

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybnářství a ochrany vod
Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický

Bakalářská práce
**Vliv světelného režimu na úspěšnost adaptace larev
štiky obecné (*Esox lucius*) na umělé krmivo v rámci
RAS**

Autor: Tomáš Dušek

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

Konzultant bakalářské práce: MSc. Volodymyr Bondarenko

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybnářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: III.

České Budějovice, 2013

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

Jméno a příjmení: **Tomáš DUŠEK**
Osobní číslo: **V10B010P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv světelného režimu na úspěšnost adaptace larev štiky obecné (*Esox lucius*) na umělé krmivo v rámci RAS**
Zadávající katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

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

Štika obecná (*Esox lucius*) je významným hospodářsky využívaným druhem nejen z pohledu produkce kvalitní svaloviny pro lidskou výživu, ale i z hlediska její biomeliorační funkce v rámci rybníkářství či provozu vodárenských nádrží. Štika je do takovýchto provozů nasazována jako doplňkový hospodářsky významný druh. Štika potom v rámci biomeliorační funkce v rybnících významně eliminuje nadměrně přemnožené populace drobných kaprovitých ryb, čímž umožňuje v rybníkářské praxi dosáhnout vysoké a vyrovnané produkce hlavního produkčního druhu (v ČR především kapr obecný *Cyprinus carpio*). Ve vodárenských nádržích štika svým predačním tlakem také potlačuje populace drobných kaprovitých ryb, což přispívá k většímu rozvoji zooplanktonu a udržení vyšší kvality vody v nádržích. Vedle hospodářského významu je štika významným a hojně vyhledávaným rybím druhem v rámci sportovního rybolovu.

Tržní ryby štiky obecné jsou v současné době hojně vyhledávány rybími konzumenty a násadový materiál tohoto druhu vysazován do produkčních rybníků, vodárenských nádrží či do volných vod určených k realizaci sportovního rybolovu. Současná produkce štiky obecné je kvalitativně a kvantitativně nedostatečná především z důvodu extenzivního chovu štiky v rybnících, kde její produkce je výrazně eliminována jejím vzájemným kanibalismem. Určitým řešením tohoto problému je vyvinout a realizovat efektivní způsob intenzivního chovu štiky obecné v rámci intenzivní akvakultury využívající recirkulační akvakulturní systém (RAS), kde by docházelo k minimalizaci ztrát a rychlému růstu odchovávaných ryb. Tímto způsobem by mohla být zajištěna vyrovnaná produkce kvalitních juvenilních popřípadě tržních ryb štiky obecné.

Cílem bakalářské práce je experimentálně vyhodnotit možnosti adaptace štiky obecné na kontrolované podmínky chovu v RAS a na příjem umělého peletovaného krmiva. Pozornost bakalářské práce se především zaměří na testování vlivu světelného režimu na úspěšnost adaptace larev štiky obecné na umělou peletovanou potravu. Dále bude sledován vliv barevného spektra a vlnové délky použitého světla na úspěšnost adaptace larev štiky obecné na umělé krmivo.

Rozsah grafických prací: Podle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Craig J.F., 1996. Pike: biology and exploitation, Fish and. Chapman and Hall, London. 10-34.

Kucska B., Müller T., Bercsényi M. 2007: The effect of feeding frequency on the growth and survival of pike (*Esox lucius* L.) using floating pellets - J. Appl. Ichthyol. 23: 193-194.

Kucska B., Müller T., Sari J., Bodis M., Bercsenyi M. 2005: Successful growth of the pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition - Aquaculture 246: 227-230.

Szczepkowski M. 2006: The impact of water temperature on the growth and survival of juvenile northern pike (*Esox lucius* L.) reared on formulated feed - Arch. Pol. Fish. 14: 85-93.

Szczepkowski, M., 2009: Impact of selected abiotic and biotic factors on the results of rearing juvenile stages of northern pike *Esox lucius* L. in recirculating systems. Arch. Pol. Fish., 17: 107-147.

