

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

Bakalářská práce

Vliv teploty na příjem krmiva a růst síha peled'e
(*Coregonus peled*) v intenzivním chovu.

Autor: Pavel Válek, DiS.
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Matoušek
Konzultant bakalářské práce: Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.
Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství
Forma studia: Prezenční
Ročník: 3.

České Budějovice, 2014

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

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce Ing. Janu Matouškovi i konzultantovi Ing. Vlastimilu Stejskalovi, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady, trpělivost a cenné připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Pavlu Šablaturovi a Ing. Michalu Gučíkovi za pomoc při průběhu pokusu a získávání dat. Vlastní experimentální práce byla podpořena projekty NAZV (č. QH 71 011 a QI 101C033), GAJU (č. 047/2010/Z) a CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024).

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

Jméno a příjmení: **Pavel VÁLEK**
Osobní číslo: **V10B058P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv teploty na příjem krmiva a růst síha peledě (*Coregonus peled*) v intenzivním chovu**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

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

V současnosti naše domácí produkce sladkovodních ryb stagnuje. Jedním z možných způsobů pro zlepšení tohoto stavu je větší diversifikace spektra chovaných ryb ve speciálních rybích objektech. Mezi perspektivní druhy, které by mohly rozšířit sortiment ryb na našem trhu, se dají zařadit i síhovití (*Coregoninae*). V našem případě se jedná zejména o síha marénu (*Coregonus lavaretus marene*, Bloch, 1779) a síha peledě (*Coregonus peled*, Gmelin, 1780).

V České republice je doposud technologie chovu síhů založena na polykulturních obsádkách s kaprem ve výše položených chladných rybnících. Tento chov vykazuje malou efektivnost a výkvy v produkci. Chovem síhů v recirkulačních systémech (RAS dánského typu), kde se dají navodit optimální podmínky chovného prostředí, by se dala navýšit jejich současná produkce a urychlit jejich růst do tržní velikosti.

V zahraničí patří síhovití (*Coregoninae*) mezi vyhledávané a preferované ryby. Zájem o ně mají především severní a severo-východní evropské státy (Finsko, Polsko, Německo a Rusko). Tyto země věnují úsilí ve výzkumu o zintenzivnění chovných metod, a tím navýšení produkce těchto zajímavých ryb.

Komplexním cílem práce je inovace a optimalizace technologie intenzivního chovu síhů s využitím recirkulačního systému v ČR. Cílem práce bude testovat vliv teplot na růst, přežití a příjem krmiva u síha peledě. Teplotní škála bude nastavena pomocí průtokového chladiče a směšovací nádrží na vodu. Sledované teploty budou 24, 21, 18, 15 a 12 °C. Každá skupina bude testována ve třech opakováních. Monitoring skutečných teplot odchovného prostředí bude probíhat pomocí záznamových teploměrů s frekvencí měření 1x za hodinu. Kromě teploty se bude 2x denně sledovat nasycení vody kyslíkem, které nebude klesat pod 70 %, a 2 x denně pH, které bude udržováno v rozmezí 7,0 - 7,4. Kontrola bude prováděna přenosným multimetrem HACH HQ 40. Ryby budou umístěny v odchovných nádržích o objemu 65 l, které budou napojené na malý recirkulační systém s úpravou kvality vody (mechanický filtr, biologický filtr, vzduchování). Celý pokus bude trvat 88 dní s kontrolními odlovy po 22 dnech. Na konci experimentu budou výsledky vyhodnoceny pomocí zootechnických ukazatelů a statisticky porovnány (kondiční a růstové koeficienty, přežití, koeficient využití krmiva). Experimentální částí bude předcházet vypracování literární rešerše k danému tématu.

Rozsah grafických prací: **podle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 35 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- Szczepkowski, M., Szczepkowska B., Krzywosz, T. 2006. The impact of water temperature on selected rearing indices of juvenile whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) in a recirculating system. *Archives of Polish Fisheries* 14, 95-104.
- Król, J., Demska-Zakeš, Hliwa, P., Korzeniowska, G. 2003. The influence of temperature on the sex differentiation process in peled (*Coregonus peled* (Gmelin)). *Archives of Polish Fisheries* 11, 23-31.
- Prokeš, M., Baruš, V., Peňáz, M., Kubišta, O. 2000. Biometrická charakteristika populací síhů (*Coregonus*), chovaných v zájmové oblasti Českomoravské vrchoviny. *Zoologické dny Brno*.
- Sutela, T. and Huusko, A. 1997. Food consumption of vendace (*Coregonus albula*) larvae in Lake Lentua. *Journal of Fish Biology* 51, 939-951.
- Siikavuopio, S. I., Knudsen R., Amundsen, P. A., Saether B. S., James Ph. 2012. Effects of high temperature on the growth of European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)). *Aquaculture Research* 44, 8-12.
- Siikavuopio S. I., Knudsen R., Amundsen P., Saether B. S. 2012. Growth performance of European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) under a constant light and temperature regime. *Aquaculture Research* 43, 1592-1598.
- Flüchter J. 1980. Review of the present knowledge of rearing whitefish (*Coregonidae*) larvae. *Aquaculture* 19, 191-208.
- Szczepkowski, M., Szczepkowska, B., Krzywosz, T., Wunderlich, K., Stabinski, R. 2010. Growth rate and reproduction of a brood stock of European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) from Lake Gaładuś under controlled rearing conditions. *Archives of Polish Fisheries* 18, 3-11.
- Jobling, M., Koskela, J., Winberg, S. 1999. Feeding and growth of whitefish fed restricted and abundant rations: influences on growth heterogeneity and brain serotonergic activity. *Journal of Fish Biology* 54, 437-449.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Matoušek**

Ústav akvakultury

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

Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: **7. prosince 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2014**


prof. Ing. Otomar Binhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Zátiší 729/II
389 25 Vodňany (2)


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. února 2013

Obsah

1. Úvod.....	- 9 -
2. Literární přehled	- 10 -
2.1. Taxonomické zařazení a přehled hospodářsky významných druhů.....	- 10 -
2.2. Obecná charakteristika síhovitých ryb	- 10 -
2.2.1. Původ a geografické rozšíření	- 10 -
2.2.2. Základní morfologie síha peledě	- 10 -
2.2.3. Chov síha v podmínkách České republiky.....	- 11 -
2.2.4. Potrava	- 11 -
2.2.5. Nároky na prostředí	- 11 -
2.3. Reprodukce.....	- 12 -
2.3.1. Přirozený výtěr	- 12 -
2.3.2. Umělý výtěr.....	- 13 -
2.4. Metody odchovu a produkce síhovitých ryb	- 13 -
2.4.1. Hospodářský význam ryb	- 13 -
2.4.2. Pokles produkce u nás a v Evropě.....	- 14 -
2.4.3. Způsoby chovu v ČR	- 14 -
2.4.4. Chov síha peledě v zahraničí.....	- 16 -
2.4.5. Lov ve volných vodách.....	- 16 -
2.5. Chov ryb ve speciálních rybářských objektech	- 17 -
2.5.1. Chov síhů v klecových systémech.....	- 17 -
2.5.2. Intenzivní chov síhů v RAS	- 17 -
3. Materiál a metodika	- 21 -
3.1. Získání odchovného materiálu.....	- 21 -
3.2. Hlavní experiment s juvenilními jedinci	- 21 -
3.2.1. Popis recirkulačního systému.....	- 21 -

3.2.2.	Průběh prvního hlavního experimentu.....	- 24 -
3.2.3.	Průběh prvního hlavního experimentu.....	- 25 -
3.3.	Průběh druhého pokusu.....	- 26 -
3.3.1.	Popis recirkulačního systému.....	- 26 -
3.3.2.	Denní režim.....	- 26 -
3.4.	Zpracování dat a údajů.....	- 27 -
3.5.	Produkční a statistické zhodnocení dat.....	- 28 -
4.	Výsledky.....	- 30 -
4.1.	Vliv teploty vody na růst a přežití juvenilního síha peledě.....	- 30 -
4.1.1.	Přežití ryb.....	- 30 -
4.1.2.	Hmotnostní růst.....	- 30 -
4.1.3.	Koeficient variance.....	- 30 -
4.1.4.	Biomasa ryb.....	- 33 -
4.1.5.	Specifická rychlost růstu.....	- 33 -
4.1.6.	Celková délka těla.....	- 33 -
4.1.7.	Standartní délka těla.....	- 35 -
4.1.8.	Fultonův koeficient – koeficient vyživenosti ryb.....	- 35 -
4.1.9.	Produkční ukazatel konverze krmiva.....	- 36 -
4.2.	Vliv teploty vody na růst a přežití starších juvenilních ryb síha peledě-	38
4.2.1.	Přežití ryb.....	- 38 -
4.2.2.	Hmotnostní růst.....	- 38 -
4.2.3.	Koeficient variance.....	- 38 -
4.2.4.	Biomasa ryb.....	- 38 -
	- 39 -
4.2.5.	Specifická rychlost růstu.....	- 41 -
4.2.6.	Celková délka.....	- 41 -

4.2.7. Standartní délka.....	- 42 -
4.2.8. Fultonův koeficient – koeficient vyživenosti ryb.....	- 42 -
4.2.9. Koeficient konverze krmiva.....	- 42 -
5. Diskuze.....	- 47 -
6. Závěr	- 51 -
7. Přehled použité literatury	- 52 -
8. Abstrakt.....	- 58 -
9. Abstract	- 59 -

1. Úvod

Síhové rodu *Coregonus* nejsou našimi původními druhy ryb. V České republice jsou hospodářsky významné dva druhy – síh severní (*Coregonus lavaretus*) a síh peled' (*Coregonus peled*) (Kouřil a kol., 2008).

Hlavními evropskými producenty síhovitých ryb jsou převážně Skandinávské země (Johnston, 2002). Ve Finsku jsou síhovité ryby upřednostňovány před některými druhy, jako je například candát obecný (*Sander lucioperca*). Chovem síhovitých ryb se zabývají také v oblastech, jako je například Pobaltí, dále v Rusku, Německu a Polsku. Mezi metodami produkce v těchto zemích převládá jezerní rybolov či odchov ryb v klecových systémech. V poslední době se postupně rozšiřuje nový způsob odchovu síhů ve speciálních rybochovných zařízeních, jako jsou například recirkulační systémy. Kromě produkce tržních ryb je velká pozornost věnována i odchovu násadového materiálu a znovu zarybňování volných vod a jezer (Cosewic, 2005; Heinimaa a kol., 2011; Król a kol., 2003; Wunderlich a kol., 2011; Wziątek a kol., 2009).

V sousedním Polsku nadměrným rybolovem a zhoršujícím se životním prostředím začaly z jezer ubývat síhovité ryby. Proto začali s intenzivním chovem násad síha pro vysazování jezer (Szczepkowiak a Zakes, 2003). Dále je v Polsku, jak již bylo zmíněno, rozšířen chov v klecových systémech. Význam klecových odchovů vzrůstal od 80. let minulého století a primárně sloužil ke snížení eutrofizace jezer (Mamcarz, 1990).

Síhové v sedmdesátých letech dvacátého století patřili mezi hospodářsky významné druhy ryb (www.eagri.cz). Momentálně je v České republice registrována klesající produkce těchto ryb. Příčinou je především likvidační predací tlak kormorána velkého, který preferuje ve své potravě právě síha. V dnešní době neustále stoupá poptávka po tomto rybím druhu. Síhovité ryby mohou obohatit a rozšířit spektrum lososovitých ryb na trhu a nabídnout spotřebiteli kvalitní rybí produkt ceněný především v uzené úpravě (Hanel, 1992).

Komplexním cílem je objasnit problematiku optimálních teplot pro intenzivní chov síha peledě v podmínkách recirkulačních systémů a navýšit tak celkovou produkci síhu v nově vznikajících rybářských farmách po celé České republice.

Hlavním cílem této práce bylo testování vlivu širokého rozmezí teplot (13 až 25 °C) pro dvě počáteční hmotnostní kategorie juvenilních peledí včetně vyhodnocení vlivu testovaných teplot na růst, příjem krmiva a zootechnické ukazatele.

2. Literární přehled

2.1. Taxonomické zařazení a přehled hospodářsky významných druhů.

Síhové jsou zařazeni do řádu lososotvaří (*Salmoniformes*), čeledi lososovití (*Salmonidae*), rod síh (*Coregonus*) (Dungel a Řehák, 2005).

K hospodářsky významným druhům síhů patří. Síh severní (*Coregonus lavaretus*), síh peled' (*Coregonus peled*) (Kouřil a kol., 2008). Dále síh ostronosý (*Coregonus oxyrinchus*), síh malý (*Coregonus albula*) (Hanel a Lusk, 2005).

2.2. Obecná charakteristika síhovitých ryb

2.2.1. Původ a geografické rozšíření

Původní areál rozšíření síha peledě je na území dnešního Ruska, ohraničené řekami Mezeň a Kolymou. Zde obývá jezera a velké řeky (Berg, 1948 – 1949). Terofal (2006) udává oblast rozšíření v dolních úsecích řek a jezer od Sibíře až po oblasti okolo Baltského moře.

Do České republiky byly poprvé dovezeny jikry síha peledě v roce 1970 z jezera Jendys v povodí řeky Obu. Postupem času se peled' přizpůsobil na naše podmínky především pro chov ve vysoce položených rybnících a údolních nádržích (Hanel, 1992). V dnešní době je zaznamenán výskyt síha peledě v řadě evropských zemí, jako je Polsko, Německo, Belgie, Finsko, Švédsko a Maďarsko a to především díky introdukcím.

Oproti tomu původním výskytem síha marény je Polsko, Švédsko a Finsko. Vysazen byl do řady evropských států. K nám byl dovezen poprvé v roce 1882 v počtu 5000 jiker Josefem Šustou (Hanel a Lusk, 2005).

2.2.2. Základní morfologie síha peledě

Tělo síha peledě je poměrně vysoké, laterálně zploštělé. Ústa jsou koncová, kde spodní čelist je přehnutá před horní. Ve srovnání se síhem marénou je tento druh robustnější a větší (Berg, 1948).

Spolehlivým rozlišovacím znakem síhů marény a peledě je počet žaberních tyčinek. Kromě tohoto znaku se využívá k determinaci těchto druhů celková tělesná stavba a

postavení úst, ale tyto znaky nemusí být vždy jednoznačné i z důvodu mezidruhového křížení (Hanel a Lusk, 2005).

Síhovité ryby mají typický znak lososovitých ryb a to tukovou ploutvičku.

Peleď má poměrně velké a lehce opadavé šupiny. Na hlavě, hřbetu a na hřbetní ploutvi má černé skvrnky (Hanel, 1992).

Oproti tomu síh severní má tělo štíhlé, protáhlé se středně velkými snadno opadavými šupinami. Ústa jsou spodní. Hlava a hrdlo jsou stříbřité. Boky těla jsou bílé se stříbřitým leskem (Baruš a Oliva, 1995).

2.2.3. Chov síha v podmínkách České republiky

Síh peleď k nám byl dovezen za účelem chovu ryb v rybnících. (Pokorný a kol., 2004). Mimo rybníky je vysazován i do vybraných údolních nádrží (Lipno, Želivka). V roce 1972 se poprvé podařilo získat i mezidruhové křížence mezi mličáky (samci) peledě a jikernačkami (samicemi) marény, později bylo provedeno i oboustranné křížení. Další nekontrolovatelné křížení vedlo postupně ke ztrátě genetického typu a ke zhoršení plemenářské kvality používaných generačních ryb (Hanel a Lusk, 2005).

2.2.4. Potrava

Potravu plůdku tvoří především zooplankton. Nejprve různá stádia vířníků a klanonožců (Dubský a kol., 2003). Plůdek lze také odkrmit krmivou používanými pro odkrm pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) (Kouřil, 2008). Později peleď konzumuje perloočky a larvy hmyzu. Starší jedinci přijímají také náletovou potravu a příležitostně drobné ryby a měkkýše (Dubský a kol., 2003).

V potravní složce síha marény můžeme najít kromě planktonu také drobné živočichy dna. Rovněž se můžou ve složce potravy vyskytnout i červy a měkkýši (Prokeš, 1975). Potravu přijímá po celý rok (Rešetnikov, 1980) a přirůstá i během celého zimního období (ON 46 6875).

2.2.5. Nároky na prostředí

V areálu původního výskytu vytváří tažné a stálé formy. Žije v hejnech a preferuje hlubší části volných vod (Hanel a Lusk., 2005). Peleď vyhledávají písčité a šterkovité náplavy v dolních úsecích řek (Terofal, 2006). Síh peleď je plastičtější ke změnám podmínek vodního prostředí ve srovnání se síhem marénou. Snáší vyšší teploty a větší

výkyvy obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě. I přes to je obecně jako druh citlivý na obsah rozpuštěného kyslíku a kvalitu vodního prostředí (Baruš a Oliva, 1995).

Síh peled' snáší teplotní rozmezí 0,5 – 30 °C (Čítek a kol., 1998). Hochman (1987) však uvádí, že síh peled' snáší teploty pouze do 28 °C. Vostradovský (1986) upřesňuje optimální rozmezí teplot 20 – 25 °C.

Siikavuopio a kol., (2010, 2011) uvádí optimální rozmezí pH 6,5 – 7,5.

