1 Obecná stavba těla.....	9
2.2.2 Reprodukce.....	11
2.3 Význam síha peledě na trhu a vývoj produkce.....	13
2.4 Chov síha peledě v intenzivních podmínkách.....	15
2.4.1 Historie chovu síhů v intenzivních podmínkách.....	15
2.4.2 Krmiva použitelná pro chov juvenilních síhů.....	18
2.4.3 Optimální velikost denní krmné dávky pro jednotlivé kategorie síha peledě v intenzivních podmínkách.....	28
2.4.4 Vliv velikosti denní krmné dávky na růst a přežití juvenilního síha peledě.....	30
2.4.5 Faktory ovlivňující výši denní krmné dávky.....	31
3. Materiál a metodika.....	33
3.1 Vliv velikosti denní krmné dávky na růst síha peledě.....	33
3.1.1 Získání a odchov experimentálního materiálu.....	33
3.1.2 Systém odchovu.....	36
3.1.3 Vlastní popis experimentu.....	38
3.1.4 Produkční ukazatelé použité ke zhodnocení dat.....	41
3.1.5 Programy použité pro výpočty a grafy.....	42
4. Výsledky.....	43
4.1 Průběh celkové délky těla v experimentu.....	43
4.2 Průběh standardní délky těla v experimentu.....	44
4.3 Průběh výšky těla v experimentu.....	45

4.4 Průběh individuální hmotnosti v experimentu.....	45
4.5 Skutečná výše spotřebovaného krmiva během experimentu.....	46
4.6 Specifická rychlost růstu – SGR.....	48
4.7 Krmný koeficient – FCR	48
4.9 Koeficient variance	49
5. Diskuze.....	51
6. Závěr	56
7. Seznam použité literatury.....	57
Becker, J.A., Speare, D.J., Dohoo, I.R., 2005. Influence of feeding ratio and size on susceptibility to microsporidial gill disease caused by <i>Loma salmonae</i> in rainbow trout, <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum), 80 – 173.	57
Webové stránky	60
8. Seznam obrázků.....	61
9. Seznam tabulek.....	63
10. Abstrakt	64
11. Abstract.....	65

1. Úvod

Síh peled' (*Coregonus peled*) se na území České republiky vyskytuje teprve od 70. let 20. století. Původně tento druh lososovité ryby pochází z Ruska, kde se nejčastěji vyskytuje v rozsáhlých jezerech a řekách. Výskyt síha peledě je na západě Ruska ohraničen řekou Mezeň a rozprostírá se až na východ k řece Kolyma (Luczynski a kol., 1999).

Síh peled' bývá často vysazován společně se síhem marénou (*Coregonus mareana*), který byl dovezen z mazurských jezer v 80. letech Josefem Šustou (Kouřil a kol., 2008). Oba druhy síhů jsou v České republice často vysazovány do rybníků vyšších poloh společně s kaprem obecným (*Cyprinus carpio*). Celková produkce síhů postačuje na pokrytí celkových potřeb našeho obyvatelstva. Část produkce síhů ČR je vyvážena i do zahraničí. (Hochman, 1987).

V dnešní době najdeme na území ČR několik chovů síhů. Chov probíhá především v chladnějších rybnících jižních a západních Čech (Dungel a Řehák, 2005). V posledních letech se počet chovaných síhů rapidně zmenšuje, díky negativnímu vlivu rybožravých predátorů, především kormoránů velkých (*Phalococorax carbo*) (Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, www.eagri.cz).

Další možností chovu je chov intenzivní v recirkulačních systémech či klecových zařízeních na jezerech. Recirkulační systémy se v akvakultuře vyskytují stále častěji a mají stále vyšší postavení. Počátky této metody u nás pochází z rybářství Mlýny a Pravíkov (Mareš a Lang, 2013). V případě této problematiky je důležitou součástí chovu sestavit správnou výši denní krmné dávky. Při sestavení nevhodné výše denní krmné dávky plůdek podléhá častému úhynu.

Hlavním cílem této práce je otestovat optimální výši denní krmné dávky pro juvenilní stádia síha peledě v intenzivním chovu. Práce se také blíže věnuje nejen použitým krmivům při pokuse, ale i dalším, které se na trhu v rámci této problematiky vyskytují. A v neposlední řadě jsou specifikovány všechny podmínky probíhajícího pokusu.

2. Literární přehled

2.1 Taxonomické zařazení síha peledě

Síhové jsou nepůvodní chladnomilné ryby hlubokých vod (Dungel a Řehák, 2005). Síhové jsou zařazeni do třídy paprskoploutví (*Actinopterygii*), řádu lososotvární (*Salmoniformes*), čeledi lososovitý (*Salmonidae*), rod síh (*Coregonus*), (Integrated Taxonomic Information System, www.itis.gov).

2.2 Obecná biologická charakteristika síha peledě

2.2.1 Obecná stavba těla

Pro síha peledě, z rodu *Coregonus*, je typické vysoké tělo zbarvené do stříbřité barvy. Okraje šupin i jejich báze jsou vyznačovány tmavou pigmentací, tudíž hlava, hřbet i ploutve jsou tmavé (Hanel a Lusk, 2005). Pigmentové černé skvrny jsou na hřbetní ploutvi rozmístěny v několika řadách. Toto tmavé zbarvení celého hřbetu postupně přechází i na hlavu. Boky peledě bývají stříbřité a přechází až v bělavé břicho (Dubský a kol., 2003). Ojediněle se vyskytuje u zátylku světle modrý až zelenomodrý odstín zbarvení (Baruš a Oliva, 1995).

Tělo je ze stran zploštělé a protáhlé (Dubský a kol., 2003). U starších jedinců dochází k obloukovitému zdvihání vzhůru oblasti za zátylkem (Baruš a Oliva, 1995). Výška těla dosahuje v průměru až 24 % délky těla (Hanel a Lusk, 2005). Ústa jsou středního postavení, velmi malá a bezzubá (Dubský a kol., 2003). Spodní čelist je vychlípená před horní čelist (Hanel a Lusk, 2005). Šupiny se vyznačují střední velikostí a jsou lehce opadavé. Hřbetní ploutev je krátká a značně vysoká. Ploutev řitní je dlouhá a ploutev ocasní bývá hluboce vykrojená. Párové ploutve bývají spíše menší (Dubský a kol., 2003). Pro síha peledě je charakteristická tuková ploutvička, která se nachází mezi hřbetní a ocasní ploutví (Pokorný a kol., 2004).

Hřbetní ploutev obsahuje 13 měkkých a 2-5 tvrdých parsků. V prsních ploutvích se nachází pouze jeden paprsek tvrdý a 14-17 paprsků měkkých. V ploutvích břišních je 12-16 paprsků měkkých a 3-5 paprsků tvrdých. V ploutvi ocasní se nachází celkem 19 měkkých paprsků (Dubský a kol., 2003). Baruš a Oliva (1995) uvádí, že v postranní

čáře se nachází celkem 82 až 93 šupin, nad postranní čárou je 11 až 12 šupin a pod ní je 9 až 11 šupin. Na prvním žaberním oblouku se nachází 48-69 žaberních tyčinek (Čítek a kol., 1998). Počet obratlů dle Baruše a Olivy (1995) je mezi 59 až 60 obratli a počet pylorických přívěsků mezi 64 až 139.

Růst síha peledě v našich podmínkách a chovech je poměrně rychlý, celý životní cyklus dosahuje 8 až 11 let (Baruš a Oliva, 1995). Peleď je významným filtrátorem zooplanktonu. Oproti síhu maréně je adaptabilnější na různé životní podmínky. Snáší i vyšší teploty vody, např. až 28 °C (Hochman, 1987). V průběhu zimního období dokáže peleď přijímat potravu, díky tomu je schopen rychlého růstu. Tento jev je považován za významnou hospodářskou vlastnost typickou pro tento druh (Čítek a kol., 1998). Peleď obvykle dorůstá do délky 50 cm o hmotnosti 700 – 3000 g, viz Tab. 1.

Tab. 1. Tabulka hodnot představující růst síha peledě (Čítek a kol., 1998).

	délka (cm)	hmotnost (g)
první rok života	15 – 25	100 - 200
druhý rok života	30 - 40	400 - 700
běžný nárůst	30 - 50	700 – 3000
maximální nárůst	70 - 80	až 7000



Obr. 1. Jedinci síha peledě při prvním kontrolním přelovení.

2.2.2 Reprodukce

K výtěru síha peledě dochází při teplotě vody 0 až 8 °C v ročním období od září do ledna. Na území České republiky se přirozeně nerozmnožují. Proto je rozmnožování u síha peledě i síha marény zajišťováno umělým způsobem (Baruš a Oliva, 1995). Samci peledě dávají pouze velmi malý objem mlíčí, proto jsou během umělého výtěru ryby v poměru 1:1,5 ve prospěch mlíčáků (Kouřil a kol., 2008).

Dosažení dospělosti a správný vývoj gonád závisí na potravních podmínkách. Jsou-li zajištěny optimální potravní podmínky, dochází k dospívání u jikernaček ve 2. roce a u mlíčáků již v 1. roce života. Nedojde-li k zajištění optimálních podmínek pro růst, pohlavní dospělost nastupuje až okolo 5. roku života. V našich podmínkách nastupuje pohlavní dospělost u obou jedinců okolo 2. roku života, dosáhnou-li hmotnosti 350 g (Dubský a kol., 2003; Baruš a Oliva, 1995). Dimorfismus pohlaví není u těchto jedinců výrazný (Dubský a kol., 2003).

V období tření se u samců vyskytuje třecí vyrážka ve formě epiteliálních bradavek. V některých případech byly epiteliální bradavky zjištěny i u samic. U samců se v době tření objevuje třecí vyrážka v podobě epiteliálních bradavek, někdy jsou tyto bradavky zřetelné i u samic. Výrazné ochlazení vodního prostředí má výrazný vliv na dozrání gonád. Tvorba spermatu trvá 6 až 8 týdnů v období od listopadu do prosince a začíná při teplotě vody 6 °C. Ovulace trvá 1 až 3 týdny v období konce listopadu až prosince a je stimulovaná poklesem teploty vody na 2 až 3 °C. K náhlému dozrání většiny samic během pár dnů za přítomnosti samců dochází málokdy (Baruš a Oliva, 1995; Kouřil a kol., 2008). Dubský a kol. (2003) uvádí, že síh peled' se nejvíce vytírá v měsíci prosinci. Při teplotě vody 3 °C dochází k uvolňování pohlavních produktů. V průměru lze od jedné jikernačky získat 40 až 70 tisíc jiker. Dvou až tříleté jikernačky se vyznačují relativní plodností v průměru 55 000 kusů. Baruš a Oliva (1995) uvádějí absolutní plodnost mezi 25 až 145 tisíci jiker a relativní plodnost mezi 40 až 88 tisíci jiker na kg hmotnosti ryby. Průměr vytřených nenabobtnaných jiker je 1,5 až 1,9 mm, po nabobtnání dosahují v průměru velikosti až 2,2 mm (Čítek a kol., 1998). Jikry se vyznačují žlutou až žlutooranžovou barvou (Dubský a kol., 2003). Tvar jiker je kulatý až oválný. Průměr žloutku dosahuje velikosti kolem 0,7 mm (Baruš a Oliva, 1995).

U peledě probíhá umělý výtěr, inkubace a inseminace podobným způsobem jako u jiných lososovitých ryb. Hodinu po oplození ztrácejí jikry lepkavost, kterou může

zvyšovat a prodlužovat pobyt v zásaditém prostředí. Často je doporučováno oplozené jikry promývat vodou o pH 6,6 až 6,8 (Čítek a kol., 1998). Inkubace oplodněných jiker probíhá v lahvových přístrojích při teplotě vody okolo 1,6 až 1,1 °C, v průměru vývoj trvá kolem 120 až 150 dní (Baruš a Oliva, 1995). Při jednorázovém výtěru je od jednoho samce vyprodukováno 1,8 ml.kg⁻¹, při opětovných výtěrech až 4,2 ml.kg⁻¹ mlíčí (Hochman, 1987). Počet spermií obsažených v mlíčí kolísá v průměru kolem 4 až 16 milionů ks.mm⁻³ (Čítek a kol., 1998). Bodganova (2002) popsal analýzu gametogeneze mezidruhových hybridů mezi *Coregonus peled* a *Coregonus nasus*. Analýza prokázala existenci většího počtu prvních primordiálních zárodečných buněk v raných fázích gametogeneze ve srovnání s peledí.

Plůdek bývá brzy po vykulení značně pohyblivý a to z důvodu velké tukové kapénky, která ho ve vodě značně nadlehčuje. Potravu začíná přijímat ve stáří 6 až 7 týdnů. Toto období je důležité pro chov, přesně v tomto období dochází k rozkrmování plůdku.

Síh peled' je oproti síhu maréně lépe adaptabilnější ke změnám životního prostředí. Zvládá velké teplotní rozdíly v intervalu 0,5 až 30 °C. V oblasti jihomoravských rybníků byl zaznamenán příjem potravy ještě při 28 °C (Čítek a kol., 1998). Peled' žije v hejnech. Špatně reaguje na zvýšený zákal vody, preferuje čistou, chladnou a kyslíkatou vodu. Na lokalitu pobytu není tento jedinec náročný, může se vyskytovat jak v jezerech, řekách, rybnících, tak i v jiných typech vodních nádrží (Dubský a kol., 2003). Tento druh lze možno chovat ve všech českých rybníkářských oblastech, ve kterých dochází v zimě k poklesu kyslíku ve vodě na 1,5 až 2 mg.l⁻¹ a v létě na 4 až 5 mg.l⁻¹, pH kolísá v rozmezích 6,3 až 9 (Čítek a kol., 1998).

2.3 Význam síha peledě na trhu a vývoj produkce

Síh peled' žije převážně ve chladnějších vodách, ale oproti síhu maréna je tolerantnější k vyšším teplotám. Potravu přijímá stejně jako maréna i v zimě, proto oba rychle rostou. Peled' ve věku 2-3 let dorůstá do tržní hmotnosti o velikosti 0,4 - 0,8 kg. Maso je kvalitní, jemné a aromatické. Maso síha peledě je nejvíce ceněno v uzené formě (Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, www.eagri.cz).

Peled' je nejčastěji chován na našem území v rybnících v polykultuře s kaprem obecným. Obsádka reflektuje požadovaný přírůstek kapra a pohybuje se v rozmezí 30 – 150 kg.ha⁻¹. Často může být zvýšena i produkční schopnost celého rybníka díky využití podílu zooplanktonní potravy, která není již využita kaprem (Kouřil a kol., 2008). V polykultuře kapra se síhem dochází při vysokých obsádkách ke snížení růstu ryb a rozdílu složení potravy. Dvouletý kapr upřednostňuje rostlinou potravu (48 %), krmiva (33 %) a larvy pakomárů (19 %). Přirozená potrava síhů (1+) se skládá z *Bosmina* 44 %, *Copepoda* 19 %. Dvouletí síhové přijímají přirozenou potravu v podobě larev *Chaoburus* 51% a *Copepod* 19 % (Hochman a Holcman, 1989).