Górny W. 1992: The influence of water temperature on mortality, growth and cannibalism in juvenile pike (*Esox lucius* L.) - Arch. Pol. Fish. 1: 27-31.

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

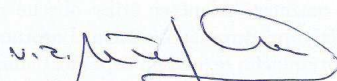
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce: Ing. Jiří Kříšťan

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: 2. prosince 2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2013


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 3. února 2012

Prohlášení:

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

Datum: 27.4.2013

Podpis:

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu doc. Ing. Tomáši Policarovi, Ph.D. a konzultantovi MSc. Volodymyrovi Bondarenko za metodické vedení, odbornou pomoc a cenné rady a připomínky při vypracovávání této práce. Další díky zaslouženě patří Jaroslavu Vanišovi nejen za pomoc při realizaci experimentu, ale také za cenné rady a praktické připomínky. Děkuji také Peteru Podhorcovi, Viktoru Šingerovi a všem, kteří se podíleli na realizaci experimentu v rámci mé bakalářské práce.

Obsah

1	ÚVOD	9
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	Štika jako obchodní artikl	10
2.2	Získávání generačních ryb	10
2.3	Přirozený výtěr	11
2.4	Poloumělý výtěr	11
2.5	Umělý výtěr	12
2.6	Mimosezonní výtěr	12
2.7	Inkubace oplodněných jiker	13
2.8	Tradiční způsoby odchovu	13
2.8.1	Extenzivní odchov rychleného plůdku v rybnících	14
2.8.2	Polointenzivní odchov rychleného plůdku v rybníčcích	14
2.8.3	Intenzivní odchov rychlené štiky	15
2.8.4	Odchov rychleného plůdku v klecích	16
2.8.5	Odchov ročka a starších ročníků v rybnících	16
2.9	Přeprava živých ryb	17
2.10	Intenzivní odchov v RAS	17
2.10.1	Výhody a nevýhody intenzivního chovu štiky obecné	17
2.10.2	Objekty a zařízení využívané pro intenzivní chov štiky	18
2.10.3	Kvalita vody při odchovu	18
2.10.4	Tvar odchovných nádrží	18
2.10.5	Barva stěn odchovných nádrží	19
2.10.6	Teplota vody	19
2.10.7	Světlo	20
2.10.8	Salinita	20
2.10.9	Hustota obsádky	21
2.10.10	Vnější vizuální a stresové podněty	21
2.10.11	Rozčlenění ryb při odchovu v rámci vodního sloupce	22
2.10.12	Kanibalismus	22
2.10.13	Třídění obsádky	23
2.10.14	Vhodnost malých jedinců pro intenzivní chov	23
2.10.15	Krmná dávka	24
2.10.16	Vliv krmné dávky na stres odchovávaných ryb	25
2.10.17	Frekvence krmení	25
2.10.18	Velikost krmiva	26
2.10.19	Aditiva v krmivu	27