Co se týče nároků ryb na obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě peled' snáší nižší hodnoty než síh severní a to kolem 7 – 10 mg.l⁻¹. Čítek a kol. (1993) udává koeficient nároků na obsah kyslíku ve vodě vztažené k potřebě kapra obecného (*Cyprinus carpio*), u kterého se index nároku rovná jedné (Tab. č. 1). Další zdroj udává, že by koncentrace kyslíku ve vodě neměla klesnout pod 4 mg.l⁻¹ a nasycení vody kyslíkem nesmí být menší než 70 % (Cecpi, 1996).

Tab č. 1 Koeficient nároků ryb na obsah kyslíku ve vodě vztažené k potřebě kapra obecného (*Cyprinus carpio*), kdy jeho nárok se rovná 1

druh	O ₂	druh	O ₂
pstruh	2,83	okoun	1,46
síh	2,20	cejn	1,41
candát	1,76	štika	1,10
plotice	1,51	úhoř	0,83

2.3.Reprodukce

2.3.1. Přirozený výtěr

V původní domovině síha peledě dochází k výtěru od září do ledna při teplotě 0 – 8 °C. Přirozený výtěr v našich klimatických podmínkách nepřináší žádné hospodářské výsledky (Hochman, 1987).

Pohlavní dimorfismus není výrazný. U mlíčáků se v době tření objevuje třecí vyrážka v podobě epiteliálních bradavek, někdy jsou tyto bradavky zřetelné i u jikernaček (Žukov, 1965).

Nástup pohlavní dospělosti závisí především na potravních podmínkách. Rychle rostoucí jedinci pohlavně dozrávají ve stáří jednoho až dvou let. K vlastnímu výtěru dochází podle různých částí areálu rozšíření od září až do ledna (Rešetnikov, 1980).

2.3.2. Umělý výtěr

Rybníky s generačními rybami je vhodné vylovit ještě před začátkem výtěrového období. V klimatických podmínkách České republiky je to do 25. listopadu. Největší množství mlíčí produkují mlíčáci v první polovině prosince. Lze je tedy opakovaně vytírat, a to v intervalech 4 – 6 dní. Mlíčáci peledě dávají výrazně méně mlíčí než mlíčáci marény. Ke zjištění zralých samic je nutná ve výtěrovém období pravidelná kontrola přechovávaných ryb v intervalu tří dnů (Hochman, 1987).

Vlastní umělý výtěr je shodný s umělým výtěrem lososovitých ryb, který popisuje ve své práci Kouřil a kol. (2008). Inkubace jiker probíhá nejčastěji v Zugských lahvích. Po styku s vodou jikry bobtnají. Jikry marény jsou lepkavé, jikry peledě vytvářejí alkalickou reakci, a při zvýšeném pH se u nich vyvíjí mírná lepkavost (ON 46 6875). Líhnoucí plůdek síhů je přeplavován do žlabů nebo kontejnerů. Váčkový plůdek přechází na exogenní výživu 5. – 7. den po vykulení (Hochman, 1987).

2.4. Metody odchovu a produkce síhovitých ryb

2.4.1. Hospodářský význam ryb

Síhové jsou hospodářsky významné zejména v severní a východní Evropě (Järvinen, 1988). Vedle produkce ryb pro konzumní účely odchovávají rybářské farmy i ryby pro zarybňování volných vod (jezer). Finsko má dlouhou tradici v managementu populací ryb v řekách a jezerech prostřednictvím rozsáhlých a různorodých programů zvýšení obsádky síhů ve volných vodách (www.eagri.cz).

Síh peled' je hospodářsky významný druh s vhodnými biologickými a produkčními vlastnostmi, který se v našich podmínkách chová v rybníční polokulturní obsádce s kaprem obecným. V důsledku malé potravní konkurence s hlavním chovným druhem přispívá k dokonalejšímu využití přirozené potravy v rybnících. Síh peled' vyniká kvalitním a chutným masem. Ceněn je zejména v uzené úpravě (Baruš a Oliva, 1995).

Cena uzeného síha se pohybuje okolo 30 Kč/100 g (www.klapal.cz). Ve srovnání cena živého pstruha duhového se pohybuje kolem 125 Kč/kg. Uzený pstruh se pohybuje v přibližně stejné cenové relaci jako síh. Tato poměrně vysoká cena je především

způsobena nedostatkem této zajímavé ryby na trhu. V zahraničí se cena uzeneho síha o hmotnosti 1300 g pohybuje kolem 500 Kč (www.lakesuperiorfish.com).

2.4.2. Pokles produkce u nás a v Evropě

Roční produkce tržních síhovitých ryb v České republice měla v posledních letech klesající tendenci (Obr. č. 1). V roce 1997 byla roční produkce kolem 547 tun a v roce 2012 klesla produkce o více než polovinu.

Jednou z hlavních příčin stále snižující se produkce je zejména predační tlak rybožravých predátorů a to především kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*). Také se zde projevil vliv zhoršených podmínek vodního prostředí. Dalším globálním problémem klesající produkce síhů je nedostatek generačních ryb a tím i snížení množství pohlavních produktů pro následný odchov či vysazení larev do volných vod (Mickiewicz, 2004). V současné době je výskyt populací síhovitých ryb na ústupu v celé střední Evropě (Thomas a Eckmann, 2007). Na některých lokalitách v Polsku jsou již některé druhy na pokraji existence (Falkowski, 2004).

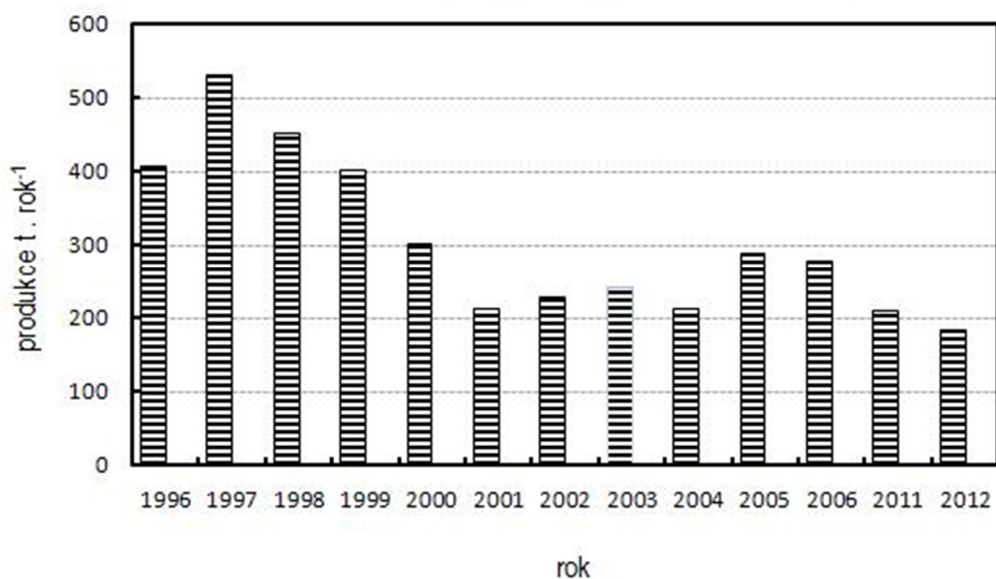
Pokles počtu ryb ve volných vodách souvisí i s nadměrným rybolovem, zhoršujícími se podmínkami prostředí a likvidací lokalit umožňující přirozený výtěr ryb (Winfield a kol., 2004; Cosewic, 2005).

Pro zmírnění výše popsaných problémů byly například v Polsku zavedeny kvóty odlovu a minimální váhové a délkové limity. Rovněž se v poslední době zavádí odchov násadového materiálu v kontrolovaných podmínkách intenzivní akvakultury s následným vysazením pŭlročků či ročků do volných vod (Todd a Luczynski, 1992).

2.4.3. Způsoby chovu v ČR

V naší zemi byl a doposud je praktikován tradiční polointenzivní odchov v polykultuře s kaprem. Váčkový plůdek bývá vysazován do vhodných neprůtočných, hlubších výtažníků, zabezpečených proti vniknutí dravých ryb (Čítek a kol., 1998). V prvním roce života dosahuje peled' hmotnosti 100 – 200 g a ve druhém roce života 400 – 700 g (Dubský a kol., 2003). Tržní ryby obou našich síhů jsou produkovány ve věku 2 – 3 let. Za tržní rybu lze považovat síha peledě od hmotnosti 300 g (ON 46 6875).

Produkce síhovitých ryb 1996 - 2012



Obr. č. 1 Přehled roční produkce síhovitých ryb na území České republiky.

Odchov plůdku síhů vyžaduje dostatek přirozené potravy, zpočátku menších rozměrů, plůdek lze rovněž odkrmit krmnými směsmi pro lososovité ryby. Při odchovu plůdku peledě na sádkách do stádia půlročka je vhodné napájet sádky vodou z rybníka, která je bohatá na zooplankton. V tomto rybníku by měla být nižší obsádka ryb. Také je vhodné zamezit vniknutí jiných druhů ryb (okoun, slunka) do sádky s váčkovým plůdkem a zajistit sádku proti úniku ryb (Hochman, 1987). Do rybníků se plůdek přesazuje v červnu (Kouřil a kol., 2008). Hochman (1987) uvádí ztráty za toto období kolem 40 %.

Obsádka rybníka se volí podle požadovaného přírůstku v rozmezí od 30 do 150 kg.ha⁻¹. Jen ve výjimečných případech lze získat vyšší hektarový přírůstek síhů (do 300 kg.ha⁻¹). Dobře zvolená obsádka peledě může navýšit celkovou produkční schopnost rybníka využitím drobného zooplanktonu. Plůdek mladší než jeden rok je vhodné pro získání tržních ryb vysazovat do dvouhorkových rybníků. Nedoporučuje se vysazovat síhy do rybníků s vysokou obsádkou kapra (Hochman, 1987). Ztráty z vysazených ročků do konzumní ryby za normálních podmínek dosahují 20 – 30 %.

2.4.4. Chov síha peledě v zahraničí

Severské státy mají obrovský potenciál v chovu síhovitých ryb (Johnston, 2002). Ve Finsku jsou síhovité ryby upřednostňovány před některými druhy, jako je například candát obecný (*Sander lucioperca*) a okoun říční (*Perca fluviatilis*). V minulém století byl hlavním způsobem získávání tržních síhů odlov z volných vod především z jezer (Cosewic, 2005). V současnosti se objevuje nový způsob odchovu ryb ve speciálních rybářských objektech. Mezi tyto objekty intenzivního chovu síhovitých ryb patří různé systémy kruhových nádrží či průtočné kanály. Dále jsou pro odchov využívány recirkulační systémy (RAS) a systémy „dánského“ typu. V neposlední řadě i odchov v klecových soustavách umístěných na jezerech či údolních nádržích (Koskela a kol., 2002).

Jedním ze způsobů, které v zahraničí nejčastěji využívají je kombinace intenzivního a polointenzivního chovu. Při této metodě se využívají umělá i přirozená krmiva. Larvy jsou nejprve převedeny na umělé krmivo a po dobu tří týdnů jsou chovány ve žlabech a po vysazení do klecových systémů přijímají i přirozenou potravu z jezer (zooplankton) (Poczyczyński a kol., 1990).

Ve Finsku se používá několik typů odchovných metod pro odchov tržních ryb (Koskela a kol., 2002). Generační hejna pro získání nadbytku váčkového plůdku jsou držena v klecových systémech, přijímají převážně přirozenou potravu, ale jsou i částečně příkrmovány suchými krmivy (Tournay, 2006).

Jednou ze zmíněných metod je polointenzivní klecový chov, kde jsou ryby drženy 1 – 2 roky do tržní hmotnosti 0,8 – 1,0 kg (Koskela a kol., 2002). Touto metodou je ročně vyprodukováno 22 – 25 miliónů juvenilních jedinců.

Další metodou je intenzivní chov v průtočných systémech, kde trvá odchov od larválního stádia po tržní rybu 18 – 28 měsíců (Tournay, 2006).

2.4.5. Lov ve volných vodách

Obecně síhovité ryby, jsou jedním z nejvíce cenných druhů evropské ichtyofauny. V minulém století tvořily síhovité ryby hlavní složku jezerního rybolovu (Szczerbowski, 2000).

V roce 1970 v Polsku překročilo množství vylovených ryb z jezer 100 tun. V posledních letech ovšem výlověk nepřekročil 10 tun. Pokles produkce síhovitých ryb významně souvisí s nadměrným rybolovem (Winfield a kol., 2004; Cosewic, 2005).

2.5.Chov ryb ve speciálních rybářských objektech

2.5.1. Chov síhů v klecových systémech

Význam klecových chovů stoupal v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století. Výhodou klecových systémů je současné využití přirozené potravy a příkrmování kompletní krmnou směsí. Nejčastější chovanou kategorií byli juvenilní jedinci. Hlavními důvody propagace chovu bylo snížení negativního efektu eutrofizace jezer. Výsledky těchto studií navrhovaly příkrmovat suchým krmivem, které je prospěšné pro růst a přežití během ročního období, kdy byl malý výskyt zooplanktonu v epilimniu (Mamcarz, 1990).

Ve Finsku v klecových systémech trvá chov od larválního stádia po tržní rybu (600 g) 18 – 28 měsíců. Důvodem delší doby odchovu do tržní velikosti je snížení teploty přes zimní období (1 – 3 °C). Růst ryb v tuto dobu je velmi pomalý. Tournay (2006) uvádí, že růst může být urychlen pomocí zvyšování teploty vody během inkubace s následným odchovem v řízeném prostředí. Tento způsob odchovu vykazuje v počáteční fázi kratší produkční cyklus ve srovnání s jinými metodami (Champignelle a Rojas – Beltran 1990; Mamcarz a Kozłowski, 1991). Hlavním problémem však nastává v době, kdy se larva adaptuje na jezerní podmínky a na změny teploty (Dostatni a kol., 1999).

2.5.2. Intenzivní chov síhů v RAS

Recirkulační systémy představují významnou alternativu intenzivní produkce ryb v průtočných systémech. Tyto systémy jsou charakterizovány vysokou produkcí ryb s využitím velmi malé zastavěné plochy a nízkou potřebou přítokové vody. (Blancheton a kol., 2002).

K výhodám recirkulačních systémů patří, nižší zdravotní rizika pro chované ryby, vlivem kontaminace vody patogeny, nižší potřeba lidské práce, nízká nebo téměř žádná produkce znečištění pro okolní vodní prostředí (Kouřil a kol., 2008).

Kouřil a kol. (2013) uvádějí, že tyto systémy jsou relativně málo závislé na vnějším prostředí. Je v nich umožněna realizace produkce různých zajímavých druhů ryb a vodních organismů. Dostatek kvalitní vody je předpokladem úspěšného provozu těchto chovů. Přítoková voda často neodpovídá potřebám chovu, musí být zajištěna její úprava. Mezi základní procesy úpravy vody řadíme hrubé předčištění, sedimentaci, filtraci, sterilizaci, úpravu teploty a některé další speciální zákroky. Díky úspornému

systemu recirkulace vody je za potřeby minimum přítokové vody, je však nutná správná technologie úpravy odpadní vody, která spočívá opět hrubím přečištěním a sedimentací tuhých částic s následnou biologickou filtrací pomocí nitrifikačních bakterií, které odbourávají metabolické zplodiny ryb (NH_3). V systémech se z pravidla aerací zvyšuje obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě. Účinnější a nově praktikovanou metodou je oxygenace vody a její nasycení přes 100 %. Tento zásah může zefektivnit celkově intenzivní chov, kde ryby mohou vykazovat rychlejší růst nebo se zdají celkově navýšit obsádky na objem vody (Kouřil a kol., 2008). V intenzivních chovech je dále důležitá správná zoo-technologie chovu od požadavků chovného druhu na prostředí až po správnou techniku a volbu krmení. V těchto chovech se usiluje o optimalizaci podmínek pro získání maximálního množství kvalitních ryb co v nejkratším čase. K základním činnostem nadlepšení chovného prostředí patří sledování a snižování odpadních produktů, jako například amoniaku. Tato data jsou důležitá především pro vhodné zvolení hustoty obsádky a zatížení celého systému. Hlídáním obsahu amoniaku a správná činnost biologického filtru předchází problémům zvýšeného obsahu amoniaku v systému (Colt a Orwicz, 1991; Zakes, 1999). Chybějící data závislosti krmení na obsahu kyslíku činí optimalizaci chovu v recirkulačních systémech obtížnou (Wunderlich a kol., 2011). Teplota vody je jedna z nejdůležitějších faktorů pro chov ryb, neboť ovlivňuje růst, příjem krmiva, konverzi krmiva a přežití (Jobling, 1994). Rychlost růstu chovaných ryb je závislá především na teplotě vody v systému a intenzitě krmení. K negativnímu příjmu a využití krmiva dochází, pokud se teplota vody nachází mimo teplotní optimum chovaného rybního druhu (Mareš a kol., 2013).

2.5.2.1. Krmivo v intenzivních chovech

Pro úspěšný odchov v intenzivních podmínkách je nutné zvolit optimální složení krmiva a techniky krmení (Ruohonen a kol., 2007). Bylo potvrzeno, že nejvíce vyhovující krmivo pro síhy je s velkým obsahem rybí moučky a rybího oleje. Naopak by mělo obsahovat co nejméně rostlinných složek (Ruohonen a kol., 2003). Pro dosažení dobrého přírůstku doporučují v krmivu Ruohonen a kol. (2003) a Vielma a kol. (2003) obsah proteinu 40 – 55 %, lipidů 25 % a malé množství sacharidů. Síhové totiž netolerují vysoký podíl sacharidů. Síhové jsou schopni přijímat startérová krmiva stejná jako pro lososovité ryby. Larvy a mladší juvenilní jedince se doporučuje chovat v podmínkách nepřetržitého osvětlení a krmení *ad libitum* (Koskela a Eskelinen, 1995; Rösch, 1995; Koskela a kol., 2002).