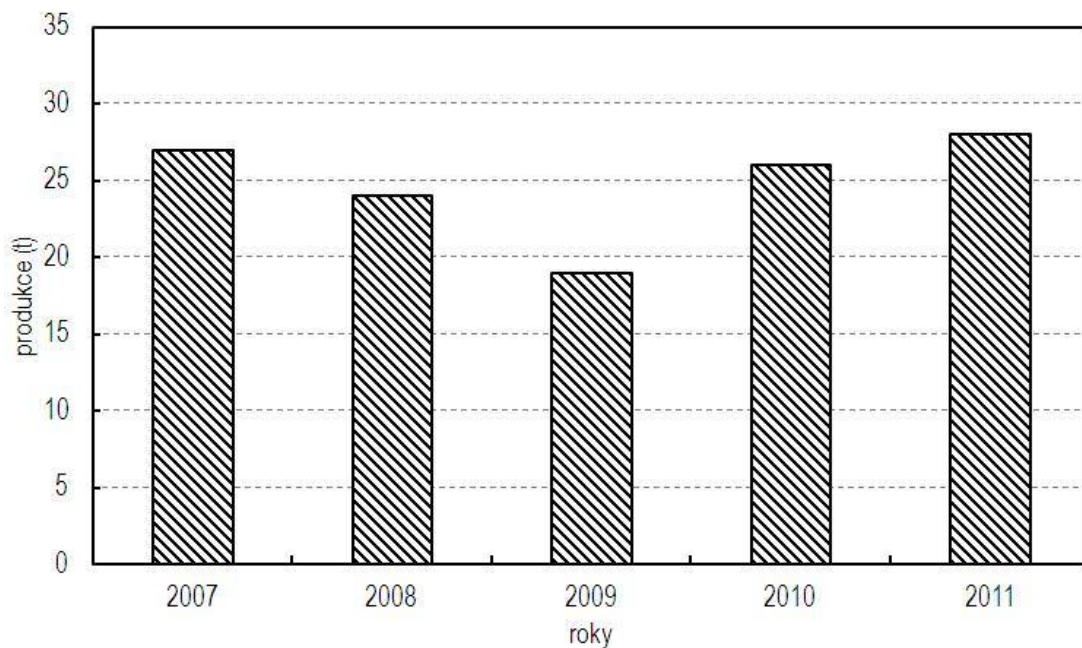
V 70. letech patřili síh peled' a síh maréna k hospodářsky významným druhům ryb. Nyní jsou tyto ryby již pár let na okraji zájmu všech chovatelů, a to z důvodu zvýšeného predačního tlaku kormoránů, kteří především likvidují násadový materiál (Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, www.eagri.cz). V české republice vznikl program na zachování genových zdrojů u významných druhů ryb (kapr, pstruh, lín, sumec, jeseter, vyza, maréna, peled'). Program podporuje ochranu místních čistých plemen jak metodou *in situ* tak *ex situ* (Flajšhans a kol., 1999). V severním Finsku byl peled' v roce 1970 introdukovan do jezera a nádrží kde se rychle rozmnožil a stal velmi žádaným na místním trhu. Produkce v těchto oblastech dosáhla až na 350 tun a v současné době dodávají na trh velice kvalitní síhy (Salonen a Mutenia, 2004). Pro síhy byla vytvořena studie, ve které byly popsány metody na podporu produkce v eutrofních a hypereutrofních jezerech Uralu a západní Sibíře. V těchto podmínkách byla prokázána roční produkce síhu (*Coregonus peled*, *Coregonus albula*, *Coregonus lavaretus*, *Coregonus muksun*) 30 – 150 kg.ha⁻¹ (Mukhachev a Gunin, 2002).

Tab. 2. znázorňuje zastoupení produkce tržních ryb podle druhů v České republice za období 2007 – 2011 v tunách. V průměru se ročně na trh dostane kolem 24,8 tun

síhů. V případě tohoto množství se jedná pouze o 0,12 % celkového počtu vylovených ryb v České republice.

Tab. 2. Produkce tržních ryb podle druhů v České republice (t), (Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, www.eagri.cz).

druhy ryb	produkce tržních ryb				
	2007	2008	2009	2010	2011
Kapr obecný	17 947	17 507	17 258	17 746	18 198
Lín obecný	268	284	252	215	180
Štika obecná	94	101	94	105	112
Candát obecný	48	58	58	48	67
Pstruh obecný	-	-	-	-	-
Pstruh duhový	623	614	526	476	580
Cejn velký	-	-	-	-	-
Sumec velký	63	60	58	47	49
Úhoř říční	-	-	-	-	-
Lipan podhorní	-	-	-	-	-
Bolen dravý	-	-	-	-	-
Amur bílý	342	394	409	488	412
Karas stříbřitý	-	-	-	-	-
Tolstolobik bílý, pestrý	405	586	601	583	546
Okoun říční	13	17	18	18	21
Siven americký	153	201	145	262	235
Síhové (maréna, peleď)	27	24	19	26	28
Jelec tloušť	-	-	-	-	-
ostatní	464	549	633	406	582
celkem	20 447	20 395	20 071	20 420	21 010



Obr. 2. Grafické znázornění produkce tržních síhovitých ryb v České republice v letech 2007 - 2011 v tunách (Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, www.eagri.cz).

2.4 Chov síha peledě v intenzivních podmínkách

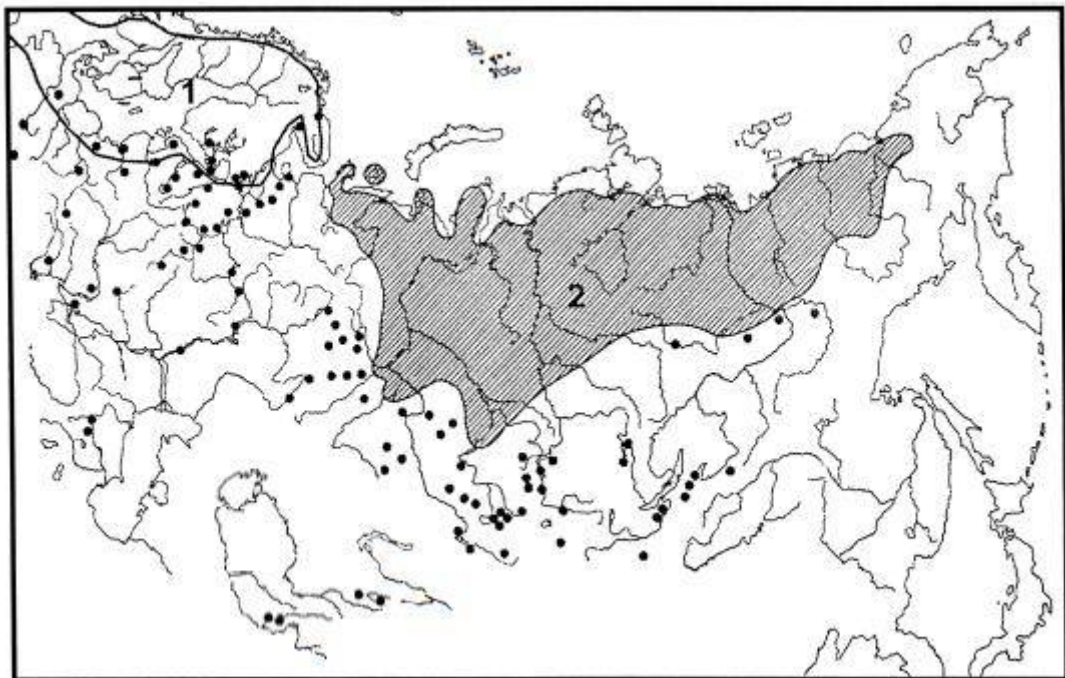
2.4.1 Historie chovu síhů v intenzivních podmínkách

Na území České republiky se vyskytují dva nepůvodní druhy síhů. Síh maréna k nám byl introdukovaný Josefem Šustou v roce 1882 z mazurských jezer. Síh peled', který pochází ze severní Sibíře, k nám byl dovezen roku 1970 (Kouřil a kol., 2008). Salonen a Mutenia (2004) uvádí, že stejného roku byl síh peled' společně se síhem malým introdukován do finského jezera Inari a nádrží Lokka a Porttipahta kde se tyto druhy staly významnou součástí místního rybolovu.

O rok později byl u něj proveden první umělý výtěr u nás podnikem Státní rybářství Telč (Čítek a kol., 1998). Dubský a kol. (2003) uvádí, že hybridizace obou druhů byla vyzkoušena na konci roku 1971. Vzniklí kříženci v F1 generaci vykazovali lepší růst a dobré reprodukční vlastnosti, avšak pokračující nekontrolovatelné křížení původních druhů s hybridy vedlo ke zhoršení reprodukce a zvýšení mortality. V současné době je ve snaze chovatelů opět znovu rozšířit oba původní druhy. Dulmaa a kol. (1998) uvádí,

že v roce 1983 byl do uzavřeného, prázdného jezera Ulaahchnii Char introdukován potěr *Coregonus peled* a *Coregonus autumnalis migratorius* k samovolné hybridizaci. Po aklimatizaci a přirozené reprodukci síhů v jezeře bylo v roce 1991 a 1996 provedeno kontrolní odlovení několika exemplářů ke zkoumání morfometrických a meristických znaků. Vysoká podobnost byla nalezena u meristických znaků, s výjimkou rozvětvených paprsků hřbetní, prsních a řitní ploutve. Morfometrické znaky vykazovaly značnou variabilitu. Šlechtová a Šlechta (1995) ve své studii zkoumali variabilitu a zastoupení jednotlivých alel v různých tkáních 161 jedinců *Coregonus lavaretus* a *Coregonus peled* ze čtyř lokalit v České republice. Pouze jedna populace byla nalezena jako čistý druh. V ostatních populacích byli nalezeni hybridy s průměrnou frekvencí 25 %. Cílem této studie bylo odhalit druhově specifické alely, které mohou diskriminovat jiné. V některých případech byla potvrzena diskriminace větší než 92 %.

Peleď je endemickým druhem původně vyskytující se v sibiřských řekách. Hraniční oblastí výskytu je na západě řeka Mezeň a na východě řeka Kolyma viz. Obr. 3. (Luczynski a kol., 1999). V 70. letech a 80. letech se některé druhy síhů začaly dovážet i na Evropský trh.



Obr. 3. Přirozená distribuce Rusko: 1. Síh maréna (*Coregonus lavaretus*), 2. Síh peleď (*Coregonus peled*) (Luczynski a kol., 1999).

Produkční kapacita rybníční akvakultury naší země plně postačuje na pokrytí potřeb našich obyvatel, ale i pro export sňů do jiných zemí (Hochman, 1987). Po introdukci tohoto druhu byla vyzkoušena metoda polokulturního chovu sňů s kaprem ve vhodných hlubších rybnících ve vyšších nadmořských výškách (Stejskal a kol., 2013). Nicméně odchov tohoto druhu ryb stále klesá a v minulých letech se stal nejistý (Matoušek a kol., 2014). V našich rybnících byla stabilní produkce 420 tun ročně (peleď + maréna) zaznamenávána mezi 1970 – 1990. Zejména v důsledku negativního predačního tlaku a rostoucí populace kormoránů se snížila produkce sňů v roce 2010 na pouhých 26 tun ročně (Stejskal a kol., 2013). Další faktory způsobující snižování produkce jsou podle Matouška a kol., (2014) stále se zhoršující jakost vody a velké ztráty v počátcích chovu.

Dle Mamcarze (1984) tempo růstu závisí na velikosti populace a proměnlivost v míře růstu se zvyšuje z důvodů zhoršených podmínek potravní základny. Od polských rybníkářů byl úspěšně převzat odchov obou druhů v ponořených klecích z jemné síťoviny (Čítek a kol., 1998). Výživa plůdku byla zajišťována zooplanktonem lákaným do klece elektrickým světlem (Mamcarz a Nowak, 1986). Krmení sňů v klecích závisí na kvantitativním a kvalitativním složení planktonních organismů v jarním a podzimním období. Plankton pokrývající energetické potřeby sňů je aplikací světla soustředován k obsádce klece (Mamcarz a Szczerbowski, 1984). Další způsoby odchovu váčkového plůdku popsal Čítek a kol., (1998) jako provozně nenáročný odchov v sádkách napájených z rybníků bohatě zásobených zooplanktonem a odchov ve žlabech. Mamcarz a Worniallo (1985) uvádí, že chov peledě v osvětlených klecích na jezerech způsobuje rozdíly v dozrávání gonád, nebo neplodnost u samic a samců.

V dnešní době najdeme na území České republiky několik chovů. Chov probíhá v chladných rybnících v jižních a západních Čechách, na Českomoravské vrchovině a v některých údolních nádržích (Lipno, Želivka aj.) (Dungel a Řehák, 2005).

Počátky historie chovu sňů v recirkulačních systémech sahá do sousedních evropských zemí. V České Republice není metoda odchovu sňů v recirkulačních systémech ještě zcela rozšířena. Samotná historie recirkulačního systému má své počátky kolem roku 2005 v Mlýnech. Další podnik zkoušející metodu recirkulačních systémů byl v roce 2006 areál pro chov lososovitých ryb v Pravíkově (Mareš a Lang, 2013).

Recirkulační systémy existují v akvakultuře již několik desítek let a postupem času mají stále silnější místo. K tomuto rozvoji přispívají stále se zhoršující přirozené

podmínky prostředí, nemoci ryb, predátoři atd. (Buřič a Kouřil, 2011). Hlavním predátorem je kormorán velký. Tento piscivorní dravec je schopen selektivně požírat tyto ryby, nejvíce pak v zimním období. Na druhé straně stále se zvyšující poptávka po síhovitých rybách nahrává těmto intenzivním systémům (Stejskal a kol., 2013).

Intenzivní recirkulační systémy různých typů jsou hojně využívány v celé Evropě, a to nejen pro lososovité ryby (pstruh duhový, siven arktický), ale i pro mořské ryby, dravé ryby, měkkýše, řasy a rostliny (Buřič a Kouřil, 2011). Nicméně síhové by mohli být dobrou alternativou pro lososovité ryby zvýšením diverzifikace spektra akvakultury ryb. Intenzivní chov síhů v recirkulačních systémech je relativně nový způsob odchovu. Pro optimalizaci podmínek je třeba vyřešit mnoho aspektů např. odstavení larev, optimální teplota chovu, hustota obsádky a aplikace tekutého kyslíku (Stejskal a kol., 2013).

2.4.2 Krmiva použitelná pro chov juvenilních síhů

Největšími společnostmi na světovém trhu zabývající se vývojem a produkcí rybího krmiva patří BioMar Group, Coppens International a Aller Aqua. Společnosti dělají svoji výrobu dle zeměpisných pozic odběratelských zemí. Soustředí se na výrobu rybích krmiv nejen pro sladkovodní a mořské ryby, včetně produktů pro všechna vývojová stadia ryb.

BioMar Group

BioMar Group je jedním z předních dodavatelů rybích krmiv pro akvakulturu. Celosvětově dodává krmivo asi do 60 zemí světa (Chile, Norsko, Velká Británie, Česká republika, atd.) pro více než 30 různých druhů ryb. BioMar Group se rozděluje do třech tržních oblastí, dle specifických potřeb zeměpisné oblasti. Jedná se o tržní oblasti pro

evropský, americký trh a trh oblasti Severního moře (BioMar Group, www.biomar.com).

Krmiva BioMar jsou určena pro pokrytí nutričních nároků ryb v celém životním cyklu. Pro zajištění nutričních potřeb larev firma vyrábí krmiva řady LARVIVA, které nabízejí čtyři základní produkty. Pro krmení rybiho plůdku se používají produkty z řady INICIO Plus. Pro ryby v juvenilním stádiu nabízejí produkty z řady YTELSE. Koncepce YTELSE zabezpečuje dostatečné množství stravitelných bílkovin, aminokyselin, vitamínů, minerálů a další stopové prvky nezbytné pro růst a vývoj (BioMar Group, www.biomar.com).

Pro chov juvenilních stádií síha peledě lze využívat krmiva pro pstruha duhového o velikosti 0,8 – 2,0 mm. Firma BioMar Group v této velikosti nabízí druhy krmiv, viz. Tab. 3.

Tab. 3. Přehled nutričního složení krmiv BioMar (BioMar Group, www.biomar.com).

BioMar	proteiny	lipidy	bezdušikátá látka výtažková	celulóza	popel	fosfor	hrubá energie	biomar stravitelná energie	klasická stravitelná energie	stravitelný protein/ stravitelná energie	vitamín A	vitamín D3	vitamín C	vitamín E
jednotky	%	%	%	%	%	%	MJ.Kg ⁻¹	MJ.Kg ⁻¹	MJ.Kg ⁻¹	g.MJ ⁻¹	I.U.Kg ⁻¹	I.U.Kg ⁻¹	mg.Kg ⁻¹	mg.Kg ⁻¹
Inicio Plus G 1,0 mm	63	11	10,6	0,2	10,9	1,5	21,1	18,8	19,2	30,6	17 500	1 800	1 000	600
Inicio Plus 0,8 a 1,1 mm	56	18	8	0,02	12,1	1,7	21,5	19,2	19,5	25,8	7 500	1 500	1 000	460
Inicio 801 1,5 mm	54	18	11,6	0,45	9,1	1,3	22	19,5	20	25,1	7 500	1 500	500	260
Inicio 892 1,9 mm	48	22	15,3	1,4	8,1	1,2	22,7	19,4	20,4	22,1	7 500	1 500	150	260
Inicio 858 1,9 mm	48 – 50	14 - 16	17 - 23	1.3	7,3 – 9,3	1,1 – 1,3	20,3 – 22,3	17,5	20,4	24,8	7 500	1 500	150	260
Efico Vital 808 1,9 mm	42	24	17,4	2,5	9,4	1,3	22,6	18,4	20	20,1	6 300	1 300	125	220

INCIO Plus

INCIO Plus G jsou extrudované granule, které se dodávají od velikosti 0,4 – 1,0 mm. Doporučují se pro lososovitý potěr. Do našeho pokusu lze zahrnout krmivo o velikosti granulí 1,0 mm (BioMar Group, www.biomar.com).

