

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: M 4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Rybářství

Katedra: Rybářství

**Intenzivní odchov a výkrm sivena arktického (*Salvelinus umbla*) do
tržní hmotnosti**

Vedoucí diplomové práce:
doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.

Autor:
Viktor W. Švinger

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Intenzivní odchov sivena arktického (*Salvelinus umbla*) do tržní hmotnosti** vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích 2009-04-21

Viktor William Švinger

PODĚKOVÁNÍ/ DANK/ THANKS

Všem, kteří se přičinili na vzniku této práce bych rád poděkoval. Tento dík patří především:

- Mému otci, **Ing. Slavomilu Švingerovi**, bez jehož podpory by tato práce nemohla být nikdy provedena.
- **Doc. Ing. Petrovi Hartvichovi, CSc.** za odborné vedení a ponechání důvěry během provádění pokusných činností.
- Vielen Dank gehört der ganzen **Familie Rösch**. Vor allem dem **Dipl. Biol., Andreas Rösch** für breite technische Unterstützung, fischereiliche Erziehung und Beratung, Vertrauen und grenzenlose Zuverlässigkeit.
- **Miroslavu Fischerovi** za kvalitně a poctivě odvedenou rybářskou práci během odchovu ryb v krmných pokusech.
- **Doc. Ing. Janovi Kouřilovi, Ph.D.** z VÚRH ve Vodňanech za odborné vedení, konzultace a veškerou výpomoc.
- Vielen Dank dem **Dr. Reinhard Reiter** von Institut für Fischerei in Starnberg für die fachlichen Konsultationen, Beratungen und materielle Unterstützung.
- **Doc. Ing. Jiřímu Špičkovi, CSc.** za provedení rozborů tuku.
- **Ing. Janu Potužákovi, Ph.D.** za vyhotovení všech rozborů vody.
- **Ing. Pavlovi Vejsadovi, Ph.D.** za odborné konzultace v oblasti mastných kyselin a pomoc při provádění senzorické analýzy.
- **Mgr. Romanovi Biskupovi, Mgr. Simoně Polákové a doc. Ing. Martinovi Flajšhansovi, Dr. rer. agr.** za pomoc při řešení statistických problémů.
- **Bc. Janu Kašparovi a Josefovi Thirovi** za kvalitně odvedenou práci při filetování a výpomoci při stanovování výtěžnosti
- **Ing. Petrovi Dvořákovi, Ph. D., Tomášovi Zajícovi, Vítězslavovi Pličkovi, Janu Másílkovi, Alexanderovi Lakatošovi, Ing. Vlastimilovi Stejskalovi, Lud'kovi Štěchovi, Michalovi Křížovi a Hynkovi Dortovi** za senzorické posouzení filetů.
- **Mgr. Pavlovi Bulínovi** za češtinářskou korekci textů.
- Many thanks to **Prof. Malcolm Jobling** from University of Tromsø for supply of literature and advisement.
- A dalším: **Michalovi Světničkovi, Ing. Milanovi Kunderátovi, Ing. Petrovi Svobodovi, Zdeňce Ševčíkové, Tondovi Vavrečkovi, Pavlovi Hájkovi a Ing. Radkovi Haladovi**

ABSTRAKT

Švinger, V. (2009): Intenzivní odchov a výkrm sivena arktického (*Salvelinus alpinus*, L.) do tržní hmotnosti

U sivena arktického bylo provedeno testování různých krmiv při odchovu plůdku, půlroční násady a ryb o stáří 1+ do tržní hmotnosti. Součástí experimentu u plůdku byl orientační rozbor celkového tuku v krmivech a těle ryb. Pozitivní vliv krmiva na produkční charakteristiky byl prokázán pouze při odkrmu plůdku, kdy bylo u krmiva DAN-EX 1362 dosaženo signifikantně lepších produkčních výsledků oproti krmivu Milkivit ($p < 0,05$). U dalších věkových skupin sivena arktického nebyl mezi testovanými krmivy (DAN-EX 2844, DAN-EX 2446) prokázán žádný signifikantní rozdíl vlivu na produkční charakteristiky. Na konci odkrmu tržních jedinců bylo provedeno zhodnocení jatečné výtěžnosti, odpadu, podílu viscerálního tuku a gonadosomatického indexu (GSI) v závislosti na pohlaví, kde bylo u jikernaček dosaženo průkazně lepších výsledků ($p < 0,05$). Součástí posouzení stolní hodnoty tohoto druhu ryby byla sensorická analýza filetů. Na základě výsledků sensorického posouzení byly prokázány horší organoleptické vlastnosti mlíčáků v chuti a konzistenci svaloviny ($p < 0,05$).

KLÍČOVÁ SLOVA: Siven arktický, intenzivní chov, produkční charakteristiky, výtěžnost, sensorická analýza

ZUSAMMENFASSUNG

Švinger, V. (2009): Intensive Aufzucht des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus*, L.) bis zum Speisefisch

In der intensiven Zucht von Seesaiblingen wurden ausgewählte Futtermittel an Brütlingen, einsommerigen Setzlingen und Speisefischen (Alter 1+) getestet. Bei dem Versuch mit Brütlingen wurde eine Vergleichsauswertung von Gesamtfett im Futter und Gesamtkörper durchgeführt. Ein Einfluß der Futtermittel auf die Produktionseigenschaften wurde nur bei Brütlingenaufzucht beobachtet, wo mit DAN-EX 1362 - Futter gegenüber Milkivit - Futter signifikant bessere Produktionsergebnisse erzielt wurden ($p < 0,05$). Bei den anderen, je nach Alter, verschiedenen Gruppen der Seesaiblinge konnte man zwischen den Futtermitteln (DAN-EX 2844, DAN-EX 2446) keine Unterschiede auf Produktionseigenschaften bestätigen. Am Ende der Aufzucht der Speisefische wurde eine Beurteilung der Schlachtausbeute, des Restkörpers, des Eingeweidefetts und des Gonadosomatischen Index (GSI) in Abhängigkeit des Geschlechts durchgeführt. Hier wurden bei Rognern nachweisbar bessere Ergebnisse bestätigt ($p < 0,05$). Als Bestandteil der Beurteilung des Genusswerts dieser Fischart wurde eine sensorische Bewertung der Filets durchgeführt. Bei der sensorischen Analyse waren Milchner den Rognern signifikant in Fleischgeschmack und Fleischkonsistenz unterlegen ($p < 0,05$).

SCHLÜSSELWÖRTER: Seesaibling, intensive Aufzucht, Produktionseigenschaften, Schlachtausbeute, sensorische Bewertung

OBSAH

1. Úvod	11
2. Literární přehled.....	12
2.1. Popis.....	12
2.2. Morfolgie a zbarvení	14
2.3. Pohlavní dimorfismus	16
2.4. Umělý výtěr a rozmnožování sivenů	17
2.5. Technika odchovu	20
2.6. Růst, výživa a krmení.....	21
2.7. Nemoci	24
2.8. Rozšíření	25
2.9. Introdukce a aklimatizace v České republice.....	26
2.10. Význam	27
3. Materiály a metodika.....	29
3.1. Organizace pokusů	29
3.2. Pokus č. 1 - odchov plůdku	30
3.2.1. Vybraná krmiva a stanovení denní krmné dávky	30
3.2.2. Odchovná zařízení, obsádka a technika krmení	30
3.2.3. Zjišťování hmotnosti ryb a hodnocení účinnosti krmiv	31
3.3. Pokus č. 2 - odchov půlroční násady.....	32
3.3.1. Vybraná krmiva a stanovení denní krmné dávky	32
3.3.2. Odchovná zařízení, obsádka a technika krmení	32
3.3.3. Zjišťování hmotnosti ryb, měření délky a hodnocení účinnosti krmiv	34
3.4. Pokus č. 3 - odchov jednoleté násady do tržní velikosti	34
3.4.1. Vybraná krmiva a stanovení denní krmné dávky	34
3.4.2. Relativní denní krmná dávka.....	35
3.4.3. Odchovná zařízení, obsádka a technika krmení	35

3.4.4. Vyhodnocení pokusů 1 až 3	36
3.5. Jatečná výtěžnost jatečně opracovaného těla (JOT) a filetů v závislosti na pohlaví.....	36
3.5.1. Výběr ryb.....	36
3.5.2. Zpracování ryb, metodika vážení a vyhodnocování.....	37
3.6. Senzorická analýza masa.....	38
3.7. Rozbor celkového tuku u plůdku	39
3.7.1. Rozbor celkového tuku.....	39
3.8. Test senzitivity generačních ryb na anestezii hřebíčkovým olejem.....	39
3.8.1 Původ ryb a postup	39
3.9. Časové schéma všech pokusů	40
3.10. Rozbory vody, odběr vzorků.....	40
4. Výsledky.....	41
4.1. Pokus č.1 - odchov plůdku	41
4.1.1. Mortalita, predace a míra přežití	41
4.1.2. Přírůstky, spotřeba krmiva a konverze krmiva (FCR)	42
4.1.3. Specifická rychlost růstu (SGR).....	45
4.1.4. Průměrné kusové hmotnosti na začátku a na konci pokusu	46
4.2. Pokus č. 2 - odchov půlroční násady.....	49
4.2.1 Přírůstky, spotřeba krmiva a FCR	49
4.2.2. Růst, SGR a hodnoty FCR za jednotlivá kontrolní období	50
4.2.3. Koeficient vyživenosti (CF)	52
4.2.4. Mortalita	54
4.2.5. Průměrné kusové hmotnosti na začátku a na konci pokusu	55
4.3. Odchov jednoleté násady do tržní velikosti	56
4.3.1. Přírůstky, spotřeba krmiva a FCR	56
4.3.2. Růst a specifická rychlost růstu.....	57
4.3.3. Koeficient vyživenosti (CF)	59

4.3.4. Počáteční a konečné průměrné kusové hmotnosti.....	61
4.4. Rozbor mastných kyselin v těle plůdku	62
4.4.1. Složení mastných kyselin v celkovém tuku plůdku na začátku a na konci odkrmu.....	62
4.4.2. Složení mastných kyselin v celkovém tuku plůdku a vybraných krmiv ...	63
4.5. Jatečná výtěžnost.....	66
4.5.1. Výtěžnost jatečně opracovaného těla (JOT) a filetů	66
4.5.2. Podíl vnitřností a viscerálního tuku.....	67
4.5.3. Gonadosomatický index (GSI) a pohlavní dospělost	68
4.5.4. Odpad a nekontrolovatelné ztráty.....	70
4.6. Senzorická analýza masa.....	71
4.6.1. Porovnání vlivu pohlaví - 1. opakování	71
4.6.1.1. Vůně.....	71
4.6.1.2. Chuť	71
4.6.1.3. Konzistence	72
4.6.2. Porovnání vlivu pohlaví - 2. opakování	73
4.6.2.1. Vůně.....	73
4.6.2.2. Chuť	74
4.6.2.3. Konzistence	74
4.6.3. Vliv krmiv na senzorické vlastnosti masa.....	75
4.7. Test senzitivity generačních ryb na anestezii hřebíčkovým olejem.....	75
4.8. Kvalita vody	76
4.8.1. Pokus č. 1	76
4.8.2. Pokus č. 2	78
4.8.3. Pokus č. 3	81
5. Diskuse	84
5.1. Pokus č. 1 - odchov plůdku	84
5.2. Pokus č. 2 - odchov pľľroční nľľsady.....	87

5.3. Pokus č. 3 - odchov jednoleté násady do tržní velikosti	89
5.4. Rozbor celkového tuku u plůdku	91
5.5. Jatečná výtěžnost.....	92
5.6. Sensorická analýza masa.....	93
5.7. Test senzitivity generačních ryb na anestezii hřebíčkovým olejem.....	94
6. Závěr	95
7. Použitá literatura	97

1. ÚVOD

Siven arktický začal být předmětem zájmu produkčních chovů někdy v 70. letech minulého století z důvodu výborného uzpůsobení k životu ve studené vodě, ve které již ostatní salmonidé (zejména losos atlantský a pstruh duhový) nedosahují tak dobrých produkčních výsledků. Nicméně se rozvoj akvakultury sivena arktického, oproti optimistickým očekáváním a předpokladům, neubíral tak rapidním růstem, jak bylo predikováno. První pokusy se zaváděním sivena arktického do produkčních chovů byly doprovázeny řadou problémů, jako je vysoká náročnost na kvalitu vody, vysoká variabilita kvality jiker, vysoká mortalita generačních ryb, nízké hodnoty přežití po vykulení, problémy s rozkrmováním plůdku, vysoká heterogenita růstu a nízká kvalita produktu z důvodu slabé pigmentace svaloviny (Jobling, 1998). Všechny tyto problémy byly výsledkem nevhodného chovného prostředí, až do té doby používaného především pro chov pstruha duhového. V průběhu konce 20. století však na problematice produkčního chovu sivena arktického bylo pečlivě zapracováno a tato ryba našla své uplatnění především v produkčních chovech v severských zemích a zemích centrální alpské a předalpské oblasti Evropské unie v jezerním rybářství. Geograficky nejbližšími producenty sivena arktického České republiky jsou Bavorsko a Rakousko. Zde je siven arktický rovněž využíván k produkci mezidruhových kříženců se sivenem americkým, nazývaných *Elsässer Saiblinge*. Zejména pro bavorské pstruhařské farmy v horských a podhorských oblastech, které se specializují na rozmnožování a produkci živých násad, představuje produkce sivenů významné finanční přílepení. Cenová diference mezi pstruhem duhovým a sivenem arktickým může dosáhnout až 60%. Cena 1000 ks jiker se u sivena arktického v závislosti na kraji pohybuje okolo 30 - 35€ a cena plůdku o hmotnosti 4-6 g kolísá od 140 - 160€/1000ks (Rösch, 2009 - osobní sdělení).

Cílem této práce bylo co nejvěrněji popsat a přiblížit problematiku a zásady intenzivního chovu jednotlivých věkových tříd sivena arktického v čistě provozních podmínkách, otestovat účinnost vybraných krmiv a jejich vliv na produkční charakteristiky (FCR, SGR, CF) u jednotlivých věkových tříd a dále posoudit výtěžnost jatečně opracovaného těla a filetů u tržních jedinců za současného posouzení stolní hodnoty senzoricou analýzou masa v závislosti na pohlaví.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

SIVEN ARKTICKÝ

druh *Salvelinus umbla* (Linnaeus, 1758) – Seesaibling (GER), Alpine charr (GB), Omble chevalier (FRA)

2.1. POPIS

Siven arktický je lososovitá ryba, jejíž vnitrodruhová variabilita nachází rozdíly snad ve všech specifikách, které slouží k zhodnocení popisu daného druhu ryby. I zkušení rybáři často tápou v rozdílném názvosloví sivena arktického, které u nás většinou pochází z německého jazyka a tento jakýsi “zmatek“ se usídlil i v naší řeči. Prvním problémem se zabývají Baruš et Oliva (1995), kteří navrhují změnu “českého“ názvu siven alpský na siven arktický. Siven arktický k nám byl dovážen z alpských oblastí Bavorska a Rakouska a tam jsou siveni rybářskou veřejností někdy nazýváni “die alpinen Seesaiblinge“ (vlastní zjištění autora; Mayer, 2001). Název alpský potom také určuje i původ vlastních ryb vzhledem k rozmanitosti poddruhů a forem sivena arktického. Znamená to tedy, že tento přívlastek byl patrně našimi rybáři převzat od německých kolegů. K tomuto pojmenování rovněž vybízel i latinský název sivena arktického *Salvelinus alpinus*, platný ještě před pár lety. Nicméně podle nejnovější nomenklatury Kottelata a Freyhoffa (2007), jsou siveni pocházející z Alp samostatným druhem Alpine charr (*Salvelinus umbla*). Avšak tato nová nomenklatura ještě není v rybářské praxi v Německu plně zaběhnuta a latinský název *Salvelinus alpinus* se stále používá a patrně ještě dlouho bude (Reiter, 2009 - osobní sdělení). Druh *Salvelinus alpinus* (švédsky *Röding*) potom spadá pod oblasti Skandinávie, Islandu a severního Ruska, kde tvoří stacionární jezerní a anadromní či semi-anadromní migrující populace. Migrující siveni arktičtí mají německý název *Wandersaibling* (Klinkhardt, 2000). Tito migrující populace jsou nejrychleji rostoucí formou (Klinkhardt, 2000; Jobling 1993). Dosahují velikosti 40 – 60 cm a hmotnosti 1-4 kg (Hochleitner 2001). Klinkhardt (2000) udává maximální délku okolo 1m, hmotnost až 14 kg a nejvyšší věk do 20 let. Na základě nejnovější nomenklatury je zde tedy aktuální otázka, zda by alpský siven arktický neměl být v České republice přejmenován na sivena alpského.

Siven arktický je velmi ostrůvkovitě rozšířen. To je následkem toho, že po ústupu ledovců v raném pleistocénu, asi před 10 000 lety, byl spouště populací zamezen

přístup k moři. Jak led postupně odtával, přežívali siveni v různých vnitrozemských vodách, zejména v chladných čistých horských a severských jezerech, která jim skýtala různorodé životní podmínky a utvořily se různé sympatrické ekoformy (Klinkhardt, 2000; Hochleitner 2001; Behnke 1984). Behnke (1984) řadí tyto siveny do tzv. Arctic charr-komplexu. V Alpách se v různě stacionovaných jezerech vyskytují jednotlivé sympatrické formy (Engelbrecht, 2000). Jedním z názvů pro takovouto sympatrickou formu, který pochází z německého jazyka, je *Tiefseesaibling*. Jedná se vzhledem k jeho rozdílným morfologickým vlastnostem (tupý nos, dlouhá horní čelist, velké oči) o vlastní druh *Salvelinus profundus*, Schilinger, 1901 z Bodensee (Behnke 1984). Hochleitner (2001) u něj ještě udává dobu výtěru v průběhu celého roku. Tento druh však dle Kottelata a Freyhofa (2007) již vymřel. Dle Engelbrechtové (2000), která prováděla genetické zkoušky k tématu populačního problému alpských sivenů, ale morfotyp sivenů z Ammersee odpovídá morfotypu *Tiefseesaiblinga* z Bodensee. Obecně se přijímá, že populace v Alpách postglaciálně pocházejí pouze z jediné atlantické populace a že už pro ní neexistují jiné pleistocénní refugia (Brunner et al. 1998). Brunner et al. (1998) testovali rozdílné populace alpského sivena jezer povodí Rhóny, Rýna a Dunaje pomocí mikrosatelitů a mitochondriálních markerů pro potvrzení této teorie a na základě výsledků došli k předešlému tvrzení, že alpští siveni mají pouze jeden jediný původ, že k jejich diferenciaci došlo někdy v průběhu pleistocénu a dřívější nasazování „cizích“ sivenů z jiných jezer mělo nepatrnější vliv, než bylo přijímáno.

V německy mluvících alpských oblastech se setkáváme s dalšími názvy jako *Schwarzreuter*, *Röteli*, *Rotforelle*, *Wildfangsaibling* (Klinkhardt, 2000) jakožto i s již výše zmíněnými jmény (*Wandersaibling*, *Seesaibling*, *Tiefseesaibling*), ale v každém případě se jedná vždy o rozdílné formy jediného druhu a to sivena arktického/alpského (*Salvelinus alpinus/umbla*) (Reiter, 2009 - osobní sdělení). Nutno k tomuto však dodat, že nejčastějším názvem pro tuto rybu v rybářské praxi pro náš středoevropský region je siven „alpský“, německy *Seesaibling*. Zjednodušený přehled o těchto sivenech podává Klinkhardt (2000), který staví druh *Salvelinus alpinus* (*Wandersaibling*) na místo „praotce“ celého Arctic charr - komplexu:

Wandersaibling (*Salvelinus alpinus*)

Stacionární formy (více než 25 rozdílných forem, z toho ve Stření Evropě...)

Migrující formy

Seesaibling (GER)

Rozšířen v alpských jezerech povodí řeky Strom a horního Dunaje
Tiefseesaibling (Schwarzreuter) – zakrslá forma
Wildfangsaibling – dravá rychle rostoucí forma (Hochleitner, 2001)

Omble chevalier (FRA)

Rozšířen v alpských jezerech povodí Rýna, Meurthe a Rhóny
Omble blanche – trpasličí forma
Omble grise – dravá forma

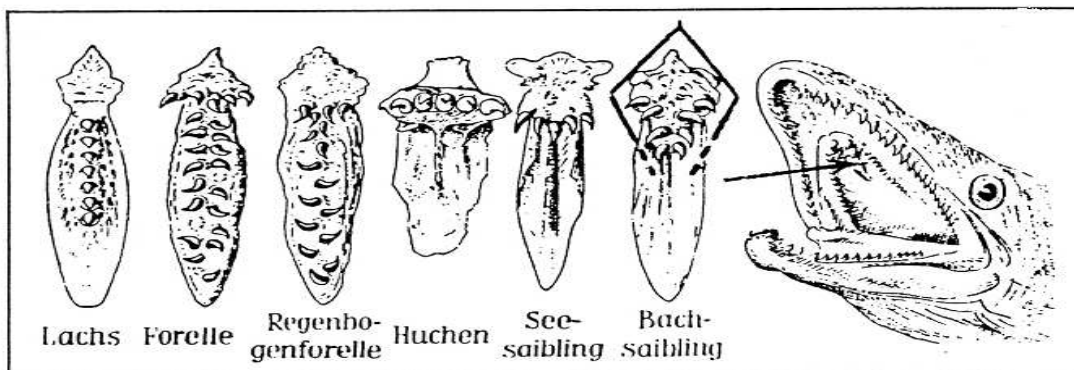
Salmerino (ITA)

Rozšířen v oblasti Adiga, Avisia, Noce a Sarca

2.2. MORFOLOGIE A ZBARVENÍ

Zbarvení a morfologie ryb jsou jedny ze základních rozpoznávacích znaků, podle kterých můžeme usuzovat na zařazení daného jedince do konkrétního biologického druhu a taxonomie. Protože siven arktický z mnoha podstatných důvodů, které budou popsány níže, v samotné technologii a podstatě odchovu se blízce potkává se sivenem americkým, budou rozdíly a vzhledy těchto dvou druhů popsány dohromady, aby bylo vyloučeno spletení si těchto dvou druhů, které je, vzhledem k jejich vysoké podobnosti, velmi časté i u zkušených rybářů z praxe. Siven arktický je nejkrásnější lososovitou rybou a jeho zbarvení je závislé na ročním období (pohlavním cyklu), věku a pohlaví. Plůdek se vyznačuje hnědě zbarveným hřbetem s tmavými skvrnkami, jejichž procentuální zastoupení ve zbarvení hřbetu dosahuje někdy až 50%. Břicho plůdku je bílé až jemně stříbřité. Tmavé skvrny se zhruba ve věku jednoho roku začínají rozpadat a při pohledu na ročka v nádobě z vodou je znatelný hnědý hřbet s rozmazaným tmavým mramorováním. Boky dostávají v tomto věku stříbřitý nádech s nepravidelnými kruhovými až oválnými šedomodrými flíčky, kterých bývá tak 7 – 9. Některé ryby v tomto věku získávají již narůžovělou barvu břicha se ztrátou flíčků a postupně se začínají tvořit na bocích světlé tečky. Hlava má na rozdíl od jiných lososovitých druhů tupý vzhled (vlastní zjištění autora). Dle Morawy (1983) má siven arktický olivově zelený, někdy hnědozelený hřbet, mlíčáci v období tření mají hřbet

někdy až černý (Hochleitner 2001), boky jsou světlé, břicho bývá žlutočervené, během doby tření obzvláště u mlíčáků sytě červené. Přední hrany párových ploutví a ploutve řitní jsou vždy jen bíle lemovány (!). Násadec kosti radličné je bezzubý (viz. obr. 1). Siven americký je zbarven podobně, ústní otvor je větší, přední okraj prsních, břišních ploutví a ploutve řitní je černobíle lemován (!). Hřbet je tmavě olivový se světlým mramorováním, boky světlejší, často se žlutými puntíky a modře ohraničenými červenými body (Morawa 1983). Klinkhardt (2000) popisuje horní čelist u obou druhů, kde horní čelist sivena arktického dosahuje po zadní okraj oka (u některých ras i těsně za), zatímco u sivena amerického horní čelist výrazně zadní okraj oka přesahuje. Horní čelist zadní okraj oka přesahuje u sivena arktického od velikosti 24 cm (Hochleitner 2001). Nejzákladnějším rozpoznávacím znakem je tedy lemování párových ploutví a ploutve řitní, na němž se téměř všichni autoři shodují, přičemž Morawa (1983) považuje za nesrozumitelné tvrzení Pohlhausena (1982) o výskytu a fotodokumentaci občas se vyskytujícího černobílého ohraničení a mramorování i u arktických sivenů, když na těchto fotografiích černé lemování chybí. Dále udává, že chybějící černé lemování se vyskytuje u všech arktických sivenů, kromě publikace Erla Leitritze z roku 1969. U těchto ryb byl následně proveden genetický rozbor počtu chromozómů na univerzitě v Göttingenu a u mramorovaných jedinců se skutečně potvrdilo, že šlo o americké siveny s 84 chromosomy a ne o arktické siveny s 80 chromozómy. O ještě přesnějším popisu a rozlišení pojednává Pohlhausen (1983a). V Evropě původní siven arktický (*Seesaibling, Rödning*) má většinou malé světlé tečky na tmavém podkladu. Hřbetní ploutev a ocasní tečkované nejsou. Siven americký (*Bachsaibling*) má na rozdíl od sivena amerického na tmavém podkladu tečky i flíčky protažené, takže hřbet působí mramorovaně či tygrovaně, zrovna tak jako ocasní a hřbetní ploutev. Tečkování a mramorování jmenovaných ploutví vykazuje i „Elsässer saibling“ (kříženec arktického sivena a amerického sivena (Schäperclaus W., 1998)). Smoltifikace se u arktického sivena vyskytuje rovněž, a to u anadromně migrujících forem ve 2. roce života o velikosti 15 cm (Mayer 2001).



Obrázek 1: - Rozdílné tvary radličných kostí u salmonidů. Zleva: losos atlantský (*Salmo salar*), pstruh obecný (*Salmo trutta*), pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*), Hlavatka podunajská (*Hucho hucho*), Siven arktický (*Salvelinus alpinus*) a Siven americký (*Salvelinus fontinalis*), (Morawa, 1983)

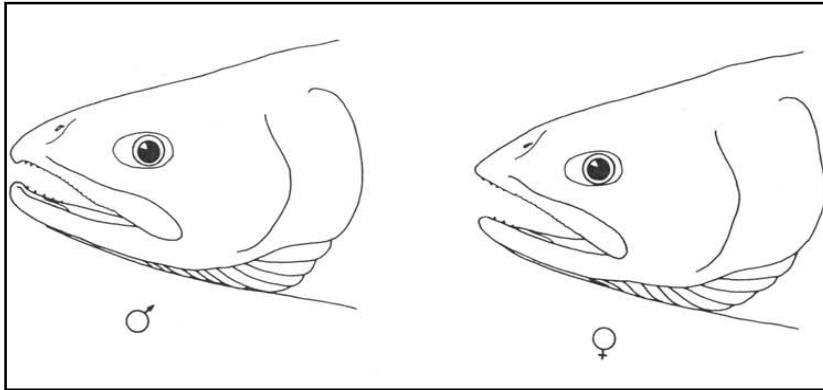


Obrázek 2: Hlavní rozdíly mezi sivenem arktickým (dole, ♂, Königsee) a sivenem americkým (nahore, ♂, Šumava)

2.3. POHLAVNÍ DIMORFISMUS

Z pohledu Baruše et Olivy (1995) je u tohoto druhu pohlavní dvojtvárnost na rozdíl od pstruha obecného a lososa obecného nevýrazná. Z mého pohledu se jedná spíše o velmi výrazný pohlavní dimorfismus, který je závislý na ročním období, věku a konkrétní geomorfologické či sympatrické rase. U mlíčáků jsou čelisti, oči a hlava větší, ploutve jsou delší a na spodní čelisti tvoří na svém srůstu malý hák (Hochleitner 2001). Pestrost zbarvení nabývá během doby tření na intenzitě (mlíčáci jsou mnohem

intenzivněji zbarvení než jikernačky a jejich břicho nabývá silně sytě oranžovočervené barvy) a zelenohnědý až ocelově modrý hřbet je obzvlášť patrný (Klinkhardt 2000). Jikernačky budí mdlejší dojem. Neresheimer (1937) udává u některých populací vyšší tělo mlíčáků. Siebold (1863) hovoří u mlíčáků o zhrubnutí kůže, která tím nabývá sametového vzhledu.



Obrázek 3: Pohlavní dimorfismus tvaru hlavy (Heese, 1993)

2.4. UMĚLÝ VÝTĚR A ROZMNOŽOVÁNÍ SIVENŮ

Znalost rozmnožovacích podmínek a návyků každého druhu ryby je jedním ze základních podmínek úspěšnosti celého chovu. Umělý výtěr salmonidů, sivenů arktických především, staví vysoké požadavky na vědomosti a umění každého fišmistra vzhledem k jisté vyšší náročnosti než například u pstruha duhového (Reiter, 2006). Siven arktický je „uměle“ vytírán skoro stejně tak dlouho – skoro výlučně pro nasazení do volných vod – jako pstruh obecný. Obstarání generačních ryb se odehrává pomocí odlovů z volných vod, inkubace jiker v optimálně temperované jezerní vodě, rozkrmení planktonem a vysazení co nejdříve jako plůdek schopný přijímat potravu nebo jako plůdek rychlený – vše relativně bez problémů (Mayer, 2001). Avšak poptávka po této chutné a cenné rybě už nemůže být uspokojena odlovy produkčních rybářů z volných vod – například ve Švédsku byla v roce 1991 zaznamenána produkce 85 t, v roce 1996 100 t, v roce 2000 to bylo již cca 600 t a pro rok 2002 se očekával nárůst produkce až na 1200 t (Mayer, 2001). Podobný nárůst produkce zaznamenávají všechny evropské země. Z toho plyne, jak by v budoucnu mohlo být pro různé pstruhařské farmy důležité zvládnutí nejen problémů při umělém výtěru a odchovu sivenů arktických, ale současně i hybridizace sivena arktického a sivena amerického pro produkci odolnějších produkčních hybridů.

Arktický siven je jediná sladkovodní ryba, která žije v tak vysokých zeměpisných šířkách (Hammar, 1989) a vytírá se v období začátku zimy. Hochleitner (2001) hovoří o intervalu výtěru od září do prosince, některé populace se však vytírají v lednu až květnu. Relativní plodnost je 1500 – 3500 ks jiker na kg tělesné hmotnosti jikernaček s průměrem 3,2 – 5,2 mm. Reiter (2006) udává absolutní plodnost jikernaček ze Starnbergersee. Menší jikernačky dosáhly absolutní plodnosti 900 ks, zatímco u jikernaček jiného původu a většího vzrůstu byla 2200 – 2900 ks. Průměr jiker byl 4,1 – 5,4 mm a jejich barva kolísala mezi žlutou až tmavě oranžovou barvou. Gillet (1991) došel ze svého výzkumu produkce jiker sivena arktického k výsledku, že jejich kvalita signifikantně klesá s nárůstem teploty vody nad 5 °C v předvýtěrovém období. Dle pokusů Gilleta & Bretona (1992) ležela relativní plodnost mezi 2990 a 5560 ks jiker/kg. Jobling et al. (1998) udává, že relativní plodnost 3000 – 4000 jiker/kg hmotnosti jikernačky by měla být obecně očekávána. Wallace & Aasjord (1984a) vedli výzkum s jikrami o různé velikosti. Z větších jiker (5,4 – 5,8 mm) se kulily větší larvy. Žloutkový váček byl u těchto larev skoro třikrát těžší než u larev z menších jiker (3,8 – 4,1 mm). Větší larvy vykazovaly vyšší počet deformit (stočená páteř, dvouhlavost) a embryonálních onemocnění ("Blue sac disease"). U skupiny menších jiker byla největší mortalita během fáze rozkrmování. Mortalita vyhladováním ("pin head mortality") klesala s vzrůstající velikostí jiker z 33 % až na 0 %. Ve skupině jiker o velikosti 5,0 – 5,1 mm nebyla zaznamenána žádná tvorba deformit a mortalita dosáhla pouze 4%. Při výzkumu Bebaka et al. (2000) 0,065 g těžké jikry dosáhly procenta vykulení 90 - 97%, přičemž jikry o hmotnosti 0,073 g se vykulily z 98 – 99%. Jonsson & Svavarsson (2000) naproti tomu nenašli souvislost mezi velikostí jiker a hodnotou přežití do konce endogenní fáze. Gillet (1991) dále udává, že u generačních arktických sivenů, pocházejících z Ženevského jezera, chovaných ve studené vodě o teplotě 5 °C, došlo k prvnímu výtěru v polovině října a 100% jikernaček bylo vytřeno na začátku a v první polovině ledna. Jikernačky odchovávané při teplotě 8 °C začínaly ovulovat až v polovině prosince a v lednu bylo vytřeno pouze 37% jikernaček. Po přemístění do vody o teplotě 5 °C se do března vytřelo 80% z celkového počtu. U jikernaček držených v předvýtěrovém období při teplotě 11 °C k ovulaci nedošlo vůbec. Ke spermiaci mlíčáků došlo vždy 2 až 3 týdny před samotnou ovulací. Pro kvalitní dozrání gonád se požaduje teplota od 2 do 4 °C. Pro odchov jiker a larev je nejvhodnější teplota 2 – 5 °C, od 6 °C se musí počítat s dramatickými ztrátami a stoupne-li teplota nad 8 °C, dochází k totálnímu výpadku odchovu (Mayer 2003). Pro produkci kvalitních pohlavních

produktů a potomstva se doporučuje pozastavit generačním rybám krmení 4 týdny před výtěrovým termínem a držení při teplotě cca 8 °C. Plná pohlavní zralost nastává při přesazení ryb 1 týden před výtěrovým termínem do vody o teplotě 5 °C. V praxi se osvědčilo výtěrový termín posunout o dva měsíce do zimního období pomocí řízeného osvětlení podle letní fotoperiody (cca 60 dní). Pro samotný výtěr, oplodnění a odchov jiker je vhodná teplota pod 6 °C, teploty od 6 – 10 °C jsou akceptovatelné od stádia očních bodů. Hodnota pH nesmí překročit 7,5. Jikry a larvy jsou nesmírně fotofobní a musí být stále zastíněny (Mayer 2003). Critzava (2002) hovoří rovněž o prudkém nárůstu ztrát při zvýšení teploty vody nad 5 °C. Dokonalá příprava generačních ryb má u všech salmonidů základní význam pro úspěšnost celého odchovu i ekonomiku pstruhařských líhní. Mnoho komerčních líhní není schopno udržovat tak nízké teploty vody během podzimu a zimy. Následkem toho je asynchronní dozrávání generačních ryb, výpadky ovulace, problémy se sníženou kvalitou jiker a nízký podíl vykulených jedinců (Jobling et al. 1998). Jobling et al. (1998) a Tveiten et al. (1996) indukovali ovulaci hormonálními přípravky a byly produkovány životaschopné jikry, ale takovéto zásahy nemusí být vůbec nutné, jsou-li dodrženy adekvátní teplotní podmínky generačního hejna. Steiner (1984) konstatuje špatné výsledky v reprodukci při použití mladých pohlavně dozrálých generačních ryb. Zrovna tak ale i použití starých jedinců do reprodukce mělo pro průběh odchovu jiker a dalších juvenilních stadií špatný průběh. Reiter (2006) uvádí v jeho výzkumu dobu dosažení jednotlivých vývojových stadií v denních stupních. Stadia očních bodů dosáhly jikry mezi 230. a 257. D°. Více než 90% jedinců se vytřelo po dosažení 490 °D po oplodnění. Humpesch (1985) prezentoval tabulku závislosti doby líhnutí jiker v denních stupních na hodnotách teploty vody u arktických sivenů (viz. tab. 2). V pokusech Dumase et al. (1996) došlo ke kulení plůdku za 456 D°.

Tabulka 2: Závislost doby líhnutí jiker na teplotě vody dle Humpesche (1985)

teplota (°C)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
D°	292	320	350	372	392	412	436	455	467	486	500

2.5. TECHNIKA ODCHOVU

Siven arktický pro chov v akvakultuře je velmi náročný na dodržení všech odchovných podmínek (Reiter, 2006). Zajímavé však je, že čím déle je tento druh ryby držen v zajetí, tím efektivnějších výsledků v jeho odchovu lze dosáhnout. Siven arktický je ryba, která se perfektně hodí pro odchov v chladných vodách (Steiner, 1984). Stejný názor prezentuje Jobling et al. (1998). Odchov plůdku by měl probíhat v „klidné“ vodě, jelikož jikry arktických sivenů jsou v ranných fázích velmi citlivé k otřesům (Steiner, 1984). Wallace a Aasjord (1984b) stanovili na základě svých pokusů jako ideální teplotu pro rozkrmení 6 – 8 °C. Pro odchov tohoročních a ročních sivenů dosáhly hodnoty růstu maxima v rozmezí 12 – 15 °C (Swift, 1964; Jobling, 1983). Mayer (2001; 2003) udává ideální teploty pro arktické siveny pocházející ze švédských jezer. Příjem krmiva byl zastaven při teplotě 2 – 3 °C a 21 – 22°C. Nejvýhodnější využití krmiva leželo při teplotách 9°C, preferované teploty nepřesahovaly hodnoty 11 – 13 °C a maxima růstu bylo dosaženo při teplotách 15 – 17 °C. V pokusech Dumase et al. (1996) vedly teploty nad 19°C k totálnímu výpadku odchovu. Brännäs a Linner (2000) ve svých pokusech zjistili významný příjem krmiva i při teplotách pod 2 °C. Často je zmiňován velmi nízký a heterogenní růst. Rychlost růstu je obecně nízká, souběžně se zvyšující se heterogeností, při odchovu o nízkých hustotách obsádky (5 – 20 kg/m³), zatímco významně vyšší homogenosti a rychlosti růstu je dosahováno při odchovu ryb v hlubších nádržích a při hustotách obsádky v rozmezí 50 – 120 kg/m³ (Jobling et al., 1993; Jobling, 1995; Jørgensen et al., 1993). Při výzkumu vlivu hustoty obsádky na růst (Brännäs a Linner, 2000) došlo zvýšením hustoty obsádky k významnému zrychlení růstu z 0,27%/d na 0,52%/d. O výhodách vysokých hustot obsádek u arktických sivenů hovoří i Mayer (2001). Při vysokých obsádkách se zamezí tvoření malých vlastních „revírů“ agresivním chováním ryb a přirozeně dojde k sepnutí hejnového chování. Hochleitner (2001) vysvětluje lepší výsledky odchovu při vyšších hustotách obsádek tím, že se jedná o hejnový druh ryby, příjem potravy není kontinuální a odehrává se v tazích. Nejvyšší hustotu obsádky prezentuje Wallace et al. (1988), kdy siveni o hmotnosti 30g dosáhli slušných růstových výsledků při hodnotách hustoty obsádky 225kg/m³.