2.5.2.2. Vliv teplotních podmínek v intenzivních chovech

Szczepkowski a kol. (2006) prováděl růstové pokusy se síhem marénou v intenzivních podmínkách. Do pokusu byly použity marény o hmotnosti $7,9 \pm 0,2$ g a celkové délky těla 89 ± 1 mm. Byly testovány tři různé teploty (20, 22 a 24 °C). Pokus trval 35 dní. Během testu bylo použito krmivo Nutra Amino Balance 2.0 se složením 54 % proteinu a 18% tuku. Na konci testu hmotnost ryb při teplotě 20 °C byla $25,6 \pm 0,8$ g. Nejlepší růstové a hmotnostní výsledky byly pozorovány v teplotě 22 °C, kdy průměrná hmotnost ryb byla $26,5 \pm 2,1$ g. U teploty 24 °C bylo prokázáno snížení intenzity růstu. Ryby dosahovaly pouze hmotnosti $23,0 \pm 0,9$ g. Celková délka těla na konci experimentu byla u teploty 20 °C $124,11 \pm 6,0$ mm, u teploty 22 °C $124,5 \pm 7,3$ mm a u teploty 24 °C $118,8 \pm 7,4$ mm. Přežití u teploty 20 °C dosahovalo $90,8 \pm 3,2$ %, u teploty 22 °C $95,8 \pm 6,3$ % a u teploty 24 °C přežití bylo $86,7 \pm 7,2$ %. Koeficient konverze krmiva byl 0,89 u teploty 19 °C a 0,9 u teploty 22 °C. Nejvyšší konverze krmiva byla u teploty 24 °C 1,17. Autor ve svém experimentu uvádí, že teplota pro chov juvenilních jedinců by neměla přesahovat 22 °C. Při odchovu nad touto teplotou byl zaznamenán snížený růst ryb a konverze krmiva a při přesáhnutí teploty 24 °C byl dokonce zaznamenán úhyn juvenilních jedinců.

Koskela a Eskelinen (1992) upřesňují rozsah optimálních teplot pro juvenilního síha marény od 19,3 do 20,6 °C.

Dostatni a kol. (1999) se ztotožňuje s určením teplotního rozmezí pro marénu jako Szczepkowski a kol. (2006) a dodává výhodu vyšších teplot v rámci optimálního rozmezí v počáteční fázi odchovu pro získání lepšího násadového materiálu s následným využitím rybničního odchovu.

Siikavuopio a kol. (2011) se zabýval studií vlivu různých teplot vody na růst adultních jedinců síha marény. Byly nasezeny ryby o hmotnosti 444 ± 125 g. Celý pokus trval 60 dní. Teploty byly zvoleny v rozmezí 15, 18 a 21 °C. Výsledky ukazují, že teplota má významný vliv na růst. Nejvyšší přírůstek vykazovala skupina s teplotou 18 °C. Průměrná hmotnost ryb byla 656 ± 151 g. V porovnání se skupinou s teplotou 15 °C byla průměrná hmotnost ryb 591 ± 143 g. Zpomalený růst se jevil ve skupině s teplotou 21 °C, která vykazovala průměrnou hmotnost 505 ± 121 g. Na závěr autor doporučuje pro optimální růst rozmezí teplot od 15 do 18°C.

Jiné rozmezí teplot uvádí Jobling a kol. (2010), který uvádí optimální rozmezí teplot pro růst síha marény 12 – 18°C.

Jobling a kol. (2010); Siikavuopio a kol. (2010); Siikavuopio a kol. (2011) na základě svých experimentů určují teplotní rozmezí (3 – 18 °C) při kterém dokáží juvenilní stádia síha marény přirůstat.

Siikavuopio (2012) prováděl růstový experiment na síhu maréně při konstantní teplotě $10 \pm 0,5$ °C při kontinuálním osvětlení. Pokus trval 415 dní. Byly nasazeny ryby o průměrné hmotnosti $6,5 \pm 1,4$ g a celkové délce těla 86 ± 50 mm. Po ukončení experimentu byla hmotnost ryb $443,8 \pm 85,9$ g a celková délka těla ryb byla $299,0 \pm 23$ mm. Autor v závěru shledává síha marénu zajímavým druhem pro intenzivní akvakulturu, zejména v chladnějších oblastech. Dále autor poukazuje na nutnost stanovení optimální teploty pro chov.

Siikavuopio a kol. (2010) dále porovnávali růst a mortalitu při nízké teplotě u sivena alpského (*Salvelinus alpinus*) a síha marény. Tento experiment oproti předcházejícímu prokázal horší růstové vlastnosti síha marény oproti sivenu alpskému. Experiment probíhal při teplotách $0,9 \pm 0,2$ °C, $3,0 \pm 0,3$ °C a $6,0 \pm 0,3$ °C. Průměrná hmotnost síha marény byla $22,7 \pm 0,9$ g a sivena alpského $8,6 \pm 0,5$ g. Experiment probíhal 133 dní. Mortalita síha marény se zvyšovala s klesající teplotou a při teplotě 0,9 °C byla 33 % z celkové obsádky. Při teplotě 6 °C klesla mortalita u marény na 6 %. Přírůstky byly stanovovány v procentech z původní hmotnosti. Siveni vykazovali větší procentuální přírůstky při nižší teplotě než síhové. Při teplotě $0,9 \pm 0,2$ °C byl 31,9 % a síha marény pouze 3,7 %. Při teplotě $3,0 \pm 0,3$ °C síh dosahoval přírůstek 19,7 %, zatímco co siven 61,2 %. A při teplotě $6,0 \pm 0,3$ °C byl přírůstek sivena 142,4 % a síha 57,0 %.

3. Materiál a metodika

3.1. Získání odchovného materiálu

Jikry síha peledě byly získány z rybářství KINSKÝ Žďár a.s. a ve stádiu očních bodů byly dovezeny do experimentální haly Laboratoře řízené reprodukce a intenzivního chovu ryb – Ústavu akvakultury v Českých Budějovicích. Po převozu v polyethylenových pytlích byly jikry nasazeny do inkubačních přístrojů (Zugské láhve). Během inkubace byly odstraňovány uhynulé jikry. Při kulení byl váčkový plůdek přeplaven do sběrného kontejneru (kolébky) a z toho byl přeloven na odchovné žlaby. Počáteční inkubace probíhala při teplotě 5 °C a postupně byla teplota zvyšována až na 11 °C.

3.2. Hlavní experiment s juvenilními jedinci

Základem pokusu bylo sledování vlivu různých teplot na přežití zootechnické ukazatele a růstové vlastnosti síha peledě. Teploty byly zvoleny v rozmezí tak, aby odpovídaly jednak našim klimatickým podmínkám ale i reálným teplotám v rámci recirkulačních akvakulturních systémů. Bylo zvoleno pět rozmezí teplot: 25, 22, 19, 16 a 13 °C. Každá teplota byla ve třech opakováních označených A, B, C. Experiment stejného designu byl opakován na dvou kategoriích juvenilních ryb různého věku (74 dní po vykulení a 230 dní po vykulení).

3.2.1. Popis recirkulačního systému

Každá testovaná varianta (teplota) měla vlastní recirkulační systém, který byl sestaven ze dvou filtračních nádrží a třech vlastních odchovných nádrží (Obr. č. 2). Prvním stupněm filtrace byly sedimentační kužely ve speciálně konstruovaných nádržích (Obr. 4). Dále následovalo mechanické čištění složené z nádrže o objemu 300 l a výplně Bioakvacit (PPI 20). Tato filtrace byla umístěna v dolní části systému vedle odchovných nádrží. Voda byla následně čerpána do biologického ponořeného filtru o objemu 300 l, jehož filtračními médii byly Bioakvacit (PPI 10) a Ratz (BT 10). Zde byla voda silně provzdušňována podlahovým difuzérem vlastní konstrukce. Z biologického filtru byla voda rozvedena do jednotlivých odchovných nádrží. Stejný průtok vody v odchovných nádržích byl zajištěn pomocí kohoutů s ventilem. Součástí recirkulačního systému byly průtokové chladiče (Hailea 1000A), ponorné topítka (Eheim – Jager, 300 w) a kontrolní jednotky pro udržování nastavených teplot. Vlastní odchovné nádrže

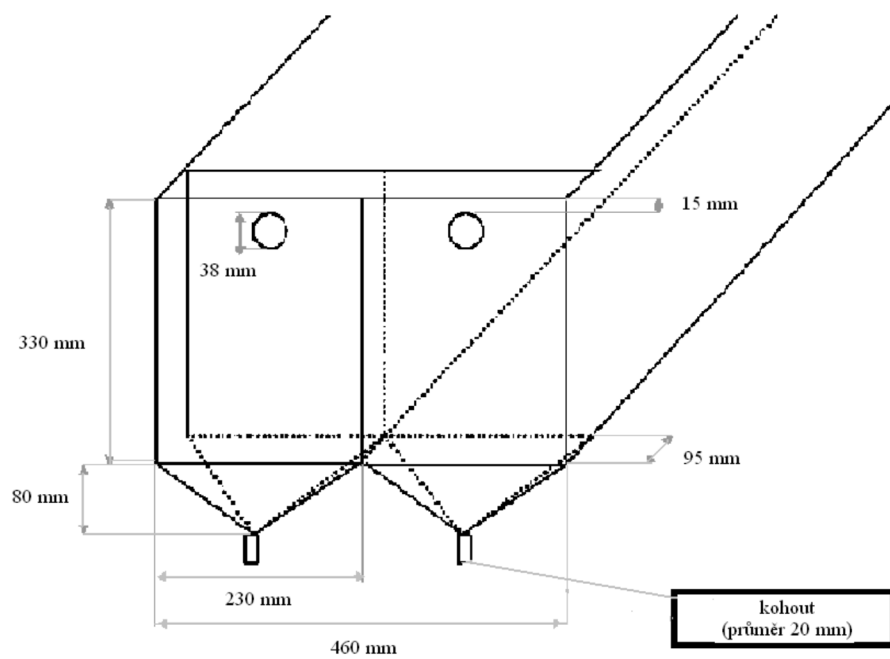
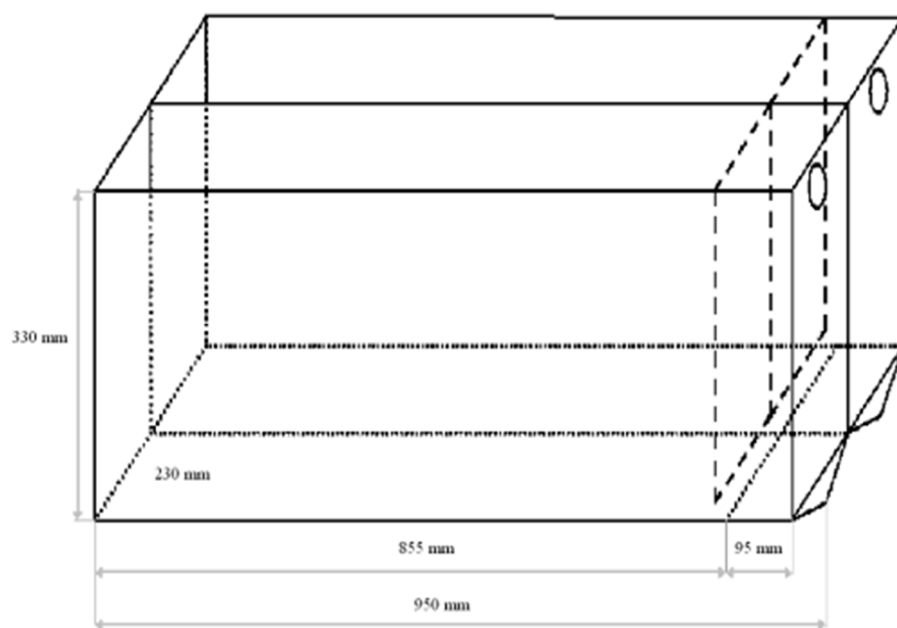
měly po redukcí užitný objemem 40 l (Obr. č. 3) a byly uzpůsobeny ke sběru a kvantifikaci nespoteřovaného krmiva tak, aby ryby nebyly rušeny (obr. č. 4). Průtok vody byl v každé nádrži nastaven na 80 l za hodinu (obměna vody 2x za hodinu) a světelný režim byl nastaven na 12 h světlo: 12 h tma (7:00-19:00).



Obr. č. 2. Pohled na experimentální zázemí - malé recirkulační systémy, které jsou uzpůsobené pro různé teploty vody.



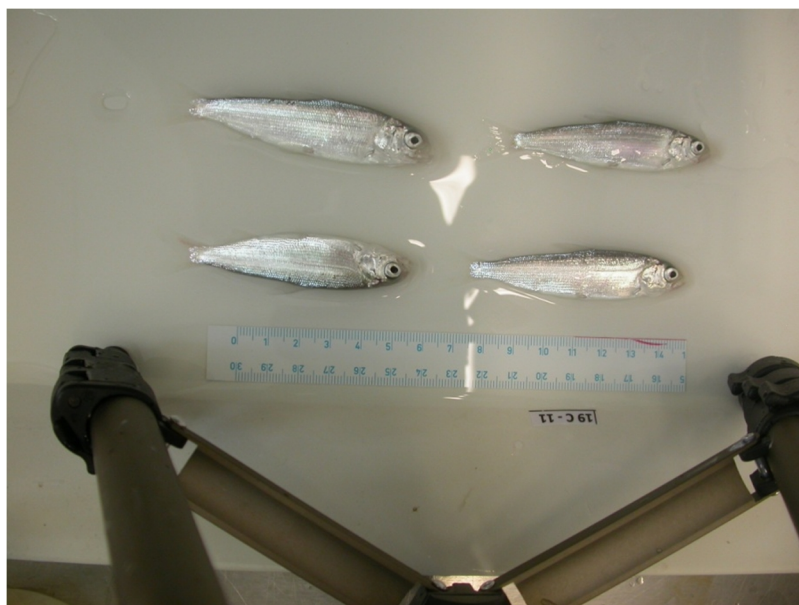
Obr. č. 3. Pohled na hlavní stojan se systémem odchovných nádrží.



Obr. č. 4. Náčrt odchovných nádrží a pohled na sedimentační kužel.

3.2.2. Průběh prvního hlavního experimentu

Experiment probíhal od 24. června do 26. srpna. Do každé z 15 nádrží bylo nasazeno 160 juvenilních ryb o průměrné hmotnosti $0,60 \pm 0,04$ g ve stáří 74 dní po vykulení. Do každé nádrže byla nasazena přibližně stejná biomasa ryb ($94,7 \pm 5,7$ g). Ryby byly plně adaptovány na odchovné prostředí a příjem suchého krmiva. Celkem 63 krmných dní bylo rozděleno do 3 období. Stáří ryb na konci pokusu bylo 137 dní po vykulení. Na konci každého 21 dní dlouhého období bylo provedeno kontrolní přelovení. Ryby byly odloveny z nádrže, přičemž byly přepočítány a bylo zjištěno jejich přežití. Biomasa ryb byla zjištěna zvážením celé obsádky z jednotlivých nádrží. U zástupného vzorku padesáti kusů ryb byla provedena individuální biometrika. Předtím však byly ryby šetrně uspány v hřebíčkovém oleji o koncentraci $0,01 - 0,02$ ml.l⁻¹. Poté následovalo individuální vážení a focení ryb, ze kterého byly získány délkové rozměry ryb (Obr. č. 5). Každá fotka byla opatřena měřítkem a štítkem s označením skupiny. Vyfocené ryby byly opět vysazeny do stejné nádrže. Celý tento postup se opakoval pro všechny skupiny. V den přelovení bylo vynecháno krmení ryb.



Obr. č. 5 Biometrika ryb měření a focení ryb.

3.2.3. Průběh prvního hlavního experimentu

Tříkrát během dne byly měřeny fyzikálně – chemické parametry vody pomocí elektronického více funkčního multimetru HACH HQ40d multi: teplota, pH a obsah rozpuštěného kyslíku v jednotlivých nádržích (Tab. č. 2). Krmení bylo podáváno manuálně z předvážených denních krmných dávek (DKD). Tato dávka byla stanovena tak, aby ryby byly krmeny v množství *at – libitum* v dvouhodinových intervalech. V 18.00 a 19.00 hod. probíhalo dokrmení s cílem maximálně dosytit obsádku. Z důvodu malé granulace krmiva nebylo možné přesně stanovit denní příjem krmiva u ryb. Nespoteřované krmivo bylo odstraněno z odchovné nádrže společně s exkrementy. Použité krmivo bylo od firmy BIOMAR – INCIO Plus s granulací 0,6 mm. Surovinové složení krmiva: Rybí moučka (LT 94), pšeničná moučka, rybí tuk, vitamíny a minerály. Nutriční složení krmiva: surový protein – 63 %, surový lipid – 11 %, Uhlovodany (NFE) – 9,0 %, Vláknina – 0,3 %, Popel – 10,9 %, Fosfor (celkem) – 1,7 %, Hrubá energie – 2,0 MJ/KCal, Stravitelná energie – 20,0 MJ/KCal. V předvečer krmení byla prováděna navážka suchého krmiva na další den. Každý den byla prováděna kompletní kontrola funkčnosti celého systému. Uhynulé ryby byly z nádrží odstraněny, změřeny, zváženy. Údaje byly zaznamenány do protokolu uhynulých ryb. Jednou denně byly odchovné nádrže vyčištěny a nahromaděné exkrementy byly ze zadního sedimentačního kužele odsány pomocí ventilu.