INCIO Plus jsou extrudované pelety, které se dodávají od velikosti 0,5 – 1,9 mm. Tento druh pelet je vyvinut tak, aby měl optimální rychlost klesání. V krmivu INCIO Plus je vysoký obsah vitamínů, fosfolipidů a omega-3 mastných kyselin. Vitamíny přispívají proti stresu a onemocnění, fosfolipidy jsou například důležité pro růst buněčných membrán a vysoký obsah omega-3 mastných kyselin se podílí na tvorbě svalové tkáně (BioMar Group, www.biomar.com).

Stejně složení i obsah jednotlivých komponent se shoduje pro krmení INCIO Plus 1,1 mm. (BioMar Group, www.biomar.com).

Krmivo EFICO Vital 808 je vysoce výkonné, obsahující probatika pro chov lososovitých ryb. Je vyvinuté a schválené pro zlepšování zdravotního stavu ryb (BioMar Group, www.biomar.com).



Obr. 4. Krmivo BioMar použité během testování.

Coopens International

Coopens International se specializuje na vývoj i výrobu rybích krmiv pro všechna vývojová stádia většiny chovaných druhů ryb. V současné době už tato firma distribuuje své produkty do více než 60 zemí po celém světě (Coopens International, www.coppens.eu).

Krmiva Coppens mají již certifikát ISO 9001 a ISO 22000, který zaručuje pro současné a budoucí zákazníky vysoce efektivní služby a produkty vynikající nutriční kvality. Certifikace je součástí rozvojové strategie pro růst a rozvoj společnosti (Coopens International, www.coppens.eu).

Firma Coppens International nemá ve své nabídce krmivo přímo pro síha peledě, lze využít krmivo pro výkrm pstruha. Juvenilní síh peled' je schopný růst na typech krmiv: Trout Crumbles 0,8 – 1,5 mm, Trout Micro Pelets 0,8 – 1,5 mm a Trout Pre Growers 2,0 mm (Coopens International, www.coppens.eu).

Trout Crumbles je vysoce výkonné krmivo s vysokým obsahem bílkovin a energie pro chov lososovitých ryb v intenzivních podmínkách. Toto krmivo se vyrábí ve velikosti od 0,3 – 1,5 mm. Všechny velikostní varianty jsou založeny na vysoce kvalitních surovinách, jako jsou rybí moučka, rybí olej, nebo imunitní stimulant β -glukany, které podporují obranyschopnost ryb. Trout Crumbles je speciálně vyvinut pro různé velikosti mladých lososovitých ryb (Coopens International, www.coppens.eu).

Tab. 4. Přehled nutričního složení krmiv Coppens (Coppens International, www.coppens.eu).

Coppens	proteiny	lipidy	vláknina	popel	fosfor	hrubá energie	stravitelná energie	metabolizovatelná energie	vitamín A	vitamín D3	vitamín E	vitamín C
jednotky	%	%	%	%	%	MJ.Kg ⁻¹	MJ.Kg ⁻¹	MJ.Kg ⁻¹	I.U.Kg ⁻¹	I.U.Kg ⁻¹	mg.Kg ⁻¹	mg.Kg ⁻¹
Trout Crumbles TOP 0,8 – 1,2 mm	61	18	0,1	11,6	2,1	22,3	20,7	17,8	12 880	-	258	276
Trout Crumbles TOP 1,2 – 1,5 mm	59	21	0,1	10,7	1,9	22,9	21,3	18,5	12 320	-	246	264
Noblesse 0,8 mm	54	18	1	9	1,6	21,4	19,7	17,1	25 000	2 200	400	1 000
Start Premium 1,0 mm	54	15	0,6	9,4	1,7	21,2	19,6	17	12 000	305	240	286
Start Premium 1,5 mm	54	15	0,6	9,4	1,7	21,2	19,6	17	12 000	305	240	286
Start 1,0 mm	50	20	0,6	6,7	1,2	22,5	20,7	18,3	12 000	-	240	286
Start 1,5 mm	50	20	0,6	6,7	1,2	22,5	20,7	18,3	12 000	-	240	286
TroCo Pre Grower-18 2,0 mm	45	18	1	8,5	1,5	21,5	19,7	17,6	10 000	1 500	200	150
TroCo Ultra 2,0 mm	48	22	0,9	8,5	1,4	22,4	20,6	18,3	10 000	1 560	200	150

Mikro pelety Noblesse přispívají k vysokému příjmu krmiva, přežití a vysokému růstu v prvních fázích života ryb. Pelety jsou založeny na kombinaci vysoce stravitelných surovin a atraktantu pro optimální chutnost. Na podporu obranyschopnosti ryb jsou přidávány nukleotidy, které zlepšují fyziologické vlastnosti, jako je růst, snížení stresu, správná motorika střev a odolnost proti chorobám. Zvýšené hladiny vitamínu C a vitamínu E podporují vitalitu ryb (Coopens International, www.coppens.eu).

Mikro pelety Start Premium obsahují vysoký podíl bílkovin, kvalitní rybí moučky a rybího oleje pro mladé lososovité ryby. Na podporu obranyschopnosti je přidáván imunostimulant (β -glukan). Pelety se vyrábí ve velikostech 1,0 a 1,5 mm. Ve vodě jsou velmi stabilní a minimalizují znečištění vody. Malá velikost částic krmiva Start Premium dává možnost částečně nahradit krmivo Crumbles (Coopens International, www.coppens.eu).

Mikro pelety Start vyrábí firma Coopens ve dvou velikostech 1,0 a 1,5 mm. Toto vysoce energetické startérové krmivo s vysokým podílem kvalitní rybí moučky a rybího oleje se využívá pro mladé lososovité ryby. Přídavkem β -glukanu (imunostimulant) je zvýšená obranyschopnost. Krmivo Start je ve vodě stabilní a minimalizuje znečištění vody (Coopens International, www.coppens.eu).

TroCo PreGrower-18 je kompletní krmivo pro plůdek lososovitých ryb. Minimalizuje znečištění vody díky použití kvalitních surovin, které činí krmivo velmi stravitelným. Vysoce kvalitní suroviny přispívají k dobrému příjmu a chutnosti krmiva. Rychlý a efektivní růst ryb je zabezpečen vyváženým poměrem proteinů a energie (Coopens International, www.coppens.eu).

TroCo Ultra je vysoce energetické krmivo pro růst lososovitých ryb. Vysoký obsah bílkovin a energie z TroCo Ultra je využíván k růstu a výkonnosti ryb. Kvůli optimálnímu poměru hladiny bílkovin a energie je použitím tohoto krmiva dosahováno maximálního růstu (Coopens International, www.coppens.eu).

Aller Aqua

Aller aqua je rodinná firma, která se řadí mezi jednoho z nejzkušenějších výrobců krmiva na světě. Má více než 50 let zkušeností v tomto oboru. Aller Auqua vyrábí krmiva pro mořské i sladkovodní ryby, ve svých továrnách v Dánsku, Německu, Polsku a Egyptě s exportem do více než 50 zemí po celém světě. Její široký sortiment se skládá z krmiva pro více než 25 druhů ryb. Firma má specializovaný tým, který testuje krmiva pro různé druhy ryb v terénních i laboratorních podmínkách. Neustálý vývoj nových, ale i stávajících krmiv probíhá ve zkušební stanici v Německu. Zkušební stanice se skládá z několika recirkulačních systémů přizpůsobených k různým podmínkám prostředí (Aller Aqua, www.aller-aqua.com).

Tab. 5. Přehled nutričního složení krmiv Aller Aqua (Aller-Aqua, www.aller-aqua.com).

Aller Aqua	proteiny	lipidy	bezdušikátá látková výtažková	vláknina	popel	fosfor	hrubá energie	stravitelná energie	vitamín A	vitamín D3	vitamín E
jednotky	%	%	%	%	%	%	MJ.Kg ⁻¹	MJ.Kg ⁻¹	I.U.Kg ⁻¹	I.U.Kg ⁻¹	mg.Kg ⁻¹
Aller Futura EX 0,9 – 1,6 mm	64	12	5	0,5	11	1,6	20,8	19,4	10 000	1 000	400
Aller Futura EX 1,3 – 2,0mm	64	12	5	0,5	11	1,6	20,8	19,1	10 000	1 000	400
Aller Futura EX 1,3 a 1,5 mm	56	18	8,5	0,5	9	1,2	21,9	20,3	10 000	1 000	400
Aller Ivory EX 2,0 mm	54	20	9	0,7	8,3	1,5	22,3	20,5	10 000	1 000	200
Aller Futura MP EX 1,0 mm	56	16	9,7	0,9	9,4	1,4	21,3	19,5	10 000	1 000	300
Aller Performa Organic EX 0,9 – 1,6 a 1,3 – 2,0 mm	54	15	12	2	11	1,7	21,1	19,5	10 000	1 000	400
Aller Performa Organic EX 1,3 a 1,5 mm	48	21	11,5	2,4	9,1	1,6	22	20,4	2 500	500	150
Aller Organic EX 2,0 mm	46	25	8,8	2,2	12	1	22,6	20,9	2 500	500	150

Aller Futura EX, 1,3 GR., 1,5 GR., 2 GR. a 3 GR. jsou vyrobeny ze surovin nejvyšší jakosti, které odpovídají potřebám ryb. Některé z použitých komponentů: rybí moučka, rybí olej, pšeničný lepek, pšenice, kvasinky, krilová moučka, vitamíny a minerály (Aller-Aqua, www.aller-aqua.com).

Některé použité komponenty: rybí moučka, rybí olej, pšenice, pšeničný lepek, kvasnice, krilová moučka, vitamíny a minerály (Aller-aqua, www.aller-aqua.com).

Aller Futura MP EX, 1 mm jsou homogenní, snadno dostupné, bezprašné pelety. Složení proteinu a tuku odpovídá potřebám ryb a je nejvyšší jakosti. Některé z použitých komponentů: rybí moučka, rybí olej, pšeničný lepek, pšenice, kvasinky, krilová moučka, vitamíny a minerály. (Aller-Aqua, www.aller-aqua.com)

Aller Performa Organic EX, 2 GR. a 3 GR. zajišťuje rybám vysokou účinnost krmiva a vynikající růst. V jejich složení se nachází nejkvalitnější surové materiály s vynikajícími chuťovými vlastnostmi. Některé použité komponenty: rybí moučka, rybí olej, sojová moučka, vitamíny a minerály (Aller-Aqua, www.aller-aqua.com).

Aller Performa Organic EX, 1,3 a 1,5 mm poskytuje výborný růst a vysokou účinnost krmiva zahrnutím kvalitních surových materiálů s vynikajícími chuťovými vlastnostmi, jako jsou například: rybí moučka, sojová moučka, řepkové semeno, pšenice, rybí tuk, vitamíny, minerály a aminokyseliny (Aller-Aqua, www.aller-aqua.com).

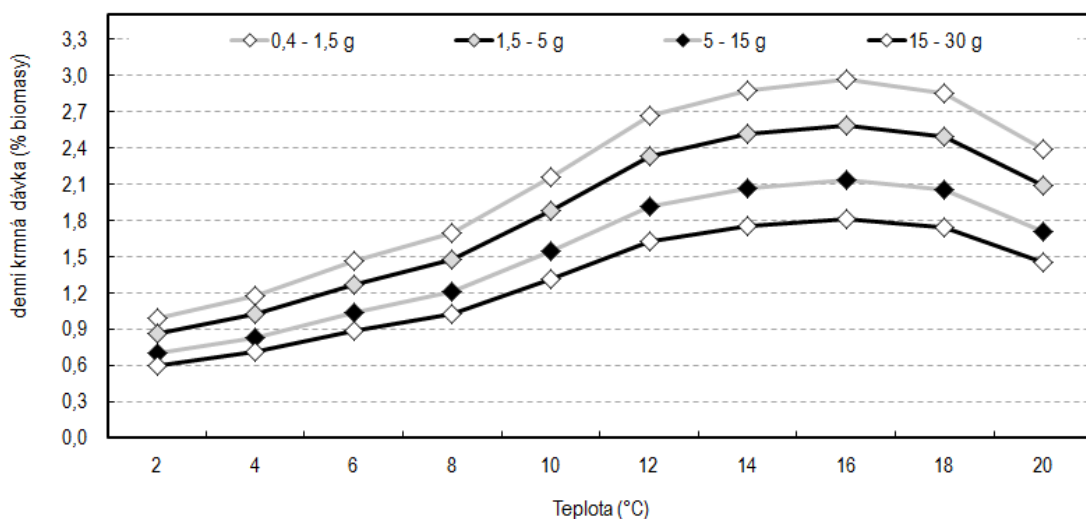
Aller Organic EX je ekologické krmivo pro síhy v souladu se všemi předpisy směrnic EU. Hladina proteinu a tuku je přizpůsobena standardním podmínkám ekologického chovu. Všechny použité suroviny jsou organického původu. Mořské suroviny jsou z udržitelného rybolovu. Některé použité suroviny: rybí moučka, sojová moučka, řepkové semeno, pšenice, rybí tuk, vitamíny a minerály (Aller-aqua, www.aller-aqua.com).

2.4.3 Optimální velikost denní krmné dávky pro jednotlivé kategorie síha peledě v intenzivních podmínkách

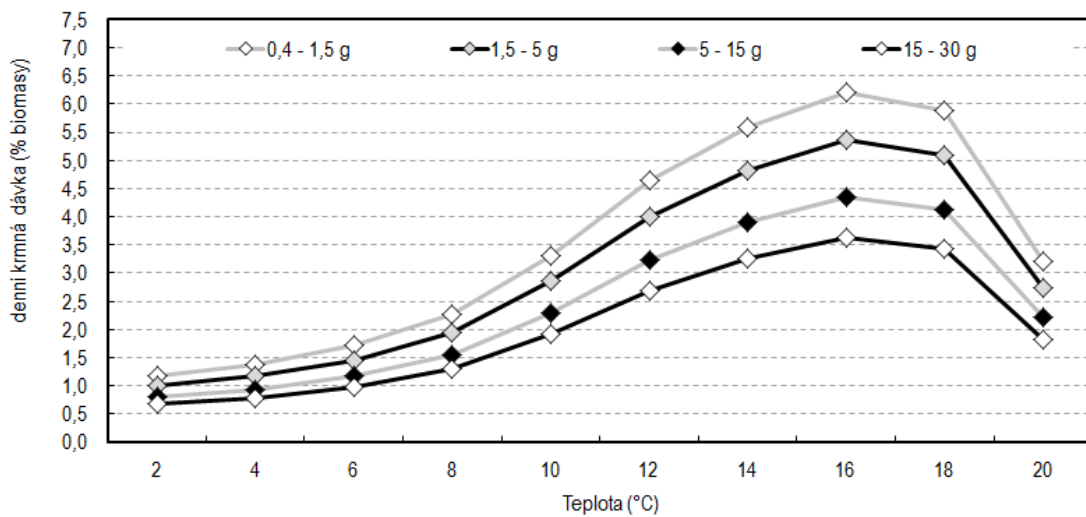
V problematice optimální velikosti krmné dávky lze podle firmy BioMar Group zvolit dvě strategie a) strategie s cílem minimalizovat krmný koeficient, b) strategie krmení *ad libitum*. Tyto strategie byly vypracovány pro krmivo BioMar Inicio Plus ve velikostech od 0,8 – 2,0 mm. Tento druh krmiva je určen pro marénu malou, která je příbuzným druhem síhu peledě (BioMar Group, www.biomar.com).

První strategie je naznačená na Obr. 5. a druhá strategie na Obr. 6. Obr. 5. byl vytvořen v závislosti teploty vody °C na velikosti krmné dávky v procentech biomasy ryb s cílem minimalizovat krmný koeficient. Na křivce Obr. 5. je zřetelně vidět zvyšující se krmná dávka od 2 – 16 °C. Příjem krmiva začíná okolo 2 °C a postupným zvyšováním teploty vody až na 16 °C roste velikost krmné dávky. Tato teplota byla zlomovým bodem, ve kterém začala křivka s rostoucí teplotou klesat. Tato strategie byla vytvořena pro úsporu peněz za krmivo s jeho maximálním využitím (BioMar Group, www.biomar.com).