2.10.20	Polykulturní obsádky štiky	27
2.10.21	Přivyknutí intenzivně odchovaných ryb na podmínky rybničního chovu	28
2.11	Vliv intenzivního chovu na složení masa odchovávaných štik	29
2.11.1	Kvalita masa chovaných a divoce žijících štik	29
2.11.2	Vliv složení krmné směsi na kvalitu masa	29
2.12	Onemocnění v intenzivním chovu štiky obecné	29
3	MATERIÁL A METODIKA	31
3.1	Experiment a jeho cíle	31
3.2	Odchovné prostředí (technické zázemí experimentu)	31
3.2.1	Odchovný systém	31
3.2.2	Odchovné nádrže	31
3.2.3	Přítok vody	32
3.2.4	Aerace v odchovných nádržích	32
3.2.5	Osvětlení jednotlivých nádrží	33
3.2.6	Zastínění nádrží v průběhu odchovu	33
3.2.7	Světelný režim v průběhu odchovu	33
3.3	Nasazení ryb do experimentu	34
3.3.1	Získání larev štiky pro experiment	34
3.3.2	Transport larev	34
3.3.3	Nasazení larev po transportu	34
3.3.4	Vysazení larev do odchovných nádrží	35
3.3.5	Biometrika nasazených larev	35
3.3.6	Hustota obsádky nasazovaných larev	36
3.3.7	Odměřování larev při nasazení do odchovných nádrží	36
3.3.8	Stanovení krmné dávky	37
3.4	Průběh experimentu	38
3.4.1	Délka experimentu	38
3.4.2	Teplota vody a množství kyslíku v průběhu odchovu	38
3.4.3	Krmivo použité v průběhu experimentu	39
3.4.4	Frekvence krmení	39
3.4.5	Příprava krmné dávky a technika krmení	39
3.4.6	Odkalování a čištění nádrží	40
3.4.7	Počítání uhynulých jedinců	40
3.4.8	Měření biometrických parametrů a odběr vzorků	40
3.4.9	Výpočet SGR, přežití, kanibalismu a dalších parametrů	41
3.4.10	Preventivní a léčebná opatření	42
3.4.11	Závěrečné přelovení a ukončení experimentu	42
3.4.12	Statistické vyhodnocení experimentu	42
4	VÝSLEDKY	43
4.1	Adaptace na odchovné prostředí a chování ryb	43

4.2	Adaptace na krmivo	43
4.3	Vliv světelného režimu na hmotnostní růst štiky	43
4.4	Vliv světelného režimu na délkový růst štiky	45
4.5	Vliv světelného režimu na hmotnostní rozrůstání obsádky	45
4.6	Vliv světelného režimu na přirozený úhyn	46
4.7	Vliv světelného režimu na celkové přežití	47
4.8	Vliv světelného režimu na kanibalismus	48
4.9	Intenzita kanibalismu ve vztahu k velikosti ryb a počtu kanibalů	49
5	DISKUZE	51
6	ZÁVĚR	57
7	SEZNAM LITERATURY	58
8	ABSTRAKT	64
9	ABSTRACT	65

1 Úvod

Štika obecná (*Esox lucius*) patří mezi hospodářsky významné druhy ryb a to jak v rybníkářství, hospodaření na jezerech a přehradních nádržích (Lusk a kol., 1983), tak i ve sportovním rybolovu.

V mnoha vodách je primárním dravcem, a jako taková hraje významnou ekologickou roli v regulaci dalších druhů ryb, zvláště kaprovitých. Kvůli jejímu širokému okruhu a hojnosti výskytu je důležitá pro management údolních nádrží, rybníků a jezer (Szczepkowski, 2012).

Produkce štiky obecné v rybníční polykultuře je ovšem omezená, což je důvodem pro vývoj intenzivního chovu (Bercsényi a kol., 2002).

Intenzivní chov štiky obecné umožňuje kontrolovat podmínky chovu a tím dosáhnout uspokojivých výsledků v podobě dobrého růstu a přežití ryb. Největší problémy v intenzivním chovu štiky obecné jsou zvýšené ztráty zapříčiněné především kanibalismem a onemocněním odchovávaných ryb. Příčiny kanibalismu jsou: nevyrovnaná velikost odchovávaných ryb, nedostatek či nevhodné složení potravy a charakter konkrétní ryby vyznačující se u některých ryb vysokou agresivitou (Górny a Wolnicki, 1993). Tyto příčiny je možné eliminovat v intenzivním chovu pomocí úpravy biotických a abiotických faktorů (Szczepkowski, 2009), mezi které patří výše krmné dávky, frekvence krmení, teplota vody, intenzita osvětlení odchovných nádrží, hustota obsádky a další.

Cílem bakalářské práce bylo ověření možnosti adaptace štiky obecné na suché peletované krmivo a vlivu světelného režimu, jako jednoho z faktorů ovlivňujících úspěšnost intenzivního chovu, na růst, přežití a kanibalismus larev a juvenilních ryb štiky obecné odchovávaných v RAS.