Jako vlastní odchovné nádrže pro jedince do 10 cm se nejlépe hodí standardní kádě s kruhovým průtokem (2 x 2 m) a průtočné žlaby o velikosti (4 x 1 m). Od

velikosti 50g/ks se preferují kruhové nádrže o průměru 4 m a minimální hloubce 1 m. Pro konečnou fázi odkrmu je nejlepší použít nádrže o průměru 6 – 12 m s minimálními hloubkami 1,5 m. Při vysokých hustotách obsádky (200kg/m³) je nezbytné použití oxygenace a postupů k odstranění produktů metabolismu (Mayer, 2003). Wandsvik a Jobling (1982) prováděli pokusy se siveny v bazéncích o rozměru 1x1 m a hloubce 30 – 40 cm. U některých jedinců se objevil tzv. „swimbladder stress syndrom“ neboli stresový syndrom plynového měchýře, který se objevuje u juvenilních stadií. Při tomto syndromu ryba plave po povrchu s vystrčenou hřbetní ploutví a později se může převrátit a plavat bříškem nahoru. Pozdější studie Kolbeinshavna a Wallacea (1985) odhalily, že tomuto syndromu se dá vyhnout odchovem arktických sivenů v hlubším vodním sloupci. U arktických sivenů nordického původu je třeba zohlednit (sub)polární roční fotoperiodu. Odchovná zařízení musí být proto v našich zeměpisných šířkách v zimě zatemněno, na jaře a na podzim zastíněno a v létě se musíme vyhnout vystavení zařízení přímému slunečnímu záření. Příliš mnoho světla vede u těchto ras nevyhnutelně k podceňovaným a trvalým poruchám pohlavního dozrávání (Mayer, 2001).

2.6. RŮST, VÝŽIVA A KRMENÍ

Krmivo v chovu lososovitých ryb představuje podstatnou část nákladů vynaložených na jednotku produkce. Produkční rybáři by se nejvíce měli zajímat o to kolik krmiva a kdy má být zkrmeno, aby byl maximalizován růst ryb a minimalizovány ztráty spojené s nezkrmeným krmivem. Výzkum efektu vlivu velikosti ryby a teploty na denní krmnou dávku prováděli u arktických sivenů Fänge a Grove (1979). Tak například ryby o průměrné hmotnosti 20 g dosahovaly nejlepších výsledků využití krmiva při zkrmování denní krmné dávky 1,22% hmotnosti obsádky a teplotě 10 °C, přičemž u ryb o hmotnosti 400 g při stejné teplotě denní krmná dávka dosahovala 0,5% celkové hmotnosti obsádky. Příjem potravy u ryb narůstá se zvýšením teploty vody, dosáhne píku a potom dramaticky klesá při suboptimálních teplotách (Brett, 1979). Nezbytným předpokladem pro optimální produkci salmonidů, a dalších druhů ryb je znalost vhodné velikosti částic (granulí) krmiva, které má být předkládáno rybám (Jobling, 1993). Vliv velikosti pelet na růst arktických sivenů zkoumal Tabachek (1988). Nejlepšího růstu u malých ryb velikosti 7 – 11 cm bylo dosaženo při použití pelet o velikosti 1,5 – 1,8% délky těla. Pelety průměru 2,4% délky těla měly nejlepší

výsledek u ryb o délce 12 – 13 cm. Pro větší siveny (20 – 40 cm) bylo největšího růstu dosaženo při velikosti pelet 2 – 2,25% průměru délky těla. Steiner (1984) prováděl rozkrm plůdku sivena arktického pomocí hluboce zmraženého zooplanktonu o rozměrech 0,2 – 0,3 mm a tehdy vyráběných průmyslových pelet. Konstatoval, že k příjmu hluboce zmraženého planktonu dochází už při strávení 1/3 žloutkového vaku a jedná se o velmi perfektní startérové krmivo pro tento druh ryby. Především bylo dosaženo homogenního růstu a nižší mortality. Nižší příjem průmyslového krmiva zdůvodňuje tím, že se siveni arktičtí při přechodu z endogenní na exogenní výživu začínají orientovat na větší partikly krmiva. Ty však u průmyslově vyráběných krmiv mohou vykazovat „tvrdost“ a „ostrost“ při příjmu, zatímco plankton je jemnou a lehkou konzistencí a je tím přijímán lépe. Velkým problémem při odchovu arktických sivenů je jejich heterogenní růst. Jobling a Reinses (1987) vedli výzkum vlivu třídění ryb na jejich růst a rozložení velikostní frekvence. Výsledky ukázaly, že po roztřídění u menších ryb sice došlo ke zrychlení růstu, ale na opačné straně deprese růstu větších jedinců smazala jakýkoliv zisk z tohoto třídění. Závěrem tedy je, že u arktických sivenů třídění nemá vliv na zvýšení produkce biomasy. Ke shodným výsledkům zkoumání vlivu velikostního třídění došli Baardvik a Jobling (1990). Další informace o této problematice popisují Yamagishi et al. (1974), Li a Broksen (1977), Jobling (1985) a Koebele (1985) a Wallace et al. (1988). U techniky krmení sivena arktického je třeba zohlednit, a čím se dosti významně liší od jiných salmonidů, že velká dávka denní krmné dávky je přijímána ze dna a v noci (Jørgensen a Jobling, 1989). Ke stejnému závěru došli Brännäs a Linner (2000). Siveni, jimž byl zamezen přístup ke dnu pomocí sítí, rostli významně pomaleji, než ti, kterým byl sběr pelet ze dna umožněn. Gerstmeier (1985) vedl výzkum biologie výživy volně žijících arktických sivenů v národním parku Berchtesgarden v jezerech Königsee a Obersee. Největší podíl (70%) potravy tvořil plankton především rodu *Bosmina* a *Cyclops*. Na jaře v měsíci dubnu však nezanedbatelný podíl (35%) tvořil i bentos (*Chironomus*, *Sialis*, *Phryganea*, *Radix*).

Požadavky sivena arktického na množství proteinu v krmné dávce jsou podobné jako u jiných salmonidů (Jobling a Wandsvik, 1983). V pokusech Tabacheka (1986) bylo dosaženo největších přírůstků krmivem o obsahu 54% bílkovin a 20% lipidů. Wilson (1989, 1991) udává základní potřebu 10 esenciálních aminokyselin pro ryby, jež jako ostatní živočichové nejsou schopny syntézy těchto aminokyselin *de novo*. Toto platí i pro arktické siveny. Podrobnější údaje o složení svalstva tohoto druhu ryby

přináší Jobling et al. (1993) s konstatováním minoritních diferencí mezi složením svalové tkáně arktického sivena a ostatních salmonidů. Normální vývin a růst není možný bez obsahu esenciálních mastných kyselin (EFAs) v krmné dávce. Esenciálními kyselinami pro ryby jsou kyseliny řady n-3 a n-6, jejichž syntéza *de novo* není rovněž možná (Wilson, 1991). Arktický siven spolu s ostatními salmonidy má schopnost pomocí enzymů elongáz a desaturáz transformace těchto polynenasycených mastných kyselin (PUFAs) C18:2n6 a C18:3n3 na vysoce polynenasycené mastné kyseliny (HUFAs) C20:3n6, C20:4n6, C20:5n3 a C22:6n3 (Olsen a Ringø, 1992; Henderson and Tocher, 1987). Jako substrát pro elongaci a denaturaci je pak preferována PUFA C18:3n3 před C18:2n6 (Sardesai, 1992). Olsen et al. (1991) a Olsen a Ringø (1992) na základě těchto poznatků usuzují na nepostradatelnost PUFAs se středně dlouhým řetězcem v krmivu pro salmonidy. Zatímco je jasné, že krmná dávka pro sivena musí obsahovat jisté mastné kyseliny, a to především ty řady n-3, kvantitativní požadavek na EFAs není znám (Olsen a Ringø, 1992). Wilson (1991) vyslovil základní požadavky na obsah EFAs v krmné dávce salmonidů. Ta by měla splňovat všechny požadavky, bude-li obsahovat 10% mastných kyselin HUFAs řady n-3 nebo 20% C18:3n3 s nízkým podílem mastných kyselin řady n-6. Dick a Yang (1993) ve svých výzkumech potvrdili nárůst SGR a FCR u arktických sivenů se zvyšujícím se obsahem 18:3n3 – kyseliny linolenové z 0,1% - 2% v krmné dávce.

Z hlediska spotřebitelů – konzumentů je u salmonidů důležité červené zbarvení masa a to by potom mělo obsahovat alespoň 4 mg pigmentu na 1 kg svaloviny (Torrissen et al. 1989). Nízká retence pigmentů (2-10%) ve svalovině arktických sivenů ale znamená celkem problém (Reiter, 2006; Jobling et al., 1993). Jejich koncentrace ještě více klesne s pohlavním dospíváním a stupněm vývinu gonád u ryb ve stáří 2+ (Hatlen et al., 1995; Hatlen et al., 1996; Reiter 2006), což je spojováno s nárůstem metabolismu karotenoidů. (Christiansen a Wallace, 1988) odkrmovali 2+ staré siveny arktické po dobu 9 týdnů krmivem o obsahu 40 mg canthaxanthinu/kg. Konstatovali mnohem nižší stravitelnost syntetických pigmentů u arktických sivenů než u ostatních salmonidů. Na konci pokusu svalovina obsahovala pouze 2 mg pigmentu/kg a stravitelnost dosáhla hodnot 19% pro 1+ staré siveny a 39% u ryb o stáří 2+. Jobling et al. (1993) vidí řešení ve zvýšení obsahu pigmentů v krmné dávce, zároveň ale připouští neúměrné zvýšení nákladů na výrobu krmiva pro arktické siveny oproti nákladům na

krmivo u ostatních lososovitých ryb vzhledem k tomu, že karotenoidy tvoří nejdražší složku v krmivu.

Siven arktický má oproti svému blízkému příbuznému sivenu americkému výhodu v pozdějším nástupu pohlavní dospělosti (Reiter, 2006). Závislost původu sivenů arktických, odchovných podmínek a výživy na nástup pohlavní vzdálenosti vyslovil Nilsson (1990) a Thorpe (1989). Pohlavní dospívání je u ryb charakterizováno snížením rychlosti růstu, zvýšením mortality a snížením kvality masa, tedy i kvality konečného produktu (Jobling et al., 1993; Hatlen et al., 1996; Reiter, 2006). Jobling a Baardvik (1990) rozdělili siveny arktické z oblasti Hammerfestu v Norsku do několika odlišných skupin podle velikosti těla. Nejmenšími byli mlíčáci, kteří dospívali ve věku 2+, ryby o střední velikosti, které dospívali ve věku 3+, byli rovněž mlíčáky. Třetí skupina největších ryb byla ta, kde siveni dospívaly nejpozději a jednalo se hlavně o jikernačky. Zdálo by se tedy vhodné využití monosexních obsádek v chovu arktických sivenů. K feminizaci se mohou použít estrogény (Flajšhans, 2008), které se použijí buď jako koupel v případě jiker nebo jako příměs v krmivu v období diferenciacce pohlavních orgánů. Přímé použití pohlavních steroidů je však nevhodné u ryb určených pro lidskou spotřebu (Yamazaki, 1983). Monosexní obsádky ryb chované pro lidskou spotřebu jsou možné pouze při použití maskulinizace. Maskulinizovaní jedinci jsou totiž genotypově samice se samčím fenotypem. To znamená, že tito samci ve svých pohlavních buňkách nesou pouze samičí genetickou výbavu. Oploďněním jiker od normálních jikernaček těmito spermii získáme samičí monosexní obsádku bez jakýchkoli hormonálních zásahů a tedy i reziduí pohlavních steroidů (Flajšhans, 2008; Bye a Lincoln, 1986).

2.7. NEMOCI

V intenzivních chovech, především nejsou-li dodrženy podmínky hygieny, prevence, kvality vody, množství krmné dávky a přemíra stresu, dochází k ideálním podmínkám (vysoká koncentrace citlivých jedinců, vhodného prostředí a přenosové cesty) pro rozvoj chorob. A to jak nemocí parazitárního, bakteriálního, tak i virového původu, které často vedou k neúměrnému úhynu až ke kompletní likvidaci celého chovu. Velkou výhodou sivena arktického, amerického a jejich křížence elsässera, oproti v intenzivních chovech a na trhu převažujícímu pstruhovi duhovému, je jejich rezistence vůči nemocem podléhajícím v EU ohlašovací povinnosti, dle směrnice Rady

91/67/EHS ze dne 28. ledna 1991 o veterinárních předpisech o uvádění vodních živočichů a produktů akvakultury na trh, VHS (virové hemoragické septikémii) a IHN (infekční hematopoetické nekróze) (Baath et al., 2003; Příhoda, 2006). V pokusech Baatha et al. (2003), kde byla zkoumána nižší náchylnost sivenů na VHS a IHN oproti pstruhovi duhovému, ze 120 kusů sivenů vystavených působení infekčních agens VHS uhynula na následky této choroby pouze 1 ryba. Dále bylo konstatováno, že v pokusu s IHN došlo k infekci sivenů i pstruhů duhových. Výhoda sivenů však byla v tom, že v jejich těle nedošlo k žádnému masivnímu rozšíření infekce. Významnou nevýhodou sivenů arktických oproti pstruhovi duhovému, *elsässerum* a sivenům americkým je mnohem vyšší vnímavost k bakteriálnímu onemocnění, vyvolávaném patogenem *Aeromonas salmonicida*, Furunkulóze (Reiter, 2006). K tomuto onemocnění, které rovněž podléhá hlášení, může dojít i ve zdánlivě zdravých chovech v důsledku stresových situací a zvýšení teploty vody (Příhoda, 2006). Další významnou chorobou zjištěnou u sivena arktického byla *Renibacterium salmoninarum* (Souter et al., 1987). Jedná se o chronické onemocnění, které může mít za následek signifikantní zvýšení mortality u salmonidů (Fryer a Sanders, 1981). Je to jediná známá bakteriální choroba, která je schopna se přenášet i jikrami (Příhoda, 2006). Bouillon a Curtis (1987) objevili v kanadském jezeře Lake Charr masivní ložisko infekce diplostomiázy u místních arktických sivenů. Jedná se o parazita očních čoček (*Diplostomum spathaceum*) rozšířeného především na severní hemisféře naší planety (Skrjabin, 1960; Hoffman, 1967). Při inkubaci jiker arktických sivenů úzkostlivě dbáme na kvalitu a teplotu vody. Z hlediska nemocí je toto důležité především jako prevence proti plísním *Sporolegnia* a *Achlya*. Více o nemocích a parazitárních infekcích arktického sivena pojednávají Igoe a Hammar (2004).

2.8. ROZŠÍŘENÍ

Siven arktický je rozšířen cirkumpolárně mezi 47. a 82. ° severní šířky (Hochleitner, 2001). Migrující formy obývají arktické vody Atlantského oceánu a Pacifiku, evropské pobřeží od Islandu až k Oslofjordu. Vnitrozemské stacionární formy jsou rozšířeny na území Evropy, Asie a Severní Ameriky (Klinkhardt, 2000). V Evropě můžeme stacionární populace nalézt především v horských a ledovcových jezerech Alp a Skandinávie. Ve Švédsku jsou to především jezera Torrön, Vättern, Blåsjön, Hornavan, Råstojaure, Dunsjön (Mayer, 2001). V neposlední řadě je to také jezero

Sommen. Pro centrální Evropu je důležité rozšíření alpských populací horního toku Dunaje v bavorských a rakouských Alpách. Engelbrecht (2000) zkoumala rakouské siveny z Fuschlsee, Plansee, Heiterwanger See, Grundlsee, dále siveny z národního parku Berchtesgarden v jezerech Königsee, Obersee a Grünsee a siveny ze starnberské oblasti v jezerech Ammersee a Starnbergersee. Pohlhausen (1983) hovoří o po desetiletí „znovuzdomácnělých“ populacích arktických sivenů údolních přehrad v oblasti Niedersachsen (Sorpe-, Ruhr-, Oker-, a Grane Talsperre (Hochleitner, 2001)). Další detaily rozšíření v centrální Evropě podává Hochleitner (2001). Přirozeně je siven v Alpách rozšířen do nadmořských výšek 1400 m (Lunzer-, Altauerseer-, Wolfgang-, Traun-, Mond-, Alp-, Irr-, Atter-, Wurm-, Hinter-, Kochel-, Zürich-, Eib-, Walen-, Thuner-, Briener-, Neuenburger-, Tegern-, Vierwaldstätter-, Boden-, Schlier-, Zuger- a Genfersee). Mnoho vysokohorských jezer Alp bylo v 15. a 16. století nasazeno císařem Maxmiliánem I. siveny z údolních jezer Achensee a Plansee. V Irsku je známo přes 70 populací a o 1/3 se nyní věří, že již vymřela Igoe et al. (2003). Populace v Lough Neagh and Lough Erne (Went, 1945) vymřely již dávno a siveni v jezeře Lough Melvin se zatím drží na hranici zanikající populace (Northern Ireland Species Action Plan, 2007).

2.9. INTRODUKCE A AKLIMATIZACE V ČESKÉ REPUBLICCE

První pokusy o vysazování sivenů arktických se daly již okolo roku 1870 (Baruš et. Oliva, 1995). Údajně měl být tento druh ryby vysazován spolu se sivenem americkým do Černého jezera na Šumavě (Šámal, 1933; 1937), ale udržel se zde pouze siven americký. Další údaje pocházejí z roku 1914, kdy byly do ČSR dovezeny jikry tohoto druhu z Alp a potěr vysazen do údolní nádrže v Jablonci nad Nisou. Vysazení siveni však postupně hynuli a lze soudit, že se aklimatizační proces nepodařil (Volf, 1959). Frič (1908) se zmínil o chovu u nás se zdarem v rybníčcích i nádržkách s pramenitou vodou. Lohninský (1977) shrnul všechny údaje o vysazování sivenů arktických v severovýchodních Čechách. Ti byli vysazováni do Divoké i Tiché Orlice v letech 1883-1884, ale tento pokus byl rovněž neúspěšný. Štěpán (1926) cituje Fričův posudek (Praha, 10. 9. 1886) o chovu pstruhů v Pšovce u Mělníka a doporučuje k chovu v rybníčcích spíše než pstruha raději sivena (der Saibling), „jehož vajíčka lze objednat v říjnu v Solnohradě (Fischzuchtanstalt in Salzburg)“. Odkaz na tento „ústav“ a „Solnohrad“ se objevuje již u Friče (1872), který u názvu „*Salmo Salvelinus*“ psal: „za

posledních let bylo mnoho jiker zúrodněných tomuto druhu náležejících jakož i míšenců mezi pstruhem a rybou „Saibling“ z ústavu v Solnohradě do Čech k vychování posláno, čímž snad tato ryba brzy u nás zdomácní.“ Další údaje pocházejí z roku 1893 z měsíčních hlášení o hospodaření z revíru Hütschenbach (Rüttensteiner, 1893), ke kterému patrně patřila pstruží líheň ve Stožci. Ve výpisech „Fischzucht“ se v německém jazyce hovoří o odchovu jiker a to „Seesaibling“ a „Saibling bastarde“ v počtu několika set kusů. Název „Saibling bastard“ patrně svědčí o tom, že již tehdy patrně docházelo ke křížení arktických sivenů se siveny americkými.

2.10. VÝZNAM

Obrovský rybářský význam přikládá arktickému sivenovi Hochleitner (2001) především pro arktické oblasti Ruska, Kanady, Skandinávie a alpského prostoru centrální Evropy, kde je tato ryba uměle rozmnožována a ročně je zde do jezer vysazeno 3 – 4 milióny kusů násady. Hodnoty odlovů z volných vod v regionu Newfoundland v Kanadě udává Dempson (2001). Průměrný výlovek pocházející ze 3 primárních oblastí (Voisey, Nain a Okak) činil v letech 1974 – 2000 99 t. Prvenství produkce arktických sivenů v akvakultuře náleží Islandu, kde se ročně odchová 1700 t ryb pro lidskou spotřebu. Island předpokládá nárůst této produkce na 5 000 t/rok do roku 2010 (The Icelandic Aquaculture Association, 2008). K největším odběratelům arktických sivenů (jak celých čerstvých ryb, tak i filetů a mražených či čerstvých filetů) patří USA, následovány evropskými zeměmi jako Velká Británie, Německo, Švýcarsko, Švédsko, Nizozemí, Belgie a Finsko (Gunnarsson, 2008). Pro Island to znamená v penězích roční objem 600 miliónů korun islandských (ISK). Jen v čerstvých filetech je do Německa dodáno 70 t arktických sivenů a do Švýcarska dokonce přes 120 t. Cena těchto dodaných filetů se pohybuje pro Německo a Švýcarsko okolo 750 ISK za 1 kg. Pro alpský region centrální Evropy byl naplánován podpůrný marketingový program ICECHARR společnosti ICE-CO GmbH pro podporu prodeje arktických sivenů v ceně 1,7 milionu ISK. V roce 2007 se týkal Švýcarska, o rok později Francie a pro rok 2009 následuje Alpský prostor jižního Bavorska. Hlavním cílem tohoto programu je zabránit pádu cen arktických sivenů (Gunnarsson, 2008).

Siven arktický je předmětem rozsáhlého šlechtitelského programu vedeného ve Švédsku, kde byla šlechtitelskou analýzou zjištěna signifikantní dědivost růstových

charakteristik, věku dosažení pohlavní dospělosti a rezistence k mykotickým onemocněním (Nilsson, 1992; Nilsson, 1994). Nejlepších charakteristik bylo dosaženo u sivenů z jezera Hornavan (Brännas, 2004). Selekcí bylo dosaženo 2-3 letého produkčního cyklu, nízká frekvence brzo pohlavně dospělých ryb o hmotnosti nižší než 500g (do 10%), nízké variability v kvalitě produktu a samozřejmě rychlého růstu s vysokým stupněm konverze krmiva (Brännas, 2004). V příštích letech lze tedy očekávat další nárůst produkce arktických sivenů.

Steiner (1984) a Piwernetz (2002) popisuje schopnost sivena arktického a *elsässera* perfektně hospodářsky využívat chladné vody. Největší úspěchy v produkci jsou docilovány v nejchladnějších, největších a nejhlubších rybnících s průměrnou roční teplotou 8,5 °C. Například v Německu se tento druh ryby stává v gastronomii čím dál oblíbenější vzhledem k jeho kulinářským vlastnostem a pouhému faktu, že se jedná o původní druh. Hospodářský odlov sivenů z Bodensee činil 6,4 t v roce 2006, což se rovnalo dvojnásobku množství, jež bylo odloveno v roce 2005 (Brämick, 2006). Podle ročního hlášení o Německém rybářském hospodářství Spolkového ministerstva pro výživu, zemědělství a ochranu spotřebitelů (2007) patří produkce arktických sivenů v německé akvakultuře mezi tzv. Produkci vedlejších druhů ryb, jejíž roční obnos činí cca 600 t. Přesnější údaje zde chybí. Na některých rybářských farmách v SRN dosáhl poměr produkce pstruha duhového a *elsässera* 50%:50% (Piwernetz, 2002). Hlavní výhodou tohoto křížence je rezistence vůči IHN, VHS a dobré růstové schopnosti. To znamená, že pro pstruží chovy, které mají problémy s těmito chorobami a z technických či jiných důvodů je pro ně nemožné splnit podmínky dané platnými právními předpisy EU (směrnice Rady 91/67/EHS), nabízí odchov sivenů určitou alternativu. Z praxe je známo, že pokud v takových podnicích již nemůže dojít k akutnímu rozšíření těchto viróz, postupem času odsud vymizí (Baath et al., 2003). Další nemalou výhodou je, že během doby tření nedochází téměř k žádnému zaplísnění a ztrátám jako u sivena amerického (Piwernetz, 2002).

3. MATERIÁLY A METODIKA

3.1. ORGANIZACE POKUSŮ

Všechny krmné pokusy se konaly v provozních podmínkách líhně rodinné bavorské pstruží farmy Fischzucht Rösch nacházející se na okraji CHKO Český les (cca 700 m. n. m.) v Oberpfalz u městečka Bärnau ležícím v okresu Tirschenreuth. Líheň spadá svou polohou do povodí řeky Dunaj. Tvoří jí 1 zasklený komplex s 13 nádržemi s kruhovým průtokem a 9 žlaby, 1 hala určená k výtěrům a odchovu generačních ryb s dvěma hlubokými průtočnými žlaby s regulovatelným a stavitelným přítokem a 6 rybníčků pro odchov násad. Celková roční produkce jiker salmonidů se pohybuje cca okolo 10 mil. ks a 1 mil. ks násady. Obsluhu líhně mají na starosti 1-2 pracovníci. Nejvíce zastoupenými druhy odchovávaných ryb jsou zde pstruh duhový, siven americký, siven arktický, pstruh obecný (jak forma jezerní tak potoční) a hlavatka podunajská v nepatrné míře. Cílem pokusů bylo otestovat přímý vliv různých krmiv na produkční charakteristiky tří věkových skupin arktických sivenů:

1. plůdku
2. pŭlročků
3. 1,5 letých ryb chovaných do tržní velikosti – u této věkové kategorie bylo provedeno zjištění výtěžnosti jak jatečně opracovaného těla (JOT) tak i filetů, hodnoty GSI (gonadosomatického indexu) a senzorická analýza svaloviny v závislosti na pohlaví a krmivu

Siveni použítí k těmto pokusům pocházeli z jednoho jediného výtěru od generačních ryb stáří 4-5 let odlovených z volných vod jezera Königsee v jižním Bavorsku. Jednalo se tedy o F1 generaci získanou od divoké populace z volné vody. Generační ryby byly již 3 roky chovány v umělých podmínkách pstruží farmy. U těchto jedinců byl rovněž proveden test sensitivity na anestezii hřebíčkovým olejem v závislosti na pohlaví. Délka a průběh všech krmných pokusů byla podřízena provozním cyklům líhně, momentálnímu pracovnímu zatížení pracovníků a kapacitnímu využití odchovných zařízení. U použitých krmiv a ryb v odchovu plůdku byly odebrány vzorky na rozbor mastných kyselin. Chemickou analýzu rozboru tuku provedl doc. Ing. Jiří Špička, CSc. z katedry chemie Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Jednotlivá odchovná zařízení podléhaly dennímu měření obsahu kyslíku v mg/l, teploty v °C přístrojem Handy Beta od firmy OxyGuard a zjišťování počtu uhynulých ryb. U každého krmného pokusu byl odebrán vzorek vody pro fyzikálně-chemický a

bakteriologický rozbor, který prováděl pan Ing. Jan Potužák, Ph. D.. Odborný dohled nad dodržováním smluvených technologických a praktických postupů odchovu v průběhu provádění pokusů plnil majitel farmy, Dipl. Biol., Andreas Rösch.

3.2. POKUS Č. 1 - ODCHOV PLŮDKU

(28. 04. 2007 – 07. 07. 2007)

3.2.1. VYBRANÁ KRMIVA A STANOVENÍ DENNÍ KRMNÉ DÁVKY

Pro odkrm plůdku byla použita dvě krmiva od různých výrobců o shodném průměru pelet 0,6 mm. První krmivo, DAN-EX 1362 ARCTIC CHAR, bylo vyrobeno firmou Dana Feed (nyní Biomar) speciálně pro odkrm plůdku sivena arktického. Cena tohoto krmiva v balení 25 kg byla 2,70 €/kg. Druhým krmivem bylo krmivo Milkivit od firmy Skreting pod označením Pro Aqua Brut 57/15 v ceně 1,9 €/kg v balení 25 kg. Vlastnosti jednotlivých krmiv jsou uvedeny v tabulce a přiložených prospektech v příloze. Denní krmná dávka byla stanovována vždy na jeden týden dopředu, jako procentuální z celkové hmotnosti obsádky, na základě doporučení výrobce dle průměrné hmotnosti ryb a teploty vody, vlastních zkušeností a ochotě ryb krmivo přijímat. Ve všech týdnech odchovu činila 4%. 8. týden byla zvýšena na 4,5%, což nepřineslo žádný efekt, a proto byla 9. týden opět snížena na 4%. Krmivo bylo vždy první den krmného intervalu naváženo do odměrky s ryskou vahou o přesnosti $\pm 0,01$ g. Další dny bylo množství krmiva určováno opticky podle označené rysky.

$$\text{RDKD} = C \times X\% / 100$$

$$C = P \times \text{aktuální počet kusů}$$

RDKD – relativní denní krmná dávka

C – celková hmotnost obsádky

P – průměrná hmotnost jednoho kusu

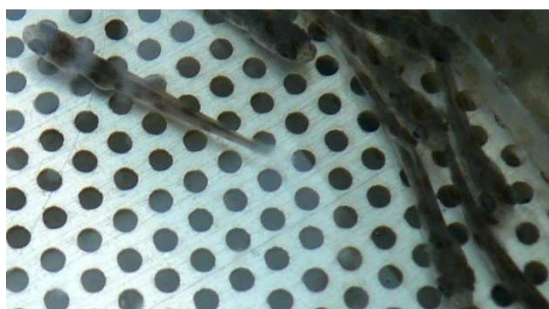
X% - intenzita krmení v %

Obrázek 4: Vzorce použité pro výpočet relativní denní krmné dávky

3.2.2. ODCHOVNÁ ZAŘÍZENÍ, OBSÁDKA A TECHNIKA KRMENÍ

Plůdek sivena arktického použitý k tomuto krmnému pokusu byl cca 21 dní po rozkrmení, ve výborném zdravotním stavu o průměrné kusové hmotnosti $0,08 \pm 0,03$ g. Ryby byly rovnoměrně rozděleny na 4 skupiny po 500 ks do vložek z nerez oceli s perforovaným dnem od Rückel-Vackova aparátu na líhnutí jiker o rozměrech 40x40x10 cm. Tyto vložky byly umístěny do jednoho sklolaminátového žlabu

(2x0,5x0,2 m) s jedním přítokem za sebou z důvodu kapacitního přetížení líhně a označeny pod písmeny A1 až A4. Počáteční hustota obsádky činila 2,5 g/l (31 ks/l). Průtok se pohyboval v rozpětí od 0,07-0,08 l/s. Nad každou vložkou byl umístěn krmný automat s hodinovým strojkem na 10 h. Pás automatu se pečlivě udržoval v suchu, aby nedocházelo ke krácení denní krmné dávky přilnutím zrněk krmiva na povrch pásu. Ryby ve vložkách A1 a A2 byly krmeny krmivem Milkivit 57/15, pro zbylé dvě vložky A3 a A4 bylo použito krmivo DAN-EX 1362. Každé krmivo mělo tedy 1 opakování. Předkládání krmiva probíhalo 6 dní v týdnu s ohledem na přítomnost pracovníků. Po uvolnění kapacity na líhni (3. týden od začátku pokusu) byli siveni přemístěni z vložek do jednotlivých žlabů s individuálním přítokem. V každé skupině probíhala denně kontrola obsahu kyslíku, měření teploty vody (vždy u výtoku), čištění sítok a žlabů a odstraňování a počítání uhynulých ryb. Průměrná teplota vody se pohybovala okolo $8\pm 0,6$ °C. Obsah kyslíku byl 12 ± 2 mg/l. V průběhu pokusu byl odebrán vzorek vody pro fyzikálně-chemický a bakteriologický rozbor.



Obrázek 5: Plůdek sivena arktického na ocelových vložkách 21 dní po rozkrmení

3.2.3. ZJIŠŤOVÁNÍ HMOTNOSTI RYB A HODNOCENÍ ÚČINNOSTI KRMIV

Hmotnost u ryb byla zjišťována individuálně jedenkrát týdně pomocí váhy s přesností $\pm 0,01$ g vždy u 30 jedinců. Plůdek byl na váhu přemístován pomocí jemného ocelového sítko. Spolu s rybkou mohla být na váhu přenesena rovněž voda, jež by výrazně skreslila výsledky. Proto byla voda skrz dno sítko odsáta pomocí papírových ubrousků. Vše muselo probíhat s odpovídající rychlostí, protože v jarních měsících docházelo k intenzivnímu zvyšování teploty vzduchu, což pro plůdek tohoto druhu ryby mohlo mít fatální následky. Současně po zvážení probíhal výpočet koeficientů FCR (*Food Conversion Ratio* – koeficient konverze krmiva) a SGR (*Specific Growth Rate* – specifická rychlost růstu) vždy za 1 týden průběhu pokusu.

FCR = SK/přírůstek

SGR = $(\ln W_t - \ln W_0) \times 100 / t$ [%/d]

SK – spotřeba krmiva = hmot. krmiva x poč. krmných dnů

Přírůstek = živá hm. na konci + celk. hm. úhynu – živá hm. na začátku

W_t – hmotnost ryb k časovému bodu t = živá hmotnost ryb na konci období + celk. hm. úhynu (vypočteno dle průměrné hmotnosti ryb v daném týdnu)

W₀ – hmotnost ryb k časovému bodu 0 = živá hmotnost ryb na začátku období

Obrázek 6: Vzorce pro výpočet koeficientů FCR a SGR. FCR udává spotřebu krmiva na jednotku přírůstku. SGR udává rychlost růstu v % na 1 den.

3.3. POKUS Č. 2 – ODCHOV PŮLROČNÍ NÁSADY

(20. 10. 2007 – 29. 12. 2007)

3.3.1. VYBRANÁ KRMIVA A STANOVENÍ DENNÍ KRMNÉ DÁVKY

Pro odkrm půlročků byla použita dvě různá krmiva od firmy Dana Feed (DAN-EX 2844 ARCTIC CHAR a DAN-EX 2446 ARCTIC CHAR) o průměru pelet 2 mm určena speciálně pro produkční růst sivena arktického. Charakteristiky jednotlivých krmiv jsou uvedeny v příložených prospektech. Při výrobě krmiva DAN-EX 2446 bylo použito nižšího množství mořských surovin než u krmiva DAN-EX 2844. Obsah vitamínů je zde také nižší. Krmivo DAN-EX 2844 by mělo obecně představovat excelentní krmnou směs pro produkční růst sivena arktického. Zdroje surových proteinů k výrobě tohoto krmiva byly selektivně vybírány pro dosažení vybalancovaného obsahu aminokyselin a dobré produkční ekonomiky. Pelety o průměru 2 a 3 mm jsou vyráběny s vyšším obsahem vitamínů a mikroprvků v porovnání s deklarovanými hodnotami, navíc pelety o průměru 2 a 3 mm mají zvýšený obsah proteinů z 44% na 46% pro snadnější přechod ryb z krmiva pro plůdek na krmivo produkční. Cena krmiva DAN-EX 2446 (2 mm) v 25 kg balení je 1,76€/kg. 25 kg balení krmiva DAN-EX 2844 (2 mm) je v ceně 1,92€/kg. Relativní denní krmná dávka a její hmotnost byla zjišťována obdobně jako u prvního pokusu. V průběhu celého odkrmu činila 1,25% až na období druhých 14 dnů pokusu, kdy byla snížena na 1% v důsledku nízkého příjmu potravy.

3.3.2. ODCHOVNÁ ZAŘÍZENÍ, OBSÁDKA A TECHNIKA KRMENÍ

Jako odchovné nádrže byly použity sklolaminátové nádrže o objemu 1800 l s kruhovým průtokem umístěné uvnitř skleněného komplexu líhně. Průtok v nádržích

byl nastaven na cca 0,14 l/s. Ryby o stáří cca 6 měsíců byly sloveny pomocí keseru a krmiva z venkovního rybníčku a po 250 ks nasazeny do 4 bazének pod označením B5, B8, B12 a B13. Průměrná kusová hmotnost nasazovaných ryb ze všech bazének byla $7,4 \pm 3,7$ g. Počáteční hustota obsádky byla cca $1,03 \text{ kg/m}^3$. Jednalo se o siveny pocházející ze stejného výtěru, jako u 1. pokusu. Nikoli však o stejné kusy ryb. Bohužel jsme museli konstatovat zhoršený zdravotní stav ryb v důsledku infekce ektoparazita kožovce rybího (*Ichthyofthirius multifiliis*). Pro odkrm ryb v bazéncích B5 a B8 bylo použito krmivo DAN-EX 2446 (2 mm). Siveni v bazéncích B12 a B13 byli odkrmováni krmivem DAN-EX 2844 (2 mm). Ke každému bazénku byl přidělen 1 krmný automat s hodinovým strojkem nastaveným na 10 hodin. Ten byl umístěn k přítoku do bazénku, aby došlo k co největšímu rozptýlení pelet do vodního prostoru. Předkládání krmiva probíhalo 6 dní v týdnu. Proti infekci kožovce bylo prováděno denní čištění dna nádrží pomocí rýžáku a vypuštění celé nádrže vždy ráno a odpoledne za účelem narušení životního cyklu parazita. V průběhu celého pokusu nebyly aplikovány žádné medikamenty ani léčiva. Sledování teploty vody a obsahu kyslíku podléhalo dennímu měření v každé nádrži zvlášť. Průměrná teplota vody v průběhu pokusu se pohybovala okolo $7 \pm 0,4$ °C a průměrný obsah kyslíku kolísal okolo $12,8 \pm 1,8$ mg/l. Vzorčky pro kontrolu kvality vody byly odebrány v tomto pokusu dvakrát.



Obrázek 7: Nádrž s kruhovým průtokem a nasazeným púľročkem sivena arktického

3.3.3. ZJIŠŤOVÁNÍ HMOTNOSTI RYB, MĚŘENÍ DÉLKY A HODNOCENÍ ÚČINNOSTI KRMIV

Vážení a měření ryb se konalo vždy jednou za 14 dní. Hmotnost byla zjišťována individuálně na digitální váze s přesností ± 1 g. Délku těla a celkovou délku jsme odečítali na měřícím žlábku pro lososovité ryby do délky 20 cm od firmy Troutvit. Stejně jako u pokusu č. 1 bylo pro hodnocení účinnosti krmiv použito koeficientů FCR a SGR a to za každých 14 dní. Ve stejném časovém intervalu probíhal výpočet koeficientu vyživenosti CF (*Condition Factor*) pro zjištění výživného stavu ryb. [CF = (hmotnost x 100)/ délka těla(*longitudo corporis*)³].



Obrázek 8 a 9: Měření a vážení pŕlročkŕ sivena arktického

3.4. POKUS č. 3 – ODCHOV JEDNOLETÉ NÁSADY DO TRŽNÍ VELIKOSTI

3.4.1. VYBRANÁ KRMIVA A STANOVENÍ DENNÍ KRMNÉ DÁVKY

K tomuto pokusu byla použita shodná krmiva jako u pokusu č. 2. Rozdíl byl pouze ve velikosti pelet, kdy jsme pro výkrm tržních ryb použili pelety o průměru 3 mm. Stanovení relativní denní krmné dávky probíhalo vždy po každém vážení na dobu 14 dnŕ a obdobným způsobem jako u předchozích dvou pokusŕ. Cena krmiva DAN-EX 2844 v 25 kg balení byla 1,69€/kg. Krmivo DAN-EX 2446 v balení 25 kg stálo 1,57€/kg.

3.4.2. RELATIVNÍ DENNÍ KRMNÁ DÁVKA

Na začátku byla stanovena relativní denní krmná dávka na 1% z hmotnosti obsádky u všech oddílů. Vzhledem k technice krmení a růstu ryb byla na další období snížena na 0,75% z hmotnosti obsádky a později až na 0,6%. Po třetím kontrolním období byla krmná dávka zvýšena z důvodu zpomaleného růstu na 0,75% u skupin H1 a H4 a na 0,9% u skupin H2 a H3. V následujícím období došlo k snížení příjmu potravy doprovázeným snížením růstu u všech skupin. Krmná dávka byla tedy snížena na 0,5% u skupin H1 H3 a H4. Skupina H2 byla krmena 0,45% z hmotnosti obsádky. Krmivo bylo předkládáno obden, až do konce celého pokusu. Zvýšená rychlost růstu byla pozorována ve všech oddílech až od 24. 01. 2009 a krmná dávka se zvýšila na 1% z hmotnosti obsádky obden.