Druhá strategie *ad libitum* nebere ohled na ekonomiku podniku, ale jejím cílem je dosáhnout co největšího přírůstku ryb. Krmením v nadbytku lze dosáhnout vysokého přírůstku, ale dochází tím také ke snížení konverze krmiva. Obr. 6. představují závislost teploty vody v °C na velikosti krmné dávky v procentech biomasy ryb u strategie krmení *ad libitum*. Krmná dávka v těchto podmínkách byla od 2 – 16 °C rostoucí, poté křivka u teplot nad 16 °C začala opět klesat (BioMar Group, www.biomar.com).



Obr. 5. Grafické znázornění strategie s cílem minimalizovat krmný koeficient u síha *Coregonus clupeioides* – v hmotnostech od 0,4 do 30 g (BioMar Group, www.biomar.com).



Obr. 6. Grafické znázornění strategie s cílem maximalizovat růst u síha *Coregonus clupeioides* – v hmotnostech od 0,4 do 30 g (BioMar Group, www.biomar.com).

2.4.4 Vliv velikosti denní krmné dávky na růst a přežití juvenilního síha peledě

Síhové jsou v současné době druh, o který je v rybářství velký zájem. Techniky a strategie pro odchov tohoto druhu vyžadují zpracování optimálního složení krmiva, určení velikosti krmné dávky a optimalizaci podmínek.

Velikost denní krmné dávky má významný vliv na chov, růst ryb a nasycení vody kyslíkem. Příliš malé krmné dávky nesplňují nutriční potřeby ryb, což může vést k tvoření rozdílů mezi jednotlivci a snížení tempa růstu pro celou skupinu. Naopak příliš velké krmné dávky mohou vést k tvorbě deformací a nadměrnému ukládání tuku ve svalech a vnitřních orgánech. Zvýšené denní krmné dávky mají obvykle příznivý vliv na růst ryb (Wunderlich a kol., 2011).

U třech zkoumaných skupin síha marény krmených různými procenty biomasy bylo prokázáno, že optimální denní krmná dávka pro juvenilního síha o hmotnosti 10 – 45 gramů při teplotě vody 18 °C byla stanovena na 3 % rybí biomasy. Zvýšením denní krmné dávky nad 3 % biomasy mělo za následek snížení konverze krmiva a snížení využití bílkovin. U ryb z poslední skupiny, která byla krmena 4 % biomasy, byl prokázán už po čtyřech týdnech chovu významný statistický rozdíl v hmotnosti těla ryb než u předešlých dvou skupin (Wunderlich a kol., 2011).

Přežití ryb během období odchovu bylo ve všech skupinách podobné (přes 93 %). Z této studie lze vyvodit závěr, že velikost krmné dávky nemá zásadní vliv na mortalitu ryb.

Nejnižší průměrná spotřeba kyslíku byla naměřena u skupiny krmené nejnižším množstvím krmení. S přibývajícím denním dávkou krmení byly prokázány pozitivní výsledky v růstu ryb, ale negativní dopady na konverzi krmiva, zatížení na spotřebu kyslíku a zvyšující se hodnoty amoniaku. Velikost produkce recirkulačních systémů je nejčastěji omezena obsahem kyslíku ve vodě. Spotřeba kyslíku je závislá na mnoha faktorech včetně teploty vody, nebo velikosti ryb (Stejskal a kol., 2014; Wunderlich a kol., 2011)

2.4.5 Faktory ovlivňující výši denní krmné dávky

Mezi faktory ovlivňující výši denní krmné dávky v recirkulačních systémech lze zahrnout teplotu vody, nasycení vody kyslíkem, světelnou periodu, chemismus vody, hmotnost ryb, stáří ryb atd. V podmínkách recirkulačních systémů je možné tyto faktory nastavit na ideální hodnoty pro chov daného druhu (Stejskal a kol., 2013).

Příjem a využití krmiva u ryb jsou ovlivněny podmínkami prostředí, zejména pak teplotou vody a obsahem rozpuštěného kyslíku. Obecně platí, že raná stádia ryb potřebují větší frekvenci krmení a vyšší nasycení vody kyslíkem. S rostoucím věkem ryb se frekvence krmení snižuje. Snížení nasycení vody kyslíkem pod 70 % zvyšuje krmný koeficient a snižuje u ryb příjem krmiva. Teplota vody je důležitý faktor pro zvolení denní krmné dávky u ryb a jejich metabolismus. Nízké teploty snižují metabolické pochody u ryb a tím ovlivňují i množství přijatého krmiva. Podobně je tomu i u vysoké teploty vody, která je úzce spojena s množstvím kyslíku ve vodě. Při vysokých teplotách ryby potřebují vysoké nasycení kyslíkem a jejich příjem krmiva je opět snížen. V těchto podmínkách ryby ztrácí svou aktivitu a přijímají potravu jen minimálně. Optimální teplota pro síha peledě byla otestována na 19 °C. Vyšší teploty zvyšují mortalitu, nároky na kyslík a snižují příjem krmiva. U ryb detekujících potravu především zrakem je důležitá světelná část dne. V nočních hodinách je příjem krmiva omezen z důvodů neviditelnosti částic krmiva. V rybníčních podmínkách je fotoperioda spojena s nasycením vody kyslíkem. Světelná část dne přináší produkci kyslíku rostlinami při fotosyntéze, ale může také způsobit narušení uhličitánové rovnováhy, což způsobuje vzestup pH. Opakem jsou noční hodiny, které v ranních hodinách vykazují kyslíkové deficity (Čítek a kol., 1998; Dubský a kol., 2003).

Podle studie od Stejskala a kol. (2014), která zkoumá závislost velikosti ryb, teploty vody a spotřeby kyslíku u juvenilního síha peledě v recirkulačních systémech bylo zjištěno, že spotřeba kyslíku byla významně ovlivněna velikostí ryb a krmením. Údaje o spotřebě kyslíku byly nepřímo úměrné hmotnosti ryb a pozitivně souvisely s teplotou. V průběhu zkoumání těchto faktorů byly použity tři na sobě nezávislé experimentální recirkulační systémy, které sloužily k udržení požadovaných teplot. Každý recirkulační systém byl vybaven 9 nádržemi o objemu 60 litrů. Krmení probíhalo *ad libitum* za 12 – h denního světla (8:00 – 20:00 hodin) krmivem BioMar Inicio Plus 1,5 mm. Maximální spotřeba kyslíku byla naměřena 4 – 6 hodin po začátku krmení ve

všech velikostních skupinách. Následně už spotřebované hodnoty kyslíku zůstávaly na stejné úrovni až do konce krmení. Během období tmy bez krmení, byl pozorován postupný pokles spotřeby kyslíku ve všech nádržích (Stejskal a kol., 2014).

V recirkulačních systémech je nutné přidávat kyslík k udržení kvality vody. Z tohoto důvodu je nutné odhadnout denní spotřebu kyslíku vzhledem k velikosti ryb, výši krmení a teplotě vody. Obecně platí, že větší ryby vyžadují méně kyslíku, protože mají nižší příjem potravy a pomalejší metabolismus. Tyto údaje jsou velmi důležité pro konstrukci recirkulačního systému, zejména pro ryby citlivé na kyslík jako je peleď. Nízká koncentrace kyslíku ve vodě vyvolává významný stres, což vede k patologii a snížení růstu ryb. Požadavky na kyslík je možné optimalizovat pomocí kultivačních systémů plánování a organizování. Údaje o spotřebě kyslíku napomáhají zvolit hustotu obsádky, průtok vody v nádržích a nastavit výši potřebné reoxygenace vody (Stejskal a kol., 2014).

Experiment zaměřený na růst síha peledě v různých koncentracích nasycení vody kyslíkem a různých teplotách prokázal významný statistický rozdíl na průměrné individuální tělesné hmotnosti (g) a specifické růstové rychlosti (SGR, % den⁻¹) pro testované hladiny kyslíku (hypoxie, normoxie, hyperoxie) a teploty vody mezi 13 – 25 °C. U hypoxie byl potvrzen negativní vliv, ale nebyl potvrzen žádný pozitivní vliv hyperoxie. Ryby chované v normoxických podmínkách dosahovaly lepšího růstu v porovnání s předešlými typy nasycení. Faktor kyslíku neprokázal žádný statistický rozdíl u přežití ryb (%) ani u variačního koeficientu (CV, %). Teplota vody 16 – 22 °C může být považována za teplotní optimum pro růst juvenilních síhů v intenzivních podmínkách. Teplota pod 16 °C je považována za suboptimální a teplota nad 25 °C je nevhodná pro intenzivní chov. Přežití a variační koeficient v teplotním rozmezí 13 – 22 °C nevykazoval žádné statistické rozdíly, avšak skupina chovaná v 25 °C měla nižší přežití a významně zvýšený variační koeficient v porovnání s ostatními skupinami. Výsledky této studie ukazují, že pro maximální růst juvenilních síhů je zapotřebí minimální saturace 85 %. Zvyšování úrovně kyslíku nad 100 % rychlost růstu nezvyšuje, ba naopak velké přesycení kyslíku nad 150 % nemá pozitivní vliv na ryby. U teplot bylo stanoveno relativně široké rozmezí 16 – 22 °C pro maximální růst (Stejskal a kol., 2013).

3. Materiál a metodika

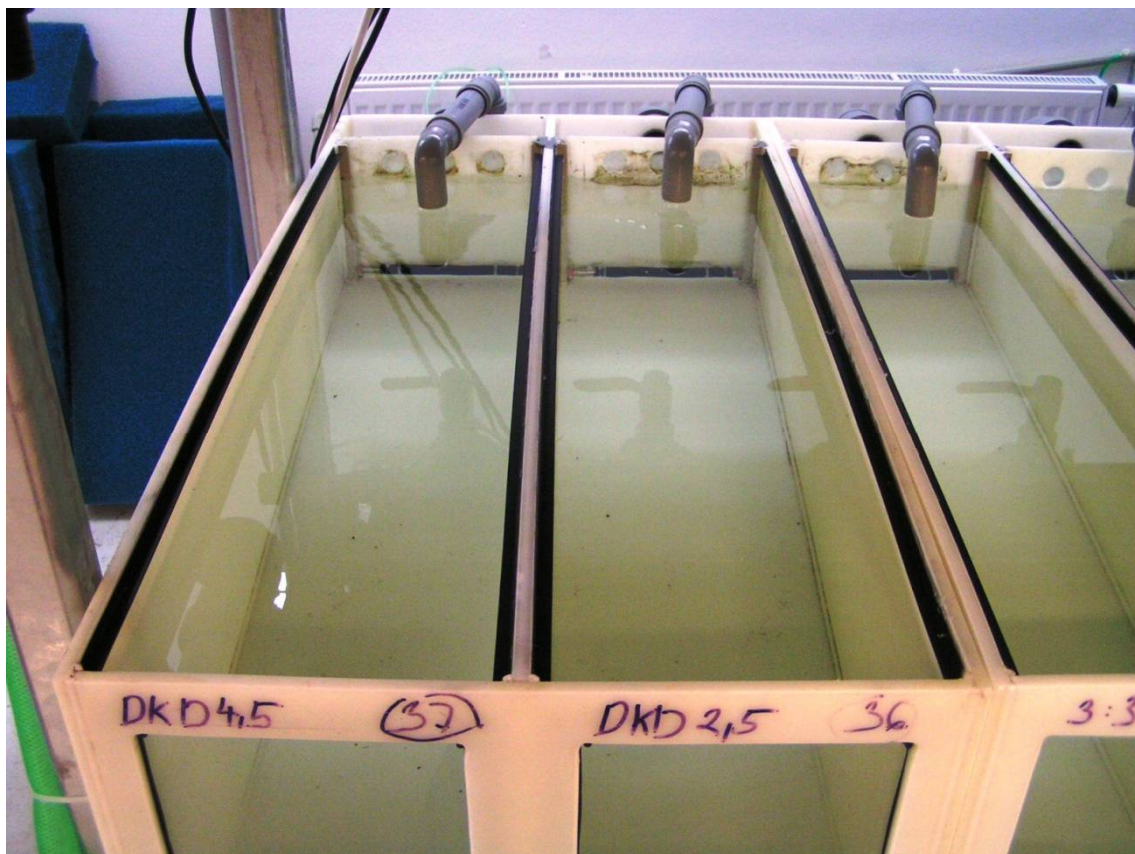
3.1 Vliv velikosti denní krmné dávky na růst síha peledě

3.1.1 Získání a odchov experimentálního materiálu

Koncem měsíce března (29. 3. 2014) byl dovezen násadový materiál v podobě čerstvě vykuleného plůdku síha peledě z rybářství Kinský Žďár, a.s. ze Žďáru nad Sázavou ve velikosti od 0,7 do 1,2 mm v celkovém počtu dva tisíce.

Plůdek byl nasazen do plastových nádrží o užitém objemu 65 l (v počátku odchovu byl užitný objem snížen na 40 l napuštěných v počtu 500 kusů na nádrž). S postupným růstem ryb byl objem nádrže v polovině experimentu doplněn do užitého objemu 65 l. Tyto obdélníkové nádrže měřily 97 cm na délku, 23 cm na šířku a 35 cm do výšky. Prvních 20 dní byly ryby odchovávány pomocí (*Artemia* sp.), poté byl použit postupný co-feeding (3 dny) se suchým startérovým krmivem BioMar ProWean o velikosti částic 0,1 mm. Tímto krmivem byly ryby krmeny do hmotnosti cca. 0,5 g. Dále bylo použito krmivo INICIO Plus 0,4 mm, které je určeno pro pstruha duhového. Firma BioMar Group se nezabývá výrobou krmiv přímo pro peledě, ale pro jejich krmení se používají krmiva určené pro pstruhy. Složení tohoto krmiva se shoduje se složením krmiva pro peledě, a proto ho lze použít bez jakýchkoliv dopadů na vývoj, nebo růst síha. Nutriční složení krmiva je uvedeno v Tab. 6. a Tab. 7. (BioMar Group, www.biomar.com).

Po 124 dnech byly ryby přeloveny, zváženy a rozděleny do tří skupin podle váhy. Do první skupiny byly zařazeny ryby o váze 0,3 až 0,5 gramu, do druhé ryby o váze 0,5 až 1 gram a ve třetí skupině byl zbytek ryb, které vážily nad 1 gram. Skupiny jedna a tři byly přemístěny do dvou 300 litrových nádrží. Pro zklidnění ryb během manipulace byla používána anestezie v podobě hřebíčkového oleje v koncentraci 0,01 ml na litr pro malé rybky a 0,02 ml na litr pro ryby větší. Síhové jsou velmi citlivé ryby, pro které tyto malé koncentrace úplně dostačují.



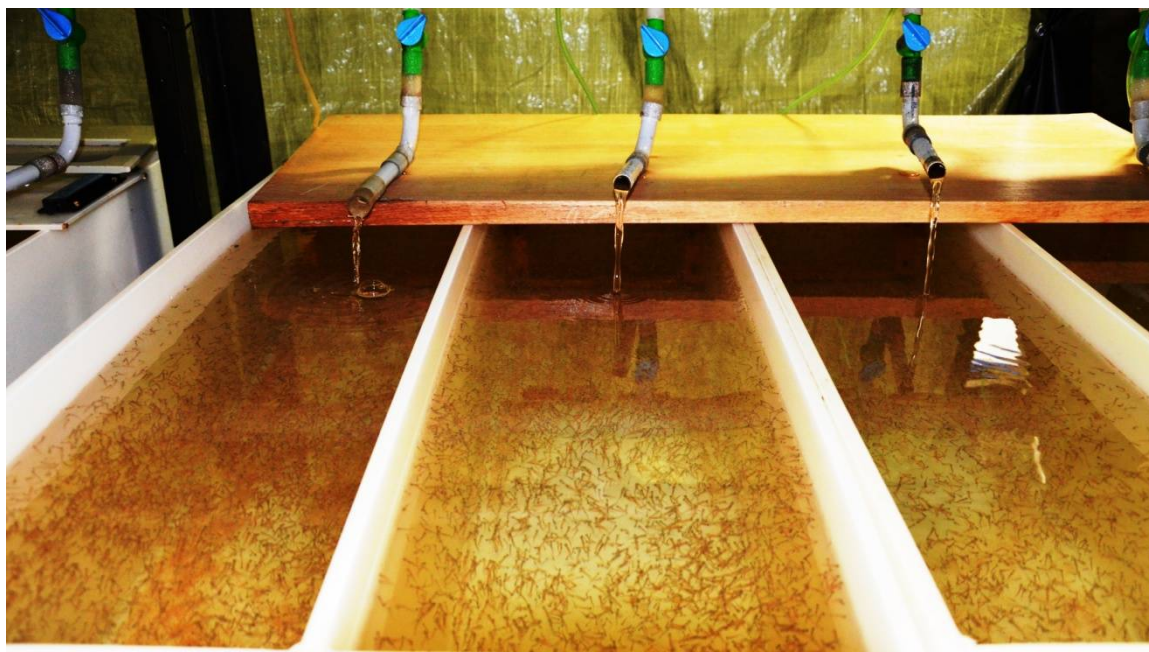
Obr. 7. Pohled na odchovné nádrže pro testování.