Tab. č. 2. Hodnoty fyzikálně – chemických parametrů za celý experiment. Data jsou udávána jako průměr ± S.D.

skupina	T13	T16	T19	T22	T25
pH	7,17 ±0,3	7,15 ±0,3	7,06 ±0,2	7,08 ±0,3	7,17 ±0,2
O ₂ (%)	87,9 ±4,9	86,0 ±5,1	81,9 ±6,2	83,3 ±6,8	90,4 ±2,7
Teplota (°C)	13,0 ±0,4	15,9 ±0,3	19,3 ±0,9	22,0 ±0,2	24,8 ±0,3

3.3.Průběh druhého pokusu

Experiment trval od 26. 11. 2013 do 7. 1. 2014. Opět byl sledován vliv různých teplot na růst a přežití u starších juvenilních ryb síha peledě. Bylo založeno 5 experimentálních skupin (25, 22, 19, 16 a 13 °C) každá ve 3 opakováních. Juvenilní peledě o průměrné hmotnosti $13,7 \pm 2,9$ g byly nasazeny v počtu 40 ks ryb na nádrž do celkem 15 nádrží. Do každé nádrže byla nasazena přibližně stejná biomasa ryb ($577,7 \pm 3,2$ g). Celkem bylo tedy v pokusu použito 600 ks ryb. Stáří ryb na začátku pokusu bylo 230 dní po vykulení. Pokus byl rozdělen do tří období. Na konci každého období následovalo přelovení ryb. Postup byl totožný s kapitolou 3.2.2 Pro individuální biometriku bylo měřeno třicet ryb z každé nádrže. Stáří ryb na konci pokusu bylo 272 dní po vykulení.

3.3.1. Popis recirkulačního systému

Pro druhý experiment byl použit stejný recirkulační systém jako v předchozím pokusu. Tento systém je popisován v kapitole 3.2.1. Jediný rozdíl byl v objemu odchovné nádrže, který byl navýšen na 65 l.

3.3.2. Denní režim

Jednotlivé úkony experimentu byly totožné s postupy popsanych v kapitolách 3.2.3. Průměrné hodnoty fyzikálně – chemických parametrů za celý experiment jsou znázorněny v Tab č. 3. V pokusu bylo použito krmivo BIOMAR Inicio Plus s granulací 1,5 mm. Surovinové složení krmiva: Rybí moučka (LT 94), pšeničná moučka, rybí tuk, vitamíny a minerály. Nutriční složení krmiva: surový protein – 63 %, surový lipid – 11 %, Uhlovodany (NFE) – 9,0 %, Vlákna – 0,3 %, Popel – 10,9 %, Fosfor (celkem) – 1,7 %, Hrubá energie – 2,0 MJ/Kcal, Stravitelná energie – 20,0 MJ/Kcal. Vždy na konci krmného dne bylo z odkalovacích kónusů odkaleno nezkrmené krmivo. Odkalené krmivo bylo umístěno na rošty do sušárny a jeho kvantifikace probíhala následující den na základě počtu granulí a průměrné hmotnosti jedné granule. Množství takto kalkulovaného krmiva bylo zapsáno do protokolu „nezkonzumované granule“. Zbytek nezkrmené navážky byl zvážen a zapsán do protokolu „ nezkrmené suché krmivo“. Vlastní kalkulace denního příjmu krmiva za nádrž byla provedena podle následujícího postupu:

$$DPK = N - NSK - (Pg \times Wg) - \text{denní příjem krmiva za nádrž}$$

DPK = denní příjem krmiva za nádrž

N = navážka suchého krmiva

NSK = hmotnost nezkrmeného suchého krmiva

Pg = počet odkalených granulí

Wg = průměrná hmotnost jedné granule

Tab č. 3 Hodnoty fyzikálně – chemických parametrů za celý experiment. Data jsou udávána jako průměr ± S.D.

skupina	T13	T16	T19	T22	T25
Teplota (°C)	12,9 ± 0,4	16,1 ± 0,5	19,8 ± 0,4	21,9 ± 0,2	24,8 ± 0,1
	86,9 ± 2,6	87,2 ± 2,3	85,0 ± 3,6	87,5 ± 2,7	89,1 ± 3,3
pH	7,34 ± 0,30	7,33 ± 0,37	7,13 ± 0,31	7,55 ± 0,46	7,69 ± 0,47

3.4. Zpracování dat a údajů

Na konci pokusů byla veškerá data převedena do elektronické podoby. Grafické zpracování bylo provedeno v programu Microsoft Office Excel 2007. Pořízené fotografie ryb byly zpracovány v programu MICRO IMAGE 4, z kterých byla zjišťována celková délka těla a standartní délka těla (obr. č. 6). Získaná data byla hodnocena pomocí programu STATISTICA 10. Na veškerá data byla použita parametrická jednocestná analýza variance ANOVA (Tukeyho test), kdy data byla testována na hladině významnosti $p < 0,05$. Předtím však byla prověřena homogenita variance pomocí Cochran-Hartley-Bartlet testu. Výjimkou byla data délek ryb, které byly porovnány pomocí neparametrického testu Kruskal – Wallisův test. Statistické rozdíly byly v grafu naznačeny pomocí odlišných indexů



Obr. č. 6 Měření celkové délky těla, délky těla.

3.5. Produkční a statistické zhodnocení dat

Kumulativní přežití síha peledě za celý pokus (%)

kumulativní přežití = (ryby nasazené – ryby uhynulé)/ ryby nasazené)*100

SGR -Specific Growth Rate

(specifická rychlost růstu za celý pokus v %.den-1) = $[(\ln W_t - \ln W_0).t^{-1}] * 100$

FCR - Food Conversion Ratio

(krmný koeficient konverze krmiva za celý pokus) = $F/(W_t - W_0)$, vyjadřuje, kolik ryba musí přijmout množství krmiva, aby dosáhla jednotky hmotnosti.

(Obvykle se vyjadřuje v kg krmiva na přírůstek ryb o 1 kg)

Průměrná celková biomasa ryb za jednotlivé sledované období (g)

Zvážená průměrná hmotnost celé nádrže

Průměrná standardní a celková délka těla (mm)

Za jednotlivé období byla měřena individuální celková a standardní délka ryb v (mm)

Průběh průměrné kusové hmotnosti ryb za celý pokus (g)

Za jednotlivé období byla vážena individuální hmotnost ryb v (g)

Koeficient variance – míra heterogenity ryb

Koeficient variance byl vypočten z hmotnosti ryb. $CV = SD/\text{průměr skupiny}$

FC – Fultonův koeficient

Faktor hmotnostní kondice ryb = $(Wt/TL^3)*100$

Vysvětlivky:

- Wt - hmotnost biomasy ryb na konci pokusu*
- W0 - hmotnost biomasy ryb na začátku pokusu*
- t - počet dnů za celý pokus*
- F - spotřeba krmiva za dobu pokus*
- SD – směrodatná odchylka*

4. Výsledky

4.1. Vliv teploty vody na růst a přežití juvenilního síha peledě

4.1.1. Přežití ryb

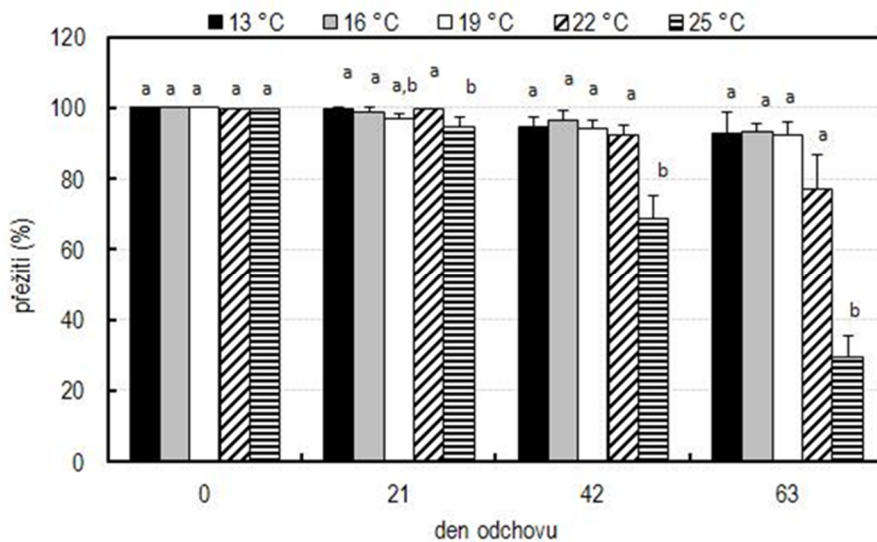
Přežití ryb mělo v průběhu experimentu klesající trend. Teploty 13, 16, 19 a 22 °C byly po většinu experimentu z hlediska přežití vyrovnané, i když ryby chované při teplotě 22 °C měly v poslední fázi oproti zmíněným skupinám nižší přežití. Tento rozdíl však nebyl statisticky průkazný. Ryby v teplotě 25 °C vykazovaly po celou dobu experimentu výrazně nižší přežití a statisticky průkazný rozdíl byl zaznamenán již od 21. dnu experimentu. Tento trend pokračoval až do konce experimentu (Obr. č. 7). Procentuální denní ztráty ryb během celého experimentu jsou zaznamenány na obr. č. 8. Díky nízké senzitivitě ryb po přelovení byly zaznamenány zvýšené denní úhyn ryb u skupin ryb chovaných v teplotách 22 a 25 °C. Ryby ve skupině 25 °C byly i po šetrné manipulaci nejcitlivější.

4.1.2. Hmotnostní růst

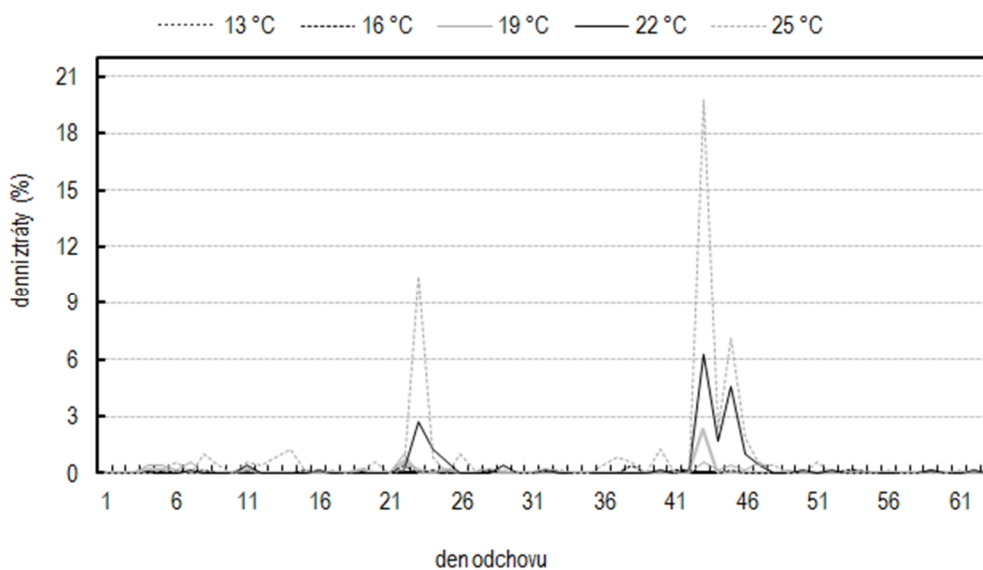
Růst síha peledě v daném teplotním rozmezí byl vyjádřen pomocí individuální hmotnosti ryb (g). Již po 21. dnech odchovu byl zjištěn významně nižší růst u skupiny ryb chovaných při 13 a 25 °C. Skupiny ryb v teplotách 16, 19 a 22 °C se mezi sebou v růstu do 42. dne odchovu nelišily. Na konci poslední periody byl zaznamenán nejlepší růst u skupiny s teplotou 19 °C. Podobně na tom byla skupina s teplotou 22 °C, kde rozdíl mezi skupinou 19 a 22 °C nebyl statisticky průkazný. Efekt zpomaleného růstu u skupin 13 a 25 °C (Obr. č. 9) přetrvával do konce pokusu.

4.1.3. Koeficient variance

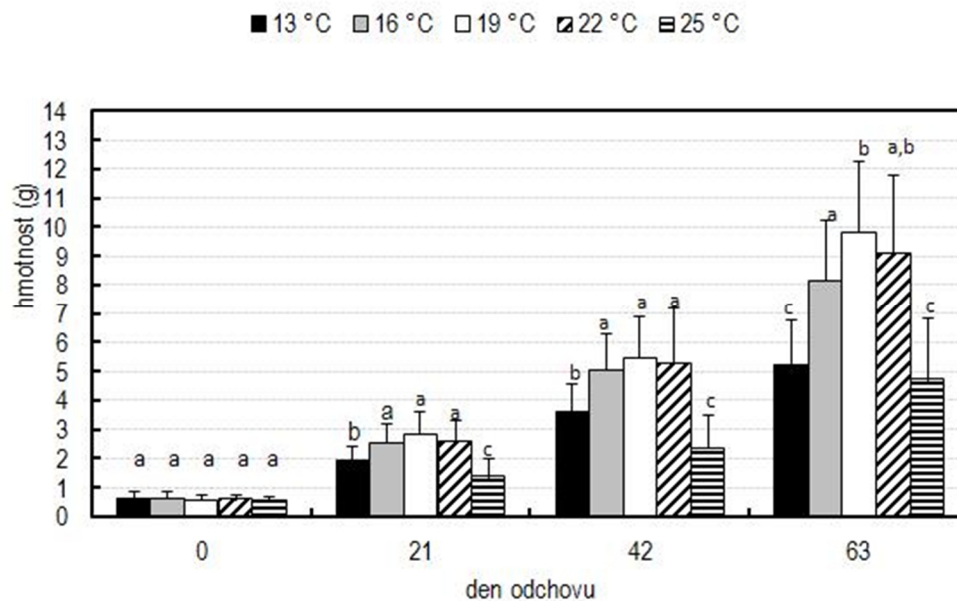
Koeficient variance byl vypočten z dat o hmotnosti ryb u pozorované skupiny (Obr. č. 10). Čím je tento koeficient menší, tím je obsádka ryb z hlediska heterogenity uvnitř skupiny vyrovnanější. Z grafu vyplývá, že největší rozdíly v hmotnostech ryb uvnitř skupiny byly zaznamenány ve skupině s teplotou 25 °C a to již po prvním období experimentu. Během celého pokusu se pak výrazně projevovala velká hmotnostní heterogenita jednotlivých ryb. Rozdíly variance (heterogenity uvnitř obsádky) ryb u ostatních skupin nebyly statisticky průkazné.



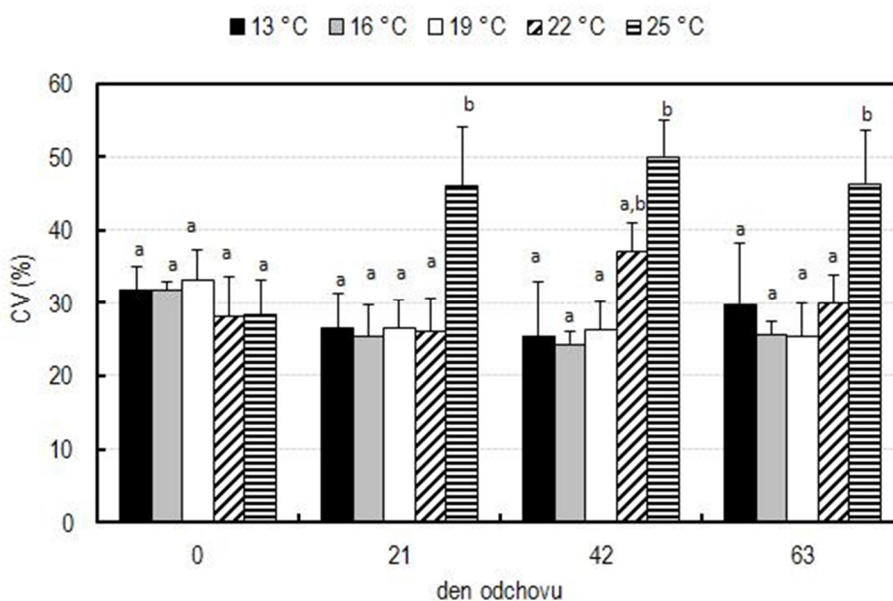
Obr. č. 7 Přežití síha peledě během celého pokusu v prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).



Obr. č. 8 Denní ztráty v procentech v průběhu prvního experimentu.



Obr. č. 9 Růst ryb vyjádřen individuální hmotností u juvenilních peledí chovaných v různých teplotních podmínkách během prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).



Obr. č. 10 Koefficient variance (míra heterogenity obsádky) u peledí chovaných v různých teplotách vody během prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).