3.4.3. ODCHOVNÁ ZARŽENÍ, OBSÁDKA A TECHNIKA KRMENÍ

Pokusné ryby byly nasazeny do hlubokého žlabu s jedním přítokem (spodním), rozděleného na 4 oddíly. Každý oddíl měl rozměry 240x200x105 cm (cca 5 m³). Oddíly byly po směru proudu označeny H1, H2, H3 a H4. Žlab se nacházel v zastřešené hale s částečně prosklenou střechou. Přítok pro všechny 4 oddíly se pohyboval mezi 0,1-0,6 l/s. Hustota obsádky byla na začátku pokusu v každém oddílu 2,2±0,12 kg/m³, zvážené počáteční hmotnosti jednotlivých obsádek jsou uvedeny v tabulce 2. Velmi nízký přítok byl především v suchých podzimních měsících, kdy jsme uvažovali i o zrušení celého pokusu. Doba výměny vody při průtoku 0,1 l/s byla pro celý žlab cca 55 h. Pro jeden oddíl byla tedy při tomto průtoku doba výměny cca 14 h. Pro toto nepříznivé období byly do žlabu instalovány oxygenační kameny, pro udržení požadovaného množství kyslíku a co nejvyšší eliminaci možného výskytu toxického nedisociovaného amoniaku. A to především ve dvou posledních oddílech H3 a H4. Do každého oddílu bylo nasazeno 111 kusů sivena arktického o průměrné kusové hmotnosti 104,4±54 g. Použité ryby pocházeli ze stejného výtěru, jako ryby v pokusu č. 1 a 2. Jejich stáří bylo tedy již cca 1,5 roku. Mlíčáci sivena arktického ve 2. roce života již intenzivně pohlavně dospívají, proto bylo při nasazování dbáno na to, aby poměr pohlaví byl v každém oddílu stejný. Jelikož už při nasazování byla variabilita hmotnosti a velikosti ryb vysoká, zvolili jsme jako techniku krmení, před krmným automatem, krmení ruční, jednorázové a to vždy ve stejnou dobu podle denní pracovní náplně obsluhy líhně. Umístění krmného automatu by rozrostlost obsádky ještě zvýšilo. Při

nasazování ryb bylo použito ruční třídičky, aby v každém oddělení byla na začátku pokusu co nejvíce shodná hmotnost obsádky. Ryby v oddílu H1 a H4 byly krmeny krmivem ARCTIC CHAR DAN-EX 2844 a pro odkrm ryb v oddílech H2 a H3 bylo použito krmivo ARCTIC CHAR DAN-EX 2446.

Tabulka 2: Hmotnosti obsádek v jednotlivých oddílech na začátku pokusu

oddíl	H1	H2	H3	H4
nas. hmot. (kg)	11,1	11,3	11,4	11,4
Ø	11,30			
s	±0,12			

3.4.4. VYHODNOCENÍ POKUSŮ 1 AŽ 3

K vyhodnocení pokusů 1 až 3 byl použit program Microsoft Excel 2007 a Statistica 8 (one-way ANOVA; $\alpha=0,05$).

3.5. JATEČNÁ VÝTĚŽNOST JATEČNĚ OPRACOVANÉHO TĚLA (JOT) A FILETŮ V ZÁVISLOSTI NA POHLAVÍ

3.5.1. VÝBĚR RYB

Pro zhodnocení jatečné výtěžnosti JOT a filetů bylo z oddílu H1 a H4, kde bylo použito krmivo DAN-EX 2844, odloveno 10 mlíčáků a deset jikernaček. Stejný postup byl zvolen u oddílů H2 a H3, kde bylo zkrmováno krmivo DAN-EX 2446. Snažili jsme se vybírat ryby s co nejmenší hmotností a velikostní variabilitou a zároveň s co nejvyšší hmotností, vzhledem ke konečnému vyhodnocování. To však nebylo zrovna lehké, kvůli vysoké rozrostlosti ryb. Průměrná kusová hmotnost, výška a délka těla vybraných mlíčáků a jikernaček je zobrazena v tabulce 3.

Tabulka 3: Průměrná kusová hmotnost, výška a délka těla vybraných jikernaček a mlíčáků

Mlíčáci z H1 a H4 (2844)			
	Hmotnost	délka těla	výška těla
Ø	214,9(±48,8)	25,4(±1,9)	5,9(±0,6)
Jikernačky z H1 a H4 (2844)			
	Hmotnost	délka těla	výška těla
Ø	313,5(±49,0)	28,9(±1,3)	5,9(±0,4)
Mlíčáci z H2 a H3 (2446)			
	Hmotnost	délka těla	výška těla
Ø	223,2(±29,9)	26,1(±1,2)	6,0(±0,4)
Jikernačky z H2 a H3 (2446)			
	Hmotnost	délka těla	výška těla
Ø	276,1(±51,3)	27,7(±2,0)	5,7(±0,3)

3.5.2. ZPRACOVÁNÍ RYB, METODIKA VÁŽENÍ A VYHODNOCOVÁNÍ

Ryby byly po vylovení ihned usmrceny, jednotlivě zváženy (živá hmotnost), rozděleny dle pohlaví a použitého krmiva a urychleně převezeny na zpracovnu farmy Fischzucht Rösch v Bärnau. Zde bylo provedeno vykuchání za současného zvážení vnitřností s gonádami, samotných gonád a viscerálního tuku. Pomocí těchto hodnot byl vypočten gonadosomatický index (GSI). Po této operaci byly vykuchané ryby očištěny (i umyty) pod kotoučovým kartáčem, který odstranil sraženou krev pod páteří a po vykuchání zbylé blanky v dutině břišní. Po odkapání vody byla zvážena hmotnost jatečně opracovaného těla (HJOT u lososovitých = hmotnost těla bez vnitřností a žáber (Ingr, 2005)). Následovalo filetování, které prováděl Bc. Jan Kašpar. Z filetů byla odříznuta i neestetická ventrální část s břišními ploutvemi. Levý a pravý filet byl zvážen jednotlivě. Jako poslední byl zvážen odpad – hlava s kostrou, ploutvemi, neestetickou břišní částí filetů a žábami. Nekontrolovatelné ztráty (ztráty, vznikající únikem tělních tekutin, slizu apod. (Reiter, 2006)) byly dopočítány dle Reitera (2006). Nakonec byly filety neprodleně vakuově zabaleny do předem, dle pohlaví a krmiva, označených plastových sáčků a na ledu převezeny na zpracovnu JČU v Českých Budějovicích. Následující den byla provedena senzorická analýza masa z filetů. Na veškeré vážení bylo použito analytických předvážek s přesností ±0,01 g. Pro vyhodnocení dat byl použit program Statistica 8 (t-test pro nezávislé vzorky; $\alpha=0,05$) a Microsoft Excel 2007.

$$\begin{aligned} \text{VJOT} &= \text{HJOT} / \check{\text{Z}}\text{H} [\%] \\ \text{VF} &= \text{HF} / \check{\text{Z}}\text{H} [\%] \\ \text{GSI} &= \text{HGON} / \check{\text{Z}}\text{H} [\%] \\ \text{PVT} &= \text{HVT} / \check{\text{Z}}\text{H} [\%] \\ \text{NZ} &= \check{\text{Z}}\text{H} - (\text{HV} + \text{HF} + \text{HO}) \end{aligned}$$

VJOT – výtěžnost JOT
 ŽH – živá hmotnost po okapání
 VF – výtěžnost filetu
 GSI – gonadosomatický index
 HGON – hmotnost gonád
 PVT – podíl viscerálního tuku
 HVT – hmotnost viscerálního tuku
 HV – hmotnost vnitřností i s gonádami
 HF – hmotnost filetů (levý + pravý)
 HO – hmotnost odpadu (ploutve+hlava+kostra+žábry+neestetické části filetů)
 NZ – nekontrolovatelné ztráty (krev, sliz apod.) (Reiter, 2006)

Obrázek 10: Použité vzorce pro výpočty zhodnocení jatečné výtěžnosti a GSI

3.6. SENZORICKÁ ANALÝZA MASA

Vzorkovnice se vzorky byly označeny kódovými čísly. Každá vzorkovnice obsahovala poměrnou část z trupu přední a střední části, bez ocasního násadce. Tepelná úprava vzorků trvala 15 minut při teplotě 150 °C. Organoleptická analýza byla hodnocena s použitím grafických stupnic. Používána byla nestrukturovaná hédonická grafická stupnice. Senzorické hodnocení se provádělo v panelu dvanácti osob. Byly sledovány tři jakostní znaky: vůně, chuť a konzistence. Ke každému znaku byla předtištěna nestrukturovaná úsečka. Při získání výsledků jsme vycházeli z toho, že vzdálenost od začátku (kladná vlastnost) k označenému místu bude hodnocena ekvivalentem vyjadřující číselnou hodnotu (bodové ohodnocení) intenzity vjemu v milimetrech. Čím bude tato vzdálenost větší, tím bude hodnocení méně příznivé. Metodika hodnocení odpovídala požadavkům pro sensorická hodnocení (Pokorný, 1993).

Získané údaje byly vyhodnoceny a statisticky zpracovány v programu Statistica 8.0 (Wilcoxonův test ; $\alpha=0,05$) a Microsoft Excel 2007. Hodnocené skupiny ryb byly označeny dle pohlaví a použitého krmiva na skupiny 2446 a 2844.

3.7. ROZBOR CELKOVÉHO TUKU U PLŮDKU

Chemická analýza celkového tuku byla dle možností brána jako orientační. U pokusu č. 1 byl odebrán vzorek cca 120 ks plůdku na začátku odkrmu a na konci cca 120 ks plůdku ze skupin odkrmovaných krmivem DAN-EX 1362 a zhruba stejný počet ze skupin odkrmovaných krmivem Milkivit. Tyto odebrané vzorky byly urychleně vakuově zabaleny, zamraženy a označeny jako skupina DAN-EX 1362 a Milkivit dle použitého krmiva.

3.7.1. ROZBOR CELKOVÉHO TUKU

Vzorky těl ryb byly analyzovány na složení mastných kyselin. Nejsledovanějšími mastnými kyselinami v rybí svalovině jsou EPA (eikosapentaenová kys.), DHA (dokosaheptaenová kys.). Dále celková suma n-6 a n-3 kyselin a vzájemný poměr těchto dvou skupin ve svalovém tuku. Složení mastných kyselin bylo stanoveno plynovou chromatografií:

Pro analýzu plynovou chromatografií byl použit přístroj VARIAN 3300 (30 m x 0,53 mm) a 0,25 μm tloušťce filmu (OMEGAWAX 530, SUPELCO; USA). Přítomnost a množství dané kyseliny byla vyjádřena načítáním jednotlivých vrcholů (peak). Podmínky během analýzy byly následující: počáteční teplota 170 °C, rychlost ohřívání 3 °C/min, konečná teplota 240 °C, teplota nástřiku 250 °C, teplota detektoru 250 °C. Jako nosný plyn byl použit dusík (3 ml/min). Nástřik byl 1 μl . Celková doba trvání analýzy byla cca 30 minut.

3.8. TEST SENSITIVITY GENERAČNÍCH RYB NA ANESTEZII HŘEBÍČKOVÝM OLEJEM

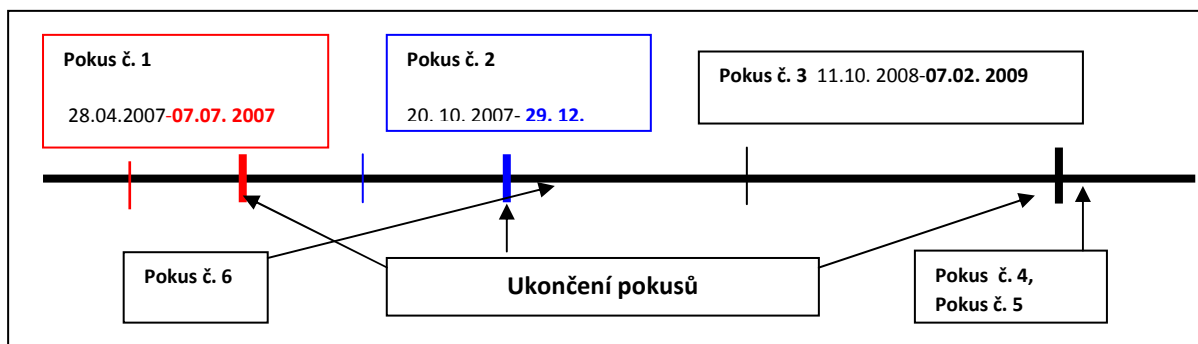
3.8.1. PŮVOD RYB A POSTUP

Ryby byly odloveny (5 ks jikernaček a 5 ks mlíčáků) z odchovných zařízení pro generační ryby v rybářství Fischzucht Rösch. Všichni pokusní siveni pocházeli z odlovu z volných vod jezera Königsee. Jednalo se o siveny stáří 4+ o průměrné kusové hmotnosti 900 ± 200 g. Ryby byly vystaveny působení hřebíčkového oleje o koncentraci 0,02 ml/l (1ml/50 l) do dosažení fáze anestezie Iib. Po dosažení fáze Iib byly ryby přemístěny do kádě s čerstvou vodou. Naměřená teplota vody byla 6,2 °C. Současně byl měřen čas dosažení jednotlivých fází. Metodický postup byl prováděn pod dohledem

doc. Ing. Jana Kouřila, Ph. D. z VÚRH ve Vodňanech. Vyhodnocení pokusu bylo provedeno v programu Microsoft Excel 2007.

3.9. ČASOVÉ SCHÉMA VŠECH POKUSŮ

Pokusné ryby výše zmíněných věkových kategorií byly pro jednotlivé krmné pokusy vždy odloveny z odchovného zařízení, kde probíhal ryze intenzivní odchov arktických sivenů. Tito jedinci v krmných pokusech měli společně vždy pouze to, že pocházeli z jednoho a toho samého výtěru. Po skončení pokusu byli vráceni zpět do bazénků či rybníčků odkud byli vyloveni a kde probíhal odchov a odkrm za použití různých krmiv, která byla zrovna na líhni k dispozici.



Obrázek 11: Časové schéma jednotlivých pokusů (Pokus č. 1 – odkrm plůdku, Pokus č. 3 – odkrm púlročků, Pokus č. 4 – odkrm do tržní velikosti)

3.10. ROZBORY VODY, ODBĚR VZORKŮ

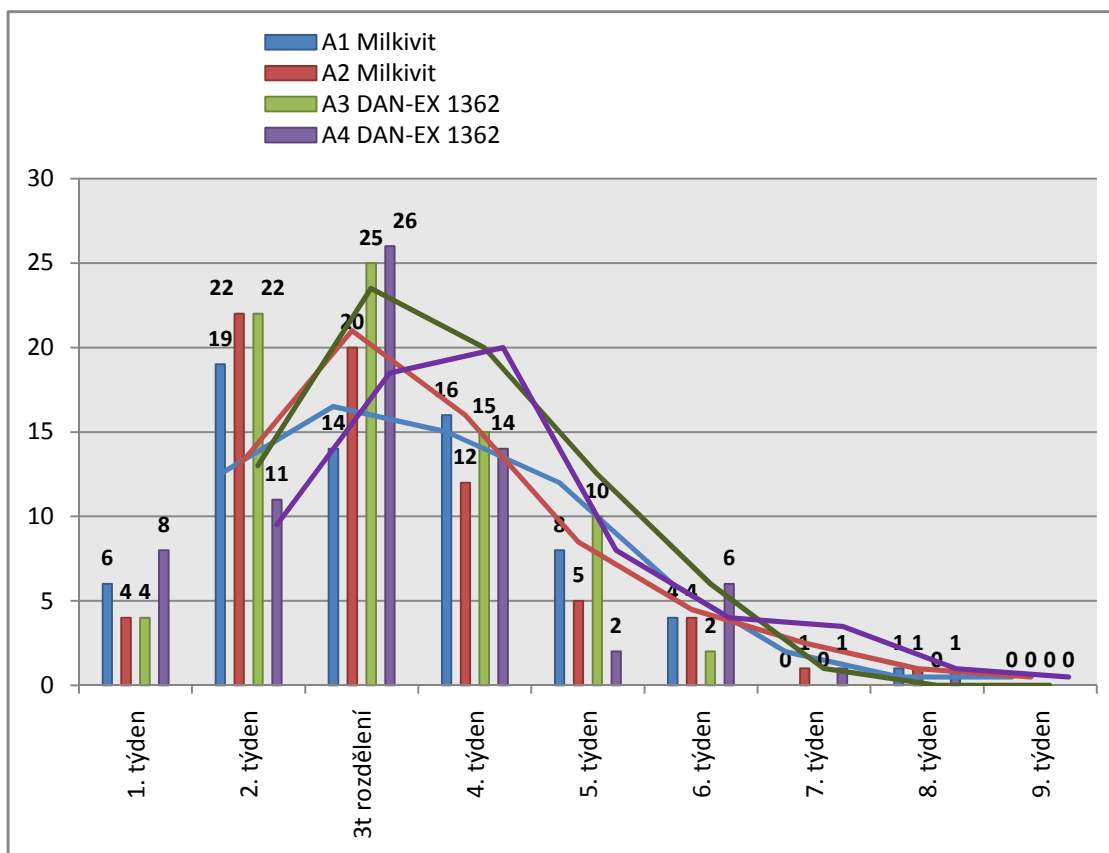
Všechny rozbory vody byly vyhotoveny akreditovanou vodohospodářskou laboratoří Povodí Vltavy dle státní normy ČSN EN ISO/IEC 17025. Sídlo laboratoře: Emila Pittera 1, 370 01 České Budějovice. Vzorky vody byly odebrány do 1,5 l PET-láhví, které byly před odběrem pečlivě vypláchnuty vodou, jejíž rozbor měl být následně proveden. Ten samý den byly převezeny do laboratoře Povodí Vltavy v Českých Budějovicích.

4. VÝSLEDKY

4.1. POKUS Č. 1 - ODCHOV PLŮDKU

4. 1. 1. MORTALITA, PREDACE A MÍRA PŘEŽITÍ

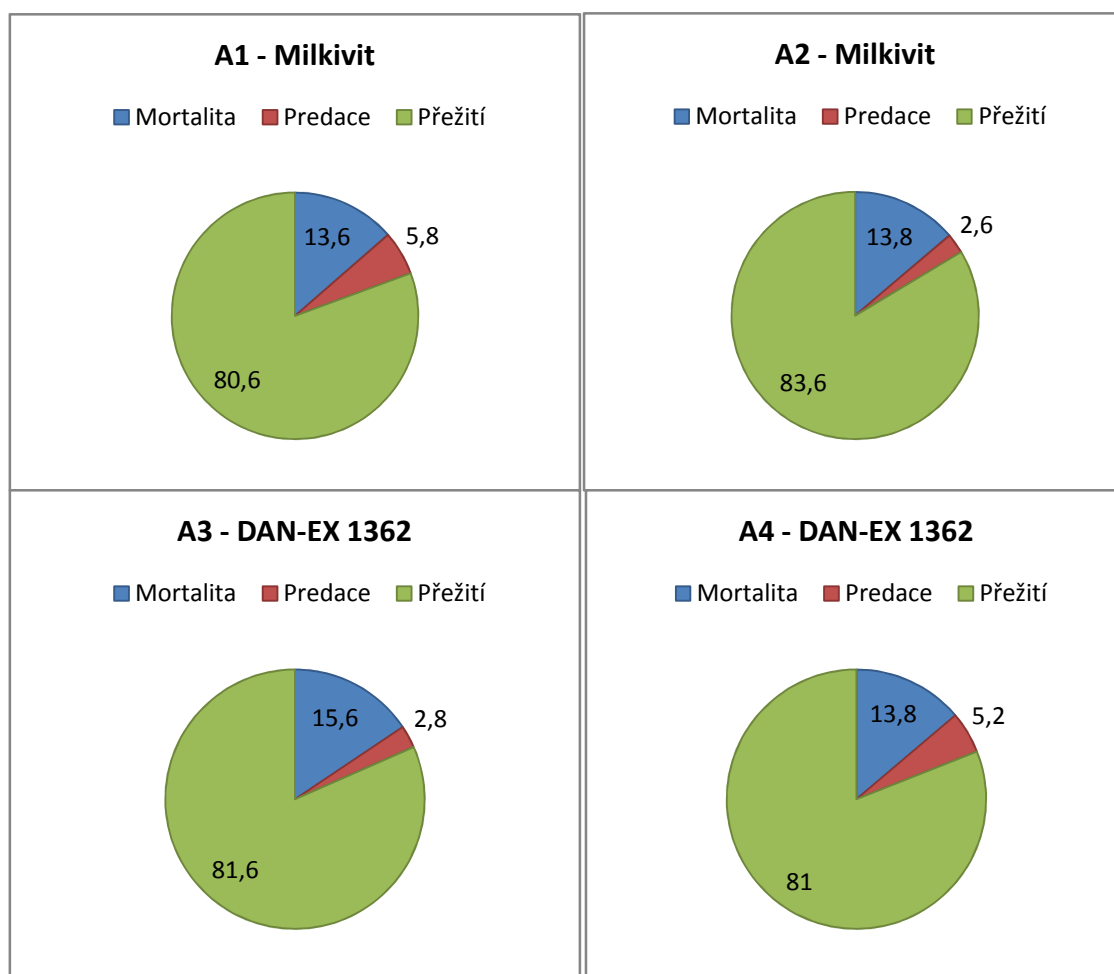
Nejvyšší mortalita u všech čtyř skupin byla v průběhu 2. až 4. týdne pokusu. Ve 2. týdnu odchovu došlo ve vložce A1 k úhynu 19 ks. Ve vložce A2 a A3 to bylo 22 ks. Ve vložce A4 2. týden odkrmu uhynulo kusů 11. Ve 3. týdnu trvání pokusu byl ve vložce A1 zaznamenán úhyn 14 ks a ve žlabu A2 uhynulo 20 ks. V tomto týdnu dosáhla mortalita největšího počtu kusů ve vložkách A3 a A4. Ve vložce A3 uhynulo 25 a ve vložce A4 26 ks. Díky uvolnění kapacity líhně bylo již možno ryby přesadit do jednotlivých žlabů. 1. týden (4. týden odchovu) po rozdělení došlo ke snížení mortality ve žlabech A2 (12 ks), A3(15 ks) a A4(14 ks). Ve žlabu A1 uhynulo o 2ks více než v týdnu předchozím (16 ks). V dalších týdnech odchovu mortalita rapidně klesla. Počty uhynulých kusů jsou uvedeny v grafu 1. Po 9 týdnech odchovu činila mortalita ve žlabu A1 13,6%, ve žlabu A2 13,8%. Pro žlaby A3 a A4 dosáhla mortalita 15,6% a 13,8% (viz. grafy 2-5).



Graf 1: Průběh mortality v ks za jednotlivé týdny celého pokusu

Po přepočítání ryb na konci pokusu byla zjištěna predace v jednotlivých žlabech. Bohužel nejsme schopni určit, jako u mortality, v kterém týdnu odchovu byla predace nejvyšší. Nejnižší hodnoty 2,6% dosáhla predace ve žlabu A2. Pro žlab A1 byla hodnota 5,8% nejvyšší. U žlabů A3 a A4 činila hodnota predace 2,8% a 5,2%.

Míra přežití je závislá na míře mortality a predace. Míra přežití pro žlaby A1 a A2, kde bylo k odkrmu použito krmivo Milkivit, činila na konci pokusu 80,6% a 83,6%. U ryb odkrmovaných krmivem DAN-EX 1362 byla míra přežití u A3 81,6% a u A4 81%.



Grafy 2 - 5: Přehled hodnot mortality, predace a přežití v % na konci pokusu pro jednotlivé žlaby

4.1.2 PŘÍRŮSTKY, SPOTŘEBA KRMIVA A KONVERZE KMRIVA (FCR)

V obou opakováních bylo dosaženo nejvyššího celkového přírůstku u krmiva DAN-EX 1362, který u A3 dosáhl 263,4 g a u A4 261,66 g. U krmiva Milkivit bylo dosaženo celkového přírůstku u A1 231 g a u A2 227 g. Průměrné kusové hmotnosti a

celkové hmotnosti obsádek se zvyšovaly rychleji ve skupinách A3 a A4. Významné rozdíly začaly být markantní ve 3. – 4. týdnu pokusu (viz. graf 2). V opakování č. 1 (A1x A3) byl rozdíl patrný už po druhém týdnu odkrmu, kdy rozdíl v průměrných kusových hmotnostech činil 0,02 g (viz. graf 6). U opakování č. 2 (A2x A4) došlo k znatelnému rozdělení až v 5. týdnu odkrmu, kdy rozdíl v průměrné kusové hmotnosti byl 0,034 g (viz. graf 7). Konečný rozdíl v průměrných kusových hmotnostech v opakování č. 1 (A1x A3) byl 0,081 g a v opakování č. 2 (A2x A4) 0,078 g.

Spotřeba krmiva se odvíjela od rychlosti zvyšování celkové hmotnosti obsádky v daném kontrolním období (1x za týden). Rychleji rostly skupiny A3 a A4 na krmivu DAN-EX 1362 a spotřeba krmiva u A3 a A4 činila na konci pokusu 261 a 253,8 g. Spotřeba krmiva Milkivit u skupin A1 a A2 dosáhla výše 225,3 g a 227 g.

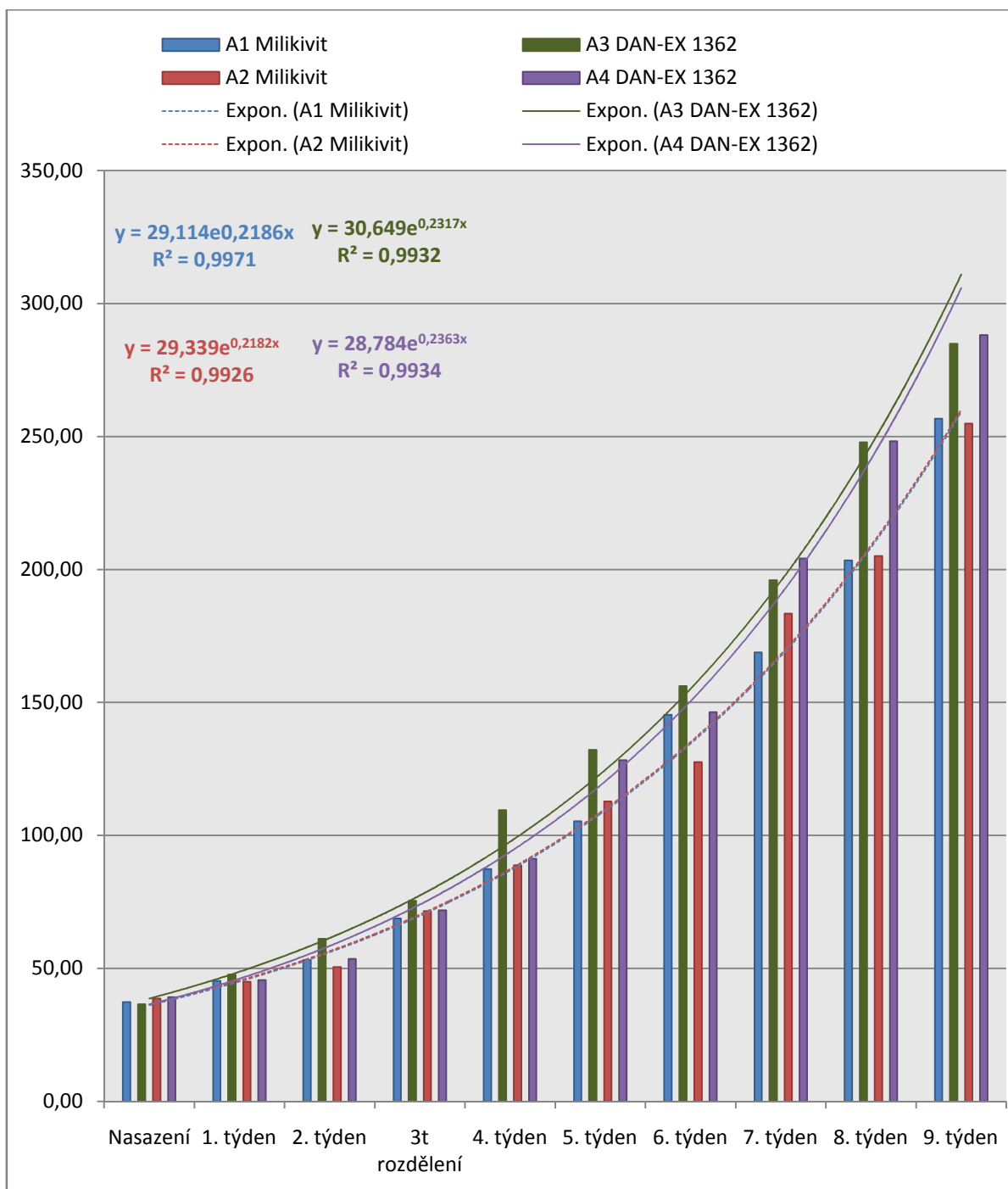
Výše průměrného koeficientu konverze krmiva (FCR) se u obou opakování významně nelišila (viz. tabulka 4). Nepatrně nižšího průměrného koeficientu FCR bylo dosaženo ve 2. opakování u krmiva DAN-EX 1362, kdy u A2 byla jeho výše $1,16 \pm 0,54$ a u A4 $1,03 \pm 0,37$ (viz. graf 3). V 1. opakování byla hodnota průměrného FCR ve žlabu A1 $1,00 \pm 0,26$ a ve žlabu A3 $0,96 \pm 0,32$ (viz. graf 3). Nejnížší hodnoty koeficientu FCR (0,48) bylo dosaženo u skupiny A3 ve 4. týdnu odkrmu. Vzhledem k vysoké náchylnosti hodnoty koeficientu konverze vyšší hodnoty přírůstku ve jmenovateli zlomku je tato příliš nízká hodnota FCR způsobena nejspíše zvážením jednoho či dvou těžších kusů při kontrolním vážení. Stejně tomu může být u nejvyšší hodnoty FCR (1,69) dosažené u A2 (viz. tabulka 5). Hodnoty celkového koeficientu FCR byly ve všech žlabech téměř shodné. Naprosto shodná celková konverze krmiva byla dosažena ve žlabu A1 a A4, kde její výše činila 0,97. Ve žlabu A2 se hodnota celkového FCR rovnala 1,00 a ve žlabu A3 0,99.

Tabulka 4: Hodnoty celkového a průměrného koeficientu FCR

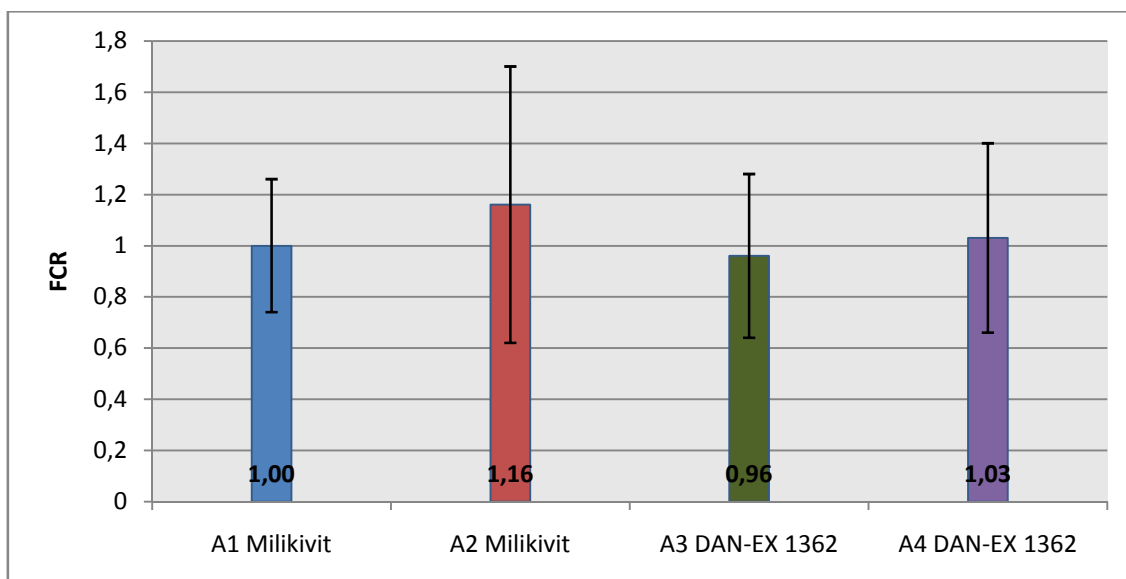
	A1 Milkivit	A2 Milkivit	A3 DAN-EX 1362	A4 DAN-EX 1362
FCR celkový	0,97	1,00	0,99	0,97
FCR průměrný	$1,00 \pm 0,26$	$1,16 \pm 0,54$	$0,96 \pm 0,32$	$1,03 \pm 0,37$

Tabulka 5: Hodnoty koeficientu FCR v jednotlivých týdnech odchovu

A1 Milkivit	1,05	1,10	0,74	0,75	1,09	0,61	1,48	1,30	0,91
A2 Milkivit	1,35	1,39	0,50	0,88	0,83	1,69	0,54	2,26	0,99
A3 DAN-EX 1362	0,78	0,70	0,78	0,48	1,03	1,29	0,95	1,02	1,61
A4 DAN-EX 1362	1,26	1,18	0,59	0,78	0,59	1,56	0,61	1,24	1,49



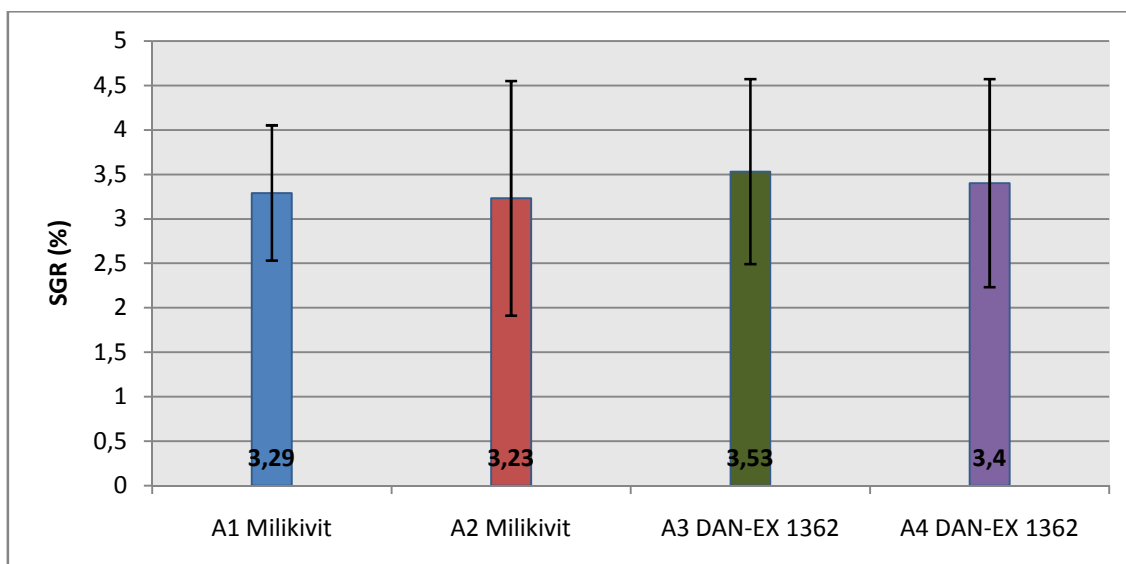
Graf 2: Změny ve vývoji hmotnosti obsádek mezi plůdkem krmeným krmivem Milikivit (A1, A2) a siveny krmenými krmivem DAN-EX 1362 (A3, A4).



Graf 3: Hodnoty průměrných koeficientů konverze krmiva FCR u jednotlivých skupin

4.1.3. SPECIFICKÁ RYCHLOST RŮSTU (SGR)

Jak již bylo výše zmíněno, vyšší rychlosti růstu bylo dosaženo v obou opakováních u krmiva DAN-EX 1362. Výše celkového koeficientu SGR dosáhla ve žlabu A1 hodnoty 3,06%/d a ve žlabu A2 2,99%/d. Ve žlabu A3 činila výše hodnoty SGR 3,26%/d a ve žlabu A4 bylo dosaženo hodnoty specifické rychlosti růstu 3,17%/d. Rozdíl v celkovém koeficientu SGR činil u 1. opakování (A1xA3) 0,20%/d a u opakování č. 2 0,18%/d. To znamená, že u prvního opakování, kde bylo použito krmivo DAN-EX 1362 plůdek rostl rychleji o 0,20% tělesné hmotnosti za den oproti plůdku odkrmovaným krmivem Milikivit. U 2. opakování potom plůdek odkrmovaný krmivem DAN-EX 1362 rostl rychleji o 0,18% své tělesné hmotnosti za den. Nejvyšší průměrná hodnota SGR u skupiny A3 byla $3,53 \pm 1,04\%/d$. Nejnižší potom u skupiny A2, kde její výše dosáhla hodnoty $3,29 \pm 1,32\%/d$. U skupin A1 a A4 byla průměrná hodnota SGR $3,29 \pm 0,76\%/d$ a $3,4 \pm 1,17\%/d$. Vyšší hodnoty SGR kopírovaly nižší hodnoty FCR, což svědčilo o intenzivním příjmu a využívání krmiva. Hodnoty celkových a průměrných hodnot koeficientu SGR jsou uvedeny v tabulce 5 a 6.