Tab. 6. Nutriční složení krmiva LARVIVA ProWean (granulace 0,1mm) použitého před začátkem experimentu (BioMar Group, www.biomar.com).

složení	jednotky	velikost
proteiny	%	58
lipidy	%	12
n-3 HUFA	%	2,50
celulóza	%	0,4
popel	%	11,7
fosfor	%	1,77
vitamín A	I.U.Kg ⁻¹	17 500
vitamín D3	I.U.Kg ⁻¹	1 800
vitamín C	mg.Kg ⁻¹	1 000
vitamín E	mg.Kg ⁻¹	800

Tab. 7. Nutriční složení krmiva INICIO Plus G (granulace 0,4mm) použitého před začátkem experimentu (BioMar Group, www.biomar.com).

složení	jednotky	velikost
proteiny	%	63
lipidy	%	12
bezdušikátá látka výtahková	%	10
celulóza	%	1,5
popel	%	10,7
fosfor	%	1,5
obsah dusíku	%	10
hrubá energie	MJ.Kg ⁻¹	21,2
stravitelná energie	MJ.Kg ⁻¹	18,8



Obr. 8. Nasazený plůdek pro rozkrmení před začátkem pokusu.



Obr. 9. Nasazené ryby před začátkem pokusu.

3.1.2 Systém odchovu

Pokusný recirkulační systém v budově Ústavu akvakultury Fakulty rybářství a ochrany vod v Českých Budějovicích byl složen z dvanácti polypropylenových nádrží (délka = 97 cm, šířka = 23 cm, výška = 35 cm) uložených v železném stojanu, které byly použity k odchovu juvenilních síhu. Dále z dvou filtračních nádrží, biologického filtru, a průtokového chladiče (Hailea 1000A).

Nádrže byly rozděleny na čtyři skupiny (každá skupina o jiné denní krmné dávce). Obdélníkové nádrže o objemu 65 litrů byly konstruovány se speciálním sedimentačním kuželem uloženým ve dně konce nádrže. Sedimentační kužel sloužil jako první stupeň filtrace. K mechanickému čištění bylo použito nádrže o objemu 1 500 litrů s výplní filtračního média Bioakvacit PPI 20. Posledním stupněm čištění byl ponořený biologický filtr o objemu 1 500 litrů, který byl uložen pod nádržemi. Voda v tomto biologickém filtru byla silně provzdušňována podlahovým difuzérem vlastní konstrukce a čištěna filtračními médii Bioakvacit PPI 10 a Ratz BT 10. Z biologického filtru byla

voda čerpána zpět do jednotlivých odchovných nádrží. Stejný objem průtoku byl regulován kohouty nad nádržemi. Každou hodinu byla voda v nádrži 2x obměněna což činilo průtok 1,3 litru vody za minuty v každé nádrži. Světelná perioda byla 12:12 - světlo:tma - 7:00 - 19:00 hodin.



Obr. 10. Pohled na experimentální recirkulační systém.



Obr. 11. Recirkulační systém - pohled ze zadní strany.

3.1.3 Vlastní popis experimentu

Vlastní pokus zaměřený na krmné dávky u síha peledě probíhal za použití krmiva BioMar Inicio 1,1 mm. Tento celosvětový dánský podnik nemá ve své nabídce krmivo přímo pro síha peledě, proto byly zvoleny pelety pro výkrm pstruha duhového.

Dne 30. 7. 2014, kdy pokus započal, byly ryby ze skupiny dva vážící průměrně $1,82 \pm 0,48$ gramu jedna ryba znovu přeloveny a rovnoměrně rozsazeny v počtu 120 kusů ryb na nádrž, podle váhy biomasy do 12 nádrží o objemu 65 litrů. Rozsazování bylo prováděno napočítáním 50 kusů ryb, zvážením jejich biomasy a vysazením do první nádrže. Takto to bylo opakováno u všech 12 nádrží. Dále bylo pokračováno napočítáním dalších 50 kusů ryb, zvážením jejich biomasy a následným vysazením do jedné ze 12 nádrží. Rozdělením celku ryb na tři vysazení a přidáním ryb s nejmenší naměřenou biomasou z druhého vysazování do obsádky s největší naměřenou biomasou z prvního vysazování bylo docíleno srovnání váhy biomasy v jednotlivých nádržích. Do konečného počtu 120 kusů bylo stejnou metodou dosazeno posledních 20 ryb do všech nádrží.

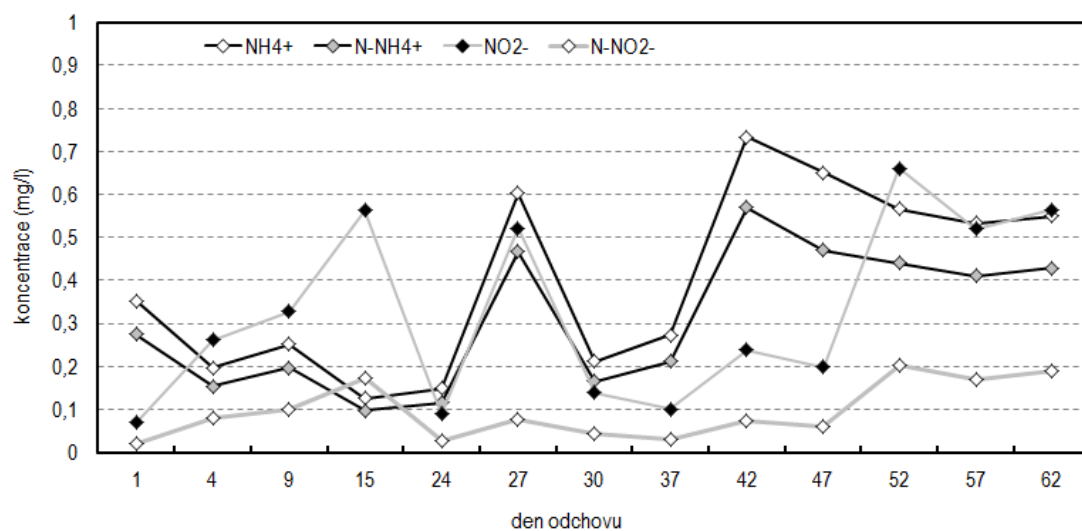
Každá skupina ryb byla odchovávána aplikací různého množství krmení. Testované skupiny zahrnovaly varianty 1,5 %, 2,5 %, 3,5 % a 4,5 % biomasy obsádky denně. Každá skupina byla testována ve 3 opakováních. Výše denní krmné dávky byla korigována každý týden, podle kontrolního přelovení a zvážení celé váhy biomasy ryb ve všech nádržích. Krmení bylo váženo na laboratorní váze Kern (PCB 6000-1, rozlišení váživosti 0,01 g).

V průběhu pokusu byly provedeny tři kontrolní přelovení vždy po 21 dnech (1. přelovení = 19. 8. 2014; 2. přelovení = 9. 9. 2014; 3. přelovení = 30. 9. 2014), u 50 ryb z každé nádrže byly pořízeny fotografie, hmotnost biomasy a hmotnost jednotlivých ryb. Při focení byla přidávána slabá koncentrace anestetika do plastového (skleněného) rámečku pro zklidnění ryb, tak aby byly ryby trvale v kontaktu s anestetikem. Z fotografií ryb pořízených během pokusu byly za pomoci počítačového programu MicroImage 4.0 získány délkové parametry a data o celkové délce ryby, standardní délce a výšce těla ryby byla přenesena do programu Microsoft office Exel 2007 pro pozdější kalkulace. Program MicroImage 4.0 musel být před měřením kalibrován na správné měřítko, fotky nazožmovány a nastaven kontrast pro lepší viditelnost ryb na fotkách při měření. Tyto výsledky byly později využity pro výpočty a grafy v programu Statistica 10.0 a Microsoft office Exel 2007.

U nádrží uložených v laboratorních prostorech byly jednou týdně umývány stěny nádrží, každodenně odsávány exkrementy ryb ze sedimentačních konusů a v třídených intervalech měřeny hodnoty dusitanů, dusičnanů a amoniaku. Na tyto hodnoty byly používány kyvetové testy od firmy HACH, které byly vyhodnoceny pomocí spektrofotometru HACH DR 2800. Dusitany byly měřeny testem LCK 341, dusičnany testem LCK 339 a amoniak testem LCK 304. Dvakrát denně byly multimetrem HACH HQ30d flexi měřeny a zaznamenávány hodnoty kyslíku, pH a teploty. Nasycení kyslíkem bylo u nejmladších stádií síha drženo v hodnotách přesahujících 90 % nasycení, u juvenilních jedinců byl kyslík na $76,50 \pm 6,70$ % nasycení. Teplota vody byla $18,90 \pm 0,50$ °C a pH bylo $6,90 \pm 0,40$. Světelná perioda v laboratořích byla nastavena na 12:12 = světlo:tma a výměna vody v celém systému probíhala 2x za hodinu což činilo průtok cca. 1,3 litru za minutu.



Obr. 12. Měření fyzikálněchemických parametrů vody v nádržích.



Obr. 13. Průběh koncentrace amoniaku, amoniakálního dusíku, dusitanů a dusitanového dusíku v prostředí recirkulačního systému kde byly testovány výše krmné dávky.

3.1.4 Produkční ukazatelé použité ke zhodnocení dat

Specifická rychlost růstu (*Specific growth rate*, SGR) – vyjadřuje procentuální přírůstek živé hmotnosti ryb za den.

$$SGR = [(\ln W_t - \ln W_o) \cdot t^{-1}] \cdot 100 \quad (3.1)$$

W_t hmotnost obsádky na začátku pokusu (g)

W_o hmotnost obsádky na konci pokusu (g)

t čas (dny) (Houde, 1989).

Hmotnost ryby (*Weight of fish*) - je vážena a udávána v gramech (g) (Pokorný a kol., 2004).

Celková délka těla (*Total length*, TL) – vyjadřuje vzdálenost od konce rypce po nejdelší paprsek ocasní ploutve a je měřena v milimetrech (mm) (Pokorný a kol., 2004).

Standardní délka těla (*Standard length*, SL) – vyjadřuje vzdálenost od konce rypce po konec ošupení a je měřena v milimetrech (mm) (Pokorný a kol., 2004).

Výška těla – vyjadřuje vzdálenost od počátku hřbetní ploutve po konec břišní dutiny, měřena svisle dolů v milimetrech (mm) (Pokorný a kol., 2004).

Koeficient kondice podle Fultona (*Coefficient condition*) – vyjadřuje hmotnostní vyživenost ryb v daném časovém období:

$$F_{K=\frac{w}{DT^3}} \quad (3.2)$$

w hmotnost ryby (g)

DT délka těla ryby (cm) (Pokorný a kol., 2004).

Přežití ryb (*Survival of fish*) – vyjadřuje % přežitých ryb v pokusu:

$$P = \text{vyja} \frac{(\text{po} - \text{vyjadřuje \% přežitých ryb v pokusu})}{\text{po} - \text{vyjadřuje \% přež}} \cdot 100 \quad (3.3)$$

(Pokorný a kol., 2004).

Koeficient konverze krmiva (*Food conversion ratio*) – vyjadřuje množství krmiva (kg) spotřebovaného na produkci jednoho kg přírůstku z krmení:

$$\text{FCR} = F / (W_t - W_o) \quad (3.4)$$

F spotřeba krmiva kg

W_t hmotnost obsádky na konci pokusu (g)

W_o hmotnost obsádky na začátku pokusu (g) (Pokorný a kol., 2004).

Koeficient variance - hmotnostní heterogenita ryb (*Weight heterogeneity fish*) – koeficient variance byl vypočten z dat o hmotnosti ryb u pozorované skupiny.

$$\text{CV} = \frac{\text{SD}}{\text{průměr}} \cdot 100 \quad (3.5)$$

(Pokorný a kol., 2004).

3.1.5 Programy použité pro výpočty a grafy

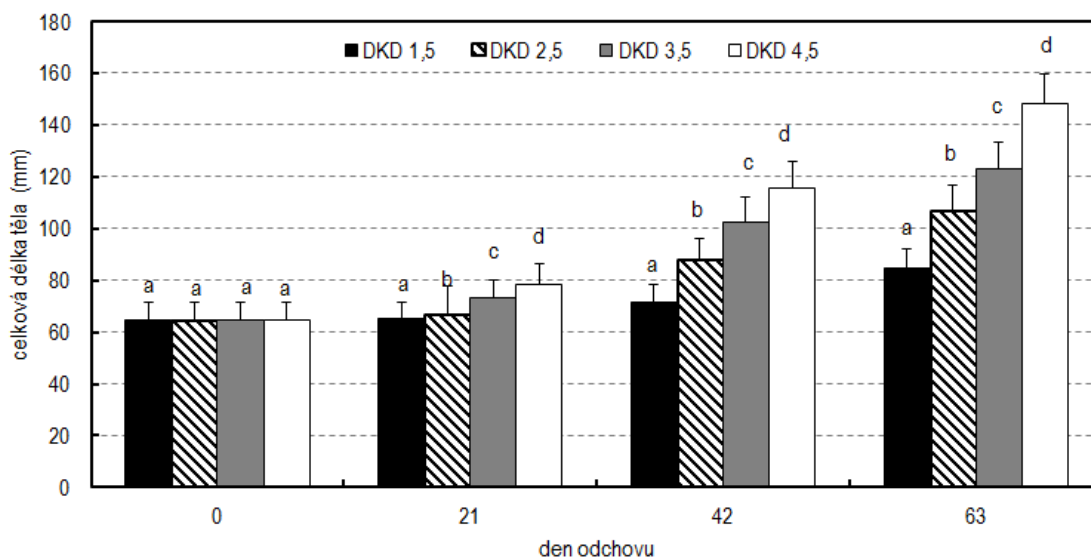
Pro určení výsledků a jejich následné grafické zobrazení bylo použito počítačových programů:

- Microsoft Office Excel 2007
- Statistica 10.0
- MicroImage 4.0

4. Výsledky

4.1 Průběh celkové délky těla v experimentu

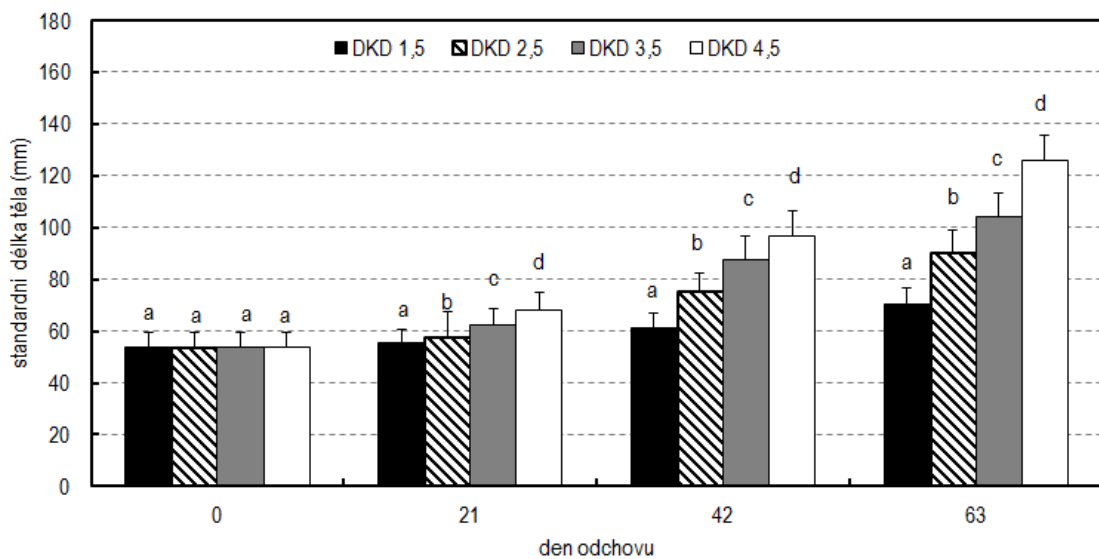
Na začátku pokusu byla průměrná celková délka těla ryby 65 ± 6 mm. V kapitole zabývající se metodikou již bylo popsáno, že během pokusu docházelo vždy ke třem přelovením po 21 dnech, ve kterých byly zaznamenávány celkové délky těla ryb u 600 jedinců. Ze získaných dat byly vypočítány průměrné celkové délky těla a směrodatné odchylky, viz. Obr. 14. Celková délka těla se přímo úměrně zvětšovala s aplikovanou výší denní krmné dávky a dnem odchovu. Na konci pokusu došlo k nárůstu celkové délky těla v průměru o 31 % u DKD 1,5 %, o 54 % u DKD 2,5 %, o 58 % u DKD 3,5 % a nejvyšší nárůst byl potvrzen u skupiny DKD 4,5% o 62 %. Již po prvním kontrolním přelovení byly zaznamenány signifikantní rozdíly mezi testovanými skupinami a tento trend vydržel až do konce pokusu. V poslední fázi odchovu (42 - 63 dní) byl vypočítán nárůst o 73 % hmotnosti u skupiny DKD 4,5 % oproti skupině DKD 1,5 %.