4.1.4. Biomasa ryb

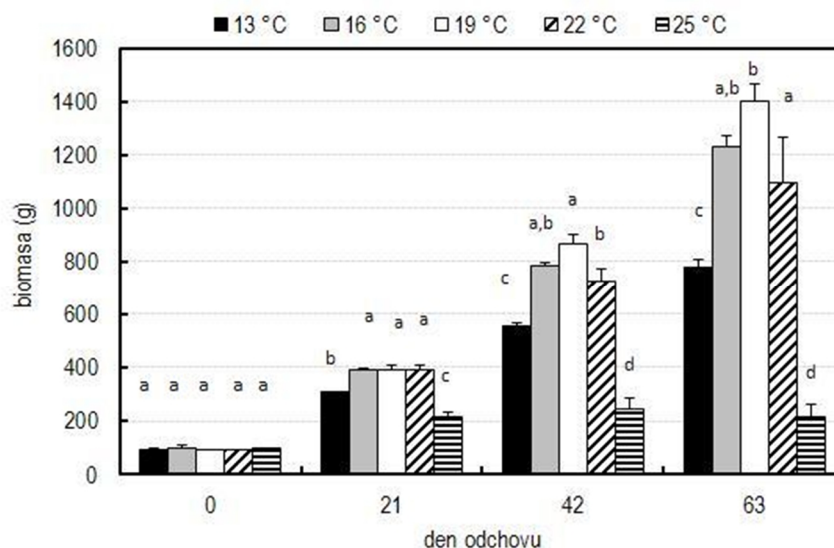
Na dalším grafu byla zaznamenána biomasa ryb (Obr. č 11). Biomasa ryb stoupala s dobou odchovu. Rozdíl mezi skupinami se projevoval již po jednadvaceti dnech experimentu, kdy teplota 25 °C zcela zaostávala. Biomasa u skupin teplot 16, 19, 22 °C byla vyrovnána v 21. den odchovu, což bylo i statisticky prokázáno. Během dalších období experimentu tento trend již nepokračoval. Na konci experimentu byl pozorován nejvyšší nárůst biomasy u skupin s teplotou 19 °C a 16 °C. Rozdíly mezi těmito skupinami však nebyly statisticky průkazné. Klesající průběh biomasy se objevil u skupiny ryb chovaných při teplotě 25°C. Tento efekt byl způsoben kombinací vyšší mortality a zpomaleného růstu ryb.

4.1.5. Specifická rychlost růstu

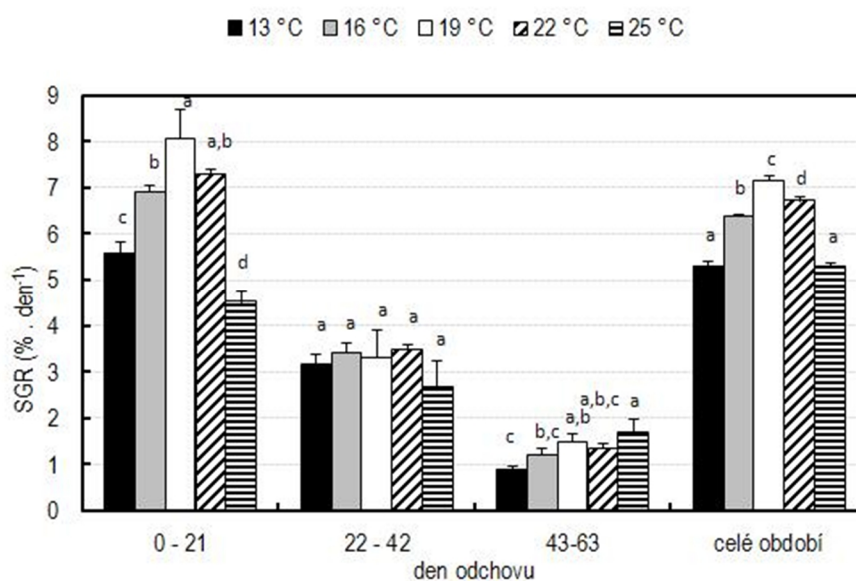
Specifická rychlost růstu (Obr č. 12) vyjadřuje procentuální přírůstek živé hmotnosti ryb za den. Nejvyšší rychlost růstu vykazovaly ryby v teplotě 19 °C, následována teplotou 22°C. Snížený růst byl zaznamenán u ryb chovaných při teplotě 25 °C. Z grafu je zřejmé, že se zvyšujícím se věkem ryb se rychlost růstu zpomaluje. Na konci experimentu nebyl zaznamenán průkazný rozdíl pouze mezi teplotami 13 a 25 °C. Ostatní teploty se od sebe lišily jak mezi sebou tak právě od teplot 13 a 25 °C a tento rozdíl mezi skupinami 16, 19, 22 °C byl statisticky průkazný.

4.1.6. Celková délka těla

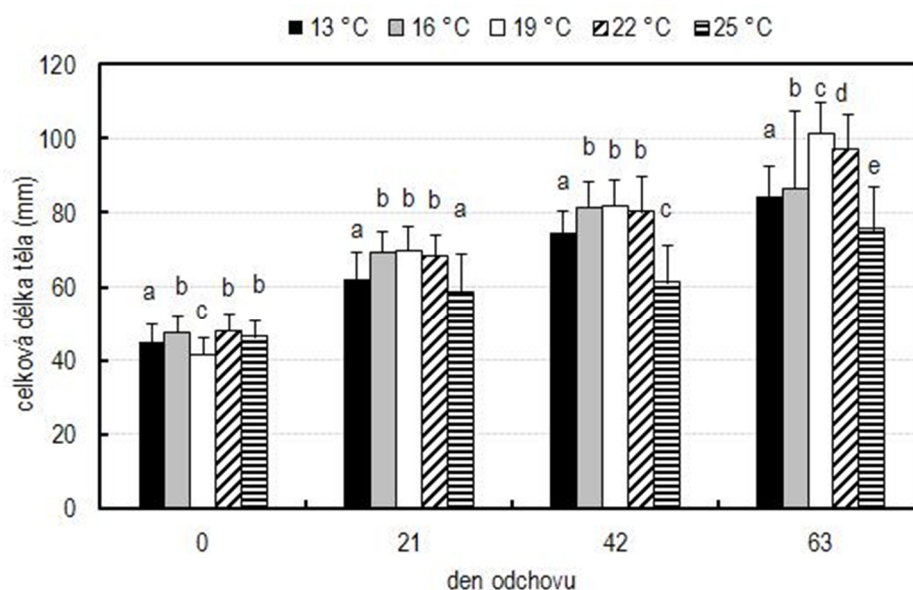
Na začátku experimentu měly nasazené ryby průměrnou celkovou délku těla $45,7 \pm 4,7$ mm. Na konci pokusu ryby chované při teplotě 19 °C, ve které se jevil nejlepší růst, dosahovaly celkové délky těla 101 ± 8 mm. Naopak ryby chované při teplotě 25 °C dosahovaly na konci experimentu celkové délky těla pouze $76,7 \pm 11,3$ mm (Obr č. 13). Všechny skupiny vykazovaly mezi sebou statisticky průkazné rozdíly celkových délek ryb na konci experimentu. Délky byly vyhodnoceny programem STATISTICA 12, pomocí neparametrického Kruskal – Wallisova testu.



Obr. č. 11 Celková biomasa ryb v jednotlivých skupinách chovaných v rozmezí testovaných teplot během prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).



Obr. č. 12 Specifická rychlost růstu síha peledě chovaného v různých teplotách během prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).



Obr. č. 13 Celková délka těla síha peledě chovaného v různém rozmezí testovaných teplot během prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).

4.1.7. Standartní délka těla

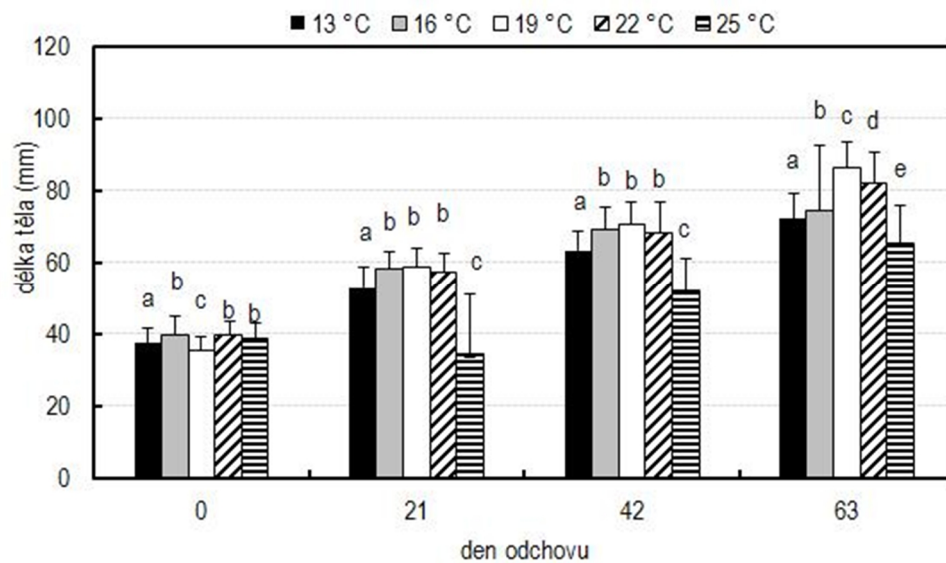
Standartní délka těla na začátku experimentu průměrně dosahovala 38 ± 4 mm. Od 21. do 42. dne experimentu byly standartní délky ryb vyrovnané ve skupinách s teplotami 16, 19 a 22 °C (Obr. č. 14). Mezi těmito skupinami nebyl shledán průkazný statistický rozdíl. Na konci pokusu, měly ryby největší průměrnou standartní délku ve skupině 19 °C, která činila 86 ± 7 mm. Nejmenší průměrná standartní délka těla byla pozorována ve skupině s teplotou 25 °C, a byla 66 ± 10 mm. Rovněž byl prokázán na konci pokusu průkazný statistický rozdíl mezi všemi sledovanými skupinami teplot.

4.1.8. Fultonův koeficient – koeficient vyživenosti ryb

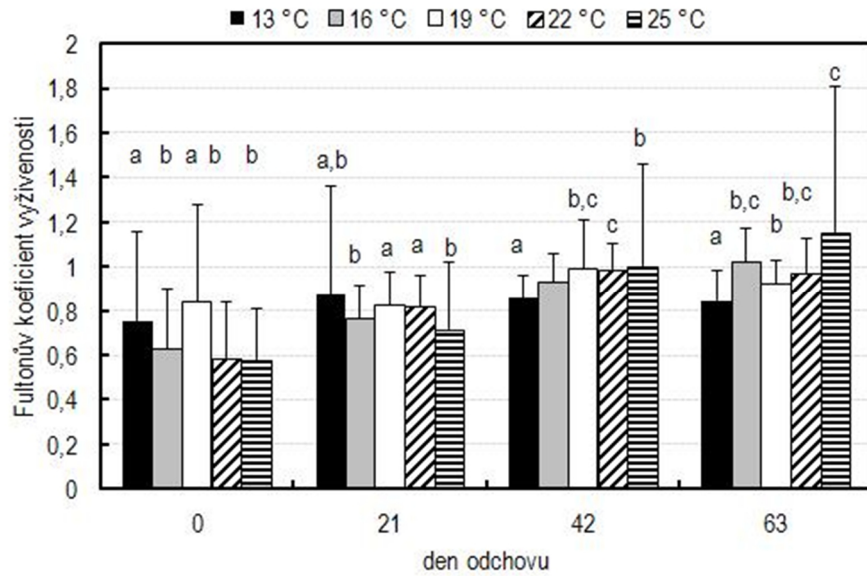
Tento koeficient stanovuje výživný stav ryby v daném časovém okamžiku. Udává kondici a vyživenost ryb v jednotlivém období za celý experiment (Obr. č. 15). Nejlepší kondiční stav na konci testu byl vysledován u ryb chovaných při teplotě 25 °C ale statisticky nebyl shledán rozdíl se skupinami teplot 16 a 19 °C. Teplota 13 °C se od třetí období statisticky lišila od ostatních testovaných skupin.

4.1.9. Produkční ukazatel konverze krmiva

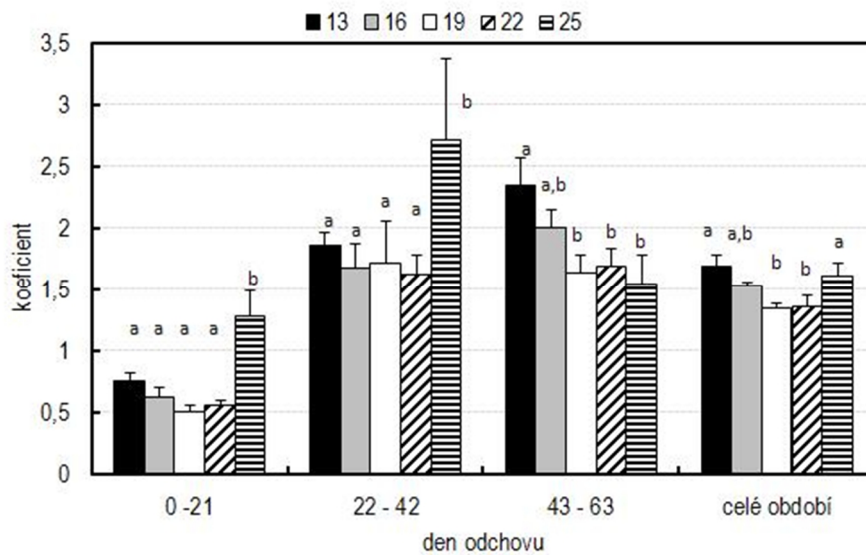
Krmný koeficient (konverze krmiva) se v prvních jednadvaceti dnech u skupin 13 – 22 °C statisticky nelišil (Obr. č. 16). Na konci experimentu nebyly statistické rozdíly shledány v teplotách 19 – 25 °C. Za celé období experimentu vykazovaly nejlepší krmný koeficient ryby v teplotách 19 a 22 °C. Rovněž se neprojevil statistický rozdíl mezi skupinami ryb chovaných při teplotách 13 a 25 °C, které měly průměrnou konverzi krmiva nad 1,5 a celkově zde ryby hůře přijímaly krmivo.



Obr. č. 14 Standartní délka těla síha peledě chovaného v různém rozmezí testovaných teplot během prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).



Obr. č. 15 Koeficient vyživenosti ryb u síhů chovaných v různém rozmezí testovaných teplot během prvního experimentu. Data jsou prezentována jako průměr ± S.D.



Obr. č. 16 Konverze krmiva – využití krmiva u síha peledě chovaného v různém rozmezí testovaných teplot během prvního experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).

4.2. Vliv teploty vody na růst a přežití starších juvenilních ryb síha peledě

4.2.1. Přežití ryb

Přežití ryb během experimentu vykazovalo klesající trend (Obr. č. 17). Rozdíly byly zřetelné již po 21 dnech odchovu, kdy přežití ryb v teplotách 22 a 25 °C se statisticky lišilo od ostatních skupin. Na konci testu bylo vyzorováno nejnižší přežití u ryb chovaných při teplotě 25 °C. Nejvyšší přežití vykazovaly ryby chované při teplotě 13 °C, statisticky se ale nelišilo od zbylých skupin (16 a 19 °C). Procentuální denní ztráty ryb během celého experimentu jsou zaznamenány na obr. č. 18.

4.2.2. Hmotnostní růst

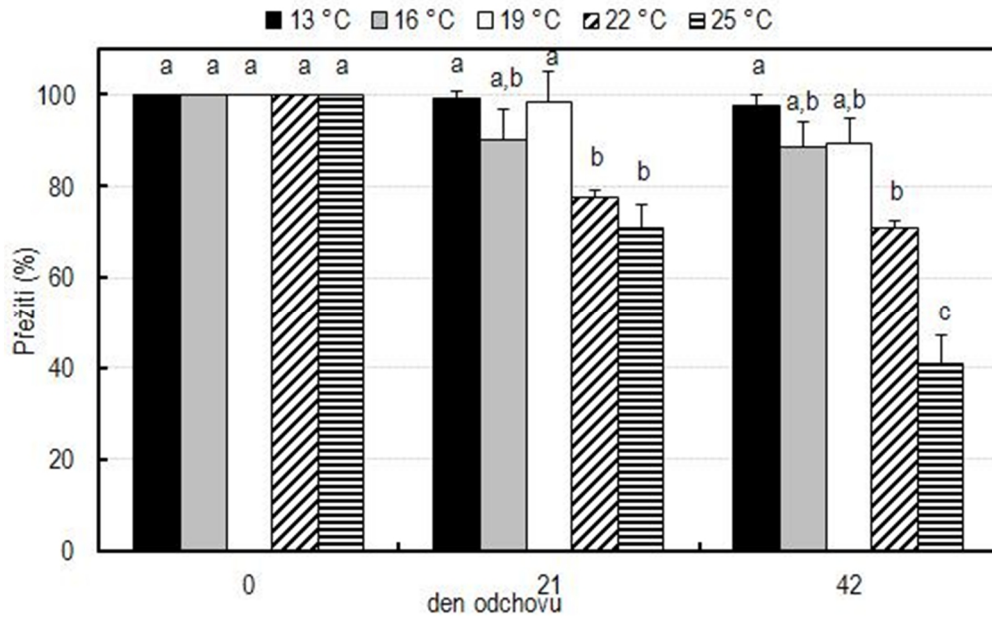
Růst síha peledě v testovaném teplotním rozmezí byl opět vyjádřen pomocí individuální hmotnosti ryb (g). Po jednadvaceti dnech, ani na konci experimentu nebyly pozorovány statistické rozdíly mezi skupinami ryb chovanými při teplotách 13 a 25 °C (Obr. č. 19). Hmotnosti ryb v teplotním rozmezí 16 – 22 °C se na konci testu lišily jen nepatrně a rozdíl nebyl statisticky průkazný.