Graf 4: Hodnoty průměrných koeficientů SGR (%/d) za celý pokus pro jednotlivé skupiny

Tabulka 5: Průměrné a celkové hodnoty koeficientu SGR (%/d) v jednotlivých žlabech

	A1 Milikivit	A2 Milikivit	A3 DAN-EX 1362	A4 DAN-EX 1362
SGR celkový	3,06	2,99	3,26	3,17
SGR průměrný	3,29±0,76	3,23±1,32	3,53±1,04	3,40±1,17

Tabulka 6: Výše koeficientů SGR (%/d) za jednotlivá kontrolní období

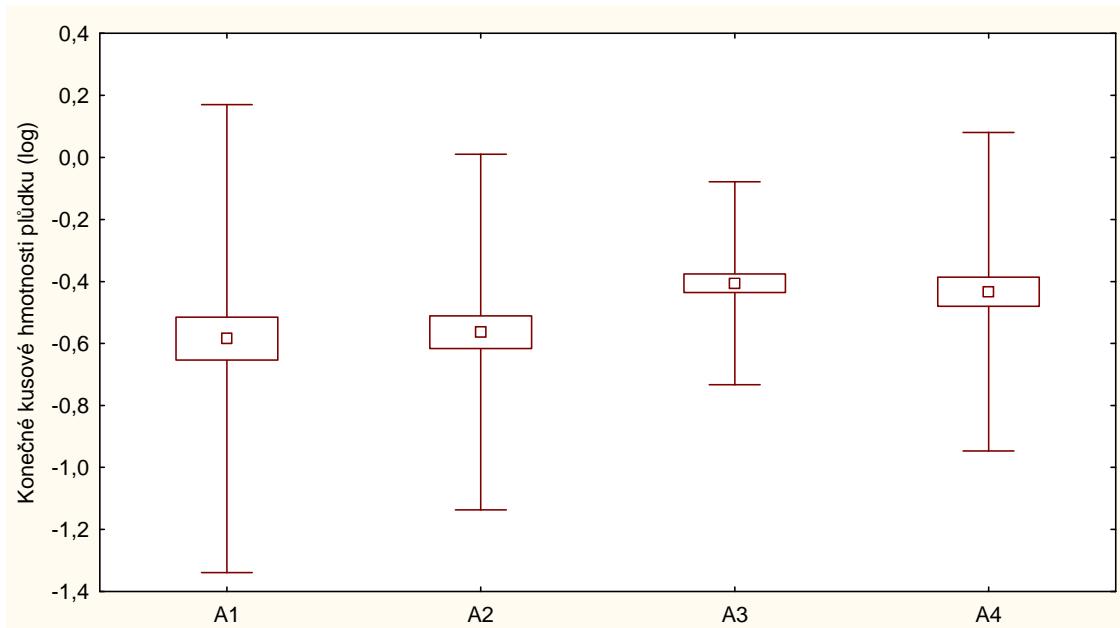
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1 Milikivit	2,93	2,86	4,11	3,91	2,93	4,73	2,14	2,70	3,32	
A2 Milikivit	2,27	2,32	5,58	3,47	3,57	1,90	5,22	1,62	3,11	
A3 DAN-EX 1362	3,91	4,22	3,77	5,81	3,02	2,45	3,24	3,36	1,99	
A4 DAN-EX 1362	2,40	2,62	5,00	3,86	4,93	2,07	4,79	2,82	2,13	

4.1.4. PRŮMĚRNÉ KUSOVÉ HMOTNOSTI NA ZAČÁTKU A NA KONCI POKUSU

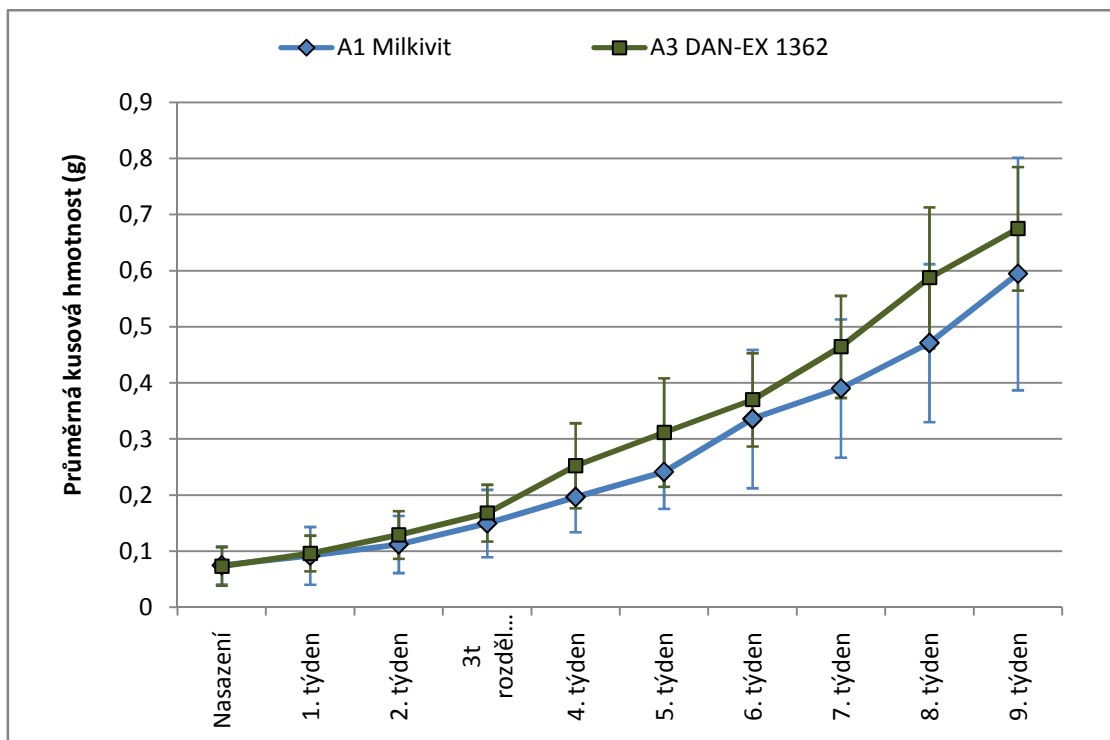
Na začátku pokusu byly průměrné kusové hmotnosti ve všech vložkách na hladině významnosti $\alpha=0,05$ shodné ($p=0,860$) (viz. tabulka 7).

Na konci pokusu byly na hladině významnosti $\alpha=0,05$ prokázány signifikantně vyšší průměrné kusové hmotnosti ($p<0,05$) u sivenů odkrmovaných krmivem DAN-EX 1362 (viz graf 6 a 7 a tabulka 7). Ve žlabu A1 byla na konci pokusu výše průměrné kusové hmotnosti $0,594\pm 0,207$ g a ve žlabu A2 dosáhla tato výše hodnoty

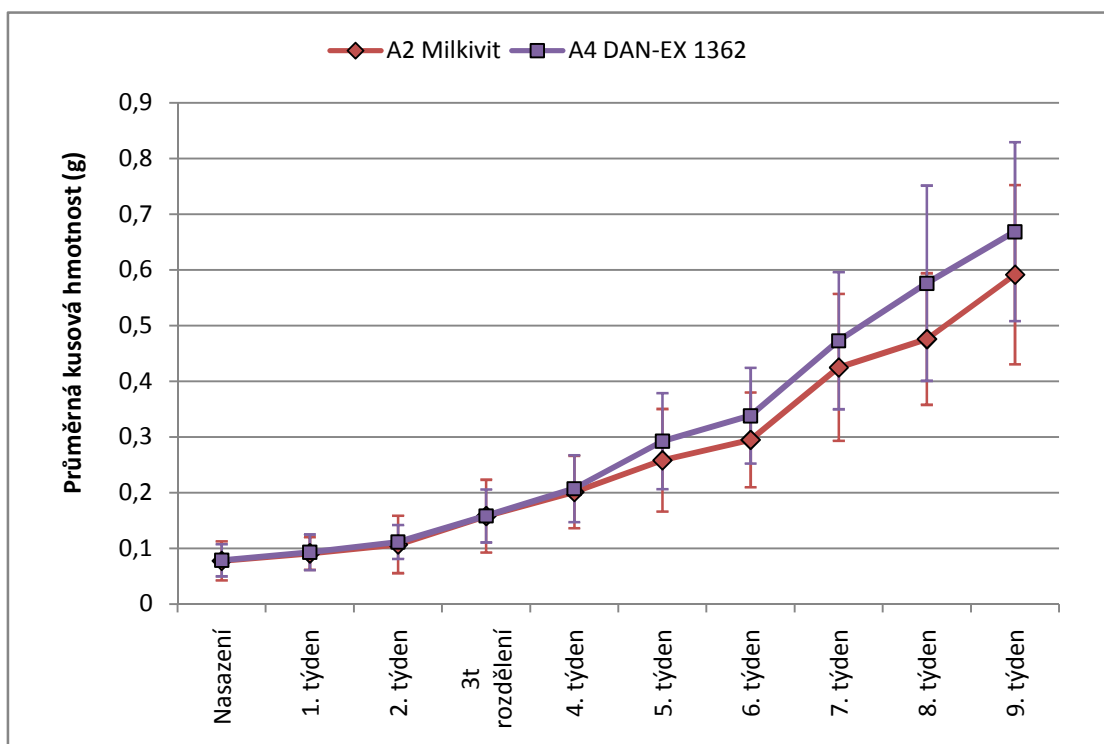
0,591±0,161 g. Výše průměrné kusové hmotnosti na konci pokusu ve žlabu A3 činila 0,675±0,110 g a ve žlabu A4 0,669±0,161 g.



Graf 5: Signifikantní rozdíly ($\alpha=0,05$; $p<0,05$) kusových hmotností (log) plůdku na konci pokusu



Graf 6: Vývoje průměrné kusové hmotnosti plůdku u jednotlivých krmiv v průběhu celého pokusu v 1. opakování v závislosti na použitém krmivu (3t. rozdělání - rozdělání ryb do jednotlivých žlabů)



Graf 7: Vývoj průměrné kusové hmotnosti plůdku u jednotlivých krmiv v průběhu celého pokusu v 2. opakování v závislosti na použitém krmivu (3t rozdělení - rozdělení ryb do jednotlivých žlabů)

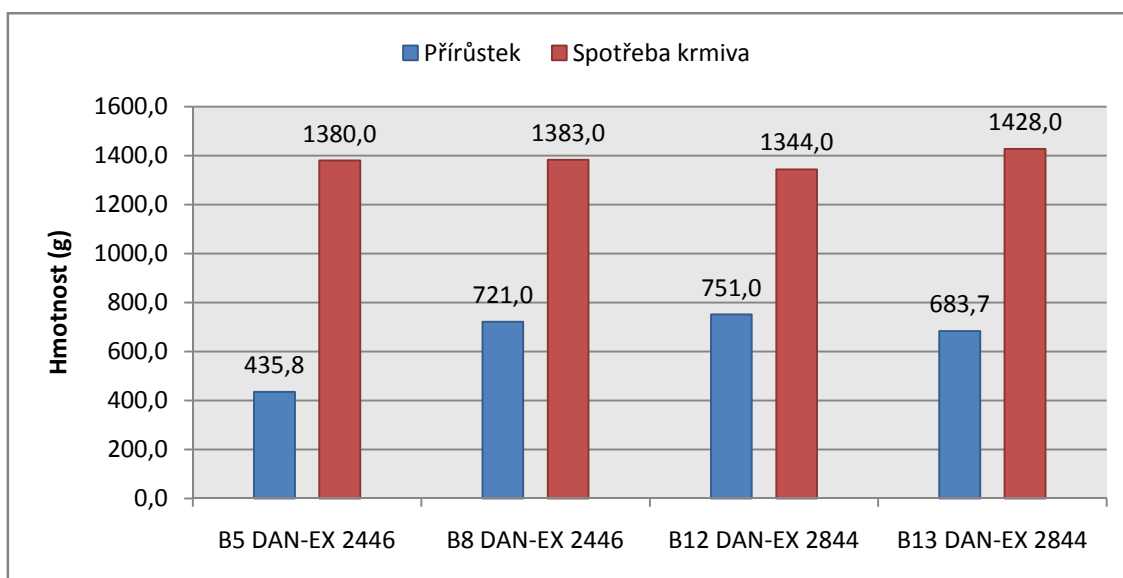
Tabulka 7: Průměrné kusové hmotnosti plůdku na začátku a na konci pokusu v závislosti na použitém krmivu

	A1 Milkivit	A2 Milkivit	A3 DAN-EX 1362	A4 DAN-EX 1362
Počáteční (g)	0,075±0,034 ^a	0,077±0,035 ^a	0,073±0,034 ^a	0,078±0,029 ^a
Koncová (g)	0,594±0,207 ^a	0,591±0,161 ^a	0,675±0,110 ^b	0,669±0,161 ^b

4.2. POKUS Č. 2 - ODCHOV PŮLROČNÍ NÁSADY

4.2.1. PŘÍRŮSTKY, SPOTŘEBA KRMIVA A FCR

Vzhledem k množství spotřebovaného krmiva a zdravotnímu stavu ryb byly přírůstky velmi nízké. V nádrži B5 činila výše přírůstků 435,8 g oproti spotřebě 1 380 g krmiva. Hodnota celkového krmného koeficientu v nádrži B5 za celou dobu pokusu dosáhla výše 3,17. V nádrži B8 bylo dosaženo 721 g přírůstků se spotřebou 1 383 g krmiva a krmným koeficientem 1,92. Přírůstek v nádrži B12 dosáhl hodnoty 751 g a spotřeba krmiva byla ve výši 1344 g. V nádrži B12 byla hodnota krmného koeficientu 1,79 nejnižší. Výše přírůstků v nádrži B13 dosáhla hodnoty 683,7 g oproti 1428 g krmiva. Celkový krmný koeficient se v této nádrži rovnal hodnotě 2,09. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8, 9 a grafu 8.



Graf 8: Znázornění výše přírůstků oproti spotřebě krmiv v jednotlivých nádržích

Tabulka 8: Hodnoty dosažených přírůstků, spotřeb krmiv a krmných koeficientů pro jednotlivé nádrže

	B5 DAN-EX 2446	B8 DAN-EX 2446	B12 DAN-EX 2844	B13 DAN-EX 2844
Přírůstek (g)	435,8	721,0	751,0	683,7
Spotřeba krmiva(g)	1380,0	1383,0	1344,0	1428,0
FCR celkový	3,17	1,92	1,79	2,09

Tabulka 9: Hodnoty koeficientu FCR v jednotlivých nádržích – pouze v kontrolním období, kdy bylo krmivo přijímáno

	14 dní	28 dní	42 dní	56 dní	70 dní
B5 DAN-EX 2446	nepřijímáno	nepřijímáno	2,73	nepřijímáno	0,65
B8 DAN-EX 2446	nepřijímáno	nepřijímáno	0,75	0,86	3,70
B12 DAN-EX 2844	1,97	nepřijímáno	0,43	1,11	nepřijímáno
B13 DAN-EX 2844	2,25	nepřijímáno	0,40	1,75	5,60

4.2.2. RŮST, SGR A HODNOTY FCR ZA JEDNOTLIVÁ KONTROLNÍ OBDOBÍ

V prvních 14 dnech pokusu došlo ke zbrzdění růstu v nádržích B5 a B8. Krmivo bylo rybami ignorováno a velmi špatně přijímáno. V tomto období dosáhl koeficient SGR v nádrži B5 a B8 záporné hodnoty. V nádrži B5 to bylo -0,02%/d a v nádrži B8 -0,17%/d. V nádržích B12 a B13 bylo krmivo přijímáno lépe, i když na dnu nádrže ho zůstávala velká část. Koeficient SGR se v nádrži B12 v období 14 dnů rovnal hodnotě 0,52%/d při současné hodnotě FCR 1,97. V nádrži B13 dosáhl v tomto období koeficient SGR výše 0,45%/d při hodnotě koeficientu FCR 2,25. V kontrolním období 28 dnů po nasazení byly koeficienty SGR ve všech nádržích záporné. Ani jedno krmivo nebylo téměř vůbec přijímáno. Hodnota SGR činila v nádrži B5 -0,32%/d a v nádrži B8 -0,15%/d. V nádrži B12 byl koeficient SGR ve výši -0,94%/d a v nádrži B13 klesla jeho hodnota na -1,22%/d. V období 42 dní po nasazení již nebyly vizuálně patrné žádné příznaky onemocnění parazitem *Ichthyophthirius multifiliis* (viz. obrázek 12). Příjem krmiva se zvýšil. Současně se zvýšením příjmu krmiva došlo ke zvýšení hodnot SGR. V nádrži B5 dosáhla výše SGR 0,32%/d při krmném koeficientu 2,75. V nádrži B8 vzrostla hodnota SGR 1,31%/d a koeficient konverze byl 0,75. Hodnoty koeficientu SGR se v tomto období výrazně zvýšily v nádržích B12 a B13. V nádrži B12 byla dosažena výše SGR 2,29%/d a v nádrži B13 činila hodnota SGR 2,37%/d. V dalších kontrolních obdobích došlo opět ke snížení příjmu krmiva a poklesu SGR ve všech odchovných zařízeních. Zvýšení rychlosti růstu bylo zaznamenáno pouze v nádrži B5 70. den pokusu. Specifická rychlost růstu dosáhla hodnoty 1,47%/d a koeficient FCR měl hodnotu 0,65. Hodnoty SGR a FCR za jednotlivá období jsou uvedeny v tabulkách 9 a 10. Průběh koeficientu SGR je znázorněn v grafu 9.

Celková hodnota SGR za celý pokus činila v nádrži B5 0,24%/d, průměrná hodnota pak $0,28 \pm 0,63\%$ /d. V ostatních nádržích byl koeficient SGR vyšší. V nádrži B8 dosáhla výše celkového koeficientu SGR hodnoty 0,44%/d, průměrná výše měla hodnotu $0,47 \pm 0,62\%$ /d. Nejvyššího koeficientu SGR bylo dosaženo v nádrži B12.

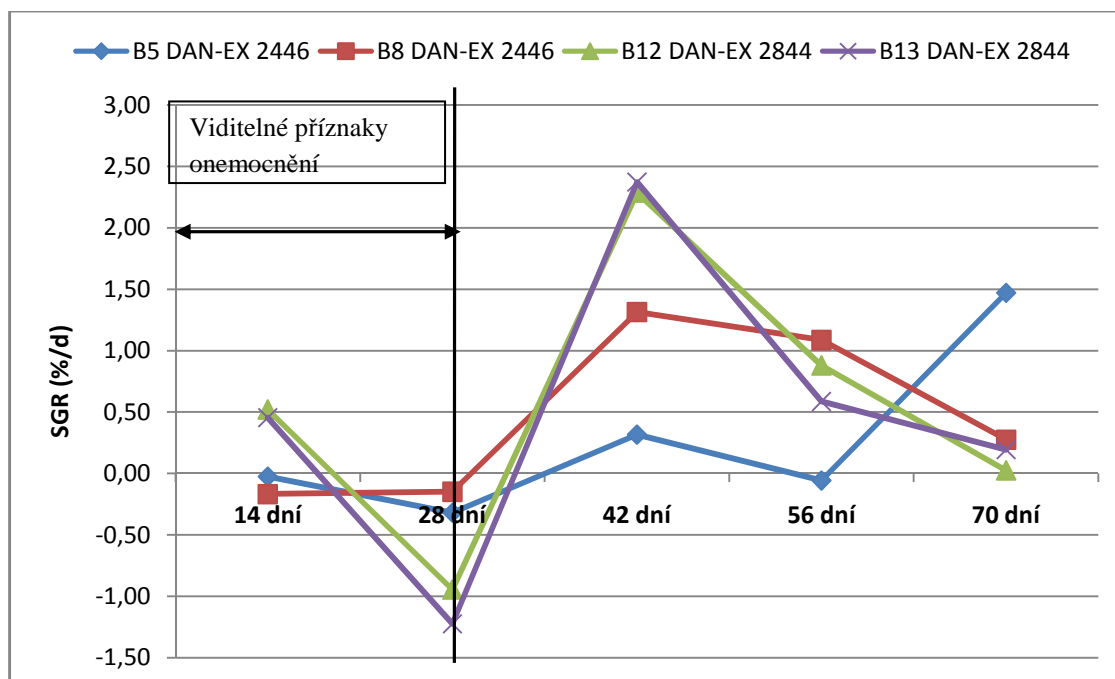
Celková hodnota SGR zde činila 0,53%/d a průměrná 0,55±1,06%/d. V nádrži B13 byla výše SGR 0,43%/d. Průměrná hodnota SGR v této nádrži dosáhla 0,48±1,15%/d. Celkové a průměrné hodnoty SGR jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 10: Hodnoty SGR (%/d) za jednotlivá kontrolní období

	14 dní	28 dní	42 dní	56 dní	70 dní
B5 DAN-EX 2446	-0,02	-0,32	0,32	-0,06	1,47
B8 DAN-EX 2446	-0,17	-0,15	1,31	1,09	0,28
B12 DAN-EX 2844	0,52	-0,94	2,29	0,88	0,03
B13 DAN-EX 2844	0,45	-1,22	2,37	0,59	0,19

Tabulka 11: Hodnoty celkového a průměrného koeficientu SGR (%/d) v jednotlivých nádržích

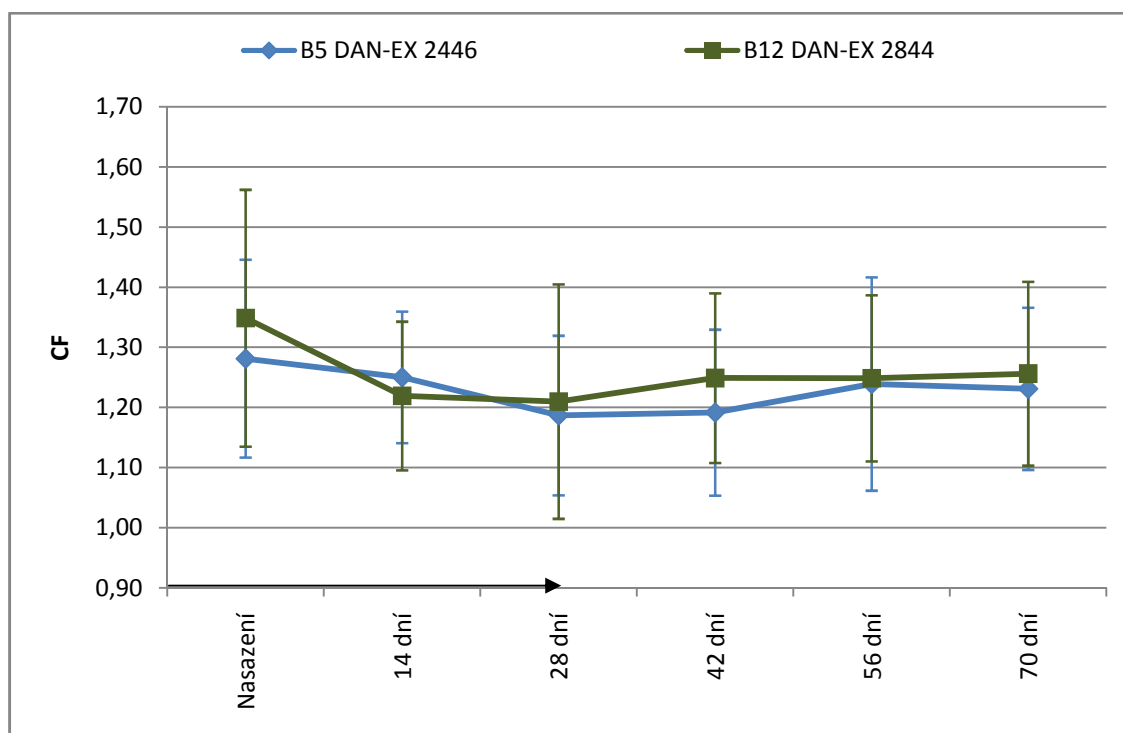
	B5 DAN-EX 2446	B8 DAN-EX 2446	B12 DAN-EX 2844	B13 DAN-EX 2844
SGR celkový	0,24	0,44	0,53	0,43
SGR průměrný	0,28±0,63	0,47±0,62	0,55±1,06	0,48 ±1,15



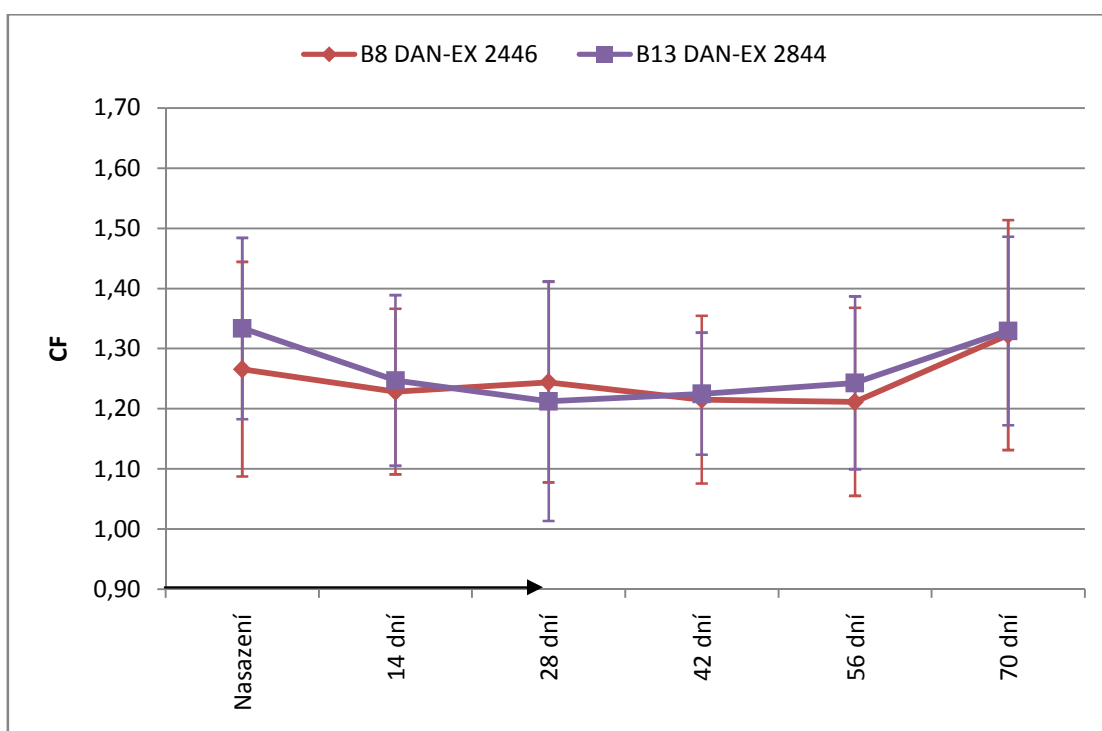
Graf 9: Průběh koeficientu SGR v době viditelného ektoparazitárního onemocnění *Ichthyophthirius multifiliis* a v době po odeznění klinických příznaků (na těle sivenů se nevyskytovaly žádné bílé tečky)

4.2.3. KOEFICIENT VYŽIVENOSTI (CF)

Období od nasazení ryb do nádrží do 28. dne trvání pokusu byl zaznamenán pokles koeficientu CF (viz. graf 10 a 11). Za toto období v nádrži B5 došlo poklesu hodnoty CF z $1,28 \pm 0,16$ na $1,19 \pm 0,13$. V nádrži B8 byl zaznamenán pokles koeficientu vyživenosti z $1,27 \pm 0,18$ na $1,24 \pm 0,17$. V nádrži B12 měl počáteční koeficient vyživenosti hodnotu $1,35 \pm 0,21$. Po 28 dnech odchovu klesla tato hodnota na $1,21 \pm 0,19$. V nádrži B13 bylo zaznamenáno snížení hodnoty CF z $1,33 \pm 0,15$ na $1,21 \pm 0,20$. K postupnému zvyšování CF došlo ve 42 dnech trvání pokusu, kdy již nebyly viditelné žádné známky ichtyoftiriózy. A to především v nádržích B8 a B13. V nádržích B5 a B12 byl v koeficientu CF zaznamenán spíše stagnační vývoj. Hodnota CF byla na konci pokusu v nádrži B5 $1,23 \pm 0,13$. V nádrži B8 došlo ke zvýšení koeficientu vyživenosti na $1,32 \pm 0,19$. Konečná hodnota CF v nádrži B12 činila $1,26 \pm 0,15$. V nádrži B13 byla na konci pokusu zaznamenána hodnota CF $1,33 \pm 0,16$. Hodnoty koeficientu CF v jednotlivých kontrolních obdobích, jsou uvedeny v tabulce 12.



Graf 10: Průběh hodnot koeficientu CF v době viditelného ektoparazitárního onemocnění *Ichthyophthirius multifiliis* (→) a v době po odeznění klinických příznaků (na těle sivenů se nevyskytovaly žádné bílé tečky). Nádrže B5 a B12.



Graf 11: Průběh hodnot koeficientu CF v době viditelného ektoparazitárního onemocnění *Ichthyophthirius multifiliis* (→) a v době po odeznění klinických příznaků (na těle sivenů se nevyskytovaly žádné bílé tečky). Nádrže B8 a B13.

Tabulka 12. Hodnoty koeficientu CF v průběhu celého pokusu

Nádrž	Nasazení	14 dní	28 dní	42 dní	56 dní	70 dní
B5 DAN-EX 2446	1,28±0,16	1,25±0,11	1,19±0,13	1,19±0,14	1,24±0,18	1,23±0,13
B8 DAN-EX 2446	1,27±0,18	1,23±0,14	1,24±0,17	1,22±0,14	1,21±0,16	1,32±0,19
B12 DAN-EX 2844	1,35±0,21	1,22±0,12	1,21±0,19	1,25±0,14	1,25±0,14	1,26±0,15
B13 DAN-EX 2844	1,33±0,15	1,25±0,14	1,21±0,20	1,23±0,10	1,24±0,14	1,33±0,16

Průměrné hodnoty koeficientu vyživenosti za celý pokus se v nádržích téměř nelišily. V nádrži B5 činila průměrná hodnota koeficientu CF $1,23 \pm 0,03$. U nádrže B8 dosáhla výše CF $1,25 \pm 0,04$. V nádrži B12 byl koeficient CF ve výši $1,26 \pm 0,04$, jako v nádrži B5. V nádrži B13 byla zaznamenána hodnota CF $1,27 \pm 0,05$. Průměrné hodnoty koeficientu vyživenosti za celý pokus jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13. Hodnoty průměrného koeficientu CF v jednotlivých nádržích

	B5 DAN-EX 2446	B8 DAN-EX 2446	B12 DAN-EX 2844	B13 DAN-EX 2844
CF průměrný	$1,23 \pm 0,03$	$1,25 \pm 0,04$	$1,26 \pm 0,04$	$1,27 \pm 0,05$

4.2.4. MORTALITA

Úhyn ryb byl zaznamenán ve všech nádržích pouze v prvních 28 dnech pokusu. V nádrži B5 v tomto období uhynulo 10 ks ryb, což činilo 4% mortality z celkového počtu kusů v obsádce. Úhyn v nádrži B8 dosáhl výše 7 ks (2,8%). V nádrži B12 byla mortalita 2% při úhynu 5 ks. Mortalita v nádrži B13 dosáhla při úhynu 9 ks výše 3,6%. Od 28. dne pokusu až do jeho konce nebyl ani v jedné nádrži zaznamenán žádný úhyn.



Obrázek 12: Půlroček sivena arktického napadený kožovcem (bílá „krupička“) na začátku krmného pokusu

4.2.5. PRŮMĚRNÉ KUSOVÉ HMOTNOSTI NA ZAČÁTKU A NA KONCI POKUSU

Na hladině významnosti $\alpha=0,05$ nebyl prokázán signifikantní rozdíl ($p=0,339$) v počátečních průměrných kusových hmotnostech v jednotlivých nádržích (viz. tabulka 14).

Na konci pokusu nebyl na hladině významnosti $\alpha=0,05$ prokázán rozdíl ($p=0,696$) v průměrných kusových hmotnostech půlročků v závislosti na použitých krmivech. V nádrži B5 dosáhla průměrná kusová hmotnost na konci pokusu $11,5\pm 7,6$ g a v nádrži B8 $10,6\pm 6,8$ g. Konečná průměrná kusová hmotnost v nádrži B12 dosáhla výše $9,53\pm 5,1$ g a v nádrži B13 $10\pm 6,8$ g (viz. tabulka 14).

Tabulka 14: Průměrné kusové hmotnosti na začátku a na konci pokusu v jednotlivých nádržích

Nádrž	B5 DAN-EX 2446	B8 DAN-EX 2446	B12 DAN-EX 2844	B13 DAN-EX 2844
Počáteční	$8,4\pm 4,8^a$	$7,6\pm 3,5^a$	$6,5\pm 3,3^a$	$7,1\pm 3,0^a$
Konečné	$11,5\pm 7,6^a$	$10,6\pm 6,8^a$	$9,53\pm 5,1^a$	$10\pm 6,8^a$

4.3. POKUS Č. 3 - ODCHOV JEDNOLETÉ NÁSADY DO TRŽNÍ VELIKOSTI

4.3.1. PŘÍRŮSTKY, SPOTŘEBA KRMIVA A FCR

Nejvyšší přírůstek byl dosažen v oddílu H4 a činil 6,7 kg. V ostatních oddílech H1, H2 a H3 dosáhl přírůstek téměř shodných hodnot. Přírůstek hmotnosti obsádky v oddílu H1 dosáhl 6,1 kg. V oddílu H2 činila hodnota přírůstku 6 kg. U oddílu H3 bylo dosaženo hodnoty přírůstku 6,2 kg. Spotřeba krmiva byla nejvyšší (8,43 kg) u oddílu H2. V ostatních oddílech se spotřeba krmiva příliš nelišila. U ryb v oddílu H1 bylo spotřebováno 7,74 kg krmiva. Hmotnost zkrmeného krmiva dosáhla výše 7,91 kg u ryb v oddílu H3 a 7,8 kg u ryb v oddílu H4. Hodnoty dosažených přírůstků a spotřeb krmiva jsou v tabulce 15.

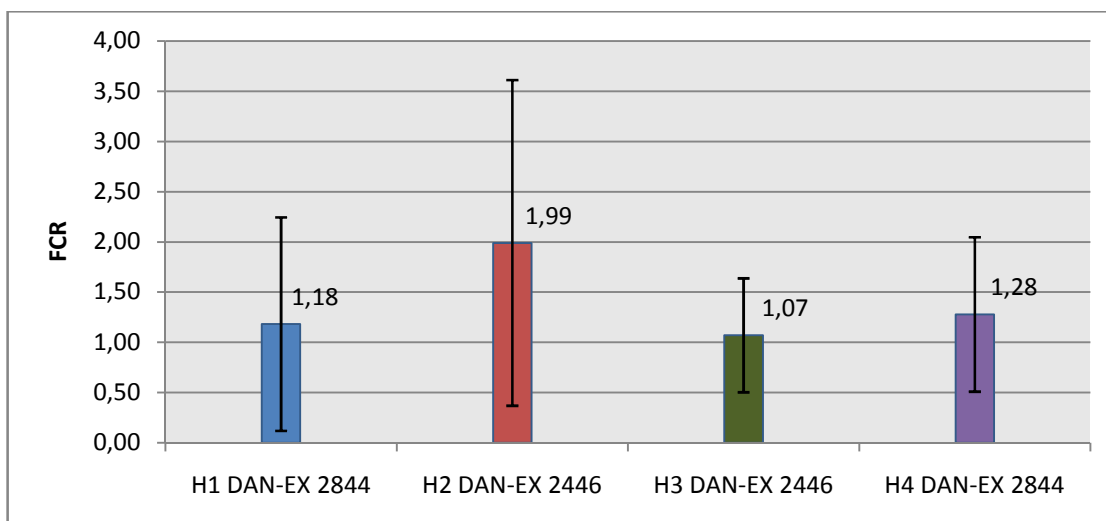
Celkový koeficient FCR (1,16) byl nejnižší v oddílu H4 u krmiva DAN-EX 2844. Nejvyšší hodnota (1,41) celkového koeficientu FCR byla zaznamenána v oddílu H2 u krmiva DAN-EX 2446. Celkový krmný koeficient se u oddílů H1 (1,27) a H3 (1,28) téměř nelišil. Nejvyšší hodnota $1,99 \pm 1,99$ průměrného koeficientu FCR byla zaznamenána rovněž u oddílu H2. Naopak nejnižšího průměrného krmného koeficientu $1,07 \pm 0,57$ bylo dosaženo v oddílu H3 u krmiva DAN-EX 2446. U oddílu H1 činila hodnota průměrného FCR $1,18 \pm 1,06$. U oddílu H4 byla tato hodnota $1,28 \pm 0,77$. Hodnoty FCR za jednotlivá kontrolní období jsou uvedeny v tabulce 14. Hodnoty průměrných a celkových koeficientů FCR jsou uvedeny v tabulce 15 a grafu 12.

Tabulka 14: Hodnoty koeficientů FCR v jednotlivých oddílech (-) krmivo bylo přijímáno, ale nebylo dosaženo žádného přírůstku)

	25.10.2008	8.11.2008	22.11.2008	6.12.2008	20.12.2008	10.1.2009	24.1.2009	7.2.2009
H1	0,91	0,60	3,76	(-)	0,66	0,65	0,66	1,02
H2	0,71	0,84	3,89	4,98	1,14	1,85	(-)	0,53
H3	2,04	1,13	1,77	(-)	0,53	0,56	0,59	0,88
H4	0,66	2,40	1,00	2,77	0,97	0,69	0,77	0,95

Tabulka 15: Hodnoty přírůstků, spotřeby krmiv a celkových hodnot FCR na konci pokusu

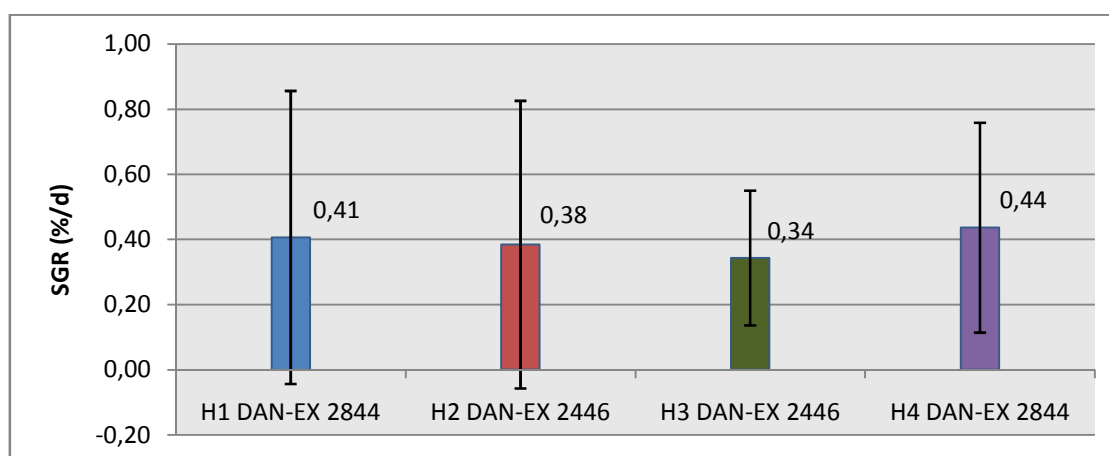
	H1 DAN-EX 2844	H2 DAN-EX 2446	H3 DAN-EX 2446	H4 DAN-EX 2844
Přírůstek (kg)	6,1	6	6,2	6,7
Sp. krmiva (kg)	7,74	8,43	7,91	7,8
FCR celkový	1,27	1,41	1,28	1,16
FCR průměrný	$1,18 \pm 1,06$	$1,99 \pm 1,62$	$1,07 \pm 0,57$	$1,28 \pm 0,77$



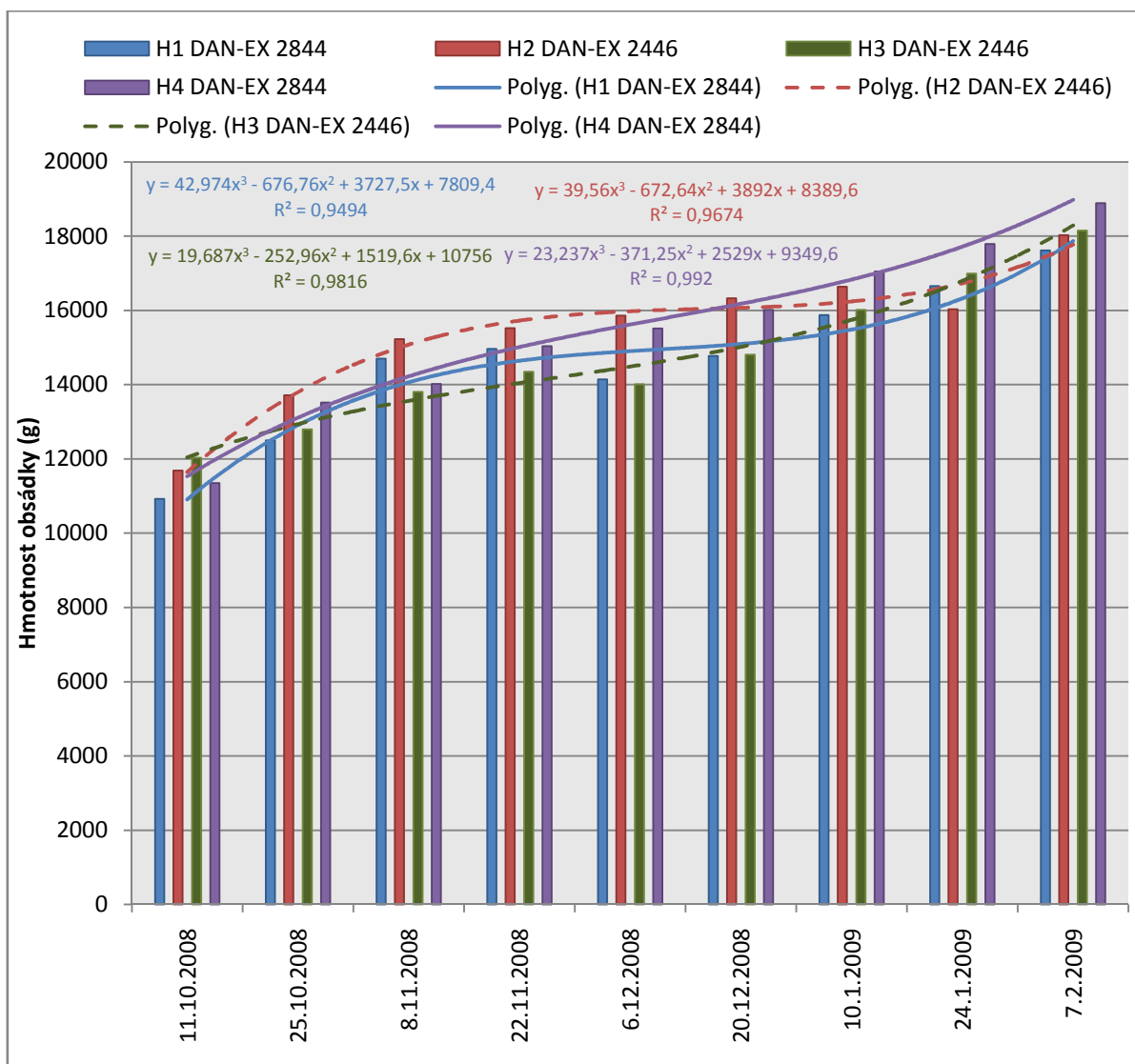
Graf 12: Průměrné hodnoty FCR ve všech oddílech

4.3.2. RŮST A SPECIFICKÁ RYCHLOST RŮSTU

Z grafu 14 vyplývá, že růst byl stálý u všech skupin od započetí pokusu do data 8. 11. 2008. Stagnace růstu nastala po 8. 11. 2008 a pokračovala až do 10. 1. 2009, kdy byl znovu zaznamenán nárůst rychlosti růstu. Oproti ostatním oddílům H1, H2 a H3 došlo k nejnižšímu zpomalení růstu u oddílu H4. U oddílu H4 byla rovněž zaznamenána nejvyšší průměrná hodnota koeficientu SGR $0,44 \pm 0,32\%/d$. Průměrný koeficient SGR $0,34 \pm 0,21\%/d$ byl nejnižší v oddílu H3. V oddílu H2 dosáhla průměrná hodnota SGR $0,38 \pm 0,44\%/d$ a u skupiny H1 to bylo $0,41 \pm 0,45\%/d$ (viz. graf 13 a tabulka 17). Celková specifická rychlost růstu byla nejvyšší ($0,39\%/d$) rovněž u ryb v oddílu H4. Shodný celkový koeficient SGR ($0,36\%/d$) byl zaznamenán v oddílech H1 a H3. V oddílu H2 hodnota celkové SGR dosáhla $0,35\%/d$ (viz. tabulka 17).