Obr. 14. Vývoj celkové délky těla dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

4.2 Průběh standardní délky těla v experimentu

Na začátku experimentu byla průměrná standardní délka těla ryby 54 ± 6 mm. Záznam dat byl stejný jako v případě celkové délky těla, i zde byla prokázána přímo úměrná závislost na podávané výši krmiva. U každého přelovení byl prokázán zvyšující se růst podle výše podávaného krmiva. Nejvyšší růst byl vždy prokázán u skupiny, která byla krmena 4,5 % biomasy ryb, což naznačuje Obr. 15. Po 63 dnech byla průměrná standardní délka těla ryb 98 ± 8 mm. Již po prvním kontrolním přelovení byly zaznamenány signifikantní rozdíly mezi testovanými skupinami a tento trend byl pozorován až do konce pokusu.

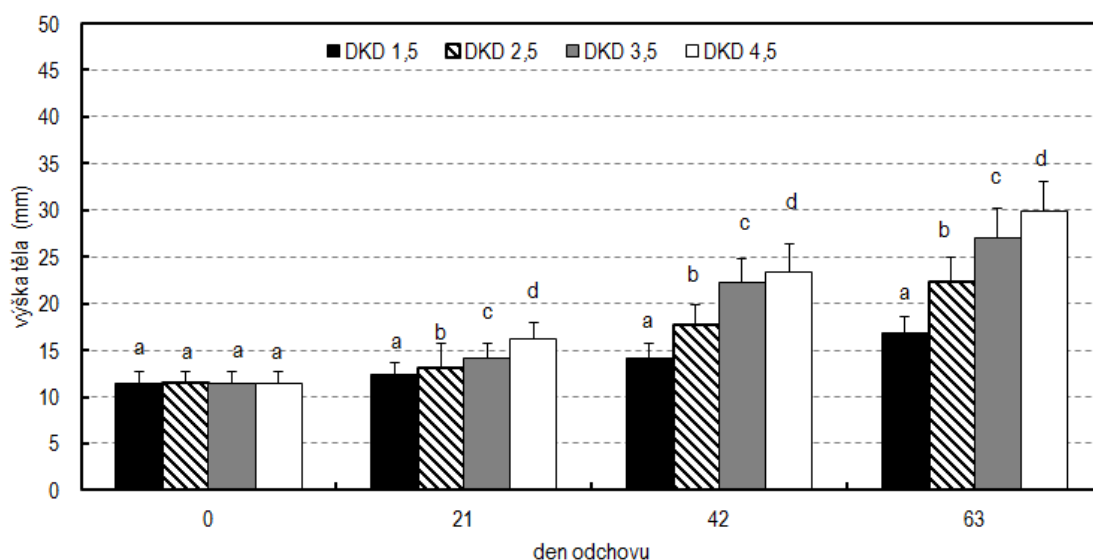


Obr. 15. Vývoj standardní délky těla dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích ($n=150$). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

4.3 Průběh výšky těla v experimentu

Při nasazení ryb byla průměrná výška těla ryby 12 ± 1 mm. K signifikantnímu nárůstu výšky těla došlo již v období prvního přelovení. Na konci experimentu byl naměřen průměrný přírůstek výšky těla o 12 ± 1 mm, což je v průměru 52 % přírůstku.

Již po prvním kontrolním přelovení byly zaznamenány signifikantní rozdíly mezi testovanými skupinami a tento trend vydržel až do konce pokusu.

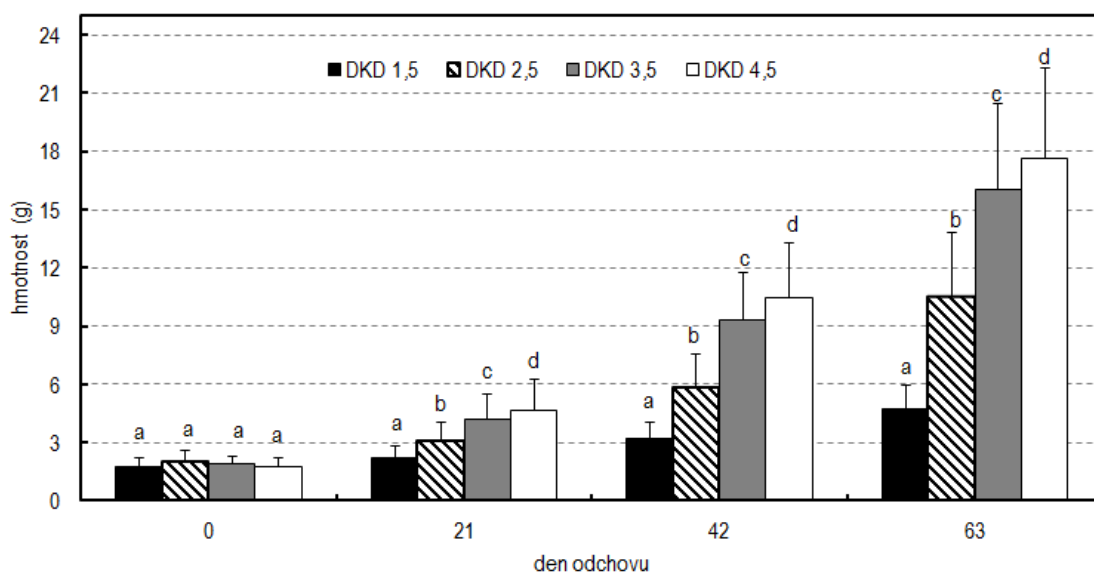


Obr. 16. Vývoj výšky těla dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

4.4 Průběh individuální hmotnosti v experimentu

Hmotnost ryb při nasazení byla průměrně $1,82 \pm 0,48$ gramu. Na Obr. 17. byl v průběhu experimentu zaznamenán výrazný nárůst hmotnosti ryb u skupin krměných 2,5, 3,5 a 4,5 % biomasy. První skupina za zbytkem výrazně zaostávala. Konečná průměrná hmotnost jednoho jedince byla 12 gramů. Už po prvním kontrolním přelovení

byly zaznamenány výrazné rozdíly mezi testovanými skupinami a tento trend vydržel až do konce pokusu.

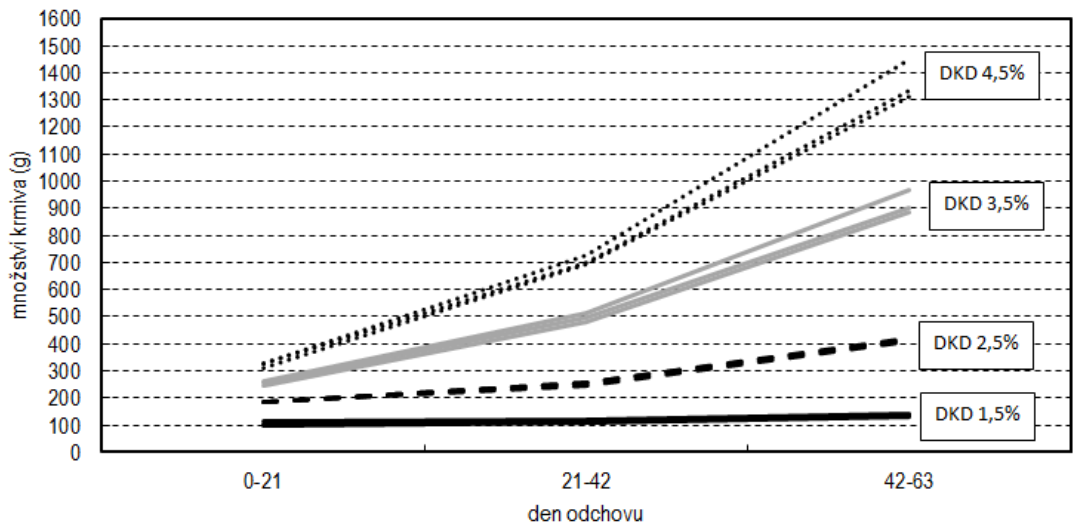


Obr. 17. Vývoj průměrných hmotností ryb v závislosti krmné dávky během 3 přelovení.

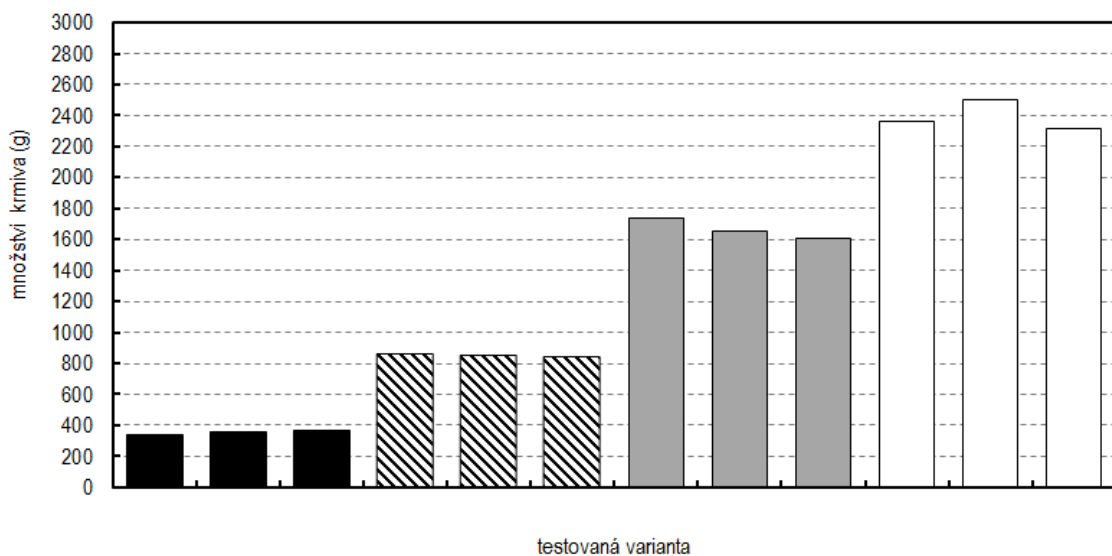
4.5 Skutečná výše spotřebovaného krmiva během experimentu

Obr. 18. naznačuje skutečně aplikované množství krmiva do jednotlivých nádrží a poukazuje na zvyšující se dávky krmení v průběhu pokusu u všech zkoumaných skupin. Výše denní krmné dávky byla stanovena na čtyři skupiny DKD 1,5, 2,5, 3,5 a 4,5 % biomasy ryb v nádrži. Jak již bylo zmíněno na Obr. 18. je vidět veliký rozdíl v dávce krmiva v první a poslední skupině. U první skupiny je viditelné jen minimální zvýšení krmných dávek od začátku po konec experimentu. Na druhou stranu ve skupině DKD 3,5 % a DKD 4,5 % byl zaznamenán významný nárůst dávek krmiva společně růstem hmotnosti (biomasy) ryb. Na počátku experimentu bylo krmeno v první skupině průměrně 3,3 gramu na nádrž. Denní krmná dávka se v této skupině vyšplhala až na průměrných 7,9 gramu. Oproti tomu dávka v začátcích experimentu ve skupině 4 byla 10,06 gramu a na konci 89,2 gramu na nádrž.

Obr. 19. naznačuje postupné zvyšování celkového množství krmiva u jednotlivých nádrží ve všech testovaných skupinách. Mírné odchylky byly zaznamenány u skupin 3,5 % a 4,5 % biomasy ryb.



Obr. 18. Skutečně aplikované množství krmiva do jednotlivých nádrží v rámci testování efektu krmných dávek na růst juvenilních peledí.



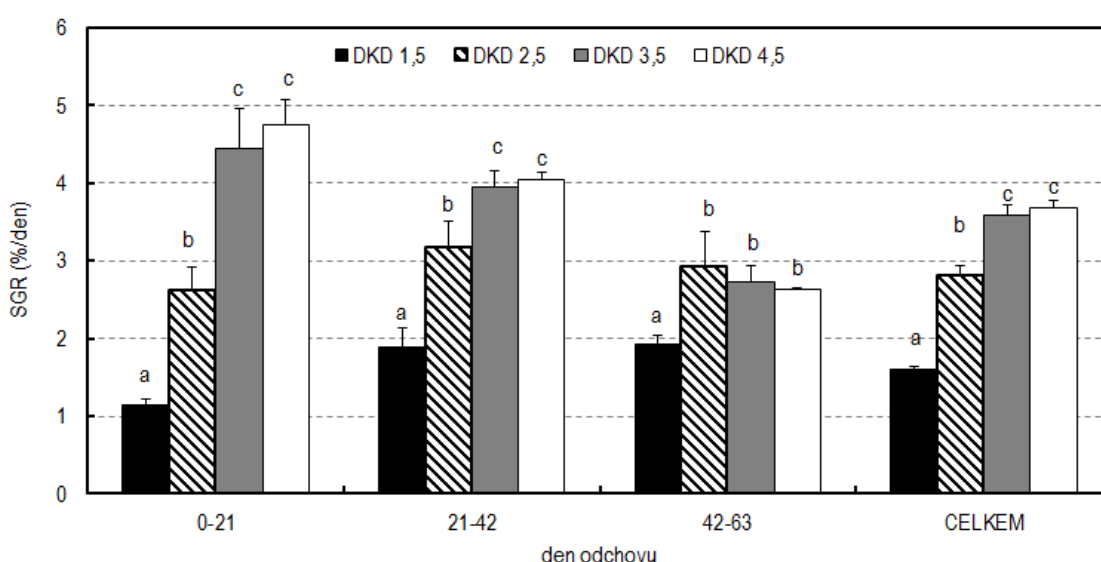
Obr. 19. Celkové množství skutečně aplikovaného krmiva do jednotlivých nádrží v rámci testování efektu krmných dávek na růst juvenilních peledí.

4.6 Specifická rychlost růstu – SGR

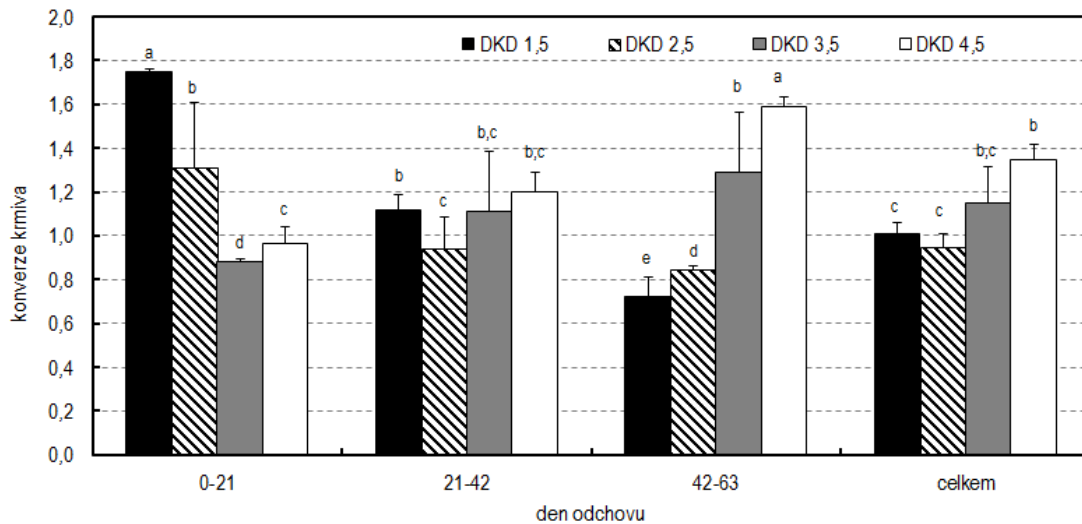
Nejnižší specifická rychlost růstu byla pozorována u krmné dávky 1,5 % v prvních dnech odchovu. Poté se mírně zvýšila, ale v průběhu pokusu už zůstala konstantní. Nejvyšší hodnoty vykazovaly z počátku skupiny DKD 3,5 % a 4,5 %, s přibývajícím věkem ryb specifická rychlost růstu v těchto variantách klesala. Celkové zhodnocení za celé období odchovu znázorňuje Obr. 20.