2 Literární přehled

2.1 Štika jako obchodní artikl

Její tržní hodnota je závislá na charakteru místního trhu, na tradiční kuchyni a preferencích sportovních rybářů v konkrétních oblastech. V každém případě je štika cennou rybou v mnoha hlediscích (Bodis a kol., 2004)

Pro produkční rybářství je finančně zajímavá produkce rychleného plůdku a ročních násad následně prodáváných pro vysazení do sportovních revírů, které poskytují poměrně velké odbytové možnosti. V Polsku bylo roku 2006 vysazeno 16 945 tis.ks Š_r, 119 809 kg Š₁ (podzimní zarybnění) ,5 720 kg Š₁ (jarní zarybnění). Štikou bylo zarybněno 78,48 % plochy sportovních revírů (Mickiewicz a kol., 2008). Na Slovensku bylo v roce 2011 vysazeno jen Slovenským rybářským zvezom Rada Žilina 622 tis.ks Š_r a 3690 kg Š₁ (online 1).

Nemůžeme říct, že se poptávka po této rybě neustále zvyšuje, ale štika je stále žádana ve všech velikostech pro mnoho využití – lidský konzum, sportovní rybolov, biomanipulace v údolních nádržích či jezerech. Hlavním spotřebitelem štiky jsou sportovní rybáři, především ti vyhledávající největší trofejní ryby, což je důvodem pro chovatele, aby se pokusili zásobovat rybářské revíry rybami v co největší velikosti (Muscalu-Nagy a kol., 2011).

2.2 Získávání generačních ryb

Generační ryby mohou být získávány z vlastního chovu v rybničním hospodářství, potencionálně i v řízeném prostředí odchovem na umělém krmivu, nebo odchytom z volných vod. Při získávání ryb z volných vod se nejčastěji jedná o odchyt ryb z jezer a řek bezprostředně před anebo v průběhu výtěrového období do vězenců, tenat a v menší míře nevodů. Tyto způsoby lovu jsou příčinou zvýšených úhynů generačních štik vlivem často rozsáhlého mechanického poškození povrchu těla ryb (Szczepkowski a Szczepkowska, 2008). Ideální je odchyt ryb plně připravených k okamžitému výtěru. Pokud tento způsob není možný, jsou ryby přemísťovány k dozrání do manipulačních rybníčků. Toto je smysluplné pouze pro krátkodobé přechování ryb, které nesmí být delší než 14 dnů (Berka a Hamáčková, 1980).

V rybnících jsou generační štiky nejčastěji vybírány při podzimních výloveh hlavních rybníků z tržních ryb a následně přechovávány v komorových rybnících s dostatkem drobných krmných ryb. Na konci zimy jsou před oteplováním vody

přemisťovány do dozrávacích rybníčků, pokud možno zásobovaných pramenitou vodou o konstantní teplotě. Vážné problémy může způsobit náhlý pokles teploty vody v těchto rybnících před vlastním výtěrem, vedoucí případně až k úplnému zastavení dozrávání jikernaček štiky (Berka a Hamáčková, 1980). Rychlejšího dozrávání dosáhneme přenesením nedozrálých štik z nevhodných rybníčků do prostředí s nižším stavem vody a s mělkými travnatými porosty (Smíšek, 1966).

2.3 Přírozený výtěr

Přírozeného výtěru se často využívá v produkčním rybářství např. v Polsku. Mělký rybník bezprostředně sousedící s jezerem se nasazuje generačními rybami v obsádce přibližně $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, 1/3 obsádky by měly být jikernačky. Po výtěru jsou jikry inkubovány přírodně na výtěrovém substrátu, na který se následně po vykulení zavěšují až do rozplavání. Po čtyřech týdnech od vykulení, kdy plůdek štiky dosahuje velikosti 3 - 4 cm, je možné přistoupit k výlovu. Buď se provádí přepuštění s vodou přímo do jezera, nebo jeho vylovení a vysazení do jiných nádrží. Tímto způsobem je možno v případě úspěšného výtěru a dobrých potravních podmínek získat až $500 \text{ tis. ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Szczerbowski, 2008).