Graf 13: Průměrné hodnoty SGR ve všech oddílech



Graf 14: Vývin hmotnosti obsádky u jednotlivých oddílů v průběhu pokusu

Tabulka 16: Hodnoty SGR (%/d) v oddělech za jednotlivá kontrolní období

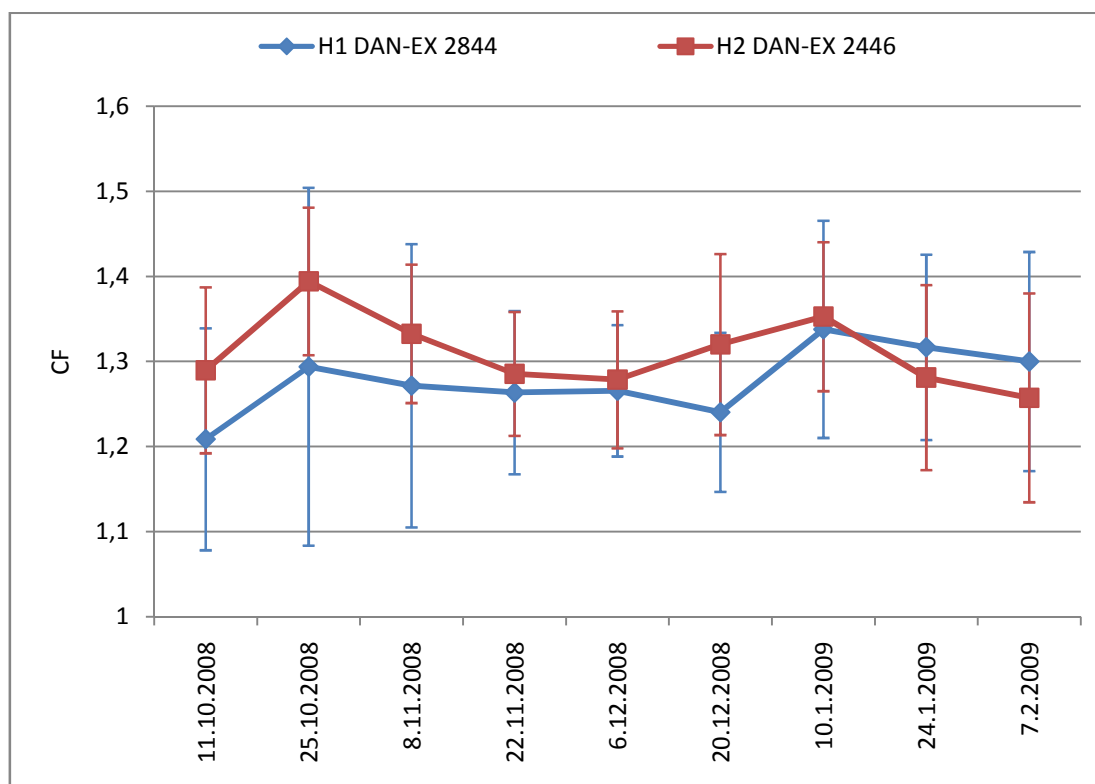
	25.10.2008	8.11.2008	22.11.2008	6.12.2008	20.12.2008	10.1.2009	24.1.2009	7.2.2009
H1	0,96	1,16	0,14	-0,40	0,31	0,34	0,34	0,40
H2	1,15	0,74	0,14	0,15	0,21	0,11	-0,27	0,84
H3	0,44	0,54	0,28	-0,17	0,39	0,37	0,42	0,47
H4	1,25	0,26	0,50	0,22	0,22	0,30	0,30	0,43

Tabulka 17: Celkové a průměrné hodnoty SGR (%/d)

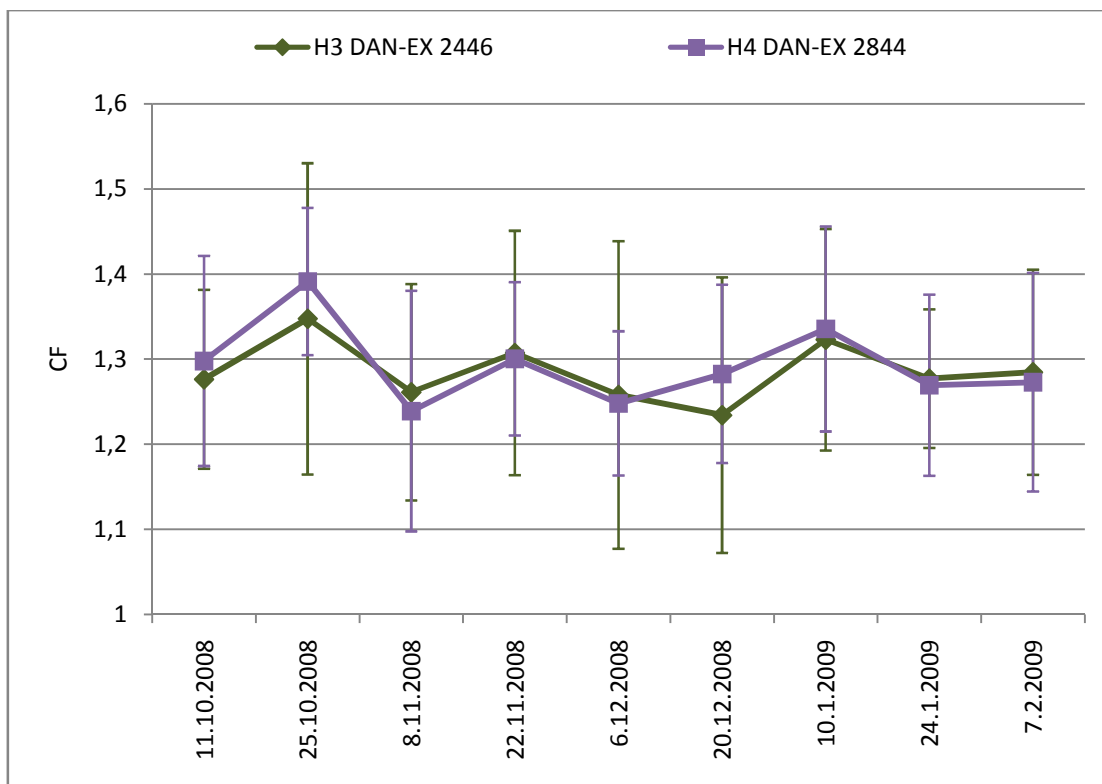
	H1 DAN-EX 2844	H2 DAN-EX 2446	H3 DAN-EX 2446	H4 DAN-EX 2844
SGR celková	0,36	0,35	0,36	0,39
SGR průměrná	0,41±0,45	0,38±0,44	0,34±0,21	0,44±0,32

4.3.3. KOEFICIENT VYŽIVENOSTI (CF)

Vývoj křivek koeficientu vyživenosti přibližně koresponduje s vývojem zvyšování se hmotnosti obsádky v grafu 14. Od začátku pokusu 11. 10. 2008 do 25. 10. 2008 došlo ke zvýšení hodnot CF u všech oddílů. 8. 11. 2008 byl zaznamenán pokles hodnot CF ryb ve všech oddílech, který trval až do 6.12.2008, kdy byly hodnoty CF v průběhu celého pokusu nejnižší (viz. tabulka 18). Od tohoto data docházelo ke zvyšování CF až do 10. 1. 2009. 24. 1. 2009 byl zaznamenán další pokles hodnot koeficientu vyživenosti u všech oddílů. Vyšších hodnot CF na konci pokusu než na začátku bylo dosaženo pouze v oddílu H1, kde na začátku tato hodnota činila $1,21 \pm 0,13$ a na konci $1,30 \pm 0,13$. V oddílu H2 byla hodnota CF na začátku $1,29 \pm 0,10$ oproti konečné hodnotě $1,26 \pm 0,12$. U ryb v oddílu H3 byly hodnoty CF na začátku $1,28 \pm 0,11$ a na konci $1,28 \pm 0,12$ vyrovnané. V oddílu H4 činila konečná hodnota CF $1,27 \pm 0,13$ oproti hodnotě počáteční $1,30 \pm 0,12$. Průměrná hodnota koeficientu vyživenosti za celý pokus se téměř nelišila. V oddílu H1 dosáhla hodnoty $1,28 \pm 0,04$. V oddílu H2 činila hodnota CF $(1,31 \pm 0,04)$. Shodných hodnot koeficientu CF bylo dosaženo v nádržích H3 a H4 (viz. tabulka 19). Průběh koeficientu CF v délce trvání pokusu je znázorněn v grafech 15 a 16. Hodnoty koeficientu CF v jednotlivých kontrolních obdobích jsou uvedeny v tabulce 18.



Graf 15: Vývoj koeficientu vyživenosti (CF) v průběhu celého pokusu v oddílech H1 a H2



Graf 16: Vývoj koeficientu vyživenosti (CF) v průběhu celého pokusu v oddílech H3 a H4

Tabulka 18: Hodnoty koeficientu vyživenosti CF v průběhu celého pokusu

	11.10.	25.10.	8.11.	22.11.	6.12.	20.12.	10.1.	24.1.	7.2.
H1	1,21±0,13	1,29±0,21	1,27±0,17	1,26±0,10	1,27±0,08	1,24±0,09	1,34±0,13	1,32±0,11	1,30±0,13
H2	1,29±0,10	1,39±0,09	1,33±0,08	1,29±0,07	1,28±0,08	1,32±0,11	1,35±0,09	1,28±0,11	1,26±0,12
H3	1,28±0,11	1,35±0,18	1,26±0,13	1,31±0,14	1,26±0,18	1,23±0,16	1,32±0,13	1,28±0,08	1,28±0,12
H4	1,30±0,12	1,39±0,09	1,24±0,14	1,30±0,09	1,25±0,08	1,28±0,10	1,34±0,12	1,27±0,11	1,27±0,13

Tabulka 19: Průměrné koeficienty vyživenosti dosažené v průběhu celého pokusu

	H1 DAN-EX 2844	H2 DAN-EX 2446	H3 DAN-EX2446	H4 DAN-EX 2844
CF průměrný	1,28±0,04	1,31±0,04	1,29±0,04	1,29±0,04

4.3.4. POČÁTEČNÍ A KONEČNÉ PRŮMĚRNÉ KUSOVÉ HMOTNOSTI

Na základě analýzy rozptylů byla na hladině významnosti $\alpha=0,05$ přijmata nulová hypotéza H_0 , že není signifikantní rozdíl v průměrných kusových hmotnostech obsádek na začátku pokusu ($p = 0,830$) (viz. tabulka 20).

Průměrná kusová hmotnost na konci pokusu činila v oddílu H1 $160,2\pm 95$ g a v oddílu H2 $165,4\pm 78,7$ g. V oddílu H3 se konečná průměrná kusová hmotnost rovnala $163,5\pm 75,3$ g a v oddílu H4 dosáhla výše $170,2\pm 87,1$ g. Na hladině významnosti $\alpha=0,05$ nebyl na konci pokusu signifikantní rozdíl ($p=0,940$) v průměrných kusových hmotnostech (viz. tabulka 20).

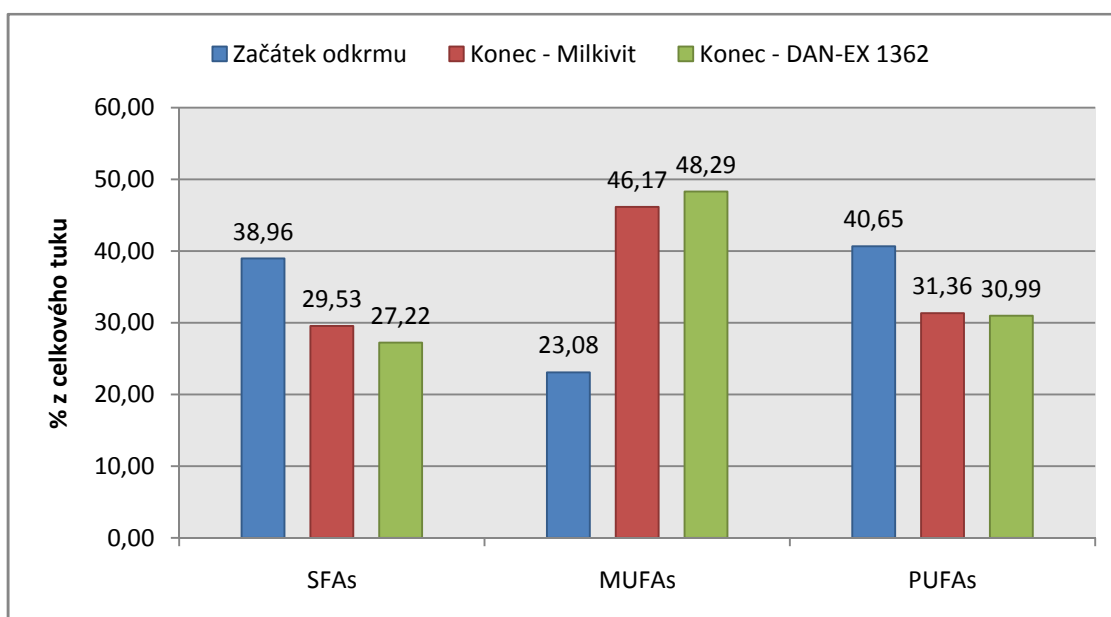
Tabulka 20: Průměrné kusové hmotnosti na začátku a na konci pokusu v závislosti na použitém krmivu

	H1 DAN-EX 2844	H2 DAN-EX 2446	H3 DAN-EX 2446	H4 DAN-EX 2844
Počáteční (g)	$98,4\pm 51,4^a$	$106,2\pm 44,3^a$	$108,4\pm 60,7^a$	$102,2\pm 58,6^a$
Konečné (g)	$160,2\pm 95^a$	$165,4\pm 78,7^a$	$163,5\pm 75,3^a$	$170,2\pm 87,1^a$

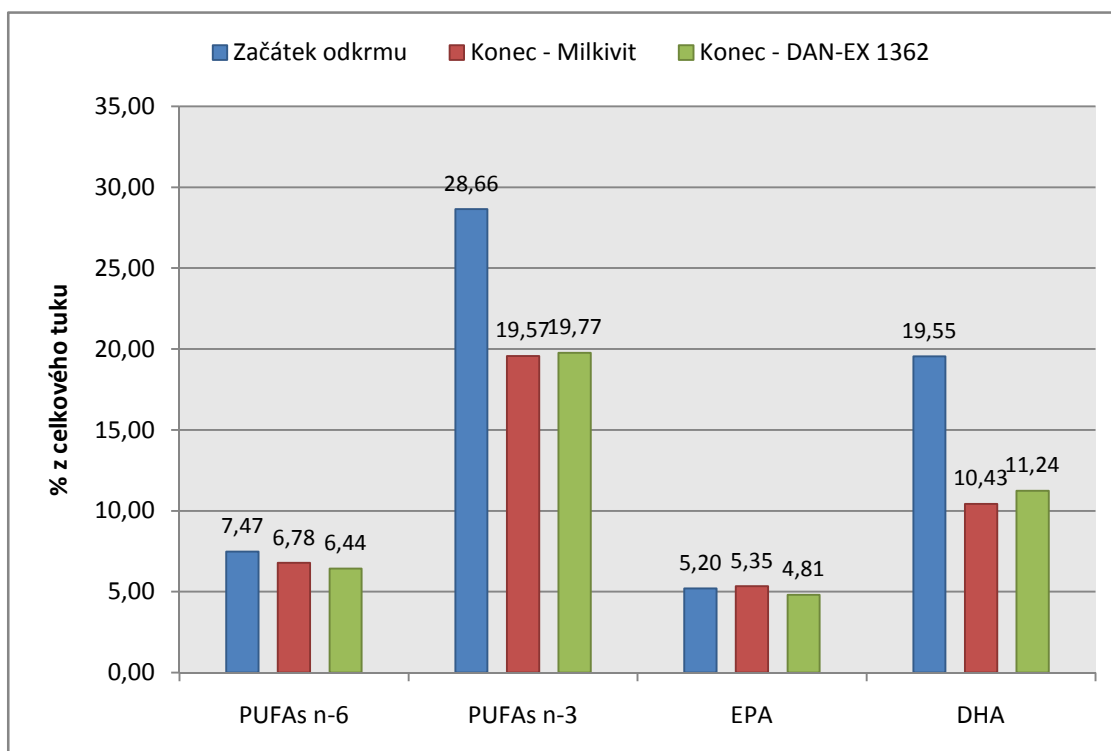
4.4. ROZBOR MASTNÝCH KYSELIN V TĚLE PLŮDKU

4.4.1. SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN V CELKOVÉM TUKU PLŮDKU NA ZAČÁTKU A NA KONCI ODKRMU

Složení tuku v rybím těle podléhá změnám v závislosti na věku, přijímaném krmivu, prostředí a zdravotním stavu. Z výsledků plyne, že plůdek o stáří 21 dnů po rozkrmení měl v celkovém tuku mnohem vyšší podíl (40%) nasycených mastných kyselin (SFAs – *Saturated Fatty Acids*), než plůdek na konci pokusu po 63 dnech (viz. graf 16). Pokles podílu SFAs činil 10%. Dvounásobný nárůst z 20 na 40% byl zaznamenán u mononenasycených mastných kyselin (MUFAs - *Monounsaturated Fatty Acids*) (viz. graf 16). Markantní bylo především zvýšení podílu u kyselin palmitolejové (C16:1), olejové (C18:1n9), eikosanové C20:1n9 a C22:1n11 (viz. tabulka 21). Pokles obsahu polynenasycených mastných kyselin (PUFAs – *Polyunsaturated Fatty Acids*) (viz. graf 16) byl zaznamenán u obou skupin, což bylo způsobeno především poklesem kyselin řady n-3, konkrétně C22:6n-3 dokosaheptaenové (DHA) přibližně o 8 - 9% a kyseliny C22:5n3 o 1% (viz. graf 17 a tabulka 21). Nárůst o 1% u mastných kyselin řady n-3 byl zaznamenán u obou skupin plůdku u kyseliny C18:4n3. Hodnoty PUFAs řady n – 6 klesly přibližně o 0,7 až 1,1%. Zatímco došlo ke zvýšení podílu kyseliny linolové (C18:2n6) z 2% na 5,2 – 5,5%, snížily se hodnoty u kyseliny arachidonové (C20:4n6) o 4% v obou skupinách ryb (viz. graf 17 a tabulka 21).



Graf 16: Složení mastných kyselin v těle plůdku na začátku a na konci odkrmu

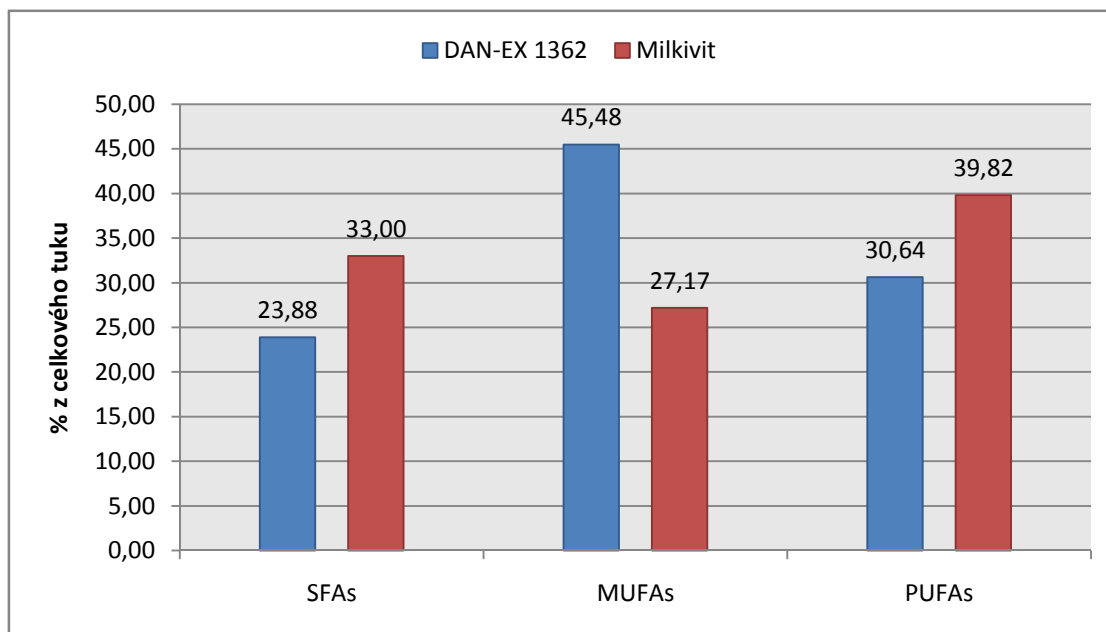


Graf 17: Složení PUFAs v těle plůdku na začátku a na konci odkrmu

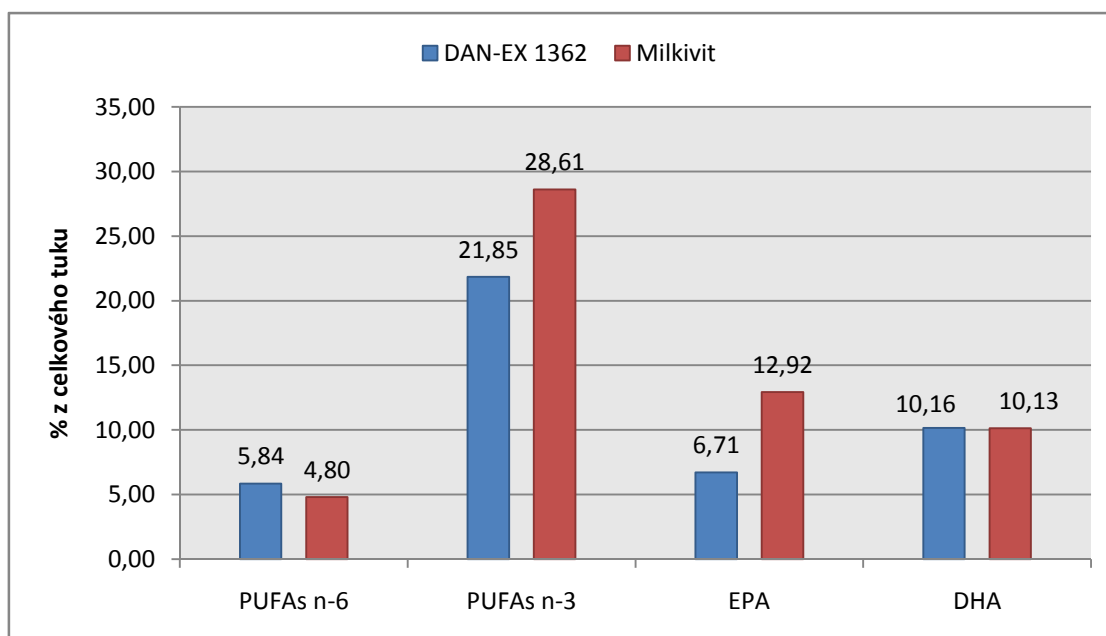
4.4.2. SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN V CELKOVÉM TUKU PLŮDKU A VYBRANÝCH KRMIV

Na konci pokusu byly hodnoty složení mastných kyselin v plůdku podobné hodnotám, které byly naměřeny v krmivu. V obou krmivech byl patrný rozdíl hodnot SFAs přibližně o 9%. Přestože bylo v krmivu DAN-EX 1362 zastoupení SFAs nižší než v krmivu Milkivit, v plůdku se to neprojevilo větším rozdílem. Na konci pokusu činil rozdíl SFAs v těle plůdku přibližně 2%. Vyšší zastoupení SFAs v krmivu Milkivit bylo dáno vyšším obsahem mastných kyselin C14:0, C16:0 a C:018 (viz. tabulka 22). U krmiva DAN-EX 1362 byl naměřen výrazně vyšší podíl MUFAs. Ten u tohoto krmiva činil 45,5% oproti 27,2% u krmiva Milkivit. Podíl MUFAs/SFAs činil v tomto krmivu 1,9 oproti 0,82 u krmiva Milkivit (viz. tabulka 24). Krmivo DAN-EX 1362 rovněž vykazuje daleko nižší poměr PUFAs/MUFAs oproti krmivu Milkivit (viz. tabulka 24). Jmenovitě jsou tyto rozdíly dány výrazně vyšším obsahem kyselin C20:1n11, C22:1n11 a C22:1n9 (viz. tabulka 22). V těle plůdku se však naměřené hodnoty MUFAs na konci pokusu příliš neliší (rozdíl 2%). Vyšší obsah PUFAs (o 9%) byl zaznamenán u krmiva Milkivit. Bylo to dáno vyšším obsahem kyseliny eikosapentaenové (EPA) o 6% a kyselin C22:5n3 a C20:4n6. V těle plůdku je však na konci pokusu jen malý rozdíl (0,5%). Obsah PUFAs se u obou skupin pohybuje okolo 19,6%. Poměr n-6/n-3

masných kyselin byl svou hodnotou 0,27 v krmivu DAN-EX 1362 shodný, jako v těle plůdku na začátku pokusu. U krmiva Milkivit měl tento poměr hodnotu 0,17. Na konci pokusu byl poměr n-6/n-3 u obou skupin plůdku téměř shodný (0,33 a 0,35). Hodnoty složení celkového tuku v krmivech jsou uvedeny v grafech 18, 19 a v tabulce 22.



Graf 18: Složení mastných kyselin v použitých krmivech



Graf 19: Složení PUFAs v použitých krmivech

Tabulka 21: Složení mastných kyselin v plůdku sivena arktického na začátku a na konci pokusu dle dvou různých krmiv v % z celkového tuku

Kyselina	Začátek pokusu	Plůdek – Milkivit	Plůdek – DAN-EX 1362
C14:0	1,41	6,01	5,24
C16:0	26,54	18,33	16,97
C16:1	2,39	6,60	5,98
C18:0	8,97	3,36	3,21
C18:1n9	12,89	16,60	16,62
C18:1n7	4,00	3,75	3,45
C18:2n6	2,05	5,53	5,22
C18:3n3	0,56	0,89	0,85
C18:4n3	0,32	1,20	1,11
C20:1n9	0,72	5,41	6,64
C20:4n6	4,86	0,88	0,86
C20:4n3	0,55	0,55	0,59
C20:5n3	5,20	5,35	4,81
C22:1n11	0,29	5,25	7,45
C22:5n6	0,41	0,15	0,15
C22:5n3	2,48	1,15	1,16
C22:6n3	19,55	10,43	11,24

Tabulka 22: Složení mastných kyselin v krmivech použitých k odkrmu v % z celkového tuku

Kyselina	DAN-EX1362	Milkivit
C14:0	6,09	7,40
C16:0	14,15	18,99
C16:1	6,32	8,42
C18:0	1,79	3,80
C18:1n9	12,81	12,29
C18:1n7	2,52	3,27
C18:2n6	5,27	3,58
C18:3n3	1,26	1,16
C18:4n3	2,14	2,10
C20:1n11	9,07	1,43
C20:4n6	0,43	0,92
C20:4n3	0,59	0,65
C20:5n3	6,71	12,92
C22:1n11	12,01	1,07
C22:1n9	1,26	0,26
C22:5n3	0,99	1,66
C22:6n3	10,16	10,13

Tabulka 23: Poměry jednotlivých mastných kyselin v těle plůdku na začátku a na konci pokusu

	Začátek odkrmu	Konec - Milkivit	Konec - DAN-EX 1362
PUFAs n-6/n-3	0,26	0,35	0,33
MUFAs/SFAs	0,59	1,56	1,77
PUFAs/SFAs	1,04	1,06	1,14
PUFAs/MUFAs	1,76	0,68	0,64

Tabulka 24: Poměry jednotlivých mastných kyselin v použitých krmivech

	DAN-EX 1362	Milkivit
PUFAs n-6/n-3	0,27	0,17
MUFAs/SFAs	1,90	0,82
PUFAs/SFAs	1,28	1,21
PUFAs/MUFAs	0,67	1,47

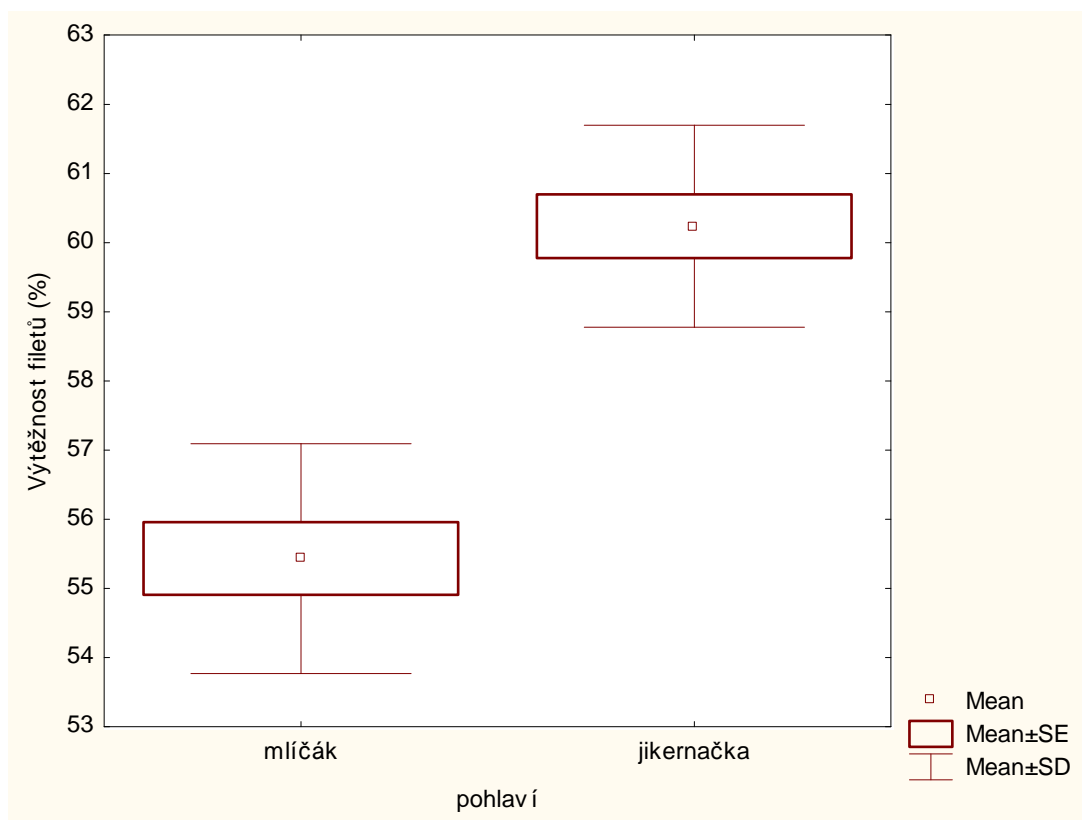
4.5. JATEČNÁ VÝTĚŽNOST

4.5.1. VÝTĚŽNOST JATEČNĚ OPRACOVANÉHO TĚLA (JOT) A FILETŮ

Signifikantní rozdíl vlivu pohlaví na výtěžnost (JOT) nebyl prokázán (viz. tabulka 25). U mlíčáků byla výtěžnost JOT $87,6 \pm 0,99\%$. U jikernaček výtěžnost JOT dosáhla téměř stejné hodnoty $87,62 \pm 1,07\%$. Průkazný rozdíl byl prokázán až u výtěžnosti jednotlivých levých a pravých filetů (viz. tabulka 25). Výtěžnost levého filetu u mlíčáků byla $27,9 \pm 1,06\%$ oproti $30,22 \pm 0,94\%$ u jikernaček. Obdobně tomu bylo u pravých filetů, kdy u mlíčáků bylo dosaženo výtěžnosti $27,56 \pm 0,84\%$. U jikernaček byla výtěžnost pravé filety $29,87 \pm 1,17\%$. Signifikantní rozdíl byl tedy i u výtěžnosti obou filetů (viz. graf 20). Ta u mlíčáků dosáhla hodnoty $55,46 \pm 1,42\%$ oproti $60,09 \pm 1,60\%$ u jikernaček.

Tabulka 25: Výtěžnost JOT, levých a pravých filetů a obou filetů dohromady

	Ø Mlíčáci	Ø Jikernačky	p ($\alpha=0,05$)
Výtěžnost JOT [%]	$87,60 \pm 0,99^a$	$87,62 \pm 1,07^a$	0,474
Výtěžnost LF [%]	$27,90 \pm 1,06^a$	$30,22 \pm 0,94^b$	< 0,001
Výtěžnost PF [%]	$27,56 \pm 0,84^a$	$29,87 \pm 1,17^b$	< 0,001
Výtěžnost filetů [%]	$55,46 \pm 1,42^a$	$60,09 \pm 1,60^b$	< 0,001



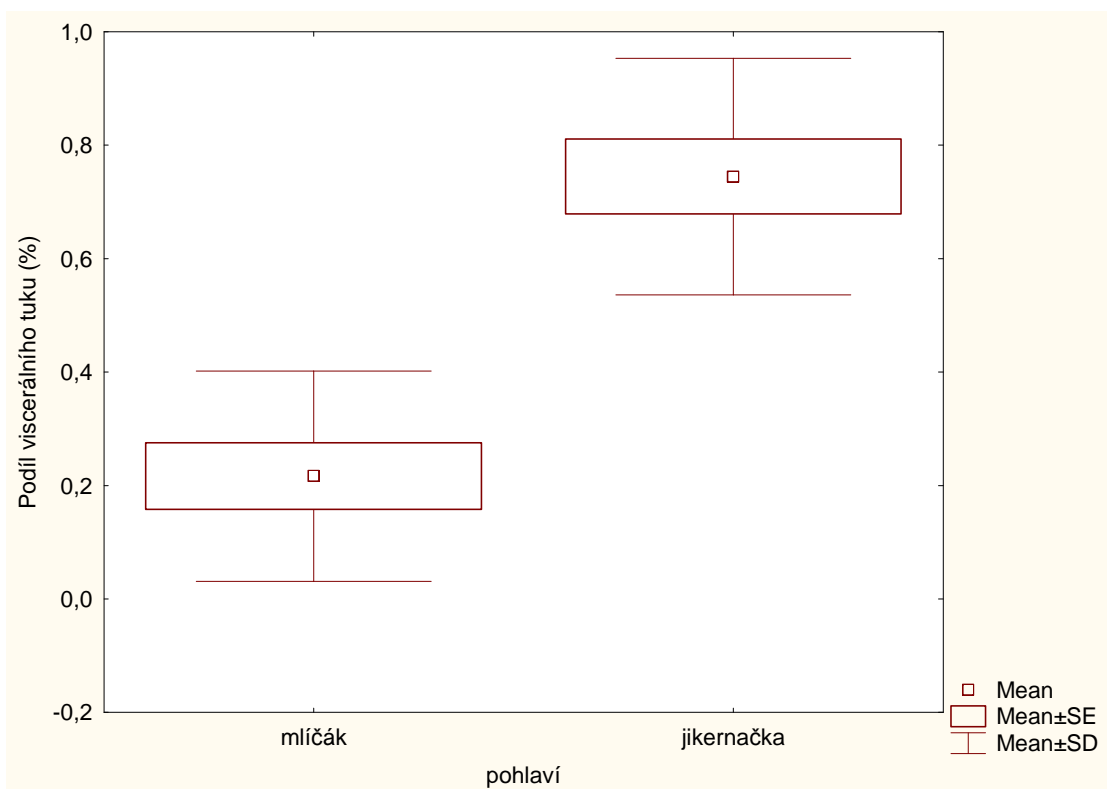
Graf 20: Výtěžnost filetů u mlíčáků a jikernaček

4.5.2. PODÍL VNITŘNOSTÍ A VISCERÁLNÍHO TUKU

Podíl hmotnosti vnitřností s gonádami oproti živé hmotnosti byl u mlíčáků prokazatelně nižší, než u jikernaček (viz. tabulka 26). Hodnota podílu u mlíčáků byla $7,98 \pm 1,04\%$ oproti $9,58 \pm 1,11\%$ u jikernaček. Signifikantní rozdíl mezi mlíčáky a jikernačkami byl prokázán i v podílu viscerálního tuku (viz. tabulka 26 a graf 21). U mlíčáků činila hodnota poměru viscerálního tuku $0,21 \pm 0,17\%$ oproti hodnotě poměru $0,75 \pm 0,27\%$ u jikernaček.