4.7 Krmný koeficient – FCR

V první fázi odchovu byl pozorován rozdílný průběh hodnot u prvních dvou skupin 1,5 % a 2,5 % biomasy ryb oproti skupinám 3,5 % a 4,5 %. Skupina 1,5 % měla výrazně nejvyšší konverzi krmiva. Nejnižší konverze krmiva byla pozorována u skupiny 3,5% biomasy ryb. Tato dávka krmiva byla v počátcích odchovu neoptimálnější. V druhé fázi odchovu došlo ke skoro úplnému vyrovnání hodnot, když nejlepší konverzi vykazovala skupina 2,5 % a nejvyšší skupina 4,5 %. V posledním odchovném období rapidně vzrostla konverze krmiva u skupin 3,5 % a 4,5 % biomasy ryb. Nejvyšší konverze krmiva 1,6 byla vypočítána u skupiny 4,5 %.



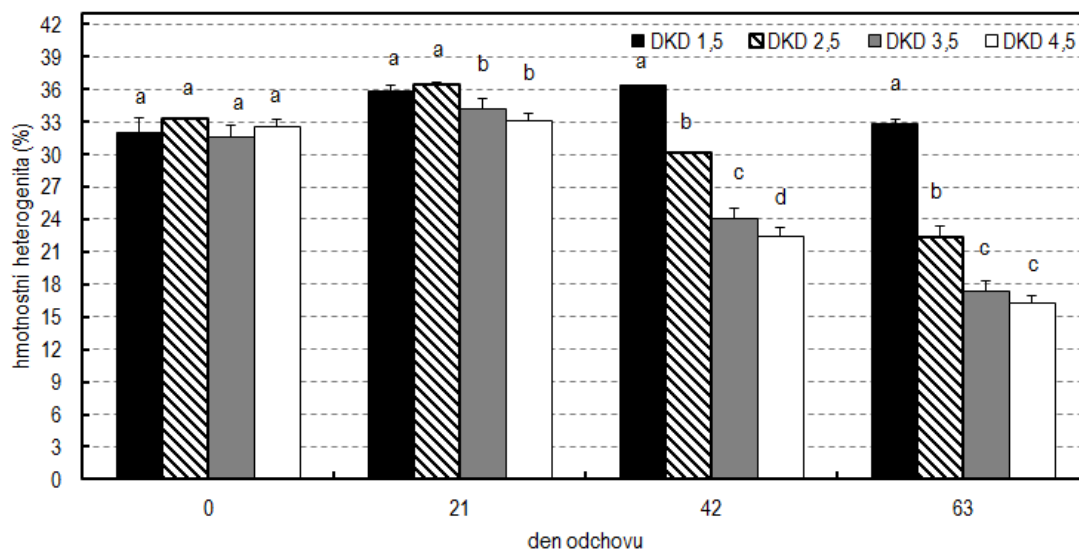
Obr. 20. Vývoj specifické délky růstu dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.



Obr. 21. Vývoj konverze krmiva dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

4.9 Koeficient variance

Koeficient variance byl vypočten z dat o hmotnosti ryb u pozorované skupiny viz. Obr. 22. Vyrovnaná obsádka z hlediska heterogenity je odrazem nízkého koeficientu variance a naopak. V prvním pokusném období byl prokázán statistický rozdíl v hmotnostní heterogenitě. Skupiny krmené 1,5 a 2,5 % se v tomto období lišily od skupin krmených 3,5 a 4,5 % biomasy denně. Od druhého období odchovu byly zaznamenány rozdíly v koeficientu variance u všech skupin. Během celého pokusu se výrazně projevoval rozdíl hmotnostní heterogenity u jednotlivých ryb.



Obr. 22. Vývoj hmotnostní heterogenity dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=3). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.

5. Diskuze

Síha peledě je možno chovat v dřívě velmi využívané polokulturní obsádce s kaprem (Kouřil a kol., 2008), ale také v intenzivních podmínkách, které se v poslední době stávají vysoce žádaným způsobem chovu lososovitých ryb. Intenzivní podmínky jsou pro síhovité ryby zatím poměrně velkou neznámou z pohledu optimálních podmínek pro jejich chov.

Pro odchov síha peledě bylo vyvinuto několik technik (Salonen a Mutenia, 2004; Mukhachev a Gunin, 2002; Stejskal a kol., 2013; Čítek a kol., 1998 a Mamcarz a Worniallo, 1985). Stejskal, a kol. (2013) vypracovali studii na odchov síhů v intenzivních recirkulačních systémech, které jsou popisovaným technikám blízké. Čítek a kol. (1998), uvádí chov na rybnících v klecích z jemné síťoviny, odchov na sádkách a žlabech. V severním Finsku zkoumali s pozitivním výsledkem Salonen a Mutenia (2004) uchycení síhů v tamních jezerech. Ve stejné zemi byl testován růst a produkce síhů v eutrofních a hypereutrofních jezerech. Tato studie potvrdila schopnost růstu a rozmnožování (Mukhachev a Gunin, 2002). V Polsku využívané ponořené klece se síhy, ke kterým je přirozená potrava lákána světlem popsali ve své publikaci Mamcarz a Worniallo (1985). Na mnoha místech původního areálu výskytu produkce síhů klesá z důvodů špatné jakosti vody, poklesu přirozené potravy, výskytu predátorů, nebo při velkých ztrátách v počátcích odchovu (Fiogbe a Kestemont, 2003).

Vliv výše denní krmné dávky u juvenilního síha peledě v intenzivních podmínkách nebyl doposud detailně prozkoumán, a proto je nutno tyto informace získat, především v relaci k hmotnosti ryb. Většina technologií a nároků na chov síhů byla zatím testována na maréňě zahraničními kolegy (Szczepkowski a kol., 2006; Siikavuopio a kol., 2010).

Tato problematika je spojena s mnoha dalšími faktory ovlivňujícími příjem krmiva, mezi které lze zahrnout teplotu vody, pH, nasycení vody kyslíkem, velikost ryb, stáří ryb, nebo jen aktuální apetit ryb (Koskela a kol., 2002). Teplota vody je velmi důležitá pro příjem potravy, metabolismus a růst ryb. Cílem experimentu bylo otestovat různé výše denní krmné dávky na růst a přežití síha. Experiment byl proveden jako prvotní studie a v dalších letech by měl být rozšířen o další experimentální varianty s různými věkovými kategoriemi ryb, které by poskytly další zajímavá data o růstu a konverzi živin u těchto ryb.

Podmínky v recirkulačních systémech byly v průběhu experimentu nastaveny na optimální hodnoty, které popisují ve svých studiích (Stejskal a kol., 2014; Stejskal a kol., 2013).

V první fázi pokusu byl přírůstek ve všech testovaných skupinách nízký z důvodů potřeby velkého množství krmiva. V této rané fázi odchovu by síh peled' mohl přijímat ještě vyšší krmné dávky, než jsou prezentované. Nejnižší růst oproti zbytku byl zaznamenán u skupin 1,5 % a 2,5 %. To bylo zapříčiněno malými dávkami krmení u tak mladých jedinců, kteří potřebují vyšší příjem krmiva než starší jedinci. S přibývajícím stářím se pro ně tyto dávky staly optimálnější a růst byl intenzivnější. Na konci pokusu dosahovaly nejvyšší délky ryby ze skupiny DKD 4,5 % (délka těla 148 ± 11 mm), DKD 3,5 % (122 ± 10 mm), DKD 2,5 % (106 ± 10) a DKD 1,5 % (84 ± 7 mm).

Krmný koeficient měl průběh opačný, když u nejmladších ryb ze skupiny DKD 1,5 % 1,75 a 2,5 % 1,3 byl naměřen koeficient nejvyšší z důvodů nedostatku krmení. V průběhu se krmné dávky pro tyto skupiny stávaly optimálnějšími a krmný koeficient klesl na nejnižší hodnoty 1,5 % 0,65 a 2,5 % 0,85. Zbylé dvě skupiny byly na začátku pokusu v optimálních hodnotách krmného koeficientu 3,5 % 0,9 a 4,5 % 1. Posléze u nich začaly hodnoty růst, až na konci pokusu byla skupina DKD 3,5 % 1,15 vyhodnocena jako neoptimálnější krmná dávka u síha peledě. Poslední dávka DKD 4,5 % byla na konci experimentu v klasických hodnotách krmného koeficientu (stáří ryb 187 dní; FCR 1,35).

Wunderlich a kol. (2011) zkoumali na síhu maréně výši optimální krmné dávky při 18 °C. V jejich studii došli k závěru, že optimální výše denní krmné dávky pro marénu 10 – 45 gramů je 3 % biomasy, což jsou velmi podobné hodnoty jako v prezentované práci. Jejich výzkum potvrdil, že dávka krmení 4 % biomasy a více vykazovala již po čtyřech týdnech chovu výrazný statistický rozdíl v růstu a hmotnosti ryb, ale také snížení konverze krmiva.

Z pohledu konverze krmiva došli Wunderlich a kol. (2011) k hodnotám FCR u 2 % 0,95, 3 % 0,94 a 4 % 1,14. Tyto hodnoty nepotvrdily stejné výsledky, ale z pohledu hmotnosti ryb je lze porovnávat s rybami na konci našeho experimentu.

Optimální krmnou dávku nám též ukázaly výsledky specifické rychlosti růstu, kde jsou zřetelně vidět zaostávající ryby ze skupiny DKD 1,5 % po celou dobu experimentu. U skupiny DKD 2,5 % bylo naměřeno nejvyšších hodnot v druhé fázi odchovu mezi 21 – 42 dnem. Poté už dávky krmení nestačily potravním nárokům síhu. Skupiny 3,5 % a

4,5 % byly v počátcích na nejvyšších hodnotách růstu, s postupným stářím ryb se růst zpomalil. Nejvyšší denní přírůstek mezi 42 – 63 dnem odchovu byl naměřen u skupiny DKD 2,5 %. Po zhodnocení celého pokusu specifické rychlosti růstu vykazovaly nejvyšší přírůstek ryby krmené dávkou 3,5 % a 4,5 % biomasy ryb. Hodnoty specifické rychlosti růstu na konci experimentu dosahovaly u skupiny 1,5 % $1,6 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 2,5 % $2,9 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 3,5 % $3,6 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$ a 4,5 % $3,7 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$. Tyto výsledky lze srovnat s výzkumem Wunderlicha a kol. (2011), kteří došli k podobným hodnotám specifické rychlosti růstu jako náš experiment. SGR u 2 % byla $2,13 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 3 % $3,05 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$ a 4 % $3,41 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$.

Ukazatelem heterogenity růstu u síha peledě je koeficient variance. Míra rozdílnosti heterogenity byla viditelná už od začátku odchovu. Ryby ze skupin 1,5 % a 2,5 %, které dostávaly malé množství krmiva, se začaly rychle rozrůstat. Opakem tomu bylo u skupin krmených 3,5 % a 4,5 % biomasy ryb, u kterých byl růst vyrovnaný. Výsledky tohoto měření poukázaly na nedostatečné krmné dávky v prvních dvou skupinách, ve kterých docházelo k růstu jen u dominantních jedinců.

V popsané studii nebyla potvrzena vysoká mortalita u žádné ze zkoumaných skupin. Míra přežití byla vypočtena přes $95 \pm 2 \text{ \%}$. U skupin 1,5 %, 2,5 %, 3,5 % a 4,5 % biomasy ryb nebyl prokázán vliv výše těchto dávek na mortalitu ryb. Pro rozšíření experimentu by bylo výhodné zahrnout do dalšího výzkumu extrémně nízké a vysoké krmné dávky pro ověření růstu, příjmu krmiva a hlavně přežití ryb.

Širší škálu krmných dávek studoval u okouna říčního Fiogbé a Kestemont (2003), kteří uvedli přežití u krmné dávky 0,3 % biomasy ryb $91 \pm 0 \text{ \%}$ u ryb vážících průměrně 18 gramů. Dále zkoumali vliv výše krmné dávky u skupin 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 % a 3 %. Skupiny 1 % (přežití 91 %) a 1,5 % (přežití 88 %) vykazovaly nižší přežití než zbylé skupiny, které měly podobně vysoké hodnoty jako síh (přežití přes 95 %).

U okouna byla stanovena Fiogbem a Kestemontem (2003) optimální krmná dávka u 18 gramové ryby na 2,2 % biomasy ryb, což je odlišné od síhů, kteří na konci pokusu u optimální denní krmné dávky 3,5 % dosahovaly stejné váhy. Maximální denní krmná dávka byla pro okouna stanovena na 3,7 % biomasy ryb. Za srovnatelné optimální hodnoty u okouna a síha lze považovat u krmení 4,5 % biomasy ryb vážících do $2 \pm 0,5$ gramu.

Becker a kol. (2005) uvedli studii vliv výše krmné dávky na přenos mikrosporidií u lososovitých ryb. Zkoumané dávky byly 1 %, 2 % a 3 % biomasy ryb. Výsledkem bylo

potvrzeno nejnižšího onemocnění u první skupiny se zvyšující se pravděpodobností přichycení patogenu se stoupající krmnou dávkou. Intenzivní podmínky se často potýkají s různými onemocněními a tento druh výzkumu by mohl přinést důležité poznatky k odstranění.

Niinikorpi, A.E., (2014) uvedla experiment zaměřující se na krmení různými dávkami (50 % a 70 %) optimální denní dávky krmiva buďto u extenzivně chovaných, nebo intenzivně chovaných sítů. Nižší příjem byl potvrzen u extenzivně chovaných jedinců, kde se teplota mění. Výsledky studie ukázaly, že při konstantní teplotě je možné získat dobré růstové podmínky při aplikaci 70 %, ale i dokonce 50 % optimální denní dávky krmení. Tento experiment dále poukazuje na vyšší růstové schopnosti v intenzivních recirkulačních systémech s nastavenými optimálními podmínkami.

Zahraniční výrobce krmiv BioMar Group vypracoval dvě strategie krmení pro síha (*Coregonus clupeoides*) v různých teplotách. Z experimentu byly vybrány teploty srovnatelné, nebo blízké ideálním podmínkám stanoveným dle Stejskala a kol. (2013).

První strategie byla vyvinuta s cílem minimalizovat konverzi krmiva a druhá maximalizovat růst ryb. V porovnání první studie s námi získanými výsledky u ryb vážící 1,5 – 5 gramů (první odchovné období) byla nejvyšší dávka krmení při 16 °C naměřena na 2,59 % biomasy ryb. V námi nastaveném designu pokusu byla optimální teplota stanovena na 18 – 19 °C s krmením 3,5 % biomasy ryb. Firma BioMar Group uvádí u stejné teploty menší dávku krmiva 2,49 %. U starší věkové kategorie 5 - 15 gramů, které lze srovnávat s rybami odchovanými v našem pokusu mezi 42 – 63 dnem chovu. BioMar Group stanovil denní krmné dávky pro teplotu 16 °C 2,13 % a pro 18 °C 2,05.

Druhá strategie podávání krmiva byla vyvinuta pro maximalizaci růstu ryb, byla testována a srovnávána opět u dvou hmotnostních skupin s teplotami 16 °C a 18 °C. Mladší skupina ryb u 16 °C měla za denní krmnou dávku stanovena 4,35 % a u 18 °C 4,12 % biomasy ryb. Tyto dávkou jsou srovnatelné s naší skupinou krmenou 4,5 % biomasy ryb. Pro skupinu vážící mezi 5 -15 gramy byla vypočtena denní krmná dávka u 16 °C 5,37 % a u 18 °C 5,08% biomasy ryb. Výsledky experimentu od firmy BioMar Group poukázali na nižší optimální teplotu, než byla nastavena v prezentované práci. Porovnání krmných dávek naznačilo, že použitím nižších krmných dávek (2,05 % - 2,59 %), lze docílit lepší konverze krmiva. Na druhé straně denní krmné dávky až 5,37 % maximalizují růst síha *Coregonus clupeoides* (BioMar Group, www.biomar.com).