2.4 Poloumělý výtěr

Pro výtěr se používají větší výtěrové rybníčky pro kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Do rybníčku o ploše 500 m^2 se vysazují dvě jikernačky a 4 – 6 mlíčáků. Rybníček se napouští několik dní před rozmrznutí komorového rybníka s generačními štikami. Nejdříve se vysadí mlíčáci, především pokud je teplota vody nižší než 5°C . Po zvýšení teploty na $7 - 8^\circ\text{C}$ se vysadí jikernačky. Po výtěru se sníží hladina vody, aby bylo možné odlovit generační ryby, poté se opět voda urychleně dopustí a zastaví se průtok nádrží. Po vykulení a rozplavání larev se přistupuje k jejich odlovu na plné vodě stejně jako u larev kapra obecného z tzv. Dubraviových rybníčků. V případě, že v rybníčku zůstalo ještě velké množství larev, je vhodné je přepustit s vodou do odchovného rybníčku nebo po 10 - 15 dnech odchovu ve výtěrovém rybníčku slovit pod hrází.

Jak uvádí Čítek a kol. (1998), byl poloumělý výtěr v minulosti používán v ČR jako tzv. Barrova metoda.

2.5 Umělý výtěr

Vlastní umělý výtěr, který se dnes v produkčním chovu štiky výlučně používá, je v podstatě shodný s tzv. suchým oplodněním lososovitých ryb, kdy jsou nejdříve do suché výtěrové misky vytřeny jikry a na ně následně mlíčí. Mlíčí a jikry se vzájemně promísí a až poté dochází k aktivaci spermií přidáním vody (Berka a Hamáčková, 1980).

K zajištění snazší manipulace s generačními rybami při umělém výtěru provádíme někdy jejich anestezii (Čítek a kol., 1998). Anestezie ryb je prevencí manipulačního stresu a mechanického poškození (metodika anestezie). Jak uvádí Kolářová (2007), v ČR se jako anestetika pro ryby používají tyto látky: MS 222, 2-phenoxyethanol a hřebíčkový olej.

Jikernačky je nutno vytírat ve stavu jejich úplné zralosti, tj. nejméně tři dny po období, ve kterém se jikry uvolňují a lze je získat jen mírným tlakem na břišní části těla (Smíšek, 1966). V případech, kdy nedochází k samovolné ovulaci jiker, je možné použití hormonální stimulace. Z používaných přípravků byly nejlepší výsledky získány u preparátu Ovopel, hojně užívaného při výtěrech kaprovitých ryb. Preparát se podává jikernačkám ve dvou dávkách (0,2 a 1,0 kulička Ovopelu na 1 kg) s časovým odstupem 24 hodin (Kucharczyk a kol., 2008).

Mlíčáci jsou obvykle vytírání přímo na jikry a lze říci, že získání dostatku mlíčí bývá při výtěru štiky mnohdy vážným problémem. Dalším problémem je kontaminace mlíčí močí, ke které dochází při klasickém způsobu výtěru přímo na jikry. Mlíčí lze použít i ze zabíjených jedinců (Berka a Hamáčková, 1980).

Po oplození následuje odlepkování jiker. To se provádí buď promýváním vodou po dobu přibližně 30 minut, které je ovšem poměrně neúčinné, nebo roztokem jílu, talku, mléka a jiných prostředků.

2.6 Mimosezonní výtěr

Z hlediska kontinuálního využití RAS a produkce tržních ryb štiky obecné po celý rok je nezbytné zvládnutí mimosezonních výtěru. Tato problematika nebyla prozatím dostatečně zkoumána, ale výhledově by bylo vhodné věnovat jí větší pozornosti.