4.2.3. Koeficient variance

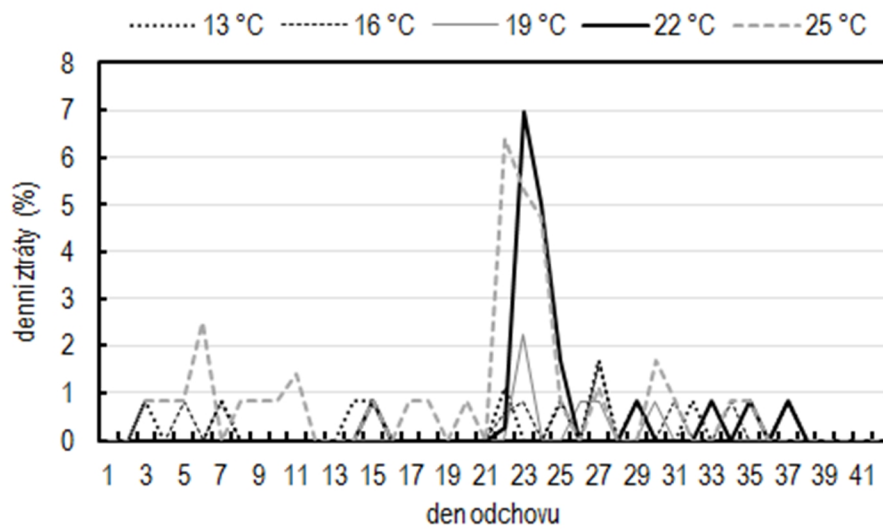
Na rozdíl od prvního pokusu nebyly pozorovány rozdíly v hmotnostní heterogenitě ryb. Koeficient variance (míra heterogenity obsádek) byl mezi skupinami poměrně vyrovnaný. Po celou dobu experimentu nebyl pozorován statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými skupinami teplot (Obr. č. 20).

4.2.4. Biomasa ryb

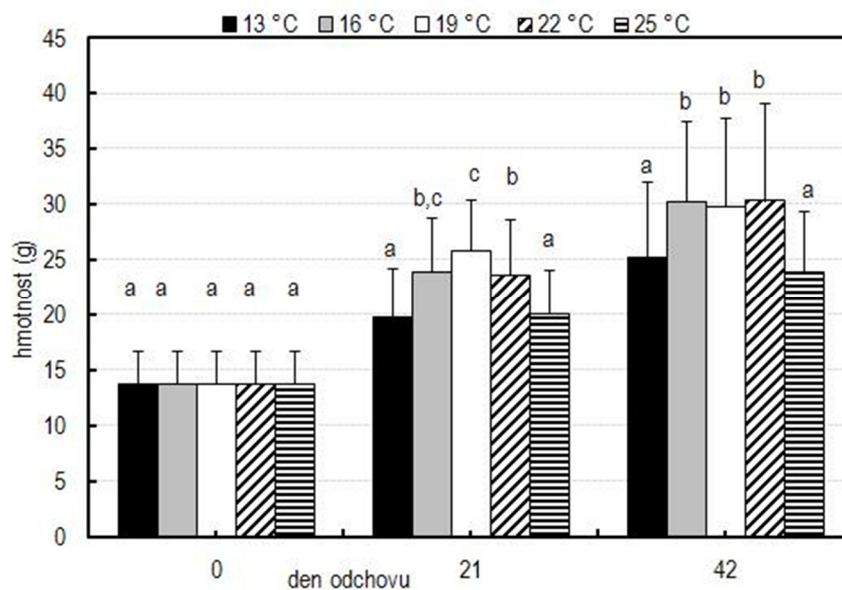
Biomasa ryb se v rozmezí teplot 13 – 22 °C během experimentu zvyšovala. Ve skupině ryb chovaných při teplotě 25 °C biomasu snižovala velká mortalita pozorovaných ryb a redukovaný růst ryb. Nejvíce biomasa narůstala ve skupině s teplotou 19 °C, ale na konci testu se statisticky nelišila od teploty 16 °C. Hodnoty přírůstku biomasy u teplot 13 a 22 °C se lišily, statisticky ale rozdíl průkazný nebyl (Obr. č. 21).



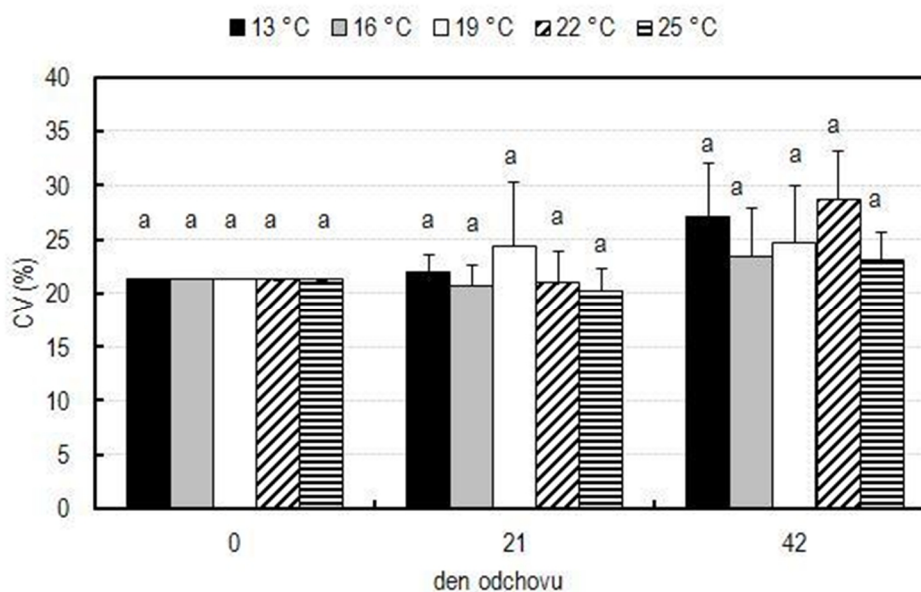
Obr. č. 17 Přežití síha peledě během celého pokusu během druhého experimentu (počáteční hmotnost 13,7 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).



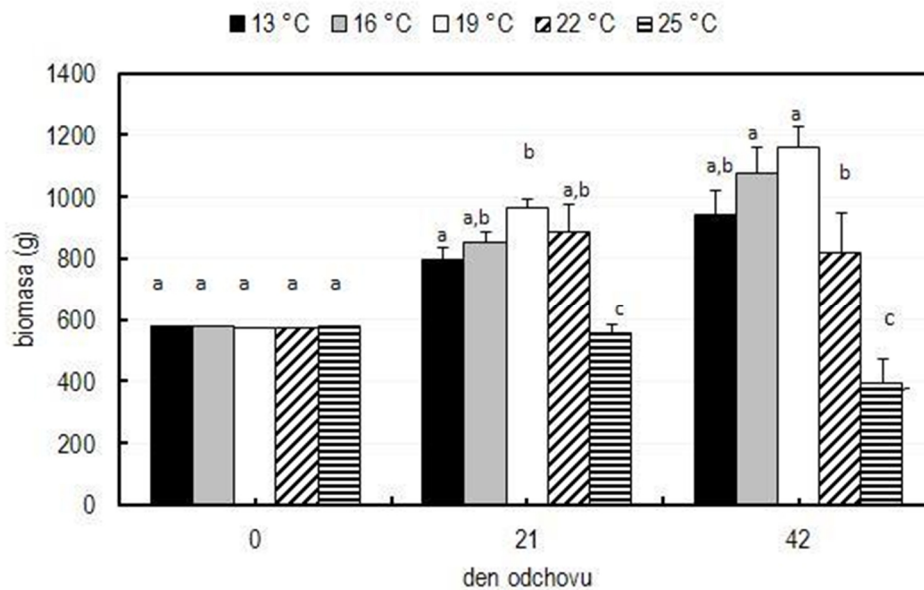
Obr. č. 18 Denní ztráty v procentech v průběhu druhého experimentu.



Obr. č. 19 Růst ryb vyjádřen individuální hmotností během druhého experimentu (počáteční hmotnost 13,7 g). Data jsou prezentována, jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).



Obr. č. 20 Koeficient variance v testovaném rozmezí teplot během druhého experimentu (počáteční hmotnost 13,7 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).



Obr. č. 21 Celková biomasa ryb v jednotlivých skupinách chovaných v testovaném rozmezí teplot během druhého experimentu (počáteční hmotnost 13,7 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).

4.2.5. Specifická rychlost růstu

Během prvních jednadvaceti dní experimentu rostla nejrychleji skupina ryb chovaných při teplotě 19 °C, ale statisticky se nelišila od skupin ryb chovaných při teplotách 16 a 22 °C (Obr. č. 22). Po 42. dnech experimentu nebyl pozorován statisticky průkazný rozdíl mezi pozorovanými skupinami. Během celého období vykazovala nejvyšší růst skupina ryb chovaných při teplotách 19 a 22 °C následovaná rybami chovanými při teplotě 16 °C.

4.2.6. Celková délka

Průběh celkové délky těla je znázorněn na Obr. č. 23. Po 21. dnech nebyl nalezen statisticky průkazný rozdíl mezi teplotami 13, 19, 22 a 25 °C. Na konci experimentu od sebe nelišily dvojice skupin ryb chovaných při 13, 22 °C a 16, 19 °C. V teplotě 25 °C vykazovaly ryby nejmenší celkovou délku těla a ta se od ostatních teplot průkazně lišila.

4.2.7. Standartní délka

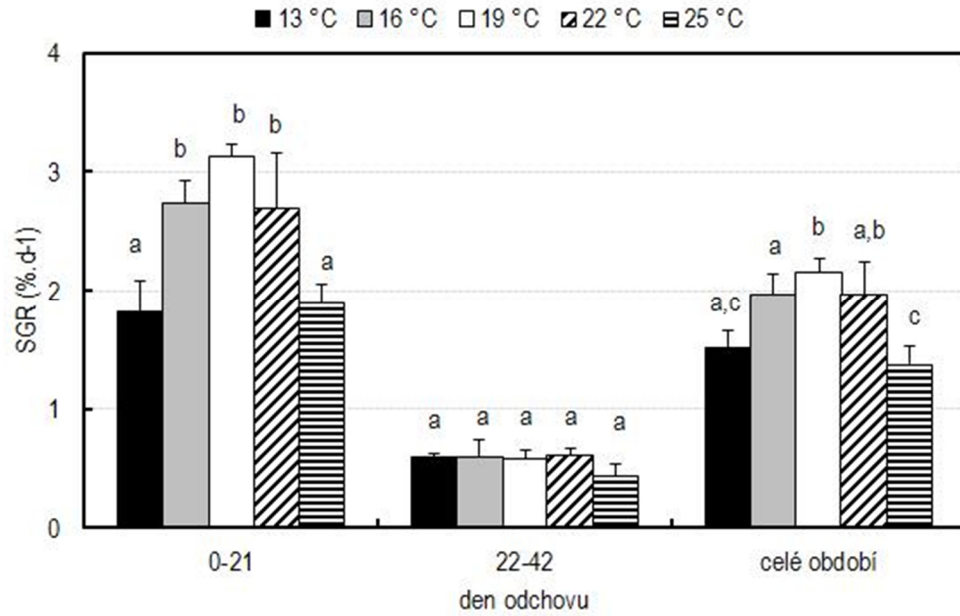
Průběh standartní délky je znázorněn na Obr. č. 24. Je zřejmé, že po jednadvaceti dnech experimentu se ryby v teplotě 16 °C lišily signifikantně od ostatních skupin. Na konci pokusu nebyl nalezen statisticky průkazný rozdíl opět u dvojic skupin ryb chovaných při 13, 22 °C a 16,19 °C. Při chovu peledí v teplotě 25 °C byl prokázán signifikantně nižší růst.

4.2.8. Fultonův koeficient – koeficient vyživenosti ryb

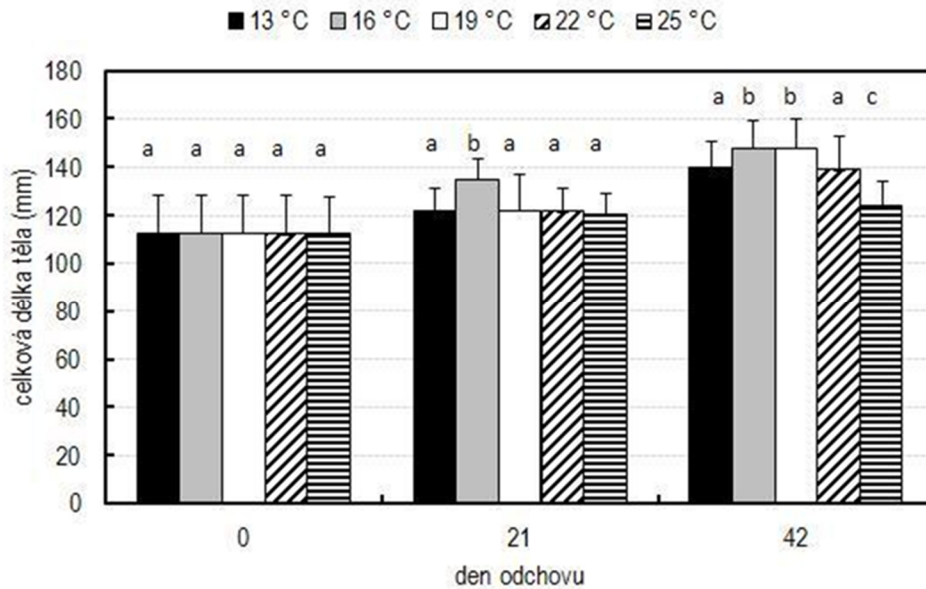
Na začátku pokusu byl stanoven pro všechny skupiny stejný průměrný koeficient vyživenosti $0,82 \pm 0,2$ (Obr. č. 25). Po jednadvaceti dnech testování nebyl průkazný rozdíl mezi skupinami teplot 19 a 22 °C. Na konci pokus byla neprůkaznost u skupin 13, 16 a 19 °C. Teploty 22 a 25 °C lišily jak od sebe tak od ostatních teplot.

4.2.9. Koeficient konverze krmiva

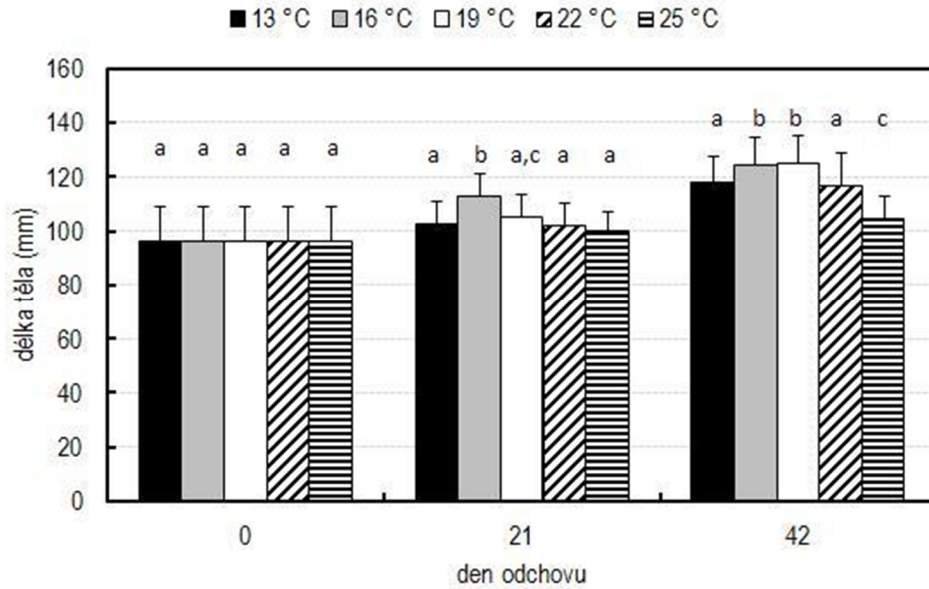
Na začátku experimentu nebyl pozorován statisticky průkazný rozdíl v konverzi krmiva mezi skupinami ryb chovanými při teplotách 13 – 22 °C. Výrazně vyšší konverze byla pozorována pouze ve skupině ryb chovaných při 25 °C (Obr. č. 26). Z grafu je patrné, že od 21. dne pokusu chybí konverze krmiva u skupiny 25 °C. Velká mortalita především po kontrolním přelovení zapříčinila výrazně zkreslené hodnoty FCR. Během celého období nebyl průkazný rozdíl mezi rybami chovanými v teplotách 13 – 22 °C. Variability příjmu krmiva je vidět na obr. č 27, 28. Z obou grafů lze vidět přerušení křivky ve dnech, kdy probíhalo přelovení.