Tabulka 26: Podíl vnitřností s gonádami a podíl viscerálního tuku oproti živé hmotnosti

	Ø Mlíčáci	Ø Jikernačky	p ($\alpha=0,05$)
Vnitřnosti + gonády [%]	$7,98 \pm 1,04^a$	$9,58 \pm 1,11^b$	< 0,001
Podíl visc. tuku [%]	$0,21 \pm 0,17^a$	$0,75 \pm 0,27^b$	< 0,001



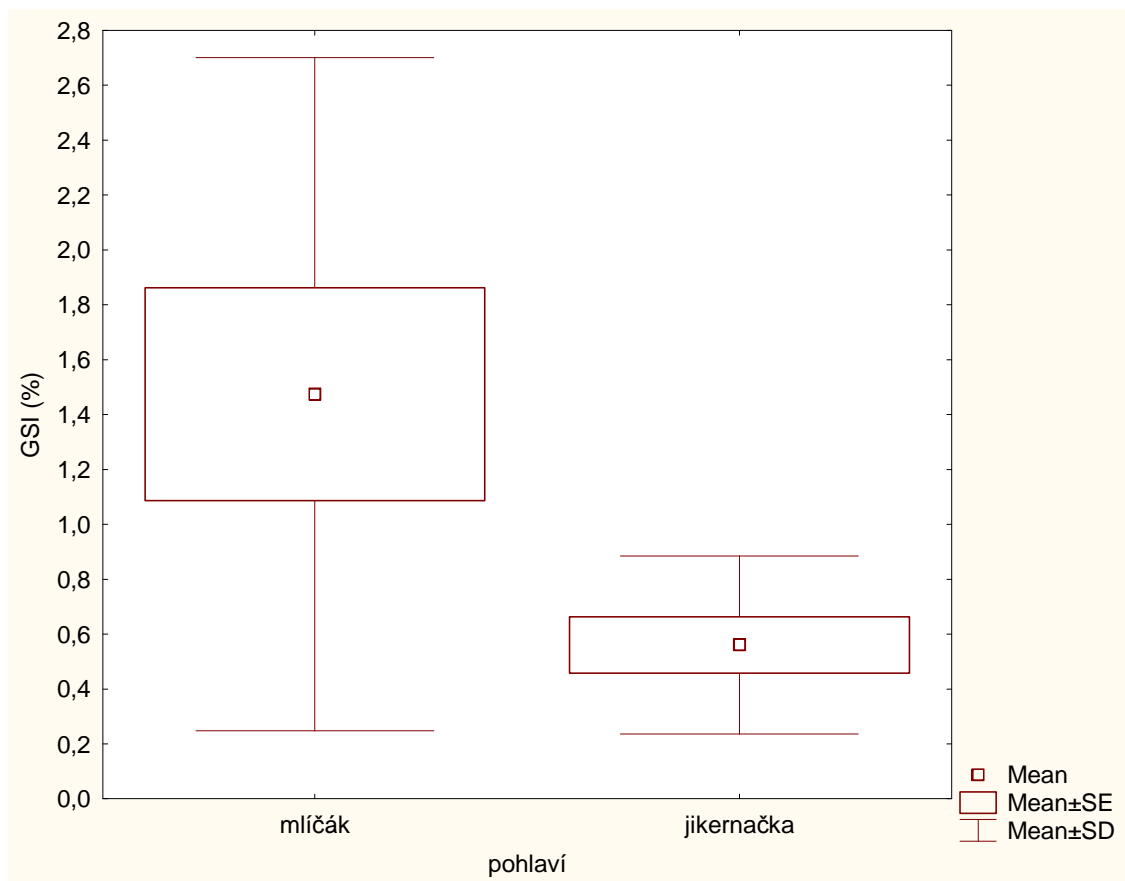
Graf 21: Podíl viscerálního tuku k živé hmotnosti u mlíčáků a jikernaček

4.5.3. GONADOSMATICKÝ INDEX (GSI) A POHLAVNÍ DOSPĚLOST

GSI byl signifikantně vyšší u mlíčáků než u jikernaček (viz. graf 22 a tabulka 27). GSI u mlíčáků dosáhl hodnoty $1,4 \pm 0,96\%$. U jikernaček tato hodnota činila $0,48 \pm 0,32\%$. Z celkového počtu 20 odlovených mlíčáků nebyly gonády vyvinuty pouze u 1 kusu. Spermiace a změna zbarvení do svatebního šatu byla v průběhu odchovu zaznamenána u většiny mlíčáků. Z 20 kusů odlovených jikernaček byly 3 kusy bez vyvinutých gonád. U ostatních jikernaček byly gonády vyvinuty jen nepatrně nebo velmi málo.

Tabulka 27: Gonadosamatický index (GSI) u mlíčáků a jikernaček

	Ø Mlíčáci	Ø Jikernačky	p ($\alpha=0,05$)
GSI [%]	$1,40 \pm 0,96^a$	$0,48 \pm 0,32^b$	< 0,001



Graf 22: Gonadosomatický index (GSI) u mlíčáků a jikernaček.



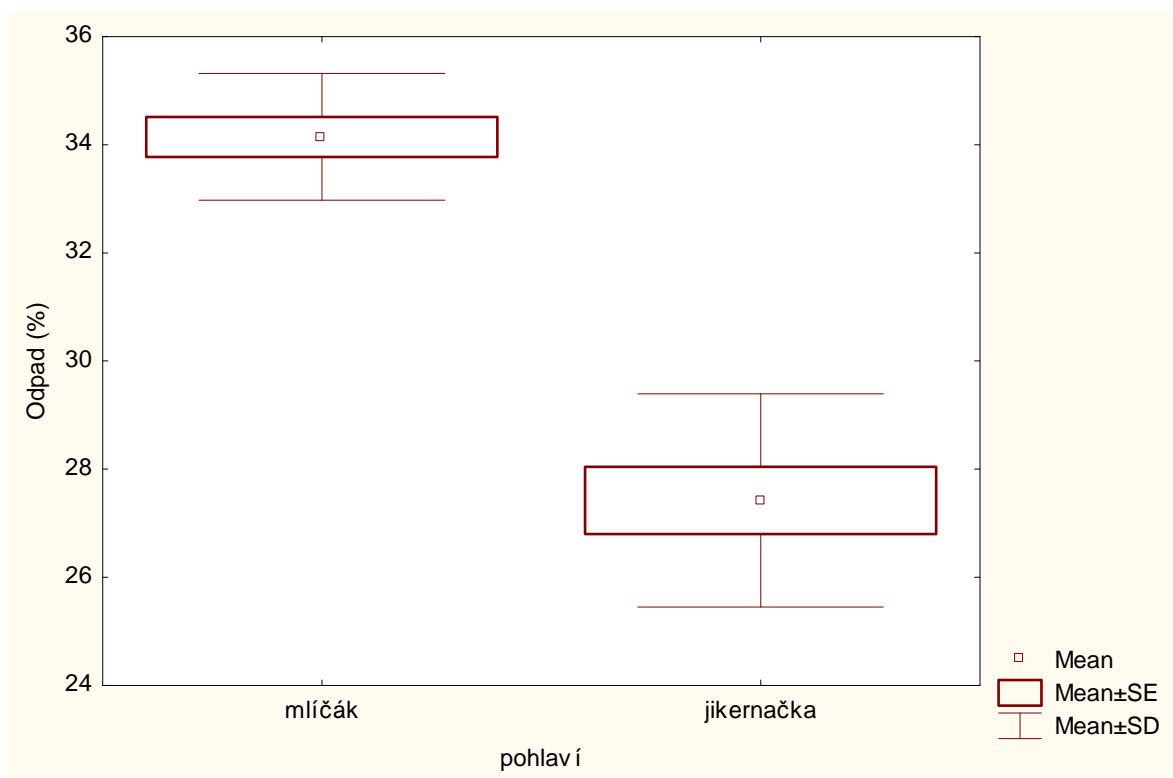
Obrázek 14: Gonády stejně starých mlíčáků a jikernaček

4.5.4. ODPAD A NEKONTROLOVATELNÉ ZTRÁTY

Průkazně vyšší odpad (zbylé části těla) byl zaznamenán u mlíčáků (viz. graf 23 a tabulka 28). Výše odpadu činila u mlíčáků $34 \pm 1,06\%$ oproti $27,89 \pm 1,83\%$ u jikernaček. Nekontrolovatelné ztráty byly u mlíčáků rovněž signifikantně vyšší (viz. tabulka 28). Hodnota těchto ztrát u mlíčáků dosáhla výše $2,31 \pm 0,98\%$. U jikernaček činila $1,69 \pm 1,15\%$.

Tabulka 28: Procentuální podíl odpadu a nekontrolovatelných ztrát vůči živé hmotnosti

	Ø Mlíčáci	Ø Jikernačky	p ($\alpha=0,05$)
Odpad [%]	$34,04 \pm 1,06^a$	$27,89 \pm 1,83^b$	< 0,001
Nekont. ztráty [%]	$2,31 \pm 0,98^a$	$1,69 \pm 1,15^b$	0,036



Graf 23: Výše odpadu u mlíčáků a jikernaček



Obrázek 15: Filety a odpad

4.6. SENZORICKÁ ANALÝZA MASA

4.6.1. POROVNÁNÍ VLIVU POHLAVÍ - 1. OPAKOVÁNÍ

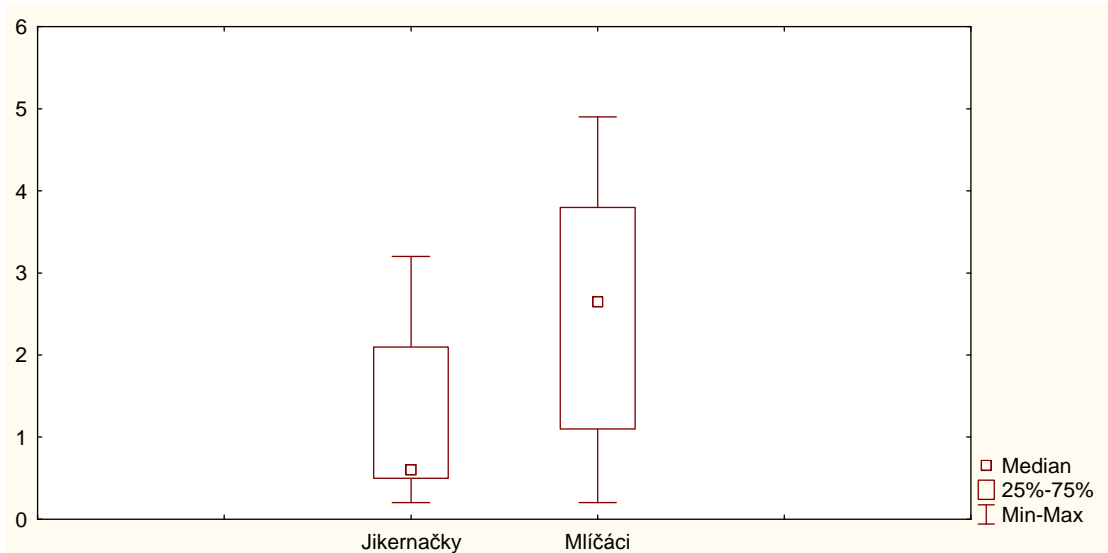
4.6.1.1. VŮNĚ

U obou skupin byla vůně hodnocena spíše jako příjemná a to především u jikernaček. U mlíčáků ve skupině 2446 v jednom případě jako ne moc příjemná, lehce připomínala pach špatně sterilované zeleniny. U skupiny 2446 byla vůně bodově ohodnocena známkou $2,38 \pm 1,57$ u jikernaček a $3,05 \pm 1,69$ u mlíčáků. U skupiny 2844 to bylo podobné. U jikernaček bodové ohodnocení dosáhlo výše $2,48 \pm 1,61$ a u mlíčáků $3,13 \pm 2,18$ (viz. tabulka 29). Na hladině významnosti $\alpha=0,05$ jsme u obou skupin mohli přijmout H_0 , že se jikernačky a mlíčáci vůní neliší.

4.6.1.2. CHUŤ

Chuť byla hodnocena u jikernaček v obou skupinách jako naprosto příjemná, avšak nevýrazná a nepřipomínající chuť ryby. U skupiny 2446 bylo dosaženo bodového ohodnocení $1,42 \pm 0,87$ oproti $1,28 \pm 1,04$ u skupiny 2844. U mlíčáků podle slovních

vyjádření nebyla chuť rybí, spíše ovocná, mdlá a nevýrazná. U skupiny 2446 dosáhli mlíčáci bodového ohodnocení $2,37 \pm 1,54$ a u skupiny 2448 $2,53 \pm 1,54$ (viz tabulka 29). Na hladině významnosti $\alpha=0,05$ byla u skupiny 2844 zamítnuta H_0 a přijata H_A , že mlíčáci jsou chuťově horší (viz. graf 23), než jikernačky ($p=0,005$). U skupiny 2446 nemohla být H_0 zamítnuta.



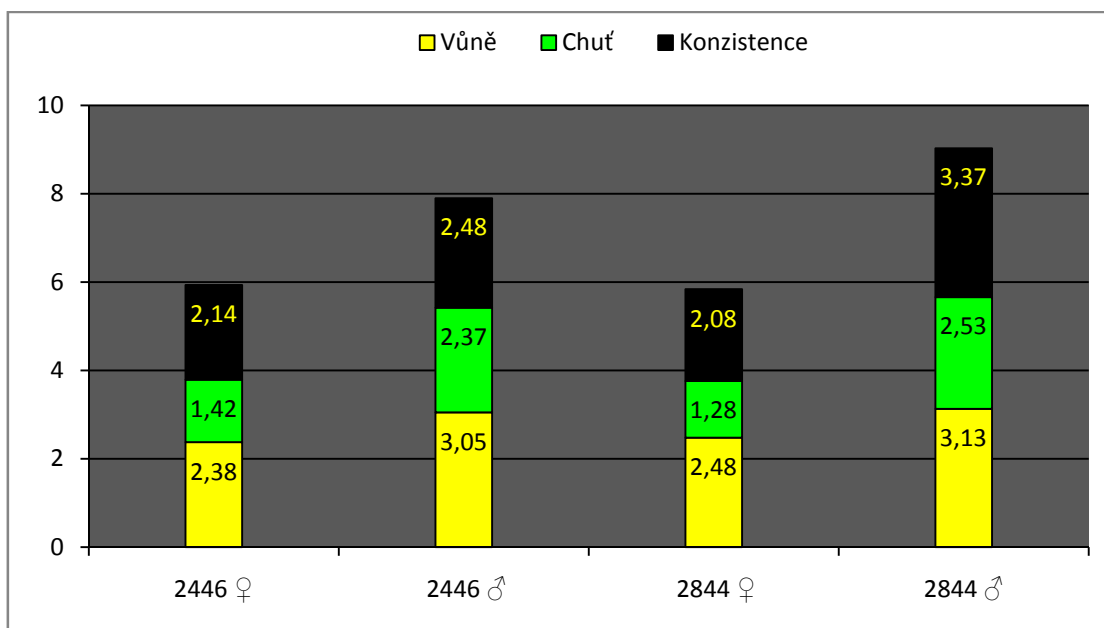
Graf 23: Průkazný rozdíl v chuti mezi jikernačkami a mlíčáky ve skupině 2844 ($\alpha=0,05$; $p=0,0455$)

4.6.1.3. KONZISTENCE

U jikernaček byla konzistence hodnocena jako tuhá u obou skupin. U skupiny 2446 dosáhla bodového ohodnocení $2,14 \pm 1,22$ a u skupiny 2844 $2,08 \pm 1,18$. U mlíčáků dosáhly známky hodnot horších. U skupiny 2446 byla konzistence bodově hodnocena známkou $2,48 \pm 1,53$. Skupina 2844 obdržela známku $3,37 \pm 0,99$ (viz. tabulka 29). Na hladině významnosti $\alpha=0,05$ byla u skupiny 2844 zamítnuta H_0 a přijata H_A , že konzistence masa u mlíčáků je signifikantně méně tužší (viz. graf 24) než u jikernaček ($p=0,028$). U skupiny 2446 H_0 být zmítnuta nemohla.



Graf 24: Průkazný rozdíl v konzistenci mezi jikernačkami a mlíčáky ve skupiny 2844 ($\alpha=0,05$; $p=0,028$)



Graf 25: Průměrných hodnot vůně, chuti a konzistence masa arktických sivenů v 1. kole sensorické analýzy

4.6.2. POROVNÁNÍ VLIVU POHLAVÍ - 2. OPAKOVÁNÍ

4.6.2.1. VŮŇĚ

Vůně byla u jikernaček i mlíčáků obou skupin hodnocena jako spíše příjemná, ale nevýrazná a ne rybí. U mlíčáků byl potom konstatován ovocný nádech. Vůně u jikernaček skupiny 2446 byla bodově ohodnocena známkou $2,62 \pm 1,5$ a ve skupině 2844 známkou $2,33 \pm 1,49$. U mlíčáků vůně dosáhly známek horších, ale na hladině

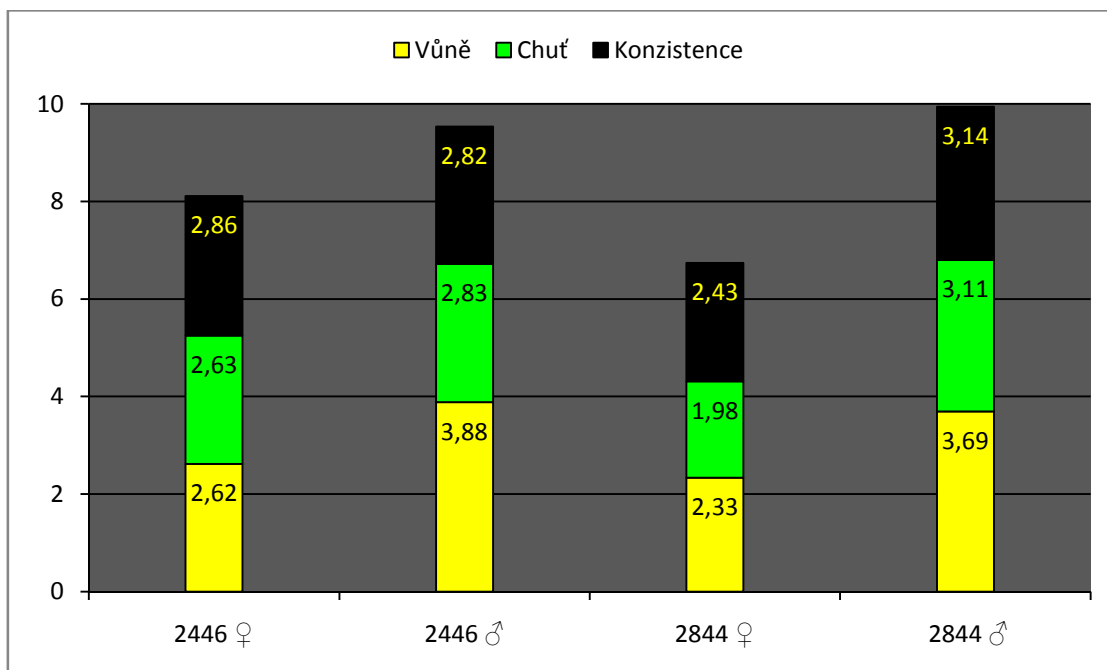
významnosti $\alpha=0,05$ nebyl mezi nimi a jikernačkami prokázán signifikantní rozdíl. Ve skupině 2446 byla výše bodového hodnocení vůně $3,88 \pm 1,87$. Ve skupině 2844 dosáhla vůně hodnoty bodového hodnocení $3,69 \pm 1,9$ (viz. tabulka 29).

4.6.2.2. CHUŤ

Chuť byla stejně jako vůně klasifikována jako výborná, ale nevýrazná s ovocným nádechem a vůbec nepřipomínající rybu. V jednom případě u mlíčáků ohodnocena jako ostrá a odporná. Na hladině významnosti $\alpha=0,05$ byla u obou skupin zamítnuta H_A , která by potvrdila horší chuťové vlastnosti mlíčáků. Bodové hodnocení chuti bylo u jikernaček skupiny 2446 $2,63 \pm 1,88$ a u skupiny 2844 $1,98 \pm 1,68$. Bodové hodnocení u mlíčáků ve skupině 2446 dosáhlo hodnoty $2,83 \pm 1,35$ a ve skupině 2844 bodové hodnoty $3,11 \pm 1,33$ (viz. tabulka 29).

4.6.2.3. KONZISTENCE

Ohodnocení konzistence u jikernaček ve skupině 2446 dosáhlo bodové hodnoty $2,86 \pm 1,66$ a ve skupině 2844 bodové hodnoty $2,43 \pm 1,16$. U mlíčáků ve skupině 2446 byla výše bodové hodnoty konzistence $2,82 \pm 1,04$ oproti $3,14 \pm 1,76$ ve skupině 2844. Signifikantní vliv pohlaví na konzistenci masa nebyl na hladině významnosti $\alpha=0,05$ prokázán u obou skupin (viz. tabulka 29).



Graf 26: Průměrných hodnot vůně, chuti a konzistence masa arktických sivenů v 2. kole senzorní analýzy

Tabulka 29: Průměrné známky senzorycké analýzy v jednotlivých kolech

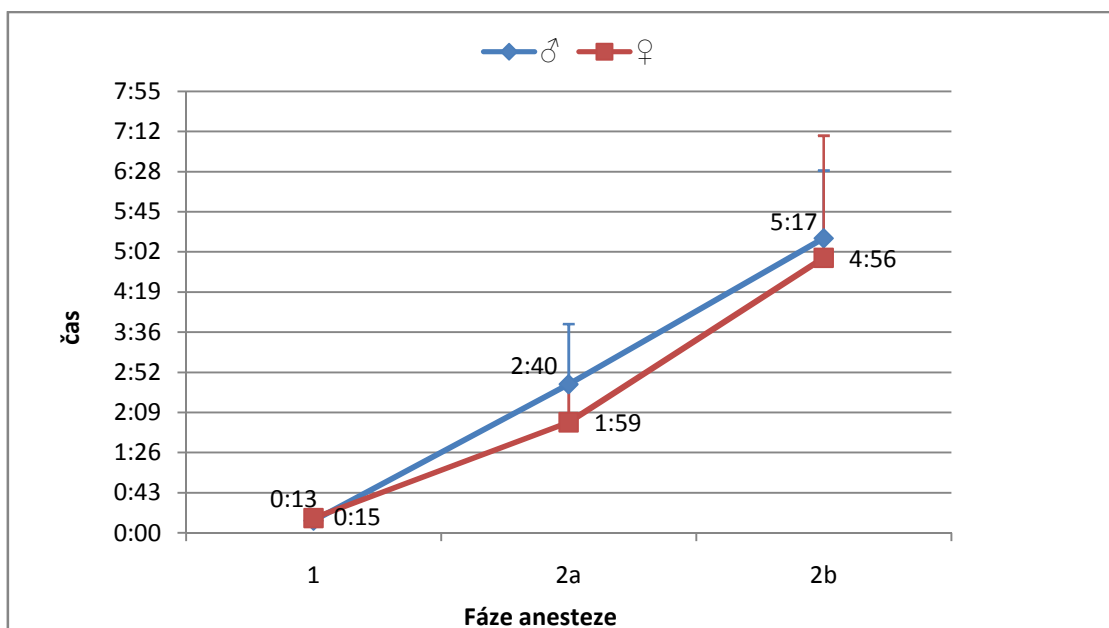
1. kolo						2. kolo - opakování					
2446 ♀			2446 ♂			2446 ♀			2446 ♂		
vůně	chut'	konz.	vůně	chut'	konz.	vůně	chut'	konz.	vůně	chut'	konz.
2,38 ^a	1,42 ^a	2,14 ^a	3,05 ^a	2,37 ^a	2,48 ^a	2,62 ^a	2,63 ^a	2,86 ^a	3,88 ^a	2,83 ^a	2,82 ^a
±1,57	±0,87	±1,22	±1,69	±1,54	±1,53	±1,50	±1,88	±1,66	±1,87	±1,35	±1,04
2844 ♀			2844 ♂			2844 ♀			2844 ♂		
2,48 ^a	1,28 ^a	2,08 ^a	3,13 ^a	2,53 ^b	3,37 ^b	2,33 ^a	1,98 ^a	2,43 ^a	3,69 ^a	3,11 ^a	3,14 ^a
±1,61	±1,04	±1,18	±2,18	±1,54	±0,99	±1,49	±1,68	±1,16	±1,90	±1,33	±1,76

4.6.3. VLIV KRMIV NA SENZORICKÉ VLASTNOSTI MASA

Signifikantní rozdíl krmiv DAN-EX 2446 a DAN-EX 2844 v organoleptických vlastnostech masa arktických sivenů nebyl na hladině významnosti $\alpha=0,05$ u žádné ze skupin jednotlivých kol prokázán, což je znázorňují i grafy 25 a 26.

4.7. TEST SENZITIVITY GENERAČNÍCH RYB NA ANESTEZI HŘEBÍČKOVÝM OLEJEM

U mlíčáků bylo fáze 1 dosaženo za 13 ± 1 vteřin. Přechod do fáze 2a nastal za 2 minuty a 40 vteřin (± 64 v). Fáze 2b u mlíčáků nastala za 5 minut a 17 vteřin (± 72 v). Fáze 1 u jikernaček byla patrná za 15 ± 4 vteřin. Nástup fáze 2a byl u jikernaček znát dříve než u mlíčáků. Ta nastala za 1 minutu a 59 vteřin (± 40 v). Fáze 2b bylo u jikernaček dosaženo za 4 minuty 56 vteřin (± 131 v) (viz. graf 27).



Graf 27: Průměrná doba dosažení jednotlivých fází anestezie hřebíčkovým olejem

4.8. KVALITA VODY

4.8.1. POKUS Č. 1

Z bakteriologického rozboru plyne, že voda neobsahovala žádné bakteriální zárodky, ani částice mikroorganismů, které by indikovaly mikrobiální zatížení vodního prostředí v průběhu pokusu (viz. tabulka 30). Fyzikálně chemický rozbor vody vykazuje parametry kojenecké vody (viz. tabulka 31). Obsah amoniaku (N-NH₄) nepřekročil hodnotu 0,03 mg/l. Hodnota pH byla 5,75. Konduktivita (vodivost) byla nízká. Naměřena byla hodnota 12,4 mS/m. Kyselinová neutralizační kapacita (KNK_{4,5}) se rovnala 0,21 mmol/l. Biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅) dosáhla výše 0,15 mg/l. Hodnota chemické spotřeby kyslíku manganistanem (CHSK_{Mn}) by měla být v chemickém rozboru vody vždy vyšší než hodnota BSK₅. CHSK_{Mn} dosáhla výše 0,20 mg/l. Obsah dusitanů (N-NO₂) v 1 l vody činil 0,002 mg/l. Naměřená hodnota obsahu dusičnanů (N-NO₃) vykazovala výši 3,25 mg/l. Ostatní charakteristiky kvality vodního prostředí jsou v tabulce 31.

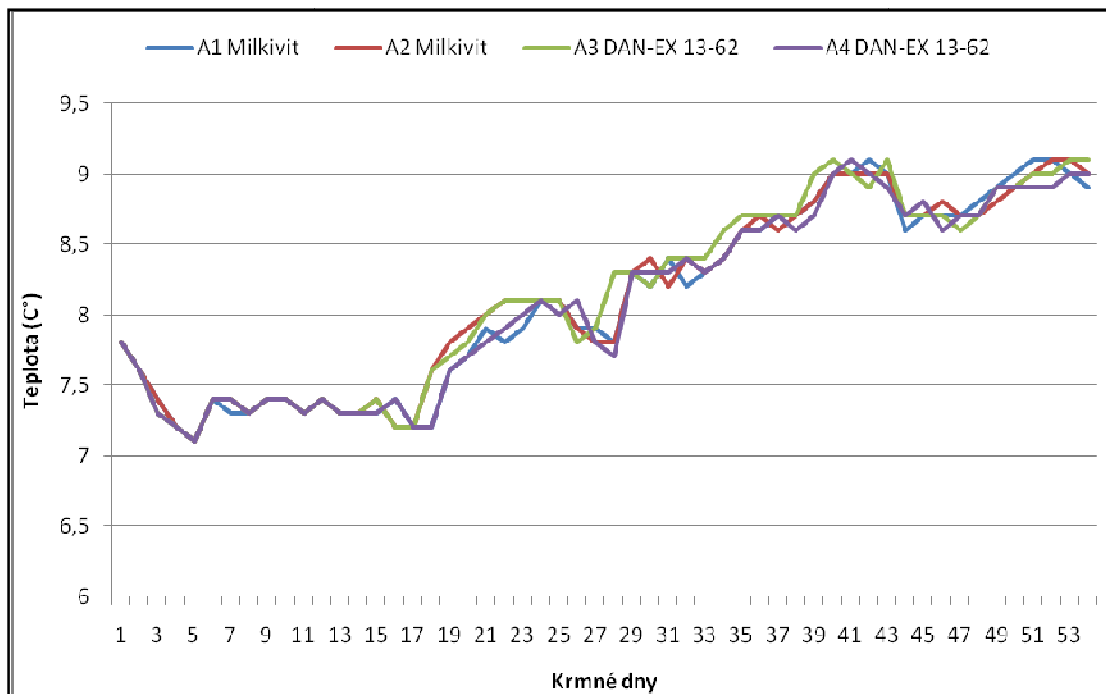
Tabulky 30: Bakteriologický rozbor vody. Tabulka 31: Fyzikálně-chemický rozbor vody při pokusu č.1- datum stanovení: 13. 07. 07

Ukazatel	naměřená hodnota	norma
Koliformní zárodky	Počet kol. v 10 ml <1	<1
Fekální (termotoler.) kol. zárodky	Počet kol. v 10 ml <1	<1
Enterokoky (fekální streptokoky)	Počet kol. v 10 ml <1	<1

Ukazatel	průměrná hodnota	ukazatel	průměrná hodnota
pach při 20° C	0	mangan	0,02 mg/l
barva	10 Pt/l	BSK ₅	0,15 mg/l
konduktivita	12,4 mS/m	CHSK _{Mn}	0,20 mg/l
pH	5,75	amoniak(N-NH ₄)	<0,03 mg/l
KNK _{4,5}	0,21 mmol/l	dusitany(N-NO ₂)	0,002 mg/l
tvrdost celk.	0,15 mmol/l	dusičnany(N-NO ₃)	3,25 mg/l
vápník	2,43 mg/l	fosforečnany(P-PO ₄)	0,03 mg/l
hořčík	1,84 mg/l	chloridy	4,1 mg/l
železo celk.	0,06 mg/l	sírany	18,3 mg/l

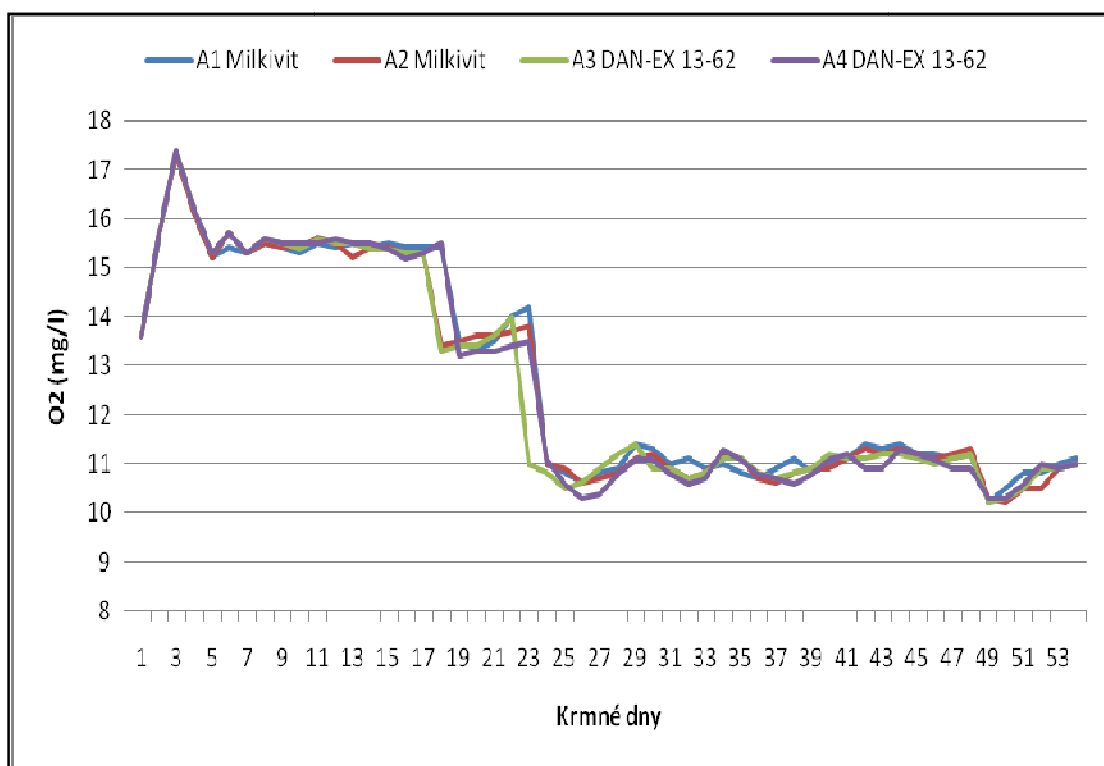
Protože odkrm plůdku u sivena arktického probíhá v jarních měsících, vykazovala křivka průběhu teplot měřená vždy v krmných dnech vzrůstající tendenci (viz. graf 28). Průměrná teplota se na začátku pokusu pohybovala ve všech žlabech okolo 7,4±0,2 °C.

V polovině pokusu činila průměrná teplota ve všech žlabech $8\pm 0,1$ °C. Na konci pokusu byla naměřena teplota vody $9\pm 0,1$ °C. Průměrná teplota za celý pokus měla hodnotu $8,1\pm 0,7$ °C.



Graf 28: Průběh teplot krmných dnů v jednotlivých žlabech při pokusu č. 1

Kyslík byl do vodního prostředí dodáván prostřednictvím oxygenace před vtokem vody do líhně. Vlivem kapacitního přetížení bylo do vody dodáváno vysoké množství kyslíku, což se projevilo výrazným přesycením vodního prostředí v první třetině délky pokusu (viz. graf 29). Na začátku pokusu činil obsah kyslíku $15,6\pm 1,1$ mg/l. V jednom dnu vzrostl jeho obsah až na 17,4 mg/l. V polovině délky pokusu se obsah kyslíku pohyboval v ideálním optimu $10,8\pm 0,3$ mg/l. Na konci pokusu byl obsah kyslíku ve výši $10,6\pm 0,3$ mg/l. Průměrný obsah kyslíku v průběhu celého pokusu dosáhl výše $12,6\pm 2,3$ mg/l.



Graf 29: Průběh obsahu O₂ krmných dnů v jednotlivých žlabech při pokusu č. 1

4.8.2. POKUS Č. 2

Dle bakteriálních rozborů nebylo ve vodním prostředí přítomno žádné mikrobiální znečištění (viz. tabulka 32). Fyzikálně-chemické rozborů vody (viz. tabulka 33) se v pokusu č. 2 od rozboru vody v pokusu č. 1 příliš neliší. Hodnota obsahu amoniaku (N-NH₄) nepřesáhla hodnotu 0,03 mg/l. Naměřená hodnota pH činila 5,7 v prvním rozboru vody a 5,8 v rozboru druhém. Konduktivita dosáhla výše 12,8 mS/m v prvním rozboru a 12,6 mS/m v druhém. Hodnoty KNK_{4,5} byly v obou rozbořech téměř identické (0,26 a 0,24 mmol/l). Biochemická spotřeba kyslíku činila 0,69 mg/l v prvním rozboru a 0,48 mg/l v rozboru druhém. Hodnota CHSK_{Mn} byla v prvním rozboru naměřena ve výši 0,93 mg/l. Ve druhém rozboru byla tato hodnota 0,82 mg/l. Hodnoty dusitanů (N-NO₂), dusičnanů (N-NO₃) a dalších ukazatelů jsou prakticky shodné.