Experiment publikovaný Muscalu-Nagy (2011) vycházel z hypotézy, že štika obecná má jikry vyvinuté již na konci vegetační sezony. Jikernačky v počtu 30ks o průměrné hmotnosti $2\ 600 \pm 500$ g a mlíčáci v počtu 25 ks, obě pohlaví ve věku dvou let, byly sloveny v průběhu října z rybníku a přemístěny na pstruží farmu, která je po

celý rok zásobována vodou z pramene o teplotě přibližně 10 °C. Štíky byly jednou týdně krmeny střevličkou východní (*Pseudorasbora parva*). Světelný režim nebyl nijak upravován. Teplotní režim také nebyl upravován. Hormonální stimulace byla prováděna analogem GnRH, komerčně užívaným pod názvem Ovopel. Dávkování se provádělo jednorázově v množství 1,50 kuličky na 1 kg jikernaček a 1,00 kuličky na 1 kg mlíčáků. Ryby se po aplikaci hormonu rozdělily podle pohlaví a kontrolovaly po 36 hodinách. Tato se prováděla na začátku ledna, února a března. Všechny injikované jikernačky ve všech pokusech byly bez problémů vytřeny. Množství získaných jiker odpovídalo průměrně 13% hmotnosti jikernaček. Oplodnění jiker přesáhlo 73 % a procento vykulených z oplozených bylo v průměru 60 %. Dále byl studován vývoj larev a nebyl zde prokázán žádný negativní vliv této metody oproti vývoji larev získaných z klasického výtěru.

2.7 Inkubace oplodněných jiker

Odlepkované jikry jsou přemísťovány do inkubačních lahví (dodat nějakého autora). Jedná se nejčastěji o Zugské a Chasseovy lahve a dolíhnutí může být provedeno v inkubačních vložkách (aparátech) nebo sítěných kolíbkách umístěných ve žlabech nebo bazénech (Szczepkowski, 2001). Průtok vody se po několika hodinách zmenšuje tak, aby se jikry v inkubační lahvi jen velmi mírně promíchávaly. V průběhu inkubace se průtok opět zvyšuje (Steffens, 1986). Na jednu inkubační lahev o objemu 7 l je možno umístit přibližně 3 l (200 tis.ks) jiker. Průtok lahví se pohybuje na úrovni 2 l.min⁻¹. Optimální teplota pro inkubaci je 13 °C, doba trvání inkubace 130 d° (Szczerbowski, 2008). Jako nejnižší přípustnou teplotu pro inkubaci uvádí Berka a Hamáčková (1980) 4 °C a optimální rozmezí 8 - 10 °C. Inkubační doba se pohybuje při teplotním rozmezí 5,8 - 18,0 °C od 179 do 85 d°.

V Polsku se pro vlastní inkubaci jiker, jak uvádí Gierałtowski a Gósciński (1965), používají také inkubační aparáty kalifornského typu. Na aparát o rozměrech 40 x 50 cm se umísťuje více než 80 – 100 tis.ks oplodněných jiker. Průtok vody je seřízen tak, aby jikry nebyly zvedány ze síta v aparátu.

2.8 Tradiční způsoby odchovu

Štika obecná (*Esox lucius*) patří se sumcem velkým (*Silurus glanis*) a candátem obecným (*Sander lucioperca*) v rybníkářství mezi nejčastěji cíleně chované dravé ryby. Její přínos v chovatelské technologii je především v eliminaci drobných kaprovitých ryb, které konkurují kaprovi jakožto hlavní rybě. Přisazením štiky v těchto případech

dochází ke zvýšení hektarového výnosu při stejné produkci hlavní chované ryby, v České republice nejčastěji kapra. Pozitivní vliv přisazování štiky je v rybníkářské praxi již několik století (Šusta, 1997).

2.8.1 Extenzivní odchov rychleného plůdku v rybnících

Tento způsob chovu je oproti ostatním nejméně nákladným a pracným, poskytuje ale také nejmenší jistou dobrého výsledku. Využívány jsou k němu klasické rybníky v dobrém technickém stavu s hloubkou okolo 0,5 m umožňující výlov pod hrází (Berka a Hamáčková, 1980). Obsádka se přizpůsobuje podle zkušeností vždy konkrétnímu rybníku. V průměru bývá nasazováno 500 tis.ks⁻¹ na hektar (Steffens, 1986). Efektivnost využití rybníku se může zvýšit použitím dvou turnusů. Je ovšem nutné, aby po první výlovu nezůstal v rybníce žádný rychlený plůdek štiky. Druhý turnus je ovšem většinou již vystaven horším potravním podmínkám (Steffens, 1986).