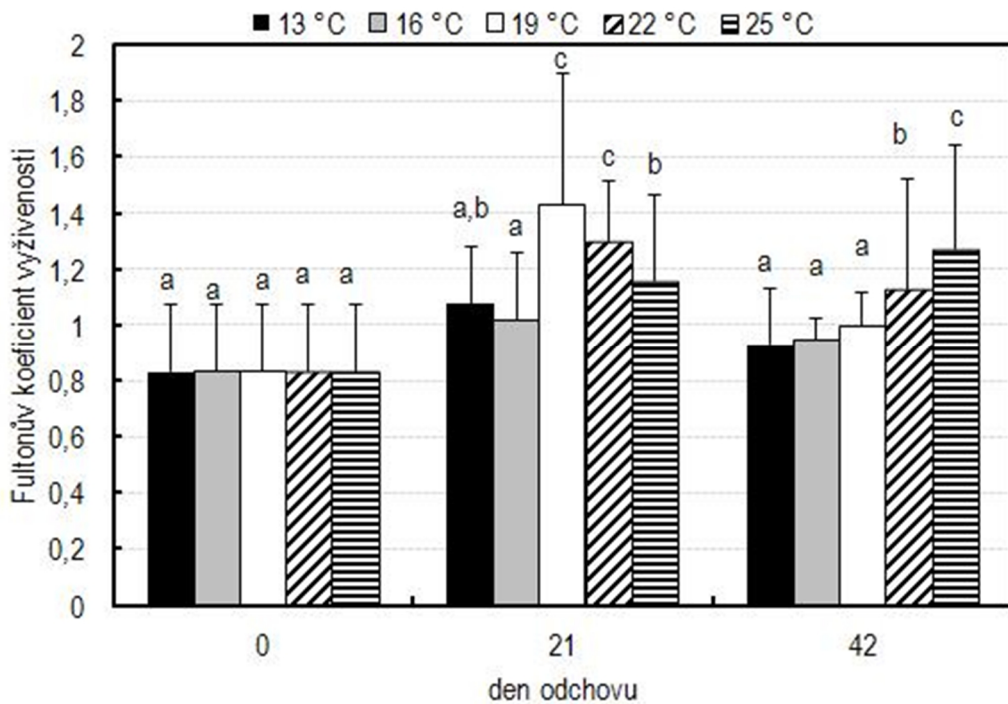
Obr. č. 22 Specifická rychlost růstu síha peledě chovaného v testovaných teplotách testovaném rozmezí teplot během druhého experimentu (počáteční hmotnost 13,7 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).



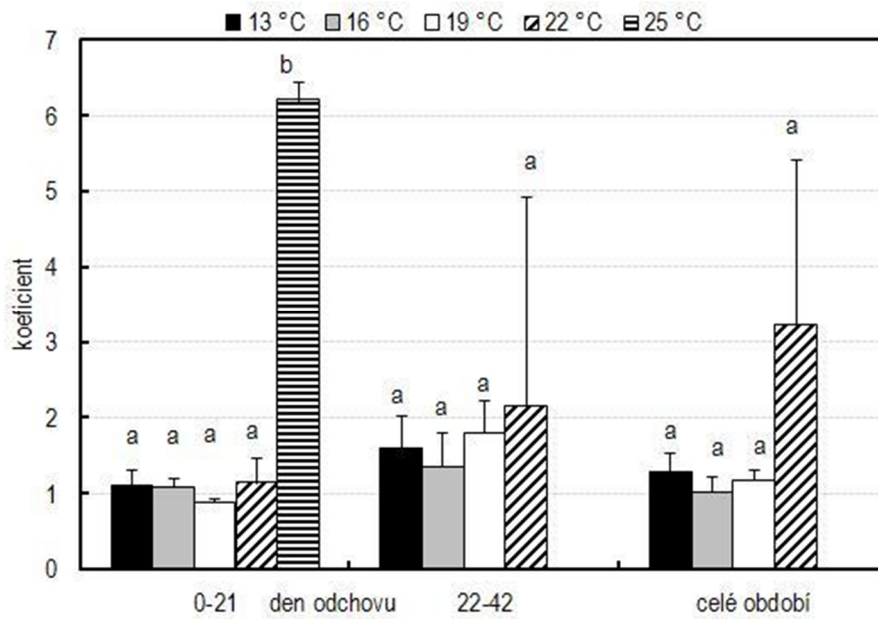
Obr. č. 23 Celková délka těla síha peledě chovaného v různém rozmezí testovaných teplot během druhého experimentu (počáteční hmotnost 13,7 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).



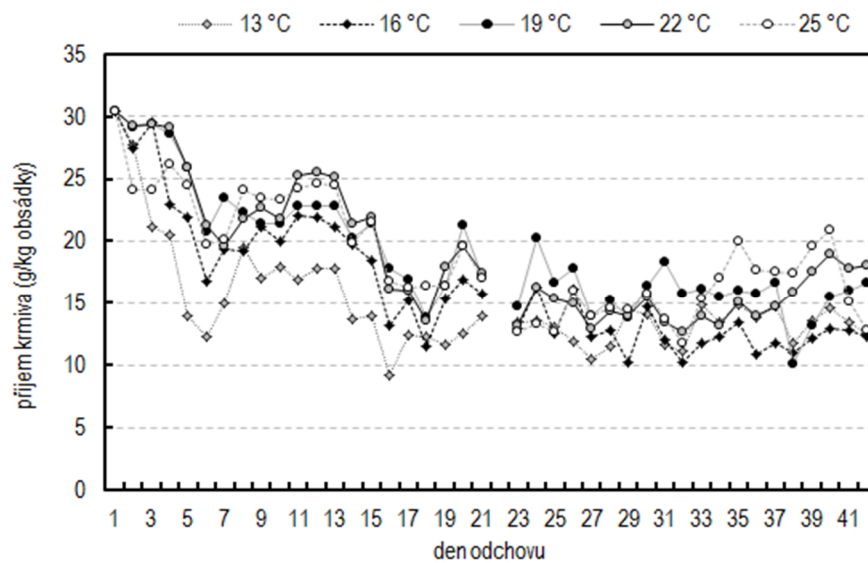
Obr. č. 24 Standardní délka těla síha peledě chovaného v různém rozmezí testovaných teplot během druhého experimentu (počáteční hmotnost 0,6 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 150).



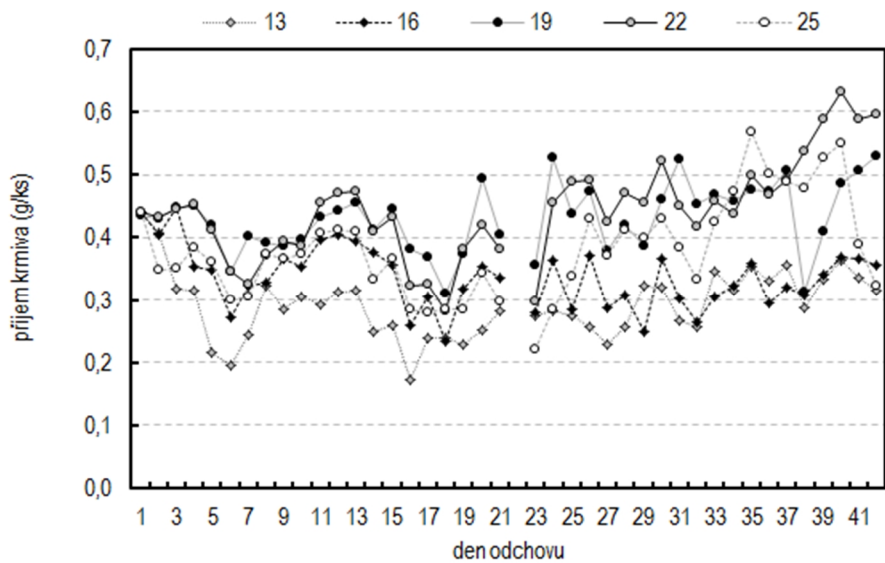
Obr. č. 25 Koeficient vyživenosti ryb u síhů chovaných v různém rozmezí testovaných teplot během druhého experimentu. Data jsou prezentována jako průměr ± S.D



Obr. č. 26 Konverze krmiva – využití krmiva u síha peledě chovaného v testovaném rozmezí teplot během druhého experimentu (počáteční hmotnost 13,7 g). Data jsou prezentována jako průměr ± S. D. Sloupce označené stejnými indexy se statisticky neliší (n = 3).



Obr. č. 27. Variabilita příjmu krmiva vyjádřena v gramech na kilogram obsádky. Data jsou prezentována jako průměr.



Obr.č. 28 Variabilita příjmu krmiva vyjádřena v gramech na jeden kus. Data jsou prezentována jako průměr.

5. Diskuze

Teplota je jedna z hlavních fyzikálních veličin, která je důležitá pro optimalizaci chovu v intenzivních podmínkách. Každá ryba má jiné požadavky na teplotní optimum. Teplota vody může být také limitujícím faktorem pro růst i celkovou existenci ryb vůbec, neboť ovlivňuje řadu biochemických pochodů ve vodě, metabolismus ryb, kondici, růst, přežití, zdravotní stav a příjem krmiva. Prezentovaná práce byla zaměřena na vliv teploty na růst a příjem krmiva juvenilního síha peledě (*Coregonus peled*). Obecně V prezentované studii bylo sledováno pět různých teplot (13, 16, 19, 22, 25 °C). Experiment byl tandemově proveden na rybách různého věku a počáteční hmotnosti (věk: 74 a 230 dní po vykulení). Intenzivní chov síhovitých ryb v recirkulačních systémech klasické konstrukce či v systémech „dánského“ typu je v Evropě teprve v počátcích. Většina poznatků na nároky a technologii chovu byly testovány zahraničními kolegy především na síhu severním (Koskela a kol., 2002; Szczepekowski a kol., 2006; Siikavuopio a kol., (2010, 2011, 2012) V této problematice je zapotřebí dořešit mnoho chovatelských aspektů, jako je například převod larev na suché komerční krmivo, optimalizace chovného prostředí, vhodná krmná technika a výběr krmiva atd.

Průměrná hmotnost ryb na konci prvního experimentu byla nejvyšší u chovaných při teplotě 19 °C a to 9,7 g, následována rybami chovanými při 22 °C (9,0 g). Z toho vyplývá doporučená optimální teplota pro chov mladších juvenilů (od 1 do 10 g) na úrovni 19-22 °C. Naopak snížená rychlost růstu byla u teploty 25 °C, kde hmotnost ryb na konci pokusu dosahovala pouhých 4,7 g. Tuto teplotu lze tedy ve vztahu k mladším juvenilním rybám považovat za suboptimální. Výsledky studie byly následně porovnávány s autory, kteří se zabývali problematikou chovu síhovitých ryb v intenzivní akvakultuře.

Z našich výsledků bylo zřejmé, že různé teploty mají vliv na příjem krmiva a tedy i na růst. Nejvyšší teplota (25 °C), která byla sledovaná, vykazovala u ryb snížený růst, zvýšenou mortalitu a vyšší konverzi krmiva. V intenzivních chovech lze tedy teplotu 25 °C považovat za nevyhovující pro síha peledě. Tento fakt je ve shodě s výsledky publikovanými pro síha severního (Szczepekowski a kol., 2006). Naopak nejlépe se jevil chov peledí při teplotě 19 °C. Podle výsledků lze považovat rozmezí teplot 19 – 22 °C za teplotní optimum pro růst mladších (1-10 g) juvenilních síhů peledí v podmínkách recirkulačních chovů.

V druhém experimentu se staršími juvenilními jedinci (13-30 g) byl pozorován nižší růst u teplot 13 a 25 °C. Hmotnost ryb na konci pokusu dosáhla v teplotě 13 °C 25,2 g a v teplotě 25 °C 23,9 g. Naopak nejvyšší hmotnosti 30,3 g dosáhly ryby odchované při teplotě 22 °C. Rozdíl hmotností mezi teplotami 16, 19 a 22 °C nebyl statisticky průkazný a toto teplotní rozmezí lze považovat jako optimální pro intenzivní chov peledí nad 13 g.

Szczepkowski a kol. (2006) v kratším pokusu označují pro síha severního teplotu do 22 °C jako optimální. Autor rovněž označuje teplotu přesahující 24 °C za letální (při teplotě 24 °C bylo přežití 86,7%). V naší práci bylo u síha peledě zaznamenáno při chovu v teplotě 25 °C ještě výrazně nižší přežití (40 %). Velké ztráty byly zaznamenány především v období cca 3 dní po přelovení. Ryby zřejmě špatně snášely stres z přelovení a anestézii i přesto, že veškerá manipulace probíhala s maximální šetrností.

Při teplotě 24 °C byla vypočítána snížená rychlost růstu, při které ryby dosahovaly hmotnostního přírůstku $23,07 \pm 0,9$ g, což by mohla být s nadsázkou řečeno hodnota srovnatelná s naším pokusem. Bohužel ale neznáme přesné podmínky pokusu. Jako podklad by mohla sloužit růstová křivka a hmotnostní přírůstek v 42 dni odchovu. Rovněž byla důležitá počáteční hmotnost ryb, která se bezesporu lišila od našeho testování. Nejvyšší růst byl u marény pozorován při teplotě 22 °C. Autor uvádí na základě svého pokusu optimální teplotu pro odchov juvenilních jedinců 22 °C (Szczepkowski a kol., 2006). S jeho tvrzením souhlasí Dostatni a kol. (1999)

Pro starší peledě (13-30 g) lze za optimální považovat teploty v rozmezí od 16 do 22 °C. To se shoduje i s tvrzením Joblinga a kol. (2010), kteří uvádí optimální teplotu pro odchov juvenilních stádií, nepřesahující 22 °C, což bylo potvrzeno i v prezentované práci. Výsledky se rovněž ztotožňují s rozmezím teplot určené Koskelou a Eskelinenem (1992), kteří upřesňují rozmezí optimálních teplot pro larvální stádia síha severního 19,3 – 20,6 °C. Mírně odlišných výsledků dosáhli Siikavuopio a kol. (2011), kteří rovněž sledovali vliv různých rozmezí teplot na růst síha severního. V této práci se však jednalo o adultní jedince a testování proběhlo v teplotním rozmezí 15, 18 a 21 °C. Nejvyšší hmotnostní přírůstek $656 \text{ g} \pm 151 \text{ g}$ u tohoto experimentu vykazovaly ryby chované při teplotě 18 °C a nejhorší hmotnostní přírůstky $505 \pm 121 \text{ g}$ dosahovaly ryby chované při teplotě 21 °C. Autor stanovil optimální rozmezí teplot pro adultní jedince na 15 – 18 °C. Důvodem může být vyšší citlivost síha severního k vyšším teplotám. Z uvedených literárních pramenů vyplývá, že u síhovitých ryb je pro mladší ryby

optimálnější užší rozmezí teplot a postupem času jsou více tolerantní k nižším teplotám, respektive nevykazují při nich snížený růst. Výsledky v prezentované studii tuto hypotézu podporují.

SGR tedy specifická rychlost růstu byla nejvyšší u teploty 19 °C a to 7,16 % za den. Dále teplota 22 °C měla koeficient SGR 6,72 % za den. Nejhorší výsledky opět vykazovaly ryby chované při teplotě 25 °C. Koeficient SGR dosahoval 5,31 % za den. Během celého období druhého pokusu byla zaznamenána nejvyšší rychlost růstu 2,15 % u skupiny ryb v teplotě 19 °C. Nejnižší rychlost růstu byla zjištěna u teploty 25 °C a to 1,37 % za den. Obecně platil trend, že s přibývajícím věkem ryb se specifická rychlost růstu zpomalovala. Szczepekowski a kol. (2006) vykazoval na konci svého pokusu s těžšími rybami naprosto odlišné hodnoty SGR. U teploty 22 °C byla hodnota SGR 3,46 % za den, u teploty 20 °C 3,59 %. Nejnižší rychlost růstu 3,15 % za den dosahovala teplota 24 °C. Tento pokus však trval pouze 35 dní. Do experimentu byly nasazení jedinci ve stáří pěti měsíců.

Přežití v prvním experimentu se u teplot 13, 16, 19 a 22 °C statisticky nelišilo. Nejnižší přežití peledí (29,6 %) bylo při jejich chovu v teplotě 25 °C. Na konci druhého experimentu bylo pozorováno výrazně nižší přežití ryb u teplot 22 a 25 °C. Nejvyšší přežití 97,5 % bylo u teploty 13 °C. Rovněž Szczepekowski a kol. (2006) ve svém pokusu pozorovali trend rozdílů v přežití vztažený k jednotlivým teplotám. Nejvyšší přežití udává u teploty 22 °C a to 95,8 %. Nejnižší přežití 86,7 % v jeho experimentu vykazoval chov ryb při teplotě 24 °C. Tato hodnota je nesrovnatelná s našim pokusem, kde přežití dosahovalo pouhých 40 %.

Během celého prvního experimentu byla průměrná denní spotřeba krmiva u teploty 25 °C 13,0 g a konverze krmiva byla 1,61. Statisticky se tyto hodnoty nelišily od výsledků dosažených při teplotě 13 °C. Při teplotě 19 °C bylo průměrně spotřebováno 53,5 g krmiva za den. Krmný koeficient konverze se statisticky nelišil u teplot 19 a 22 °C. Při teplotě 19 °C nabýval hodnoty 1,34 a při teplotě 22 °C 1,36. Během druhého pokusu byla nejnižší konverze krmiva 1,02, ale statisticky se nelišila od ostatních teplot, i když teplota 25 °C vykazovala konverzi krmiva 3,2. Szczepekowski a kol., (2006) zjistili konverzi krmiva u síha severního při teplotě 20 °C 0,89 a při teplotě 22 °C 0,90. Při vyšší teplotě přesahoval koeficient konverze krmiva 1,17. Průměrnou konverzi krmiva 0,84 dosahovali ve své práci i Siikavuopio a kol. (2012), kteří prováděli růstový experiment na adultních jedincích síha severního při kontinuálním osvětlení a

konstantní teplotě 10 °C. Krmení ryb probíhalo prvních 210 dní kontinuálně. Od tohoto dne bylo krmení zredukováno na šest hodin denně. Krmivo obsahovalo 54 % proteinu. Szczepekowski a kol. (2006), který používal ryby ve stáří pěti měsíců, dosáhl nejnižší konverzi krmiva 0,89 při chovu ryb v teplotě 20 °C. Použité krmivo se svým nutričním složením lišilo jen nepatrně od krmiva použitého v práci Siikavuopio a kol. (2006).