Tabulka 32: Bakteriologický rozbor vody. Tabulka 33: Fyzikálně - chemický rozbor vody při pokusu č. 2

Ukazatel	naměřená hodnota	norma
Koliformní zárodky	Počet kol. v 10 ml <1	<1
Fekální (termotol.) kol. zárodky	Počet kol. v 10 ml <1	<1
Enterokoky (fekální streptokoky)	Počet kol. v 10 ml <1	<1

Ukazatel	průměrná hodnota	ukazatel	průměrná hodnota
pach při 20° C	0	mangan	0,01 mg/l
barva	10 Pt/l	BSK ₅	0,69 mg/l
konduktivita	12,8 mS/m	CHSK _{Mn}	0,93 mg/l
pH	5,70	amoniak(N-NH ₄)	<0,03 mg/l
KNK _{4,5}	0,26 mmol/l	dusitany(N-NO ₂)	0,001 mg/l
tvrdost celk.	0,20 mmol/l	dusičnany(N-NO ₃)	3,1 mg/l
vápník	3,74 mg/l	fosforečnany(P-PO ₄)	0,03 mg/l
hořčík	2,80 mg/l	chloridy	4,1 mg/l
železo celk.	0,29 mg/l	sírany	17,2 mg/l

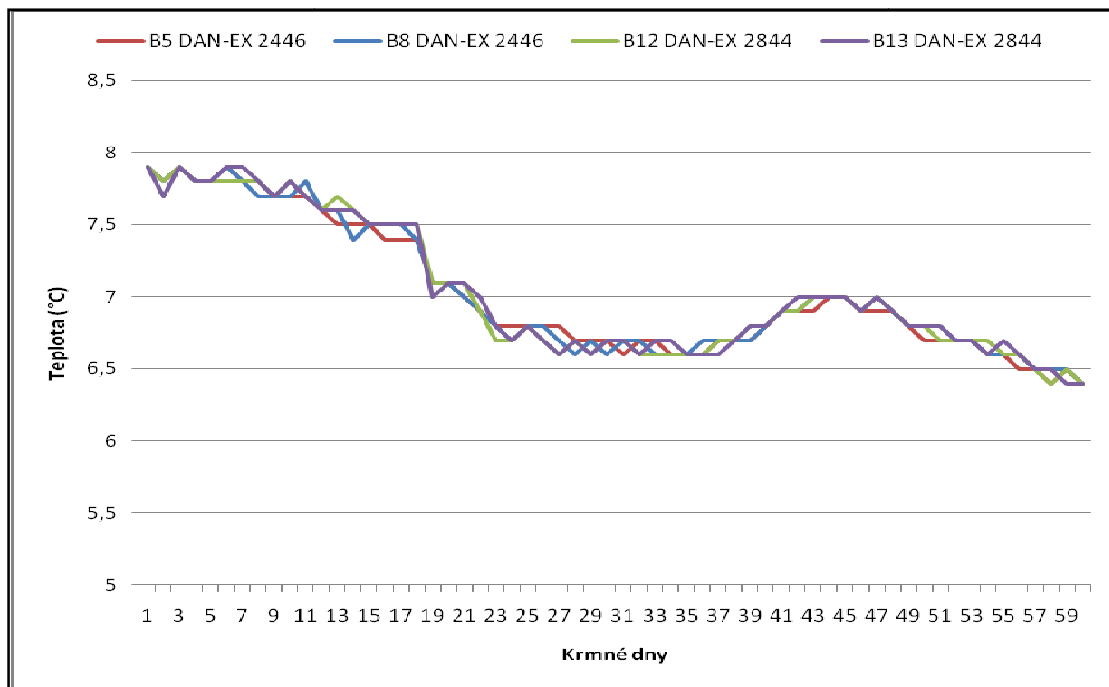
Tabulka 34: 2. bakteriologický rozbor vody. Tabulka 35: 2. fyzikálně – chemický rozbor vody při pokusu č. 2

ukazatel	naměřená hodnota	norma
Koliformní zárodky	Počet kol. v 10 ml <1	<1
Fekální (termotol.) kol. zárodky	Počet kol. v 10 ml <1	<1
Enterokoky (fekální streptokoky)	Počet kol. v 10 ml <1	<1

ukazatel	průměrná hodnota	ukazatel	průměrná hodnota
pach při 20° C	0	mangan	0,01 mg/l
barva	10 Pt/l	BSK ₅	0,48 mg/l
konduktivita	12,6 mS/m	CHSK _{Mn}	0,82 mg/l
pH	5,8	amoniak(N-NH ₄)	<0,03 mg/l
KNK _{4,5}	0,24 mmol/l	dusitany(N-NO ₂)	0,001 mg/l
tvrdost celk.	0,20 mmol/l	dusičnany(N-NO ₃)	3,15 mg/l
vápník	3,50 mg/l	fosforečnany(P-PO ₄)	0,03 mg/l
hořčík	2,75 mg/l	chloridy	4,3 mg/l
železo celk.	0,12 mg/l	sírany	17,8 mg/l

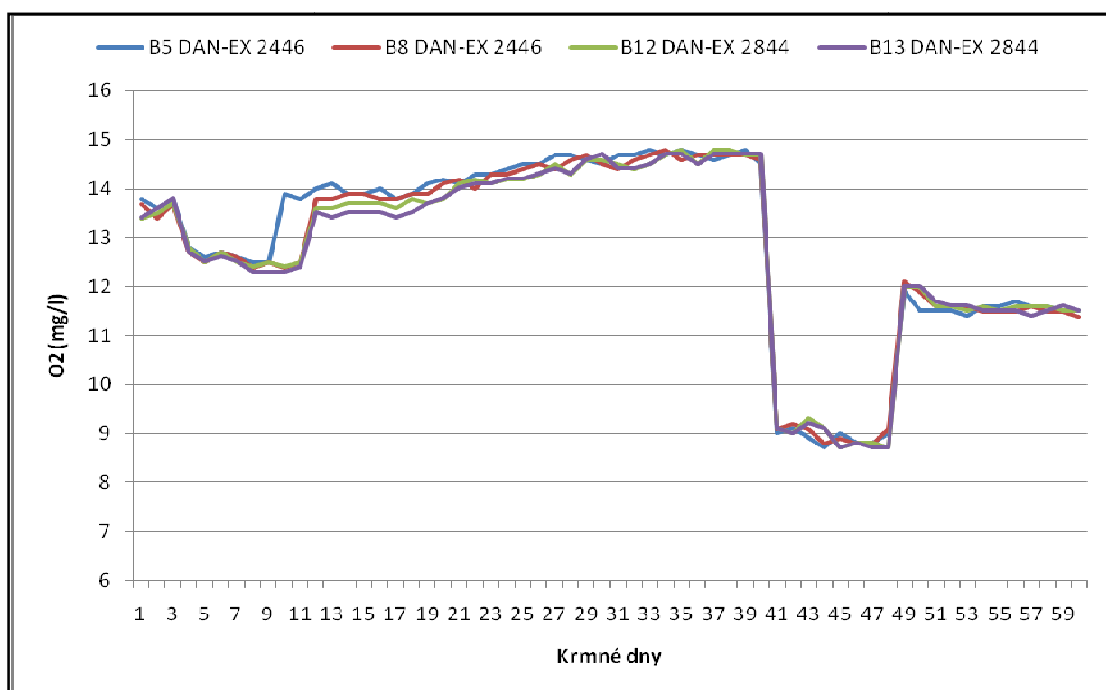
Vlivem postupného ochlazování v podzimních a zimních měsících měla křivka teplot vody klesající tendenci (viz. graf 30). Průměrná teplota se na začátku pokusu pohybovala okolo 7,9±0,1 °C. V polovině délky trvání druhého pokusu klesla teplota na

průměrnou hodnotu $6,7\pm 0,1$ °C. Na konci pokusu byla výše průměrné teploty $6,6\pm 0,1$. Průměrná teplota za celý pokus činila $7\pm 0,4$ °C.



Graf 30: Průběh teplot krmných dnů v jednotlivých bazéních při pokusu č. 2

Pokus č. 2 probíhal ve stejném objektu jako pokus č. 1. Oxygenace vodního prostředí byla zajištěna stejným zařízením. Průměrný obsah kyslíku se na začátku pokusu pohyboval okolo $12,9\pm 0,5$ mg/l. V polovině pokusu činil obsah kyslíku ve vodě $14,5\pm 0,5$ mg. Náhlý pokles hodnot obsahu kyslíku v druhé třetině délky pokusu byl způsoben delší výměnou bomby se stlačeným plynem (viz. graf 31) Na konci pokusu byl obsah kyslíku ve výši $11,6\pm 0,2$ mg/l. Průměrný obsah kyslíku za celé období druhého pokusu byl ve výši $12,8\pm 1,8$ mg/l.



Graf 31: Průběh obsahu O₂ krmných dnů v jednotlivých bazéních při pokusu č. 2

4.8.3. POKUS Č. 3

Hodnoty parametrů fyzikálně chemických rozborů vody jsou uvedeny v tabulkách 36, 37 a 38. Bližší komentář je uveden v diskusi (kap. 5.3., str. 91).

Křivka denních teplot vody má klesající tendenci (viz. graf 32). Průměrná hodnota teploty vody se na začátku třetího pokusu pohybovala ve výši $8,4 \pm 0,7$ °C. Vlivem nestálého stavu počasí docházelo v první čtvrtině pokusu k vyšším výkyvům denních teplot vody (viz. graf 32). V polovině pokusu činila průměrná teplota vody $6,9 \pm 0,1$ °C. V konečném období průměrná teplota vody klesla na $6,3 \pm 0,1$ °C. Rozdíl teplot v prvním oddílu H1 od posledního oddílu H4 se vždy rovnal přibližně 0,1 °C.

Obsah kyslíku v prvním dnu odchovu byl vysoký vlivem poruchy ukazatele otevření ventilů u oxygenačních kamenů (viz. graf 33). Množství kyslíku činilo 15,1 mg/l. Po korekci nastavení vypouštění kyslíku do vody se průměrný obsah kyslíku na začátku pokusu dostal na hodnotu $10,5 \pm 1,3$ mg/l. Průměrný obsah kyslíku v polovině doby trvání pokusu činil $9,5 \pm 0,3$ mg/l a na konci pokusu $10,1 \pm 0,1$ mg/l. Rozdíl v obsahu kyslíku mezi prvním oddílem H1 a posledním oddílem H4 pravidelně činil přibližně 0,7-0,8 mg/l.

Tabulka 36: Rozbor vody na začátku pokusu č. 3

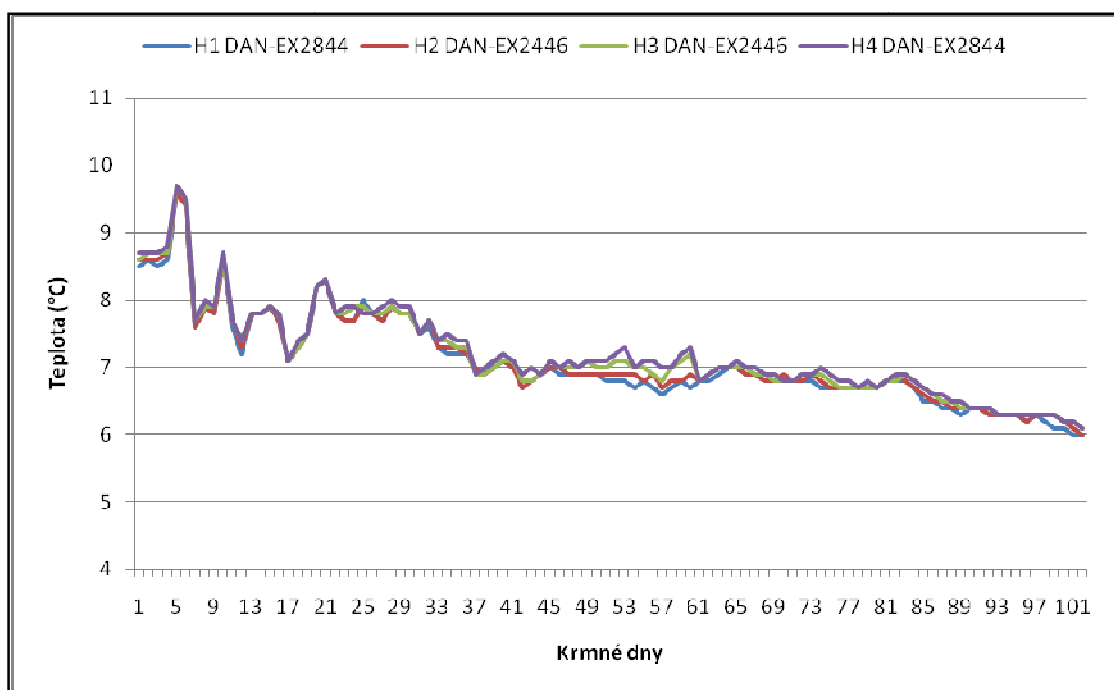
Odběr 1.					
Parametr	Jednotka	Oddíl (ve směru proudu vody)			
		H1	H2	H3	H4
pH		5,75	5,8	5,9	6,1
vodivost	mS/m	13,86	11,82	12,05	12,32
BSK ₅	mg/l	0,38	0,45	0,58	0,68
CHSK _{Mn}	mg/l	0,7	0,8	0,9	1,2
amoniak (N-NH₄)	mg/l	0,22	0,37	0,45	0,5
dusitany (N-NO ₂)	mg/l	0,02	0,028	0,03	0,032
dusičnany (N-NO ₃)	mg/l	1,9	3	3,1	3,5
fosforečnany (P-PO ₄)	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,05
Chloridy	mg/l	3,4	4,8	5,1	4,8
Sírany	mg/l	19,9	19,8	20,2	20,8
Železo	mg/l	0,2	0,25	0,25	0,3
Mangan	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Vápník	mg/l	3,52	2,9	3,95	4,52
Hořčík	mg/l	2,7	2,5	3	3,2
KNK _{4,5}	mmol/l	0,25	0,26	0,26	0,28
tvrdost celk	mmol/l	0,2	0,2	0,25	0,3

Tabulka 37: Rozbor vody v polovině pokusu č. 3

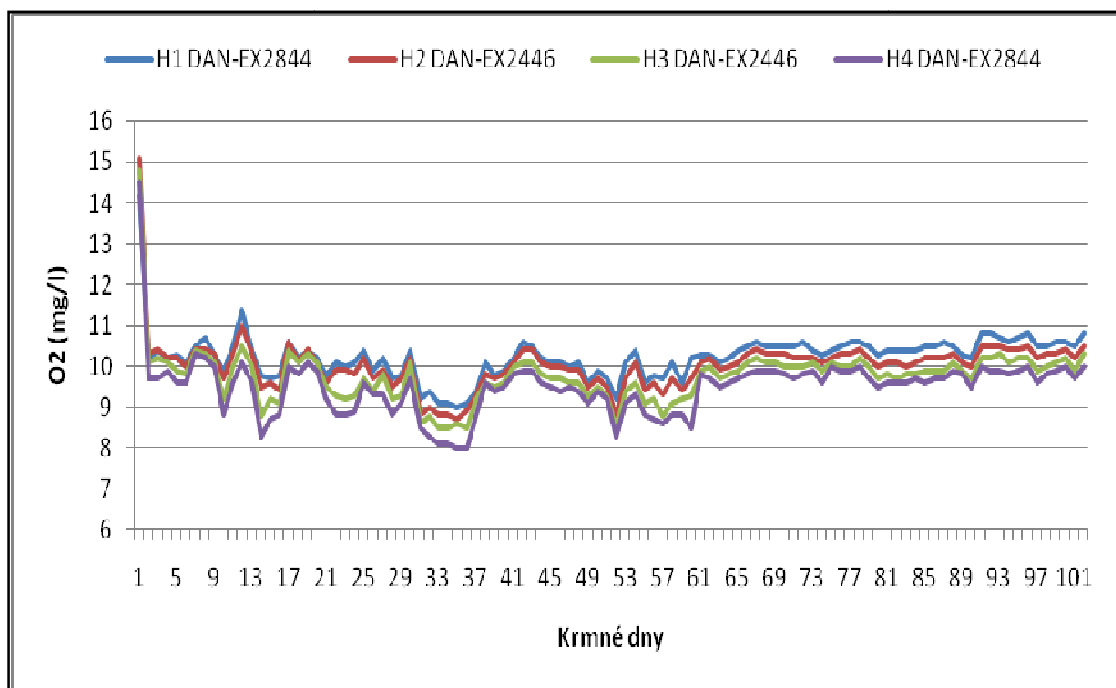
Odběr 2.					
Parametr	Jednotka	Oddíl (ve směru proudu vody)			
		H1	H2	H3	H4
pH		5,66	5,4	5,44	5,48
vodivost	mS/m	12,89	11,39	11,35	11,32
BSK ₅	mg/l	0,4	0,42	0,5	0,75
CHSK _{Mn}	mg/l	0,6	0,8	1	1,3
amoniak (N-NH₄)	mg/l	0,35	0,47	0,55	0,57
dusitany (N-NO ₂)	mg/l	0,024	0,04	0,04	0,049
dusičnany (N-NO ₃)	mg/l	2,9	3,2	3,1	3,1
fosforečnany (P-PO ₄)	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,04
Chloridy	mg/l	3,7	4	4,1	4
Sírany	mg/l	19,3	20,1	20,5	20,4
Železo	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,25
Mangan	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Vápník	mg/l	2,85	2,95	2,83	3,25
Hořčík	mg/l	2,2	2,35	2,28	2,85
KNK _{4,5}	mmol/l	0,2	0,25	0,28	0,3
tvrdost celk	mmol/l	0,2	0,25	0,22	0,32

Tabulka 38: Rozbor vody jednotlivých oddílů na konci pokusu č. 3

Odběr 3.					
Parametr	Jednotka	Oddíl (ve směru proudu vody)			
		H1	H2	H3	H4
pH		5,57	5,72	5,54	5,88
vodivost	mS/m	12,73	11,49	11,25	11,82
BSK ₅	mg/l	0,5	0,55	0,65	0,72
CHSK _{Mn}	mg/l	0,7	0,9	0,9	1,3
amoniak (N-NH₄)	mg/l	0,3	0,33	0,35	0,44
dusitany (N-NO ₂)	mg/l	0,02	0,03	0,042	0,041
dusičnany (N-NO ₃)	mg/l	3,1	2,8	3,2	3,3
fosforečnany (P-PO ₄)	mg/l	0,03	0,03	0,04	0,04
Chloridy	mg/l	4,2	4,5	4,8	5
Sírany	mg/l	19,6	19,8	20	21
Železo	mg/l	0,2	0,2	0,25	0,25
Mangan	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Vápník	mg/l	4,25	3,93	2,9	4,2
Hořčík	mg/l	2,98	2,85	2,21	3,25
KNK _{4,5}	mmol/l	0,26	0,25	0,22	0,31
tvrdost celk	mmol/l	0,3	0,28	0,25	0,35



Graf 32: Průběh teplot krmných dnů v jednotlivých oddílech při pokusu č. 3



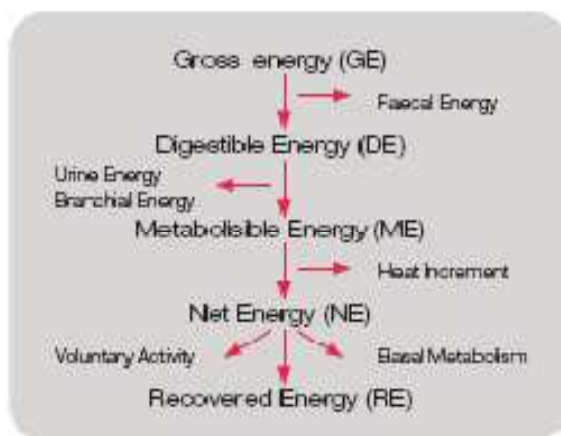
Graf 33: Průběh obsahu O₂ krmných dnů v jednotlivých bazéncích při pokusu č. 3

5. DISKUSE

5.1. POKUS Č. 1 - ODCHOV PLŮDKU

U obsádek plůdku, jimž bylo předkládáno krmivo DAN-EX 1362, byly zaznamenány vyšší hodnoty specifické rychlosti růstu a signifikantně vyšší průměrné kusové hmotnosti na konci pokusu ($p < 0,05$), zatímco se výše koeficientů FCR v závislosti na krmivu nijak výrazně nelišily. Vyšší specifická rychlost růstu u plůdku odkrmovaným krmivem DAN-EX 1362 byla pravděpodobně způsobena mimo jiné vyšším obsahem proteinů a příznivějším obsahem tuku. Krmivo DAN-EX obsahovalo 13% tuku a 62% bílkovin, zatímco v krmivu Milkivit je deklarován obsah 15% tuku a 57% bílkovin. V pokusech Tabacheka (1986) bylo dosaženo nejlepších výsledků při použití krmiva o obsahu 54% bílkovin a 20% tuku. Tento pokus byl však prováděn se starším plůdkem o hmotnosti 4-6 g, kde již požadavky na složení krmiva mohou být rozdílné. Jobling a Wandsvik (1983a) poukazují na důležitost obsahu energie v krmné dávce pro příjem krmiva. Metabolizovatelná energie krmiva DAN-EX 1362 byla 16,7 MJ/kg. U krmiva Milkivit bohužel tento údaj chybí. Metabolizovatelnou energii (*Metabolisable Energy* - ME) vypočteme odečtením energie ztracené močí (*Urine Energy*) a energie spotřebované vylučovací funkcí žaberního aparátu (*Branchial Energy*) od tzv. stravitelné energie (*Digestable Energy* - DE) (viz. obrázek 15). Gurure

(1995) prováděl odkrm plůdku sivena arktického krmivem s obsahem 16,6 MJ/kg DE při koeficientu SGR 2,86%/d. U krmiva DAN-EX 1362 bylo dosaženo koeficientu SGR $3,53 \pm 1,04\%/d$ pro plůdek ve žlabu A3 a $3,40 \pm 1,17\%/d$ u plůdku ve žlabu A4. Tyto vyšší hodnoty SGR jsou patrně způsobeny tím faktem, že krmivo DAN-EX 1362 obsahuje dokonce více ME, než je hodnota DE v krmivu v pokusech Gurura (1995). Potřebná výše DE pro sivena arktického v krmné dávce je dle Dicka a Yanga (2002) srovnatelná s potřebnou výší DE pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) a pohybuje se okolo 3200 - 3600 kcal/kg. Obsah ME v krmivu DAN-EX 1362 činil 3980 kcal/kg.



Obrázek 15: Schéma rozdělení v krmivu přijaté energie v těle ryby (GE - Brutto energie, NE - Netto energie, RE - růst, Faecal Energy - Energie výkalů, Basal Metabolism - bazální metabolismus, Voluntary Activity - energie na pohyb (plavání))

Významný vliv na dosažení mnohem lepších produkčních výsledků mohlo sehrát složení celkového tuku v krmivech. Pomocí enzymů elongáz a desaturáz je siven arktický, jako ostatní salmonidé, schopen využívat kyseliny C18:2n6 a C18:3n3, přičemž jako substrát je k desaturaci a elongaci preferována především kyselina C18:3n3 před C18:2n6 (Olsen a Ringø, 1992). Tento proces vyžaduje součinnost souboru enzymů pro elongaci a desaturaci, které jsou ovlivněny stupni n-9, n-6 a n-3 ve výživě (Henderson a Tocher, 1987). Podle Yanga a Dicka (1993) siven arktický krmený vzrůstajícím obsahem 18:3n3 od 0,1 do 2% v krmivu měl vyšší specifickou rychlost růstu a konverzi krmiva. Právě vyšší hodnoty těchto kyselin v krmivu DAN-EX 1362 mohli být příčinou rychlejšího růstu plůdku v pokusu č. 1 u skupin A3 a A4. Toto krmivo obsahuje o přibližně 0,1% vyšší obsah kyseliny C18:3n3 a o 1,6% vyšší podíl

kyseliny C18:2n6 z celkového tuku. Velký vliv mohla také mít kompozice aminokyselin v jednotlivých krmivech (Jobling, 1993; Wilson, 1991). Rozbor aminokyselin však proveden nebyl.

Po rozdělení ryb z vložek Rückel – Vackových aparátů do žlabů na odkrm plůdku se postupně začínala snižovat mortalita, až v 9. týdnu průběhu pokusu byla prakticky nulová. K podobným výsledkům došel Reiter (2006), kdy zhruba ve stejném období věku ryb (cca 17 týdnů) došlo k výraznému snížení úhynů. Tato zvýšená mortalita byla patrně způsobena nevhodností vložek pro odkrm plůdku sivena arktického. Pro plůdek zde mohla působit řada stresových faktorů, jako je snížení kvality vody v důsledku umístění vložek těsně za sebou, nízký vodní sloupec a především zvýšení agresivního chování dominantních jedinců. To bylo zaznamenáno u řady autorů při přemístění sivenů arktických do prostředí s nižší rychlostí proudění vody. Adams et al. (1995) prokázal snížení frekvence agresivního chování u dominantních jedinců chovaných v prostředí s prouděním vody o rychlosti 1 délka těla/s. Christiansen et. al. (1989) potvrdil pozitivní vliv zrychlujícího se proudění vody do rychlosti 2,3 délky těla/s na specifickou rychlost růstu. Průkazně nižší počet zranění ze soubojů, která mohou vést k zaplísnění a sekundárním infekcím, byl zjištěn v pokusech Joblinga et al. (1990) při rychlosti proudění vody 2 délky těla/s. Siven arktický přijímá intenzivně krmivo ze dna. Zamezení přístupu ke sběru potravy ze dna odchovným zařízením má vliv na snížení hodnot specifické rychlosti růstu (Jørgensen a Jobling, 1990; Brännäs a Linner, 2000). V důsledku perforace vložek však mohlo docházet ke ztrátám krmiva propadnutím na dno celého žlabu. To mohlo zapříčinit úhyn submisivnějších jedinců v obsádce, jako reakci na nedostatek potravy. Po přesazení plůdku z vložek do jednotlivých žlabů byly krmné automaty umístěny k přítoku vody do žlabů, aby došlo k co nejvyššímu rozptýlení krmiva do vodního prostoru. Tím se zlepšil přístup všech jedinců obsádky ke krmivu a došlo ke zrychlení proudění vody. Celková mortalita se v závislosti na použitých krmivech nelišila. Ve všech vložkách se pohybovala od 13 do 15%. K zajímavým výsledkům mortality došel Steiner (1984), kdy plůdek pocházející z jezera Grundlsee odkrmovaný živým zooplanktonem vykazoval mortalitu po 250 dnech odchovu pouze 3,6%.

5.2. POKUS Č. 2 - ODCHOV PŮLROČNÍ NÁSADY

Při odchovu půlroční násady nebylo dosaženo uspokojivých produkčních výsledků, na jejichž základě nemohlo být provedeno ani řádné zhodnocení a srovnání účinnosti použitých krmiv. Celý pokus byl charakterizován nízkým příjmem krmiva, jeho špatnou konverzí (vysokými hodnotami FCR), nízkými hodnotami koeficientu SGR, které se v některých kontrolních obdobích pohybovaly v záporných číslech a snižujícím se koeficientem vyživenosti CF.

Špatná konverze krmiv ve všech opakováních v pokusu č. 2 nemohla být v žádném případě způsobena špatnou kvalitou použitých krmiv ani špatnou kvalitou vody. Pravděpodobně největší vliv na nízkou konverzi krmiv byl způsoben jejich nízkým příjmem, logicky následovaným snížením specifické rychlosti růstu a koeficientu vyživenosti. To bylo zapříčiněno velmi nízkou hustotou obsádek ve všech nádržích. Ryby byly odloveny z rybníčku s hustotou obsádky cca 60 - 70 kg/m³ do prostředí nádrží s kruhovým průtokem o objemu 1860 l s obsádkou 250 ks. V takto řídké obsádce se v odchovu arktických sivenů okamžitě začíná vytvářet sociální hierarchie, provázená agresivním a agonistickým chováním, nižším příjmem krmiva a zvyšováním heterogenity růstu mezi dominantními a submisivními individui (Jobling et al., 1998; Jobling a Baardvik, 1994; Jobling et al., 1993; Jobling a Wandsvik, 1983b). Jobling a Baardvik (1994) průkazně snížili heterogenitu růstu v odchovu arktických sivenů zvýšením hustoty obsádky. Dále konstatovali vysoký individuální příjem krmiva a hodnoty SGR u dominantních jedinců v řídkých obsádkách, při zpomalení růstu u jedinců nízce hierarchicky postavených. Koeficient SGR se pohyboval okolo hodnot 1,9 - 2,2%/d u individuí (prům. kusová hmot. 20 g) s nejvyšším příjmem krmiva, zatímco SGR u submisivních kusů se pohybovala okolo 1,2 - 1,4%/d. V pokusu č. 2 se po 70. dni odchovu vyskytovali jedinci o hmotnosti 21g, zatímco průměrná kusová hmotnost se pohybovala okolo 10 g. Někteří jedinci pak ve stejném věku dosahovali hmotnosti 4-6 g. Průměrná výše koeficientu SGR činila pouze 0,28±0,63%/d v nádrži B5 a nejvyšší hodnoty SGR, avšak s vysokou variabilitou, bylo dosaženo v nádrži B12 0,55±1,06%/d. Tyto hodnoty koeficientu SGR dosažené v pokusu č. 2 jsou pro tuto věkovou skupinu oproti výzkumům jiných autorů podprůměrné. Ve výzkumu Joblinga (1993) bylo u stejné věkové třídy sivenů arktických dosaženo výše SGR 2,017%/d při 8 °C a 2,5%/d při teplotě 10 °C. Reiter (2006) hovoří ve svém výzkumu odchovu násad o koeficientu SGR ve výši 1,88%/d. Řídké obsádky pokusných nádrží měly tedy patrně největší vliv na dosažené a podprůměrné produkční charakteristiky. V pokusech de

Marcha (1997) se optimální hustota obsádky pohybovala od 50 do 120 kg/m³. Ke shodným závěrům došel i Jobling (1995). Zpomalení růstu je u sivenů arktických podporováno obsádkami o hustotě <20 kg/m³ (Jobling, 1993; Jørgensen et al., 1993; Jørgensen a Jobling, 1993). Dosahované výše koeficientu SGR se v pokusu č. 2 prakticky shodovaly s výsledky výzkumu Jørgensena et al. (1993), kdy se specifická rychlost růstu u sivenů arktických chovaných o řídké hustotě obsádek (15 kg/m³) pohybovala v rozmezí od -0,1±0,3%/d do 0,36±0,3%/d. U těchto jedinců rovněž docházelo k neúměrnému rozrůstání. O vysokém významu zhuštěných obsádek v chovu (alespoň nad 50 kg/m³) sivena arktického rovněž hovoří Mayer (2001).

Nicméně nejen nevhodně zvolená hustota obsádky byla příčinou nevyrovnaného růstu a podprůměrných produkčních charakteristik. Ryby odlovené z venkovního rybníčku vykazovaly známky infekce ektoparazitárního onemocnění ichtyoftiriózy, způsobeného nálevníkem *Ichtyophthirius multifiliis* (Svobodová et al., 2007). Odlov a nasazení ryb do pokusných nádrží proběhlo 20. 10. 2007 při teplotě vody 7,9±0,1 °C a příznaky onemocnění byly pozorovatelné do 17. 11. 2007. V tomto období byly rovněž zaznamenány jediné úhyny ve všech nádržích. Výzkumem sezónního výskytu ichtyoftiriózy u pstruha duhového se zabýval Ogut (2005) a výsledky ukázaly zvýšený výskyt onemocnění v průběhu roku především v měsících srpnu, říjnu s mírnou prevalencí v měsíci listopadu. Mortalita v tomto období dosáhla výše 2 - 4% z celkového počtu kusů v obsádce. Výše úhynu u tohoto onemocnění však může dosáhnout až 100% (Meyer, 1974). Vývojový cyklus tohoto parazita je především závislý na teplotě a jedním z příznaků onemocnění je i snížený příjem potravy (Svobodová et al., 2007; Bauer 1958). Wolf a Markiw (1982) konstatují pokles rychlosti růstu v důsledku energie vynaložené na imunitní reakci. Při teplotě vody pod 3 °C a nad 28 °C se životní cyklus (rozmnožování) kožovce zastavuje (Svobodová et al. 2007). Nicméně, vývojový cyklus kožovce trvá při teplotě 10 °C 35 dní (Svobodová et al., 2007), což se přibližně kryje s obdobím, po kterém již bílá krupička (příznak onemocnění) na pokožce ryb nebyla vizuálně pozorována. Avšak rozmnožovací cyklus kožovce by měl při teplotách naměřených v nádržích trvat déle. K rychlejšímu vymizení této parazitózy jistě napomohlo prostředí sklolaminátové nádrže s pravidelným čištěním v intervalech 2x denně, což narušovalo životní cyklus parazita. Část životního cyklu kožovce totiž probíhá mimo tělo svého hostitele (na dně, na různých předmětech ve vodě), kde se opouzdří hlenovitou vrstvou a vznikne tzv. rozmnožovací cysta (tomont), která se postupným dělením rozdělí až na 2000 malých tomitů. Po uvolnění

z cysty se toto stadium nazývá theront a znovu napadá hostitele. Nenajde-li theront do 2 až 3 dnů nového hostitele, hyne (Svobodová et al., 2007). Vliv na odeznění onemocnění mohl mít i příchod zimního období. Absenci výskytu tohoto onemocnění u pstruha duhového v zimních měsících konstatoval ve svých výzkumech Ogut et al. (2005).

5.3. POKUS Č. 3 - ODCHOV JEDNOLETÉ NÁSADY DO TRŽNÍ VELIKOSTI

Po 120 dnech odkrmu sivena arktického (stáří 1+) nebyl statisticky prokázán rozdíl v průměrných kusových hmotnostech v závislosti na použitém krmivu. Nicméně, nepatrně lepšího průměrného koeficientu SGR bylo dosaženo s krmivem DAN-EX 2844. Vzhledem k velké variabilitě specifické rychlosti růstu ve všech oddílech lze však pouze konstatovat, že mezi vybranými krmivy nebyl žádný rozdíl ve vlivu na produkční charakteristiky sivena arktického. Od kontrolního data 25. 10. 2008 začal být na mlíčácích patrný pohlavní dimorfismus, charakterizovaný zčernáním spodní části skřelí, tvorbou nepatrného háku na spodní čelisti a sytým zčervenáním ventrálních partií. Při mírném tlaku na ventrální partie docházelo od 8. 11. 2008 u některých mlíčáků k uvolňování mlíčí. To bylo pozorováno až do 24. 01. 2009. Přesně v tomto období nastalo zpomalení růstu, snížení příjmu a konverze krmiva a snížení koeficientu vyživenosti. Na začátku pokusu (11. 10. 2008 - 25. 10. 2009) bylo dosaženo nejvyšších koeficientů SGR (0,96 - 1,25%/d), kromě oddílu H4, kde výše SGR činila 0,44%/d. Poté docházelo ke snižování koeficientu SGR někdy i do záporných hodnot. V některých obdobích nebylo dosaženo žádných přírůstků a příliš vysokých hodnot koeficientů FCR. Tento průběh produkčních ukazatelů a jejich nízké hodnoty (vysoké v případě FCR) byly zapříčiněny nástupem pohlavní dospělosti především u samčích částí obsádek. Nízké hustoty obsádek však také nemohou být opomenuty. K nepatrnému zvýšení koeficientu SGR došlo až 7. 2. 2009. Koeficient CF však stagnoval. K podobným výsledkům průběhu koeficientu SGR a CF došla ve svých výzkumech řada autorů. Tveiten et. al. (1996) pozorovala výraznější snížení rychlosti růstu sivena arktického u pohlavně dospívajících jedinců (stáří 1+), kdy koeficient SGR dosahoval nejnižších hodnot od měsíce října až do prosince. Jobling (1998) ve stejném období popisuje snižování koeficientu CF a jeho postupný nárůst až v únoru příštího roku. Tveiten et al. (1998) prováděla výzkum vlivu koncentrace pohlavních hormonů na koeficienty CF a SGR v průběhu ročního cyklu u generačních arktických sivenů. V období od února do května docházelo k pozvolnému zvyšování 17- β -estradiolu u

jikernaček a 11-ketotestosteronu u mlíčáků. Prudký nárůst nastal v letních měsících, maximum vrcholilo na přelomu září a října a pokles probíhal začátkem listopadu. S vyvrcholením výše hladin testosteronu v krevní plazmě v září a říjnu došlo ke zpomalování růstu a snižování koeficientu vyživenosti. Jobling (1998) dále poukazuje u sivenů arktických na výrazný vliv sezónnosti příjmu potravy, která byla zjištěna nejen u populací ve volných vodách, ale i v produkčních chovech. Cavalli a Chappaz (1996) zjistili pětítýdenní interval nejintenzivnějšího příjmu krmiva v jezeře Muzelle ve francouzských Alpách v období od června do července.

Průměrný krmný koeficient FCR se na konci odchovu tržních ryb pohyboval ve všech oddílech okolo hodnoty 1,2 kromě oddílu H2, kde jeho výše činila $1,99 \pm 1,62$. Průměrný koeficient SGR se pohyboval okolo 0,4%/d. Nepatrně nižší specifická rychlost růstu byla v oddílu H3, kde dosáhla hodnoty $0,34 \pm 0,21$ %/d. Průměrný koeficient vyživenosti se ve všech oddílech pohyboval okolo $1,3 \pm 0,04$. Ve výzkumu Reitera (2006) bylo u sivenů z volných vod jezera Starnberger See odchovávaných do tržní velikosti dosaženo podobných výsledků koeficientů FCR(1,26) a SGR(0,5%/d). Avšak koeficient vyživenosti CF u Reitera (2006) dosáhl cca o 0,3 nižších hodnot. To bylo zapříčiněno výpočtem koeficientu CF s použitím celkové délky (*longitudo totalis*) těla namísto délky těla (*longitudo corporis*). V případě jednotného výpočtu jsou hodnoty koeficientu CF srovnatelné.

Zvolená technika krmení byla jakýmsi kompromisem. Při instalaci pásových krmných automatů (jiný druh nebyl k dispozici) by docházelo v takto řídké obsádce k neúměrnému rozrůstání z důvodů výše popsaných. Proto byla zvolena možnost jednorázového ručního krmení, při němž může být krmivo rozhozeno po celé vodní ploše a ke krmivu se dostanou i menší submisivní jedinci. Nicméně, nevýhodu jednorázového krmení u sivenů arktických představuje fakt, že velký podíl krmné dávky (až 70%) je přijímán v nočních hodinách (Jobling, 1993; Jørgensen a Jobling, 1989). Lze tedy konstatovat, že na dosažené nižší produkční výsledky měla nemalý vliv i technika krmení.

V tomto pokusu docházelo k pohlavnímu dospívání u mlíčáků, což potvrdily výsledky signifikantně vyšších gonadosomatických indexů a nižších hodnot obsahu viscerálního tuku. Signifikantně vyšší obsah viscerálního tuku u jikernaček rovněž svědčí o vyšším příjmu krmiva v průběhu zimního období. Pohlavní dospívání u

mlíčáků však nemělo žádný vliv na zvýšení mortality a ani u jednoho kusu nebylo pozorováno sebemenší zaplísnění, jako tomu bývá v chovu sivenů amerických (Reiter, 2006). Ke stejným výsledkům došel Piwernetz (2002) a Dumas (1996) v chovu kříženců sivena arktického a sivena amerického (Elsässer - dále jen ES).

Protože odchov ryb a testování krmiv probíhalo v jednom hlubokém žlabu s jedním přítokem vody, rozděleném třemi perforovanými přepážkami na 4 oddíly, byla prováděna kontrola vodního prostředí v každém oddílu zvlášť. Nejsledovanějšími parametry byla teplota vody, obsah O_2 v mg/l, hodnota pH a obsah amoniakálního dusíku (N-NH₄). Amoniak se do vodního prostředí uvolňuje především metabolickou činností vodních organismů a rozkladem organických dusíkatých látek. Pro ryby je toxická především nedisociovaná forma amoniaku NH₃. Koncentrace toxického nedisociovaného amoniaku NH₃ vzrůstá se zvýšením hodnot pH a teploty vody. I když docházelo k postupnému zvyšování hodnot N-NH₄ směrem po proudu (H1→H4), nejvyšší hodnota N-NH₄ 0,57 mg/l byla dosažena při teplotě 6,1 °C, pH 5,48 a obsahu O_2 9 mg/l. Pro přepočítání amoniakální formy dusíku N-NH₄ na toxickou nedisociovanou formu v pokusu č. 3 nebyly pro takovéto podmínky hodnoty pH dostupné tabulky. Nicméně, za takovýchto podmínek teploty vody, pH a obsahu kyslíku nepředstavovala nedisociovaná forma amoniaku žádný problém.

5.4. ROZBOR CELKOVÉHO TUKU U PLŮDKU

Složení rybích tuků je velmi specifické a je dáno jeho funkcí v rybím těle, teplotou prostředí, složením potravy a dalšími vlivy (Ingr, 2005). Největší procento zastoupení z nasycených mastných kyselin v těle plůdku na začátku pokusu měly kyseliny C16:0 (26,5%), C18:1n9 (12,9%) a dokosaheptaenová kyselina (DHA) (19,5%). Na konci odkrmu došlo ke snížení obsahu kyseliny C16:0 o 8-10%, avšak podíl C18:1n9 se zvýšil o cca 4%. U obou skupin plůdku výrazně poklesl podíl kyseliny DHA. To odpovídá výsledkům, ke kterým došli Ringø a Nilsen (1987) při rozboru celkového tuku svaloviny sivenů arktických, kdy celkový tuk byl tvořen především kyselinami C16:0, C16:1 a C18:1n9. Shodné výsledky udává Haliloğlu et al. (2002) u sivenů arktických o stáří jednoho roku. Oproti výsledkům Ringø a Nilsena (1987) a Haliloğlua et al. (2002) byl v plůdku zjištěn i vyšší podíl kyseliny C18:0 (9%).

V průběhu odkrmu došlo k dvounásobnému zvýšení obsahu mononenasycených mastných kyselin (MUFAs). To mohlo být způsobeno vysokým obsahem MUFAs v

obou krmivech a to zejména v krmivu DAN-EX 1362. Avšak Haliloğlu et al. (2002) konstatoval ve svém výzkumu rovněž zvýšený podíl MUFAs ve svalovině ($38,37 \pm 3,61\%$), i když použité krmivo vykazovalo pouze 32,5% obsah MUFAs. Stejně tomu bylo i u krmiva Milkivit, u něž MUFAs představovali 27,2% podíl. Na konci pokusu činil v těle plůdku podíl MUFAs 46,17% u skupiny Milkivit a 48,29% u skupiny DAN-EX 1362. Yang (1994) změřil v celkovém tuku svaloviny arktických sivenů $22,26 \pm 0,8\%$ podíl MUFAs.