2.8.2 Polointenzivní odchov rychleného plůdku v rybníčcích

Tento způsob chovu je založen na využívání menších rybníčků (Wojda, 2009) nebo soustav příkopových rybníčků.

Příkopové rybníčky jsou ideální pro odchov Š_r a to především díky velkému břehovému koeficientu (1 – 2 : 1) a možnosti načasování napouštění. Rybníky mají většinou lichoběžníkový průřez o horní šířce 1,3 - 2 m, šířce u dna 30 - 50 cm a délce 30 - 50 m. Břehy jsou nezpevněné, porostlé travním porostem, dno je zpevněno dlaždicemi pro zajištění spádu a bezproblémového sejítí ryb v průběhu vypouštění. Často bývají budovány v soustavách. Nevýhodou je nemožnost regulace teploty vody, která může být příčinou nedostatku potravy a vysokých ztrát. Potravou štičího plůdku je výhradně zooplankton, který je po poklesu jeho množství v rybníčku odlovován v planktonních rybnících a dodáván do odchovných rybníčků alespoň dvakrát denně. Často je odchyt planktonu prováděn na produkčních rybnících, to však přináší vyšší riziko zavlečení chorob. Plůdek štiky se v takovýchto rybníčcích odchovává obvykle do velikosti 30 -40 mm, maximálně 70 mm. Obsádka je volena v rozmezí 200 - 300 ks na 1 - 1,5 m² (Lusk a Krčál, 1988). Dosahuje se přežití v širokém rozmezí od 20 do 40 % (Wojda, 2009).

Délka odchovu závisí na požadované velikosti rychleného plůdku a pohybuje se od 18 do 60 dnů. Pokud nejsme schopni zajistit dostatečné množství zooplanktonu, přistupujeme k vylovení obsádky i v menších velikostech, jinak dochází k vysokým ztrátám způsobeným především kanibalismem.

2.8.3 Intenzivní odchov rychlené štiky

Odchov rychleného plůdku štiky obecné v odchovných nádržích je intenzivním způsobem chovu založeným na krmení zooplanktonem. O úspěchu odchovu rozhoduje především teplota vody, dostatek potravy a obsah kyslíku. Optimální teplota pro odchov je 15 - 20 °C (Steffens, 1986). Obsah kyslíku nesmí poklesnout pod 5 - 6 mg.l⁻¹ (Čítek a kol., 1998). V případě poklesu obsahu kyslíku je nutná aerace nebo oxygenace čistým technickým kyslíkem. Je doporučeno bazény částečně zastiňovat.

Pro odchov se používají jak laminátové a plastové čtyřboké žlaby, tak kruhové bazény. Do kruhového bazénu o objemu 1 – 1,5 m³ s přítokem 2 - 2,5 l.min⁻¹ je možné nasadit 20 – 30 tis.ks Š₀. V Německu byly využívány laminátové žlaby o rozměrech 4 x 0,8 x 0,4 m s přítokem 4 – 6 l.min⁻¹ a obsádkou 50 - 100 tis.ks na 1m³ (Steffens, 1986).

Plůdek se krmí živým zooplanktonem odlovovaným na rybnících. Ideální je v rybničním hospodářství vyčlenit menší rybník pro produkci zooplanktonu a nenasadovat jej obsádkou ryb. Po odlovení je zooplankton tříděn a následně zkrmován. Důležitá je vysoká koncentrace zooplanktonu v odchovných nádržích, která je zajišťována několika krmnými dávkami v průběhu dne.