Celková délka těla se během obou pokusů postupně zvyšovala. Na začátku prvního pokusu byly nasazeny ryby s průměrnou celkovou délkou těla 46 mm. Největší průměrnou celkovou délkou těla měla na konci experimentu teplota 19 °C a to celých 101 mm nejmenší celková délka těla byla u teploty 25 °C a to 76 mm. Celková délka těla se statisticky lišila ve všech skupinách. Do druhého experimentu byly nasazeny rozrostlejší ryby s průměrnou celkovou délkou těla 113 mm. Na konci testu byla průměrná celková délka těla u teploty 19 °C 148 mm, u teploty 16 °C 147 mm. Druhým velikostním ukazatelem byla standartní délka těla. Na začátku prvního experimentu dosahovala délka těla průměrně 38 mm. Na konci pokusu měla největší průměrnou délku těla 86 mm teplota 19 °C. Nejmenší délku těla 66 mm opět vykazovala teplota 25 °C. Do druhého experimentu byly nasazeny ryby o průměrné délce těla 96 mm. Největší délka těla byla naměřena u teploty 19 °C 125 mm. Při teplotě 25 °C byla naměřena nejmenší délka těla a to 105 mm.

Fultonův koeficient vyživenosti ryb nabýval různých hodnot. Důvodem mohly být změny podmínek během testování, případně chyby při vyhodnocování binometricky ryb. Na konci prvního testování byl vyhodnocen nejvyšší koeficient (1,15) u skupiny ryb chovaných při teplotě 25 °C ačkoliv se jedná dle Szczepekowski a kol. (2006) nevyhovující teplotu pro odchov juvenilních jedinců. Vztaženo k ostatním skupinám, ryby v této teplotě vykazovaly v poměru k malé celkové délce těla větší hmotnost. Energie z krmiva byla z velké části spotřebována na záchovu. Dále se snižujícím přežití ryb a obsádkou v nádrži se zvětšoval prostor v nádrži, to mohlo zapříčinit zvyšující se růst. Ve druhém testování byl stanoven pro všechny skupiny stejný koeficient vyživenosti. Během pokusu byl statisticky srovnatelný koeficient vyživenosti u skupin teplot 16 a 19 °C. Na konci pokusu největšího koeficientu dosahovaly teploty 22 a 25 °C. Rozdíl mezi nimi byl statisticky průkazný. Určitě k zamyšlení se nabízí fakt, že čím bylo v dané skupině nižší přežití, tím byl sledovaný koeficient vyšší (teplota 13 °C přežití 98 % FC 0,93 a teplota 25 °C přežití 41 % FC 1,27). Reprezentativnější data by mohlo poskytnout další přelovení.

6.Závěr

Z provedených experimentů vyplývá, že pro mladší juvenilní peledě (1 – 10 g) lze z pohledu růstu i konverze krmiva považovat jako optimální teplotu v rozmezí 19 – 22 °C. Pro starší juvenilny peledě (10 – 30 g) lze toto spektrum rozšířit na 16 – 22 °C. Z pohledu přežití mladších i starších juvenilů peledě se jako naprosto nevhodná ukázala teplota 25 °C. Teplota 25 °C je nevhodná i z pohledu sensitivity ryb k manipulaci a anestezii a to jak pro mladší tak i pro starší juvenilní ryby. Při chovu síha peledě při teplotě 25 °C však v populaci ryb existuje menší skupina ryb, která je schopná za těchto podmínek prosperovat. Při chovu peledí v teplotách nižších než 16 °C je nutno počítat redukcí rychlosti růstu ryb při nezměněném přežití oproti optimálním teplotám (16 – 20°C).

Výsledky této práce by mohly v budoucnosti napomoci v rybářské praxi k optimalizaci chovu tohoto druhu v rámci recirkulačních systémů. Význam intenzivní akvakultury neustále stoupá a i rozvoj nových intenzivních farem je na vzestupu. Zároveň je žádoucí aby tyto farmy produkovali širší sortiment zajímavých druhů ryb mezi, které se zařadí i síhovité ryby.

7. Přehled použité literatury

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

Berg, L. S., 1948. O proischozdenii forelej i drugich presnovodnykh lososevidnykh. Leningrad, Zernova, s. 159–172.

Berg, L. S., 1948 – 1949. Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran. Izd. AN SSSR, Moskva, s. 518–525.

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

Cecpi., 1996. Directives pour le repeuplement en corégones. Document CECPI 31. Rome, FAO.

Colt, J., Orwicz, K., 1991. Modeling production capacity of aquatic culture systems under freshwater conditions. Aquacult. Eng. 10, pp. 1–29.

Čítek, J., Krupauer, V., Kubů F., 1993. Rybníkářství. Informatorium, Praha, s. 281.

Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatourium, Praha, s. 281.

Cosewic., 2005. COSEWIC assessment and update status report on the lake whitefish (Lake Simcoe population) *Coregonus clupeaformis* in Canada – Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, pp. 36.

Dostatni, D., Mamcarz, A., Kozłowski, J., Poczyczynski, P., 1999. The influence of thermal conditions during tank rearing on further growth of whitefish larvae (*Coregonus lavaretus* L.) in illuminated cages, Arch. Pol. Fish. 7, pp 53–63.

Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. Obecné rybářství. Informatorium. Praha, s. 281.

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

Falkowski, S., 2004. Whitefish (*Coregonus lavaretus* sp.) in lake fisheries management in 2003. In: The status and functioning of fisheries in 2003 (Ed.) A. Wolos, Wyd. IRS, Olsztyn, pp. 41–44.

Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky rozšíření a ochrana. Český svaz ochránců přírody Vlašim, Vlašim, s. 321–322.

Hanel, L., 1992. Poznáváme naše ryby. Zemědělské nakladatelství Brázda Praha, Praha, s 88–90.

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

Hochman, L., 1987. Chov síhů. Edice metodik VÚRH JU Vodňany, č. 24, s. 16.

Champigneulle A., Rojas - Beltran, R., 1990. First attempts to optimize the mass rearing of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) larvae from Lemane and Bourget Lakes (France) in tanks and cages. Aquat. Living Resour., 3, pp 217–228.

Järvinen, A., 1988. Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Coregonids. Finnish Fisheries Research 9, pp 1–527.

Jobling, M., Arnesen, A. M., Befey, T., Carter, C., Hardy, R., LeFrancois, N., Keefe, R., Koskela, J., Lamarre, S., 2010. The salmonids (Family: *Salmonidae*). In: Finfish Aquaculture Diversification (ed. by N. LeFrancoid, M. Jobling, C. Carter, P. Blier). CAB International, Oxfordshire, pp 234–288.

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

Koskela, J., Eskelinen, U., 1992, Growth of larval European whitefish (*Coregonus lavaretus*) at different temperatures. In: Biology and Management of Coregonid Fishes (Eds.) T.N. Todd and M. Luczynski 39 (3 – 4), pp 677–682.

- Koskela, J., Eskelinen, U., 1995. Growth of European whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) at different temperatures. Pol. Arch. Hydrobiol. 39, pp 677–682.
- Koskela, J., Määttä, V., Vielma, J., Rahkonen, R., Forsman, L., Setälä, J., Honkanen, A., 2002. Siian kasvatus ruokakalaksi (Table fish farming of whitefish). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki (in Finnish).
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008. Chov lososovitých ryb a síhů. VÚRH JU Vodňany, Vodňany, s. 19 – 21.
- Kouřil, J., Stejskal, V., Hamáčková, J., 2013. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice Metodik VÚRH, FROV JU Vodňany, č. 85, s. 53.
- Król, J., Demska-Zakes, K., Hliwa, P., Korzeniowska, P., 2003. The influence of temperature on the sex differentiation process in peled (*Coregonus peled* Gmel.). Archives of Polish Fisheries 11, pp 23–31.
- Mamcarz, A., 1990. Conditions for growth of *Coregonus peled* larvae in cage rearing. Acta Academiae Agricultural Technitions Olstenensis 17, pp 3–57.
- Mamcarz, A., Kozłowski, J., 1991. A combined rearing system of tanks and illuminated cages for coregonid larvae—Larvi' 91. Fish and Crustacean Larviculture Symposium. P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, and F. Ollevier eds. Europ. Aquacult. Soc., Spec. Publ. 15, pp 284–286.
- Mareš, J., Kopp, R., Brabec, T., Lang, Š., 2013. Produkce lososovitých ryb v recirkulačním systému Dánského typu. In: Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu, Brno, 20–29.
- Mickiewicz, M., 2004. The state of lake management stocking in 2003 and a comparison of the stocking conducted by entities entitled to exploit lake fisheries in 2002. In: The status and functioning of fisheries in 2003 (Ed.) A. Wolos, Wyd. IRS, Olstzyn, pp 19–34 (in Polish).
- Poczyczyński, P., Dabrowski, K., Kucharska, K., Mamcarz, A., Kozłowski, J., 1990. Laboratory rearing of whitefish (*Coregonus lavaretus*)-comparative studies of Polish and foreign experimental starter diets. Pol. Arch. Hydrobiol. 37, pp. 397–411.

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

Prokeš, M., 1975. Hand-stripping and embryonic development of *Coregonus peled*. Folia Zool, Brno, s. 185–196.

Rešetnikov, J. S., 1980. Ekologia i sistematika sigovych ryb. Izd. Nauka, Moskva. 301s.

Rösch, R., 1995. Rearing of coregonid (*Coregonus* sp.) larvae in tanks: a review. Arch. Hydrobiol. Adv. Limnol 46, pp 293–300.

Ruohonen, K., Koskela, J., Vielma, J., Kettunen, J., 2003. Optimal diet composition for European whitefish (*Coregonus lavaretus*): analysis of growth and nutrient utilisation in mixture model trials. Aquaculture 225, pp 27–39.

Ruohonen, K., Simpson, S. J., Raubenheimer, D., 2007. A new approach to diet optimisation: A re-analysis using European whitefish (*Coregonus lavaretus*). Aquaculture 267, pp 147–156.

Siikavuopio, S. I., Kundsén, R., Amundsen, P. A., 2010. Growth and mortality of Arctic charr and European whitefish reared at low temperatures. Hydrobiologia 650, pp 255–263.

Siikavuopio, S. I., Kundsén, R., Amundsen, P. A., Saether B. S., James, P., 2011. Effects of high temperature on the growth of European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.). Aquaq. Res. 2011, pp 1–5.

Siikavuopio, S. I., Kundsén, R., Amundsen, P. A., Saether B. S., 2012. Growth performance of European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) under a constant light and temperature regime. Aquaq. Res. 43, pp 1592–1598.

Szczepkowski, M., Zakes, Z., 2003. Principles for preparing pikeperch spawners for artificial spawning under controlled conditions. In: Predatory fish – reproduction, initial rearing, and prophylactics (Eds.) Z. Zakes et al., Wyd. IRS, Olsztyn, pp 21–26 (In Polish).

Szczepkowski, M., Szczepkowska, B., Krzywosz, T., 2006. The impact of water temperature on selected rearing indices of juvenile Whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) in a recirculating system. Arch. Pol. Fish., pp 95–104.

Szczerbowski, J. A., 2000. Whitefish. In: Freshwater Fishes of Poland (Ed.) M. Brylińska. PWN, Warszawa, pp 381–386 (in Polish).

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

Todd, T. N., Luczynski, M., (eds) 1992. Biology and management of Coregonid Fishes—1990. Pol. Arch. Hydrobiol 39, pp 247–894.

Tournay, B., 2006. European whitefish helps Finland's trout farmers diversity. Fish Farming International 05/2006.

Thomas, G., Eckmann, R., 2007. The influence of eutrophication and population biomass on common whitefish (*Coregonus lavaretus*) growth – the Lake Constance example revisited. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 64, pp 402 – 410.

Vielma, J., Koskela, J., Ruohonen, K., Jokinen, I. and Kettunen, J., 2003. Optimal diet composition for European whitefish (*Coregonus lavaretus*): carbohydrate stress and immune parameter responses. Aquaculture 225, 3–16.

Vostradovský, J., 1986. The future of coregonids in man-made lakes in Czechoslovakia. Arch. Hydrobiol. 22, pp 141–149.

Winfield, I. J., Fletecher J. M., James J. B., 2004. Modelling the impact of water level fluctuations on the population dynamics of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.) in Hawester, U.K. Ecohydrol. Hydrobiol. 4, pp 409 – 416.

Wunderlich, K., Szczepkowska, B., Szczepkowski, M., Kozłowski, Piotrowska, I., 2011. Impact of daily feed rations for juvenile common whitefish *Coregonus lavaretus* (L.), on rearing indicators and oxygen requirements. Arch. Pol. Fish., pp 23–30.

Wziątek, B., Kozłowski, J., Teodorowicz, M., Kurenda P., 2009. Effects of producing stocking material of vendace (*Coregonus albula* (L.)), using spawners reared in captivity – initial studies. Arch. Pol. Fish., 17, pp 99–102.

Zakes, Z., 1999. Oxygen consumption and ammonia excretion by pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), reared in a water recirculation system. Arch. Pol. Fish. 7 (suppl. 1), pp 5–55.

Žukov, P. P., 1965. Ryby Belorussii. Izd. Nauka i technika, Minsk, s. 415.

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

Webové stránky

MZe. Víceletý národní strategický plán pro akvakulturu. 2013[on-line]. Dostupný na WWW:
[http://eagri.cz/public/web/file/225271/AKV_VICELETY_STRATEGICKY_PLAN__schvale
no_PM_20130430.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/225271/AKV_VICELETY_STRATEGICKY_PLAN__schvale_no_PM_20130430.pdf)

Lake Superior lake company. 2014. [on-line]. Dostupné na www.lakesuperior.com

Rybárna Klapal. 2014. [on-line]. Dostupný na www.klapal.cz

8. Abstrakt

Vliv teploty vody v rozmezí od 13 do 25 °C byl testován ve dvou experimentech a na dvou věkových kategoriích ryb (věk 74 a 230 dní po vykolení). U mladších ryb (počáteční hmotnost $0,60 \pm 0,04$ g) vykazovaly signifikantně rychlejší růst ryby chované při teplotě 19 – 22 °C. Průměrná individuální hmotnost na konci experimentu byla $5,19 \pm 1,59$ g (13 °C), $8,16 \pm 2,08$ g (16 °C), $9,78 \pm 2,50$ g (19 °C), $9,06 \pm 2,75$ g (22 °C) a $4,70 \pm 2,13$ g (25 °C). Ryby chované při nejvyšší teplotě 25 °C vykázaly signifikantně nižší přežití ($29,60 \pm 6,3$ %) v porovnání s ostatními skupinami. Signifikantně vyšší míra heterogenity obsádek byla pozorována u ryb chovaných při 25°C (CV $50,1 \pm 5,1$ %) v porovnání s ostatními skupinami. V druhém experimentu u starších ryb (počáteční hmotnost $13,7 \pm 2,9$ g) vykazovaly nejlepší růst ryby chované v rozmezí teplot 16 – 22 °C. Průměrná individuální hmotnost na konci experimentu byla $25,2 \pm 6,8$ g (13 °C), $30,3 \pm 7,1$ g (16 °C), $29,7 \pm 8,0$ g (19 °C), $30,3 \pm 8,8$ g (22 °C) a $23,9 \pm 5,5$ g (25 °C). Ryby chované při teplotách 22 a 25 °C měly signifikantně nižší přežití ($70,8 \pm 18,8$ a $40,8 \pm 6,3$ % respektive) v porovnání s ostatními skupinami.

Klíčová slova: přežití, rychlost růstu, recirkulační systém, síhovití, intenzivní akvakultura

9. Abstract

The effect of water temperature within the range from 13 to 25 °C was tested on two weight cohorts of fish (age 74 and 230 days post hatch) during two subsequent growing experiments. Significantly better growth rate within the temperature range from 19 to 22 °C was observed in younger fish (initial body weight 0.60 ± 0.04 g). The mean individual weight at the end of the experiment was followed 5.19 ± 1.59 (13°C), 8.16 ± 2.08 (16 °C), 9.78 ± 2.50 (19 °C), 9.06 ± 2.75 (22 °C) and 4.70 ± 2.13 g (25 °C). Significantly lower survival (29.6 ± 6.3 %) was monitored in fish reared at 25 °C. Significantly higher growth heterogeneity (CV 50.1 ± 5.1 %) was observed in fish reared at 25 °C in comparison with the other groups. Significantly better growth rate within the temperature range from 16 to 22 °C was observed during second experiment on older juveniles (initial body weight 13.7 ± 2.9 g). Final mean body weight in appropriate group was observed as followed 25.2 ± 6.8 (13 °C), 30.3 ± 7.1 (16 °C), 29.7 ± 8.0 (19 °C), 30.3 ± 8.8 (22 °C) and 23.9 ± 5.5 g (25 °C) at the end of the experiment. Fish reared at temperatures 22 and 25 °C showed significantly lower survival rate (70.8 ± 18.8 and 40.8 ± 6.3 % respective) in comparison with the other groups.

Keywords : survival rate, growth rate, recirculation system, Coregonids, intensive aquaculture