Szczepkowski a kol. (2006) zkoumali vliv teploty vody na růst, příjem krmiva a spotřebu kyslíku u síha marény v recirkulačních systémech. Použité ryby vážily průměrně 8 gramů, což je srovnatelné s našimi rybami okolo 42 dne odchovu. Studie byla zaměřena na teploty 20 °C, 22 °C a 24 °C, která jsou vyšší než nastavená teplota v našem experimentu. Nejlepší přírůstky byly zjištěny při teplotě 22 °C. V této studii byla vedle teploty zkoumána spotřeba kyslíku, která byla statisticky prokázána na nejnižších hodnotách u teploty 20 °C. Na základě všech výsledků došli Szczepkowski a kol. (2006), že teplotní práh pro juvenilní marénu je 22 °C.

6. Závěr

Provedený experiment naznačil, že pro chov juvenilních jedinců síha peledě (2 – 5 g) v intenzivních recirkulačních systémech lze z hlediska optimální denní krmné dávky zvolit 4,5 % biomasy ryb. Tyto dávky potvrdily nejlepší konverzi krmiva, růst ryb a vysoké přežití (přes 95 %). Nejméně výhodné se ukázalo být krmení u skupiny DKD 1,5 %, které hlavně v prvních fázích odchovu nestačila míra krmení. Pro ryby o hmotnosti 5 – 18 g se z pohledu rychlosti růstu a konverze živin jako optimální jeví dávka 3,5 %. Krmné dávky 2,5 % a 4,5 % dosahovaly průměrnému růstu, ale z pohledu optimálních dávek za nejlepší skupinou zaostávaly.

Celková délka ryb a hmotnost se přímo úměrně zvyšovala s aplikovanou výší denní krmné dávky a dnem odchovu. Již po prvním kontrolním přelovení zaznamenány signifikantní rozdíly mezi testovanými skupinami a tento trend vydržel až do konce pokusu. Nejvyšší specifická rychlost růstu byla zaznamenána u ryb ze skupin 3,5 % a 4,5 % na začátku pokusu, poté začal slabě klesat s věkem ryb. Výsledky prezentované studie by v budoucnu měly pomoci k optimalizaci výše denní krmné dávky pro síha peledě v intenzivních recirkulačních systémech.

7. Seznam použité literatury

- Baruš, V., Oliva, O., 1995. Mihulovci Petromyzontes a ryby Osteichtyes (1). Academia, Praha, s. 518–523.
- Becker, J.A., Speare, D.J., Dohoo, I.R., 2005. Influence of feeding ratio and size on susceptibility to microsporidial gill disease caused by *Loma salmonae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), 80 – 173.
- Bodganova, V., 2002. Ontogenesis of gonads in *Coregonus peled* (Gmelin) x *Coregonus nasus* (Pallas) hybrids, 243 - 252.
- Buřič, M., Kouřil, J., 2011. Technologie chovu ryb v recirkulačním systému dánského typu v podmínkách ČR. České Budějovice Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, s. 42.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatorium, Praha, s. 116- 118.
- Dungel, J., Řehák, Z., 2005. Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Academia, Praha, s. 172.
- Dulmaa, V., Baruš, V., a Penaz, M., 1998. Morphometry of the possible natural hybrids *Coregonus peled* x *C-autumnalis migratorius* (*Coregonidae*) in the Mongolian Lake Ulaagchnii Char, 47.
- Flajšhans, M., Linhart, O., Šlechtová, V., Šlechta, V., 1999. Genetic resources of commercially important fish species in the Czech Republic: present state and future strategy. *Aquaculture*, 173, 471-483.
- Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky rozšíření a ochrana. Český svaz ochránců přírody Vlašim, Vlašim, s. 320-321.
- Hochman, L., 1987. Chov síhů. Vodňany: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve vojanech, č. 1, s. 16.
- Hochman, L., Holcman, O., 1989. Natural food of the hybrids of pollan maraena *coregonus lavaretus* l. and *peled coregonus peled* gm, 899–908.

- Houde, E.D., 1989. Comparative Growth, Mortality, and Energetics of Marine Fish Larvae: Temperature and Implied Latitudinal Effects, 25.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. Obecné rybářství. Informatorium, Praha.
- 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).
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. VÚRH JU Vodňany, Vodňany, s. 19-21.
- Luczynski, M., Mamcarz, A., Brzuzan, P., Demska-Zakes, K., 1999. Introgressive hybridization of the introduced peled (*Coregonus peled*) with the native whitefish (*Coregonus lavaretus*) threatens indigenous coregonid populations: a case study.
- Mamcarz, A., 1984. Rearing of coregonid fishes (*Coregonidae*) in illuminated lake cages. Aquaculture, 241-250.
- Mamcarz, A., Nowak, M., 1986. Rearing of coregonid fishes (*Coregonidae*) in illuminated lake cages. Aquaculture, 51-58.
- Mamcarz, A., Szczerbowski, J.A., 1984. Rearing of coregonid fishes (*Coregonidae*) in illuminated lake cages. Aquaculture, 135-145.
- Mamcarz, A., Worniallo, E., 1985. Rearing of coregonid fishes (*Coregonidae*) in illuminated lake cages. Aquaculture, 41-54.
- Mareš, J., Lang, Š., 2013. Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu, s. 95.
- Matoušek, J., Prokešová, M., Drozd, B., Kouřil, J., Stejskal, V., 2014. The effect of weaning age on growth and survival of Northern whitefish (*Coregonus peled*) larvae in intensit culture.
- Mukhachev, I.S., Gunin, A.P., 2002. A review of the production of cultivated whitefishes (*Coregonus* spp.) in the Urals and West Siberia, 171-181.
- Mustafa, S., 1999. Genetics in sustainable fisheries management. Malden, Mass.: Fishing News Books, 118- 205.

- Niinikorpi, A., E., 2014. The growth of the european whitefish (*Coregonus lavaretus*) with two different feeding levels at constant temperature, 35.
- Pokorný, J., Lucký, Z., Lusk, S., Pohunek, M., Jurák, M., Štědranský, E., Prášil, O., 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník. Fraus, Plzeň, s. 649.
- Salonen, E., Mutenia, A., 2004. The commercial coregonid fishery in northernmost Finland, 355-359.
- Siikavuopio, S. I., Kundsén, R., Amundsen, P. A., 2010. Growth and mortality of Arctic charr and European whitefish reared at low temperatures. *Hydrobiologia*, 650, 255–263.
- Stejskal, V., Matousek, J., Seicherstein, A., Valek, P., Drozd, B., Prokesova, M., Kouril, J., 2013. Effect of temperature and oxygen level on growth of peled (*Coregonus peled*) juveniles reared under intensive conditions. *Biology, biotechnology of breeding and condition of coregonid fish stock, Tyumen, Russia*, 257–262.
- Stejskal, V., Matousek, J., Seicherstein, A., Válek P., P., Drozd, B., Prokesova, M., Kouril, J., 2014. Size and temperature related oxygen consumption in peled (*Coregonus peled* Gmelin) juveniles reared in recirculation system. *Aquaculture Europe 2014. San Sebastian (Spain)*, 1277-1278.
- Szczepkowski, M., Szczepkowska, B., Krzywosz, T., 2006. The impact of water temperature on selected rearing indices of juvenile Whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) in a recirculating system. *Arch. Pol. Fish.*, 95–104.
- Šlechtová, V., Šlechta, V., 1995. Species identification of brood coregonids (*Coregonus lavaretus* and *C-peled*) using isozyme analysis of low-risk tissues, 46.
- Wunderlich, K., Szczepkowska, B., Szczepkowski, M., Kozłowski, M., Piotrowska, I., 2011. Impact of daily feed rations for juvenile common whitefish *Coregonus lavaretus* (L.), on rearing indicators and oxygen requirements. *Archives of Polish Fisheries*, 19.

Webové stránky

Aller-aqua A/S, 2015. [online] [cit. 2015-04-06]. Dostupné na WWW: http://aller-aqua.com/cms/front_content.php?idcat=167&changelang=3

BioMar Group, 2014. [online] [cit. 2015-02-10]. Dostupné na WWW: <http://www.biomar.com/>

Coopens International, 2015. [online] [cit. 2015-02-10]. Dostupné na WWW: <http://www.coppens.eu/en/products/product/trout-pre-growers>

Eagri: Resortní portál ministerstva zemědělství, Praha, 2014. [online] [cit. 2015-04-17].

Dostupné na WWW:

http://eagri.cz/public/web/file/272426/VICELETY_STRATEGICKY_PLAN_PRO_AKVA_KULTURU_rijen_2013.pdf

Integrated Taxonomic Information System, 2014. [online] [cit. 2015-04-17]. Dostupné na WWW:

http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=16196

9

8. Seznam obrázků

Obr. 1. Jedinci síha peledě při prvním kontrolním přelovení.	10
Obr. 2. Grafické znázornění produkce tržních síhovitých ryb v České republice v letech 2007 -2011 v tunách (Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, www.eagri.cz).	15
Obr. 3. Přirozená distribuce Rusko: 1. Síh maréna (<i>Coregonus lavaretus</i>), 2. Síh peleď (<i>Coregonus peled</i>) (Luczynski a kol., 1999).	16
Obr. 4. Krmivo BioMar použité během testování.	21
Obr. 5. Grafické znázornění strategie s cílem minimalizovat krmný koeficient u síha <i>Coregonus clupeoides</i> – v hmotnostech od 0,4 do 30 g (BioMar Group, www.biomar.com).	29
Obr. 6. Grafické znázornění strategie s cílem maximalizovat růst u síha <i>Coregonus clupeoides</i> – v hmotnostech od 0,4 do 30 g (BioMar Group, www.biomar.com).	29
Obr. 7. Pohled na odchovné nádrže pro testování.	34
Obr. 8. Nasazený plůdek pro rozkrmení před začátkem pokusu.	35
Obr. 9. Nasazené ryby před začátkem pokusu.	36
Obr. 10. Pohled na experimentální recirkulační systém.	37
Obr. 11. Recirkulační systém - pohled ze zadní strany.	38
Obr. 12. Měření fyzikálněchemických paraneutrů vody v nádržích.	40
Obr. 13. Průběh koncentrace amoniaku, amoniakálního dusíku, dusitanů a dusitanového dusíku v prostředí recirkulačního systému kde byly testovány výše krmné dávky.	40
Obr. 14. Vývoj celkové délky těla dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.	43
Obr. 15. Vývoj standardní délky těla dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.	44
Obr. 16. Vývoj výšky těla dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.	45

Obr. 17. Vývoj průměrných hmotností ryb v závislosti krmné dávky během 3 přelovení.	46
Obr. 18. Skutečně aplikované množství krmiva do jednotlivých nádrží v rámci testování efektu krmných dávek na růst juvenilních peledí.	47
Obr. 19. Celkové množství skutečně aplikovaného krmiva do jednotlivých nádrží v rámci testování efektu krmných dávek na růst juvenilních peledí.	47
Obr. 20. Vývoj specifické délky růstu dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.	48
Obr. 21. Vývoj konverze krmiva dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=150). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.	49
Obr. 22. Vývoj hmotnostní heterogenity dle výše krmné dávky během experimentu na juvenilních peledích (n=3). Data jsou prezentována jako průměr (sloupec) a směrodatná odchylka (chybová úsečka). Sloupce se stejnými indexy se statisticky neliší.....	50

9. Seznam tabulek

Tab. 1. Tabulka hodnot představující růst síha peledě (Čítek a kol., 1998).	10
Tab. 2. Produkce tržních ryb podle druhů v České republice (t), (Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu, www.eagri.cz).	14
Tab. 3. Přehled nutričního složení krmiv BioMar (BioMar Group, www.biomar.com).20	
Tab. 4. Přehled nutričního složení krmiv Coppens (Coopens International, www.coppens.eu).	23
Tab. 5. Přehled nutričního složení krmiv Aller Aqua (Aller-Aqua, www.aller-aqua.com).	26
Tab. 6. Nutriční složení krmiva LARVIVA ProWean (granulace 0,1mm) použitého před začátkem experimentu (BioMar Group, www.biomar.com).	34
Tab. 7. Nutriční složení krmiva INICIO Plus G (granulace 0,4mm) použitého před začátkem experimentu (BioMar Group, www.biomar.com).	35

10. Abstrakt

Vliv výše denní krmné dávky u juvenilního síha peledě byl testován na dávkách 1,5 %, 2,5 %, 3,5 % a 4,5 % biomasy ryb za použití krmiva BioMar Inicio 1,1 mm. Délka experimentu byla 63 dní. Na počátku experimentu byly nasazeny ryby o průměrné hmotnosti $1,82 \pm 0,48$ gramu a celkové délce 65 ± 6 mm. Po první fázi odchovu (0 – 21 dní) byly zaznamenány signifikantní rozdíly mezi testovanými skupinami. Nejvyšší růst vykazovaly ryby ze skupiny krmené 4,5 % (80 mm). Specifická rychlost růstu byla 1,5 % $1,1 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 2,5 % $2,6 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 3,5 % $4,4 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 4,5 % $4,7 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$. V druhém odchovném období (21 – 42) výrazně zaostávaly v růstu ryby ze skupiny krmené 1,5 % oproti zbytku, a jejich nárůst byl o pouhých 9 % celkové délky. V ostatních skupinách bylo zaznamenáno výraznějších změn v délce těla s nejvyššími hodnotami u skupiny krmené 4,5 % biomasy ryb, kde se specifická rychlost růstu pohybovala 1,5 % $1,9 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 2,5 % $3,1 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 3,5 % $3,9 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 4,5 % $4 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$. V poslední části odchovu (42 – 63) byl nejvyšší růst potvrzen opět u skupiny krmené 4,5 %. Tato skupina dosáhla nárůstu o 60 % délky těla oproti skupině krmené 1,5 %. Specifická rychlost růstu měla v tomto období nejnižší hodnoty, nejvyšší rychlost růstu byla vypočítána u skupiny 4,5 % $3,7 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 3,5 % $3,6 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$, 2,5 % $2,9 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$ a 1,5 % $1,6 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$. Na konci experimentu měřily jednotlivé ryby průměrně ve skupině krmené 1,5 % 84 ± 7 mm, 2,5 % 106 ± 10 mm, 3,5 % 122 ± 10 a 4,5 % 148 ± 11 mm.

Klíčová slova:

Denní krmná dávka, úroveň krmení, příjem krmiva, síh.

11. Abstract

Influence of the amount of the daily ration in juvenile whitefish peler was tested at doses of 1,5 %, 2,5 %, 3,5 % and 4,5 % fish biomass using feed BioMar Inicio 1,1 mm. The experiment lasted 63 days. At the beginning of the experiment were seeded fish with an average weight of $1,82 \pm 0,48$ g, and a total length of 65 ± 6 mm. After the first phase of the rearing (0 - 21 days) were observed significant differences between test groups. Fish showed the highest growth of the group fed 4,5 % (80 mm). Specific growth rate was 1,5 % $1,1 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 2,5 % $2,6 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 3,5 % $4,4 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 4,5 % $4,7 \% \cdot \text{day}^{-1}$. In the second period of the rearing (21 - 42) significantly lagged growth in the fish group fed 1,5 % over the rest, and their growth was a mere 9 % of the total length. In other groups, there were significant changes in body length with the highest values in the group fed 4,5 % of the biomass of fish where the specific growth rate moved 1,5 % $1,9 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 2,5 % $3,1 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 3,5 % $3,9 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 4,5 % $4 \% \cdot \text{day}^{-1}$. In the last part of rearing (42 - 63) the highest growth was confirmed again in the group fed 4,5 %. This group achieved an increase of 60 % body length compared to the group fed 1,5 %. The specific growth rate over that period was of the lowest value. The highest growth rate was calculated for the group of 4,5 % $3,7 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 3,5 % $3,6 \% \cdot \text{day}^{-1}$, 2,5 % $2,9 \% \cdot \text{day}^{-1}$ and 1,5 % $1,6 \% \cdot \text{day}^{-1}$. At the end of the experiment measured the average individual fish in the group fed 1,5 % 84 ± 7 mm, 2,5 % 106 ± 10 mm, 3,5 % 122 ± 10 , 4,5 % 148 ± 11 mm.

Keywords:

Daily feed ratio, feeding level, feed intake, Coregonids.