Podíl polynenasycených mastných kyselin PUFAs činil na začátku odkrmu 40,7%. Naprosto stejnou hodnotu PUFAs v plůdku sivena arktického udává Jobling (1991). Obsah kyseliny eikosopentaenové (EPA) se v průběhu odkrmu téměř nezměnil (začátek - 5,2%, konec DAN-EX 1362 - 4,8%, konec Milkivit 5,35%), zatímco u obou skupin plůdku výrazně poklesl podíl kyseliny DHA (cca o 9%) oproti hodnotám na začátku pokusu. Ringo a Nilsen (1987) udávají hodnotu DHA pro dospělé jedince 4,6%. To by mohlo svědčit o postupném snižování DHA v závislosti na stáří sivenů. Nicméně Haliloğlu et al. (2002) naměřil 15,45% podíl kyseliny DHA a 1% podíl kyseliny EPA ve svalovině jednoletých arktických sivenů. Jím použité krmivo však obsahovalo pouze 0,5% kyseliny EPA, což je výrazně menší podíl než v krmivech Milkivit a DAN-EX 1362. Yang (1994) konstatoval nižší podíl kyseliny C18:3n3 u sivena arktického oproti lososovi atlantskému (*Salmo salar*) a pstruhovi duhovému. Hodnoty kyseliny C18:3n-3 v plůdku byly rovněž nízké (0,56%). U obou skupin však došlo na konci pokusu ke zvýšení cca o 0,3%.

5.5. JATEČNÁ VÝTĚŽNOST

Výtěžnost JOT byla u mlíčáků i jikernaček naprosto identická ($\sigma 87,6 \pm 0,99\%$; $\rho 87,62 \pm 1,07\%$). Ke shodným výsledkům došel Reiter (1999), kdy jatečná výtěžnost dvouletých sivenů arktických činila 87,9% a u kříženců ES 87,3%. Výtěžnost JOT u pstruha duhového se ve výzkumech Karla et al. (2003) pohybovala od 89 do 93%, což je oproti sivenům arktickým hodnota nepatrně vyšší.

Mnohem vyšší výtěžnost filetů byla zaznamenána u jikernaček, u nichž dosáhla výše $60,09 \pm 1,6\%$ oproti $55,46 \pm 1,42\%$ u mlíčáků. To bylo dáno mnohem vyšším podílem odpadu u mlíčáků, který činil $34,04 \pm 1,06\%$ oproti $27,89 \pm 1,83\%$ u jikernaček. Hatlen (1996, 1997) udává výtěžnost filetů u arktických sivenů v rozmezí 56 - 65%. Vyšší hodnoty odpadu u mlíčáků byly způsobeny především větší velikostí hlavy a

ploutví. Vyšší GSI a nekontrolovatelné ztráty u mlíčáků rovněž nesmí být opomenuty. Naopak jikernačky vykázaly mnohem vyšší podíl vnitřností s gonádami ($9,58 \pm 1,11\%$) oproti mlíčákům ($7,98 \pm 1,04\%$). Ke shodným výsledkům došel Reiter (2006). Reiter (1999) udává u sivenů a jejich kříženců průměrnou výtěžnost filetů 52,6% a výši odpadu 35,7%. Reiter (2006) dále konstatuje vyšší výtěžnost filetů 54,6% u sivenů arktických oproti 51% u sivenů amerických a nepotvrzuje výše uvedené výsledky, že by jikernačky měly vyšší výtěžnost filetů oproti mlíčákům. To mohlo být způsobeno tím, že jeho pokusné ryby byly starší věkové kategorie (2+ - 3 horka) vzhledem k průměrné hmotnosti (340g) a vyšším hodnotám GSI u jikernaček. Datum stanovení výtěžnosti bylo 7. 2. 2009, což znamená, že od vykulení do data provedení stanovení výtěžnosti byly ryby v odchovu 2 horka (2 léta). GSI u jikernaček činil $0,48 \pm 0,32\%$ a gonády byly na nízkém stupni vývoje. U stejně starých mlíčáků činil GSI $1,40 \pm 0,96\%$, což je identická hodnota jako ve výsledcích Reitera (2006), avšak zde u ryb o jedno léto starších. To znamená, že k intenzivnímu vývoji gonád a pohlavnímu dospívání dochází u jikernaček až během 3. léta odchovu (2+) a výhodu lepších vlastností výtěžnosti mohou ztrácet. Nicméně, vyšší živé hmotnosti je u jikernaček dosaženo mnohem dříve než u mlíčáků, čemuž odpovídají průměrné hmotnosti vybraných ryb použitých ke stanovení jatečné výtěžnosti. Největší vliv na tento fakt má dřívější pohlavní dospívání u mlíčáků. Shodné závěry vyslovili i Jobling a Baardvik (1991). Hodnoty výtěžnosti kříženců ES ležely přesně mezi hodnotami sivena arktického a sivena amerického. To poukazuje na jisté výhody sivena arktického oproti sivenu americkému v konečném zpracování (Reiter, 2006).

5.6. SENZORICKÁ ANALÝZA MASA

V obou opakováních senzoričké analýzy byly jikernačky organolepticky oproti mlíčákům lépe hodnoceny. Nicméně, statistická průkaznost lepších senzoričkých vlastností jikernaček byla prokázána pouze v prvním kole opakování a to v chuti a konzistenci. Lepší senzoričké vlastnosti jikernaček byly patrně dány termínem provedení senzoričké analýzy. Většina mlíčáků se nacházela v období pohlavního dospívání a z výsledků stanovení výtěžnosti měli průkazně nižší obsah viscerálního tuku než jikernačky, což svědčí o vyšším energetickém vyčerpání organismu. Jobling (1998) hovoří o mnohem lepší kondici mezi dříve pohlavně dospívajícími siveny v období pozdního jara a časného léta, ale na podzim se situace začíná obracet (Jobling a Baardvik, 1991; Tveiten et al., 1996; Hatlen et al., 1997). Problém brzkého pohlavního

dospívání sivenů a následné redukce kvality pro komerční chovy, především mezi mlíčáky, vyslovil Jobling (1998). V průběhu podzimních měsíců bylo rovněž zaznamenáno nechutenství v příjmu potravy u pohlavně dospívajících jedinců (Tveiten et al. 1996; Saether et al. 1996). Pohlavně dospívající ryby jsou v důsledku nízkého příjmu potravy či kompletního nechutenství odkázány na rezervy energie ze svých endogenních zdrojů, které následně využijí k tvorbě gonád (Jørgensen et al. 1997). Hatlen et al. (1996) popisuje výrazný vliv pohlavního dospívání na změny chemické kompozice filetů hlavně z hlediska poklesu obsahu lipidů (tuků), proteinů (bílkovin), pigmentů (karotenoidů) a zvýšení podílů vody ve svalovině. Vliv pohlavního cyklu na složení svaloviny ryb vyslovil i Ingr (2005). To vysvětluje řidší konzistenci a horší chuťové vlastnosti svaloviny u mlíčáků, i když vliv na pachové charakteristiky svaloviny prokázán nebyl. Vliv pohlavního cyklu na složení svaloviny ryb vyslovil i Ingr (2005).

Nicméně, sensorické vlastnosti svaloviny sivenů arktických byly hodnoceny velmi kladně. Výhodou sivena arktického by mohlo být tvrzení většiny hodnotících, že svalovina nemá téměř žádný typický rybí zápach, který je pro některé lidi při konzumaci ryb velmi nepříjemný. Reiter (2006) prokázal horší sensorické vlastnosti arktických sivenů oproti sivenům americkým. Tomu odporuje tvrzení Steinera (1984), že siven arktický je nejchutnější tržní rybou na světě. Stejně tak Piwernetz (2002) řadí sivena amerického z hlediska sensorických vlastností až za křížence ES. Reiter (2006) však připouští, že sensorické posouzení masa je ovlivněno řadou subjektivních faktorů, jakožto i podmínkami odchovu, krměním, pohlavní zralostí atd. Oberle (1998) signifikantně prokázal převahu sivena arktického v celkovém vzhladu, chuti a celkovém dojmu oproti pstruhovi duhovému, kaprovi obecnému, cejnovi obecnému a amuru bílému. Naproti tomu Reiter (2006) za stejných podmínek průkazný rozdíl mezi pstruhem duhovým a sivenem arktickým potvrdit nemohl. Avšak lepší sensorické vlastnosti byly zjištěny u sivena arktického oproti pstruhovi potočnímu.

5.7. TEST SENZITIVITY GENERAČNÍCH RYB NA ANESTEZII HŘEBÍČKOVÝM OLEJEM

Z výsledků testu anestezie vyplývá, že jikernačky sivena arktického jsou nepatrně více citlivější než mlíčáci, i když dřívější zaregistrování anestetika nastalo u mlíčáků. Oproti výsledkům testů senzitivity Kouřila et al. (2008) se zdá siven arktický být méně citlivý oproti ostatním salmonidům. Tak např. fáze IIa bylo u pstruha

potočního a pstruha duhového dosaženo cca o 1 min. dříve. Časový rozdíl dosažení fáze IIb činí mezi těmito druhy lososovitých již cca 2 min. Nicméně účinnost (rozpustnost) hřebíčkového oleje klesá se snižující se teplotou vody a jeho koncentrací (Kouřil, 2008- osobní sdělení). Test citlivosti byl u arktických sivenů prováděn při teplotě 6,1 °C při koncentraci 0,02 ml/l. Výše zmíněné testy senzitivity u jiných salmonidů však byly prováděny při koncentraci 0,03 ml/l a teplotách vody až 10 °C.

6. ZÁVĚR

Na základě výsledků provedených pokusů lze na závěr říci, že siven arktický je pro akvakulturu lososovitých ryb velmi zajímavým druhem a své místo si již v produkčních chovech, zejména v severní Evropě, získal. Avšak uplatnění v českém pstruhařství, vzhledem k nárokům na kvalitu a především teplotu vody, by mohl najít pouze v horských a chladných oblastech naší země. Především tam, kde se teplota vody v průběhu roku pohybuje mezi 0 - 10 °C, může siven arktický, při bezpodmínečném dodržení jistých zásad, dosáhnout mnohem lepších produkčních výsledků než siven americký a pstruh duhový. Z hlediska ztrát v průběhu doby výtěru zasluhuje nemalou pozornost našich chovatelů sivena amerického křížence elsässer, který je sice nepatrně odolnější než siven arktický, ale teplotní podmínky odchovu jsou zde v neméně míře rovněž limitujícím faktorem. Co se týká produkce tržních sivenů arktických, není tento druh pro tento účel v českých podmínkách příliš vhodný. Avšak pro pstruhařství v horských oblastech v pohraničí, která splňují teplotní a kvalitativní požadavky chovného prostředí, by produkce plůdku a násad sivena arktického mohla být velkým přínosem. Nicméně, introdukce nového druhu do České republiky není podle současně platných právních předpisů možná, i když v případě sivena arktického by stála za zvážení. Pro rybářskou praxi intenzivního odchovu sivena arktického jsou důležité tyto zásady:

- pro produkci kvalitních pohlavních produktů a úspěšnou inkubaci jiker jsou teploty < 5 °C v podzimních a zimních měsících podmínkou, nejsou-li tyto podmínky splněny, vyplatí se pomocí umělého prodloužení dne přesunout dobu výtěru do zimních měsíců
- při rozkrmu a odchovu plůdku je nutno používat ty nejkvalitnější krmiva
- rozplavaný a rozkrmený plůdek je nutno co nejdříve pro účely z Rückel-Vackových aparátů předsadit do hlubších (>40cm) odchovných zařízení (žlabů) s alespoň nepatrným proudem vody, velmi vhodné jsou nádrže s kruhovým průtokem

- bezpodmínečné je dodržování požadavků na hustotu obsádky a hygienu odchovu u všech věkových tříd
- z hlediska odchovných zařízení je nutné sivenovi arktickému dostatečně umožnit příjem potravy ze dna
- techniku krmení uzpůsobit tak, aby celková denní krmná dávka byla podávána v malých dávkách v průběhu celého dne i noci, nevhodné je jednorázové krmení
- zohlednit vyšší denní krmné dávky v jednotlivých ročních obdobích z hlediska sezónnosti příjmu potravy a pohlavního cyklu především u mlíčáků

Doporučení pro další výzkum

Na základě výsledků odchovu tržních jedinců, dřívějšího nástupu pohlavní zralosti u mlíčáků, následného zhodnocení jatečné výtěžnosti a senzorického posouzení se pro produkční chovy arktických sivenů nabízí otázka důkladného výzkumu monosexních *all-female* (celosamičích) obsádek či použití metod polyploidizace. Některé pstruží farmy nemusí splňovat výše zmíněnou teplotní hranici pro získání kvalitních pohlavních produktů, avšak pro inkubaci jiker a odchov plůdku kvalitativní podmínky ještě splňují. Pro tyto účely by měl další výzkum ověřit možnosti řízené reprodukce pomocí hormonálních přípravků povolených v EU. Vzhledem k vysoké heritabilitě růstových vlastností a věku dosažení pohlavní zralosti by se šlechtitelská práce v alpských zemích měla zaměřit na možnosti vytvoření produkčních linií z konkrétních rychle rostoucích alpských či severských populací po vzoru Švédska.

7. POUŽITÁ LITERATURA:

- Adams, C. E., Huntingford, F. A., Krpal, J., Jobling, M., Scott, J. B. (1995): Exercise, agonistic behaviour and food acquisition in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Environmental Biology of Fishes* **43**, 213-218.
- Baardvik, B. M. and Jobling, M. (1990): Effect of size-sorting on biomass gain and individual growth rates in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture* **90**, 11-16.
- Baath, C., Reiter, R., Bergmann, S. M. (2003): Vergleich der Reaktion von Regenbogenforellen und verschiedenen Saiblingen auf eine Infektion mit IHNV, VHSV und *Aeromonas salmonicida*. Untersuchungsbericht für das Institut für Fischerei (nicht veröffentlicht), laskavost pana Dr. R. Reitera (LfL, Institut für Fischerei, Weilheimer Str. 8, D-82319 Starnberg), 9 s.
- Baruš, V., Oliva, O., a kol. (1995): Mihulovci *Petromyzontes* a Ryby *Osteichthyes* (1): Academia. Praha, 1995: 474 – 483. ISSN 0430-120X. s. 623.
- Bauer, O. N. (1958): Biologie und Bekämpfung von *Ichthyophthirius multifiliis*. *Z. Fisch. Hilfswissenschaft* **7**, 575-581.
- Bebak, J., Hankins, J. A., Summerfelt, S. T. (2000): Effect of water temperature on survival of eyed eggs and alevins of Arctic charr. *North American Journal of Aquaculture* **62**, 139-143.
- Behnke, R. J. (1984): Organizing the Diversity of the Arctic Charr Complex. In: Johnson, K., Burns, B. (eds.): *Biology of the Arctic Charr*, Proceedings of the International Symposium on Arctic Charr, Winnipeg, Manitoba, May 1981. Univ Manitoba Press, Winnipeg, 3-13.
- Boulion, D. R., Curtis, A. (1987): Diplostomiasis (Trematoda: Strigeidae) in Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*) from Charr Lake, Northern Labrador. *Journal of Wildlife Diseases* **23**(3), 502-505.
- Brämick, U. (2006): Jahresbericht zur deutschen Binnenfischerei 2006. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam-Sacrow, 44 s.
- Brännäs, E., Linner J. (2000): Growth effects in Arctic charr reared in cold water: Feed frequency, access to bottom foraging and stocking density. *Aquaculture International* **8**, 381-389.
- Brännäs, E. (2004): Breeding programmes of Salmonid fish with Arctic charr as a case study: SLU. Sweden, 2004, 8 s.
- Brett, J. R. (1979): Environmental factors and growth. In: *Fish Physiology*, VIII, (eds W. S. Hoar, D. J. Randall and J. R. Brett) Academic Press: London, 599-675.

Brunner, P. C., Douglas, M. R., Bernatchez, L., (1998): Microsatellite and mitochondrial DNA assessment of population structure and stocking effects in Arctic charr *Salvelinus alpinus* (Teleostei: Salmonidae) from central Alpine lakes. *Molecular Ecology* **7**, 209-223.

Brunner, P. C. Molecular evolution and phylogenetic relationship in the *Salvelinus alpinus* (Teleostei: Salmonidae) complex. Disertační práce: Universität Zürich, 1997, 143 s.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Jahresbericht über die Deutsche Fischwirtschaft 2007.

Bye, V. J. and Lincoln, R. F. (1986): Commercial methods for the control of sexual maturation in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture* **57**, 299-309.

Cavalli, L., and Chappaz R. (1996): Diet, growth and reproduction of the Arctic charr in a high alpine lake. *Journal of Fish Biology* **49**, 953-964.

Dempson, J. B. (2001): North Labrador Arctic Charr. DFO Science Stock Status Report D 2-07.

Dick, T. A., Yang, X. (2002): Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture* **15**, 203-218.

Dumas, S., Audet, C., Blanc J.M., De La Noüe, J. (1995a): Seawater acclimation of diploid and triploid brook charr (*Salvelinus fontinalis*), diploid Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), and their diploid and triploid hybrids. *Journal of Fish Biology* **46**, 302-316.

Dumas, S., Audet, C., Blanc J.M., De La Noüe, J. (1995b): Variation in yolk absorption and early growth of brook charr *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), and their hybrids. *Aquaculture Research* **26**, 759-764.

Dumas, S., Blanc, J. M., Vallée, F., Audet, C., De La Noüe, J. (1996): Survival, growth, sexual maturation and reproduction of brook charr, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., and their hybrids. *Aquaculture Research* **27**, 245-253.

Engelbrecht, C. (2000): Untersuchungen zur Phylogeographie und Populationsstruktur zweier paläarktischer Fischarten, der Mühlkoppe (*Cottus gobio* L.) und des alpinen Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* L.). Dissertation: Ludwig-Maximilians-Universität München, 123 s.

Fänge, R. and Grove, D. (1979): Digestion. In: *Fish Physiology*, VIII, (eds W. S. Hoar, D. J. Randall and J. R. Brett) Academic Press: London.,161-260.

Flajšhans, M. (2008): Geonomové manipulace II. Přednášky předmětu Šlechtění ryb na JČU. Prezentace Power Point. Dostupné na: www.vurh.jcu.cz.

Freyhof, J. (2002): Freshwater fish diversity in Germany, threats and species extinction. In: Collares-Pereira, M. J., Cowx, I. G., Coelho, M. M. (eds.): Conservation of Freshwater Fishes: Options for the Future. Fishing News Books, Oxford, 2002, 3-22.

- Frič, A. (1872): Obratlovci země české. Práce zool. odd., přírod. prozkoumání Čech, arch. přírodov., II. díl, IV. odd.: 148 s. ryby, 107-129.
- Frič, A. (1908): České ryby a jejich cizopasníci. 2. vyd. VI. Nákladem (komise F. Řivnáč), Praha, 78 s.
- Fryer, J. L., Sanders, J. E. (1981): Bacterial kidney disease salmonid fish. *Ann. Rev. Microbiol.* **35**, 273-298.
- Gerstmeier, P. (1985): Ernährungsbiologie von Renke und Seesaibling in Königs- und Oberste im National Park Berchtesgarden. *Fischer & Teichwirt* **36**, 13-18.
- Gillet, Ch., (1991): Egg production in an Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) brood stock: effects of temperature on the Tininy of sparing and the quality of eggs. *Aquat. Libiny Resour.* **4**, 109-116.
- Gillet, C., Breton, B. (1992): Research work on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in France – broodstock management. *Búvísindi, Icel. Agr. Sci.* **6**, 25-45.
- Gunnarsson, V. I. (2008): Production and marketing of Icelandic Arctic charr. Tredje nasjonale konferanse, Scandic Tromsø 5-6 mars 2008. 35 s.
- Gurure, R. M., Moccia, R. D., Atkinson, J. L. (1995): Optimal protein requirements of young Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fed practical diets. *Aquaculture Nutrition* **1**, 227 - 234.
- Haliloğlu, I. H., Aras, M. N., Yetim, H (2002): Comparison of Muscle Fatty Acids of Three Trout Species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) Raised under the Same Conditions. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* **26**, 1097-1102.
- Hatlen, B. Aas, G.H., Jørgensen, E.H., Storebakken, T. and Goswami, U.C. (1995): Pigmentation of 1, 2 and 3 year old Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fed two different dietary astaxanthin concentrations. *Aquaculture* **138**, 303–312.
- Hatlen, B., Arnesen, A.M. and Jobling, M. (1996): Muscle carotenoid concentrations in sexually maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) *Aquaculture Nutrition* **2**, 207–212.
- Hatlen, B., Arnesen, A.M., Jobling, M., Siikavupio, S. and Bjerkeng, B. (1997): Carotenoid pigmentation in relation to feed intake, growth and social interactions in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), from two anadromous strains. *Aquaculture Nutrition* **2**, 207-212.
- Hammar, J. (1989): Freshwater ecosystems of polar regions: Vulnerable resources. *Ambio*, **18**, 6-22.
- Heese, T. (1993): Morfological Characteristics of Arctic Charr, (*Salvelinus alpinus*, L. 1758) from the Hornsund Area of West Spitsbergen. *Acta ichthyologica et piscatoria*, 24-29.

- Henderson, R.J. and Tocher, D.R. (1987): The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progressive Lipid Research* **26**, 281–347.
- Hoffman, C. L. (1967): Parasites of North American freshwater fishes. University of California Press, Los Angeles, California, 486 s.
- Hochleithner, M. (2001): Lachsfische: Biologie und Aquakultur. Kitzbühel: Aquatech publications, 2001. 356 s. ISBN 3-9500968-3-3. Kapitola 2, Arten in Einzeldarstellung, 158 - 165.
- Humpesh, U. H. (1985): Gibt es optimale Wassertemperaturen für die Erbrütung von Salmoniden- und Thymallideneiern? Österreichs Fischerei, **38** (10), 273-279.‘
- Chevassus, B., (1979): Hybridization in salmonids: Results and perspectives. *Aquaculture* **17**, 113-128.
- Christiansen, J. S. and Wallace, J. C. (1988): Deposition of canthaxanthin and muscle lipid in two size groups of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture* **69**, 69-78.
- Christiansen, J. S., Ringø, E., Jobling, M. (1989): Effects of Sustained Exercise on Growth and Body Composition of First-Feeding Fry of Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture* **79**, 329-335.
- Igoe, F., Hammar, J. (2004): The Arctic Charr *Salvelinus alpinus* (L.) Complex in Ireland: A Secretive and Threatened Ice Age Relict. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy: **104B**. No. **3**, 73-92.
- Igoe, F., O’Grady M.F., Tierney D., & Fitzmaurice P. (2003): Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.) in Ireland – a millennium review of their distribution and status with conservation recommendations. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* **103B**, 9-22.
- Ingr, I. (2005): Jakost a zpracování ryb: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. ISBN 80-7157-804-5. 102 s.
- Jobling, M. (1983): Influence of body weight and temperature on growth rates of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Fish Biology* **22**, 577-584.
- Jobling, M. (1985): Physiological and social constraints on growth of fish with special reference to Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture* **44**, 83-90.
- Jobling, M. (1991): Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. In: Wilson R. P. (ed.) *Handbook of Nutrient Requirements of Finfish*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1-4.
- Jobling, M. (1995): Feeding of charr in relation to aquaculture. *Nordic Journal of Freshwater Research* **71**, 102-112.
- Jobling, M. and Baardvik, B. M. (1991): Patterns of growth of mature and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in hatchery population. *Aquaculture* **94**, 343-354.

- Jobling, M. and Baardvik, B. M. (1994): The influence of environmental manipulations on inter and intra-individual variation in food acquisition and growth performance of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Biology* **44**, 1069-1087.
- Jobling, M., Jørgensen, E. H., Christiansen, J. S. (1990): Feeding behaviour and food intake of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., studied by X-radiography. *The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture*, 461-469.
- Jobling, M., Jørgensen, E. H., Arnesen, A. M., Ringø, E. (1993): Feeding, growth and environmental requirements of Arctic charr: a review of aquaculture potential. *Aquaculture International* **1**, 20-46.
- Jobling, M., and Reinsnes, T. G. (1987): Effect of Sorting on Size-Frequency Distributions and Growth of Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture* **60**, 27-31.
- Jobling, M., Tveiten, H., Halten, B. (1998): Cultivation of Arctic charr: an update. *Aquaculture International* **6**, 181-196.
- Jobling, M. and Wandsvik, A. (1983a): Quantitative protein requirements of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Fish Biology* **22**, 705-712.
- Jobling, M. and Wandsvik, A. (1983b): Effect of social interactions on growth rates and conversion efficiency of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Journal of Fish Biology* **22**, 577-584.
- Jonsson, B., Svavarsson, E. (2000): Connection between egg size and early mortality in arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Aquaculture* **187**, 315-317.
- Jørgensen, E. H., Christiansen, J. S., Jobling, M. (1993): Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* **110**, 191-204.
- Jørgensen, E. H. and Jobling, M. (1989): Patterns of food intake in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, monitored by radiography. *Aquaculture* **81**, 155-160.
- Jørgensen, E. H. and Jobling, M. (1990): Feeding Modes in Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* L.: the Importance of Bottom Feeding for the Maintenance of Growth. *Aquaculture* **86**, 379-385.
- Jørgensen, E. H., and Jobling, M. (1993): Feeding in darkness eliminates density-dependent growth suppression in Arctic charr. *Aquaculture International* **1**, 90-93.
- Jørgensen, E. H., Christiansen S. J., Jobling, M. (1993): Effect of stocking density on food intake, growth, performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* **110**, 191-204.
- Jørgensen, E. H., Johansen, S. J. S. and Jobling, M. (1997): Seasonal patterns of growth, lipid deposition and lipid depletion in anadromous Arctic charr. *Journal of Fish Biology* **51**, 312-326.

Karl, H., Rehbein, H., Manthey-Karl, M., Meyer, C., Ostemeyer, U., Lehmann, I., Schubring R., Kroeger, M. und Volker, H. (2003): Biofisch – Qualitätsvergleich zwischen konventionellen und ökologisch produzierten Forellen: Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2003, 1-14.

Klinkhardt, M. (2000): Wandersaibling (*Salvelinus alpinus*). FischMagazin **9**, 79-83.

Koebele, B. P. (1985): Growth and the size hierarchy effect: an experimental assessment of three proposed mechanisms; activity differences, disproportional food acquisition, physiological stress. *Environ. Biol. Fish.*, **12**, 181-188.

Kolbeinshavn, A. G., and Wallace, J. C. (1985): Observations on swim bladder stress syndrome in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) induced by inadequate water depth. *Aquaculture* **46**, 259-263.

Kottelat, M. (1997): European Freshwater Fishes. An heuristic checklist of freshwater fishes of Europe (exklusive the former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation. *Biologica* **52** (Suppl. 5), 1-271.

Kottelat, M., Freyhoff, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. Berlin: 2007. ISBN 978-2-8399-0298-4. 646 s.

Kouřil, J., Mikodina, E., Mikulin, A., Lubayev, V., Skerik, J. and Svinger, V. W. (2008): Different sensitivity between adult salmonid fish species and grayling to an anaesthetic clove oil. Poster, Krakow conference.

Ladiges W. a Vogt D., 1965: Die Süßwasserfische Europas bis zum Ural und Kaspischen Meer. Parey, Hamburg u. Berlin, 250 s.

Li, H. W., and Brocksen, R. W. (1977): Approaches to the analysis of energetic costs of intraspecific competition for space by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Biol.*, **40**, 313-363.

Lohninský K., (1977): Kruhoústí a ryby. In: Roček Z. et al.: Příroda Orlických hor a Podorlicka: s. 565-660.

de March, B. G. E. (1997): Social and genetic determinants of size variation in tank sof Nauyuk, Norwegian and hybrid Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture Research* **28**, 305-315.

Mayer., L. (2001): Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus*...) – Vermehrung, Aufzucht und Produktion in der Teichwirtschaft. *Fischer & Teichwirt* **52**, 330-331.

Mayer., L. (2003a): Ein Diskussionsbeitrag zur „endlosen Geschichte“ über „reinrassige“ Seesaiblinge. *Fischer & Teichwirt* **54**, s. 45.

Mayer, L. (2003b): Vermehrung von Seesaiblingen (*Salvelinus alpinus*). *Fischer & Teichwirt* **54**, 265-266.

- Meyer, F. P. (1974): Parasites of Freshwater Fishes, II, Protozoa 3. *Ichthyophthirius multifiliis*, a ciliate parasitic on freshwater fishes, with some remarks on possible physiological races and species. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **95**, 607-613.
- Morawa, F. (1983): Im Saibling (Gattung: *Salvelinus*) ist Vielfalt. *Fischer & Teichwirt* **34**, 173-175.
- Neresheimer, E., (1937): Die Lachsartigen I. (Salmonidae). Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, Stuttgart, **3** (5): 333-340.
- Nilsson, J. (1990): Heritability estimates of growth-related traits in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* **84**, 211-217.
- Nilsson, J. 1992. Genetic parameters of growth and sexual maturity in Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* **106**, 9-19.
- Nilsson, J. 1994. Genetic variation in resistance of Arctic char to fungal infection. *J. Aqu. Anim. Health* **4**, 126-128.
- Northern Ireland Species Action Plan (2007): Arctic char *Salvelinus alpinus*. Environment & Heritage Service.
- Oberle, M. (1998): Geschmacksvergleich zwischen heimischen Süßwasserfischen. Testsieger: Saibling. *Fisch Magazin, Heft* **11**, 79-81.
- Ogut, H. (2005): Seasonality of *Ichthyophthirius multifiliis* in the Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Farms of the Eastern Black Sea Region of Turkey. *Turk. Jour. of Fish. and Aquat. Sci.* **5**, 23-27.
- Olsen, R. E. and Ringø, E. (1992): Lipids of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) If. Influence of dietary fatty acids on the elongation and desaturation of linoleic and linolenic acid. *Fish Physiology and Biochemistry* **9**, 393-399.
- Olsen, R. E., Henderson, R. J. and Ringø, E. (1991): Lipids of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) I. Dietary induced changes in lipid class and fatty acid composition. *Fish Physiology and Biochemistry* **9**, 151-164.
- Piwernetz, D. (2002): Elsässer Saibling in Deutschland auf dem Vormarsch. *Fischer & Teichwirt* **53**, 428 s.
- Pohlhausen, H. (1982): An unrer Zeichnung sollt ihr sie erkennen... *Fisch & Fang* **23**, 614-615.
- Pohlhausen, H. (1983a): Seesaibling oder Bachsaibling? *Fischer & Teichwirt* **34**, 67 s.
- Pohlhausen, H. (1983b): Freiwasserzucht von Seesaiblingen mit Winterfütterung. *Fischer & Teichwirt* **34**, 102-104.
- Pokorný, J. (1993): *Metody senzoričké analýzy potravin : a stanovení senzoričké jakosti*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 196 s. ISBN 80-85120-34-8.

- Přihoda, J. (2006): Chov lososovitých ryb: STYLE, 2006. ISBN 80-969033-4-9. s. 209.
- Reiter, R. H. (1999): Vergleich von Seesaiblingen und Elsässer Saiblingen bezüglich Wachstum, Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischfärbung. Jahresbericht der Bayerischen Landesanstalt für Fischerei Starnberg, 25-26.
- Reiter, R. H. (2006): Leistungs- und Qualitätseigenschaften jeweils zweier Herkünfte des Seesaiblings und des Bachsaiblings Sowie ihrer Kreuzungen: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2006. 194 s. ISSN 1611-4159.
- Ringø, E. and Nilsen, B. (1987): Hatchery-reared landlocked Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). from Lake Takvatn, rezed in fresh and sea water. I. Biochemical composition of food, and lipid composition of fis rezed in fresh water. *Aquaculture* **67**, 343-351.
- Rüttensteiner, A. (1893): Monatliche Forstwirtschafts Anzeigen fürs Rivier Hütschenbach. Státní oblastní archiv Třeboň – pobočka Český Krumlov.
- Saether, B. S., Johnsen, H. K. and Jobling, M. (1996): Seasonal changes in food consumption and growth of Arctic charr exposé to either simulated natura lor a 12:12 LD photoperiod at constant water temperature. *Journal of Fish Biology* **48**, 1113-1122.
- Sardesai, V. M. (1992): Nutritional role of polyunsaturated fatty acids. *Journal of Nutritional Biochemistry* **3**,154-166.
- Schäperclaus, W., von Lukowitz, M., (1998): Lehrbuch der Teichwirtschaft 4., neubearbeitete Auflage. Berlin: Parey, 1998. ISBN 3-8263-8248-X. 590 s.
- Siebold C. T. E., (1983): Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. W. Engelmann, Leipzig, 430 s.
- Skrjabin, K. I. 1960. [Trematodes of animals and man.] Essentials of trematodology, Vol. XVII. Acad. Sci. USSR, Moscow, USSR, 640 s. In Russian, English translation by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1964.
- Souter B. W., Dwilow A. G., Knight K. (1987): *Renibacterium salmoninarum* in wild Arctic charr *Salvelinus alpinus* and lake trout *S. namaycush* from the Northwest Territories, Canada. *Dis, aquat. Org.* **3**, 151-154.
- Steiner, V. (1984): Die Kultivierung des Seesaiblings - *Salvelinus alpinus* L. - . Ein praxisnahes Forschungsprogramm am Institut für Fischforschung in Thaur/Tirol. Österreichs Fischerei **37**, 15-23.
- Svobodová, Z. a kol. (2007): Nemoci sladkovodních a akvarijských ryb: Praha: Informatorium, 2007. ISBN 978-80-7333-051-4. 264 s.
- Swift, D. R. (1964): The effect of temperature and oxygen on the growth rate of the Windermere charr (*Salvelinus alpinus willughbii*). *Comparative Biochemistry and Physiology* **12**, 179-183.

- Šámal, J. (1933): Siven alpský (*Salmo salvelinus* L.) v Černém jezeře na Šumavě. Čs. rybář **13** (9 – 10), 30-32, 37-39.
- Šámal, J. (1937): Siven alpský. Věda přírodní **18** (1): 4 s.
- Štěpán, V. J. (1926): Pstruhová líheň v Přepřatilově u Mělníka (kousek historie). Čs. rybář **6**, 133-135.
- Tabachek, J. L. (1986): Influence of dietary protein and lipid levels on growth, body composition and utilization efficiencies of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L.. J. Fish Biol. **29**, 139-151.
- Tabachek, J. L. (1988): The effect of Feed Particle size on the Growth and Feed Efficiency of Arctic charr [*Salvelinus alpinus* (L.)]. *Aquaculture* **71**, 319-330.
- The Icelandic Aquaculture Association (2008): Iceland Arctic Charr. 3 s.
- Thorpe, J. E. (1989): Developmental variation in salmonid populations. Journal of Fish Biology **35** (Supplement A), 295-303.
- Torrissen, O. J., Hardy, R. W. and Shearer, K. D. (1989) Pigmentation of salmonids – carotenoid deposition and metabolism. *CRC Critical Reviews in Aquatic Sciences* **1**, 209-225.
- Tveiten, H., Johnsen, H. K., and Jobling, M. (1996): Influence of maturity status on the annual cycles of feeding and growth in Arctic charr reared at constant temperature. *Journal of Fish Biology* **48**, 910-924.
- Tveiten, H., Mayer, I., Johnsen, H. K., Jobling, M. (1998): Sex steroids, growth and condition of Arctic charr broodstock during an Antal cycle. *Journal of Fish Biology* **53**, 714-727.
- Volf, F. (1959): Záznam o sivenu alpském z našich vod. Čs. rybářství, 1959: 24.
- Wallace, J. C., Aasjord, D. (1984a): An investigation of the consequences of egg size for the culture of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *J. Fish Biol.* **24**, 427-435.
- Wallace, J. C., Aasjord, D. (1984b): The initial feeding of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) alevins at different temperatures and under different feeding regimes. *Aquaculture* **38**, 19-33.
- Wallace, J. C., Kolbeinshavn, A. G., Reinsnes, T. G. (1988): The effect of Stocking Density on Early Growth in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture* **73**, 101-110.
- Wandsvik, A. and Jobling, M. (1982): Observations on growth rates of Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.), reared at low temperature. *Journal of Fish Biology* **14**, 351-370.
- Went A. E. J. (1945). The distribution Irish char (*Salvelinus* spp.). *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* **50B**, 167-89.

- Wilson, R. P. (1989): Amino acids and proteins. In: *Fish Nutrition (2rid edition)*, (ed J. E.Halver) Academic Press: London: s. 111-151.
- Wilson, R. P. (ed.) (1991): *Handbook of Nutrient Requirements of Finfish*, CRC Press: Boca Raton, FL: s. 196.
- Wolf, K., and Markiw, M. E. (1982): Ichthyophthiriasis: immersion immunization of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) using *Tetrahymena thermophila* as a protective imunogen. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **39**, 1722-1725.
- Yamagashi, H., Maruyama, T. and Mashiko, K. (1974): Social relation in a small experimental population of *Odontobutis obscurus* (Temminck et Schlegel) as related to individual growth and food intake. *Oecologia*, **17**, 187-202
- Yamazaki, F. (1983): Sex control and manipulation in fish. *Aquaculture* **33**, 329-354.
- Yang, X., Dick, T. A. (1993): Effects of dietary fatty acids on growth, feed efficiency and lliver RNA and DNA content of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture* **116**, 57-70.
- Yang, X. (1994): Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on growth and lipid metabolism of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture* **116**, 57-70.

PŘÍLOHY:



Obrázek 16: Půlroční násada sivena arktického



Obrázek 17: Kontrolní měření a vážení



Obrázek 17: Velikostní rozdíl stejné staré násady 1+



Obrázek 18: Provádění testů senzitivity na anestezii hřebíčkovým olejem



Obrázek 19: Filetování



Obrázek 20: Generační mlíčák



Obrázek 21: Přípravy na senzoryckou analýzu filetů



Obrázek 22: Senzorické posuzování



Obrázek 23: Generační sivení po anestezi



Obrázek 24: Odchov jednoleté násady (pokus č. 3)

CHARAKTERISTIKA A SLOŽENÍ JEDNOTLIVÝCH VYBRANÝCH KRMIV

1. MILKIVIT

Milkivit, Trout Nutrition Deutschland GmbH, 86664-Burgheim

Složení:

57% bílkovin
4,6% lysinu
15% tuku
0,4% vlákniny
11,5% popelovin
1,6% fosforu

Přídavky/1kg:

23 000 I.E. Vitamin A
1500 I.E. Vitamin D3
200mg Vitamin E (alfa-tokoferolacetát)
3mg Cu (Kupfer – (II) – sulfat, pentahydrat)
BHT
Ethoxyquin
Propylgalát

2. DANA FEED - ARCTIC CHARR DAN-EX 1362

62% bílkovin
13% tuku
1,19% vlákniny
1,38% fosforu

15mg/kg Cu
1,02 I.U./gr Vitamin A
0,25 I.U./gr. Vitamin D3
447,7 mg/kg Vitamin E
148 mg/kg BHT

77,48% rybí moučka
10,29% pšenice
6% pšeničný lepek
4,79% rybí olej
1,44% vitaminový premix