Hubenova a kol. (2010) provedla experiment, ve kterém ověřovala možnost rozkrmení artmení (*Artemia salina*) a vhodnost různých hustot obsádky larev na úspěšnost odchovu. Byly použity tři hustoty obsádky a to 10, 20 a 30 ks.l⁻¹. Larvy bezproblémů přijímali předkládané krmivo (*Artemia salina*). Ve všech variantách bylo dosaženo dobrého přežití 64 – 68 %, pouze v nejhustší obsádce bylo v posledních dnech odchovu zaznamenáno zvýšení kanibalismu. Tento způsob chovu je vhodný k počátečnímu rozkrmení larev štiky především v případech, kdy chladné počasí neumožňuje úspěšné vysazení do rybníků, či není v planktonních nádržích dostatek nebo vyhovující skladba zooplanktonu.

Doba odchovu je 18 - 23 dní. Běžně je produkováno 10 – 50 tis.ks na 1 m³, což odpovídá přežití přibližně 50 %. Udává se, že pro zabezpečení každých deseti takových žlabů je potřeba jednoho pracovníka (Steffens, 1986).

Značnou výhodou je, pokud jsou nádrže zásobovány vodou z rybníka, kde dochází k masovému rozvoji zooplanktonu. V tomto případě má průtok dosáhnout 0,5 až 2 l.s⁻¹. Tímto je dosaženo částečné zásobování ryb v nádržích zooplanktonem z přitékající vody a snížená potřeba jeho odlovu na planktonních rybnících (Čítek a kol., 1998).

2.8.4 Odchov rychleného plůdku v klecích

Tento způsob chovu byl vyzkoušen k rozkrmení štičího plůdku u nás i v zahraničí (Čítek a kol., 1998). Mihálik (1963) použil k tomuto účelu kelce o rozměrech 4 x 1,5 x 1 m potažené jemnou síťovinou propouštějící zooplankton.

V Polsku se také provádí odchov rychleného plůdku štiky v klecích umístěných v příbřežních částech rybníků nebo jezer. Používá se síťovina s okem 2 mm natažená na rámy o rozměrech 1,5 x 4 x 0,3 - 1 m. Do jedné klece se nasazuje 15 - 20 tis. ks Š₀. Larvy se v nich živí zooplanktonem z prostředí vodní nádrže. Již po týdnu larvy dosahují velikosti okolo 20 mm a je možné je použít jako materiál pro zarybnění. Ztráty při tomto odchovu se pohybují mezi 30 – 40 %. Pokud se používají rozměrnější klece umístěné na hlubší vodě, je možné použít pro přilákání zooplanktonu elektrické osvětlení (Szczerbowski, 2008).

Ziliukiene a Ziliukas (2006) uvádí, že chov rychleného plůdku v klecích je bez přikrmování možný po dobu přibližně dvou týdnů. Během této doby může rychlený plůdek dosáhnout TL 20,0 mm. Delší chov larev není dle těchto autorů rentabilní z důvodu poklesu množství přirozené potravy a prudce se zvyšujících ztrát kanibalismem a to i při nízkých hustotách obsádky.

2.8.5 Odchov ročka a starších ročníků v rybnících

V zásadě je možné odchovávat ročka štiky i bez přísazení potravních ryb. Za optimální je uváděna obsádka 500 - 1 000 ks.ha⁻¹ váčkového plůdku. Při vysazení vyššího množství larev štiky obecné není možné očekávat vyšší produkci ročka. Na podzim je loveno 30 – 140 ks.ha⁻¹ roční štiky o kusové hmotnosti do 100 g (Steffens, 1986).

Další možností odchovu ročka štiky obecné je nasazení rybníků rychleným plůdkem z rybníčního nebo intenzivního chovu.

Obecně dodržujeme zásadu, aby velikost hlavní chované ryby vylučovala možnost její predace štikou.

Při odchovu dvouletých štik se doporučuje vysazovat do vhodných rybníků 200 až 600 ks Š₁.ha⁻¹ (Čítek a kol., 1998). Tímto můžeme dosáhnout zlepšení produkce o 20 až 50 kg.ha⁻¹. Ztráty se přitom pohybují na úrovni 20 až 40 %. Někteří autoři (Guziur J. a Woźniak M., 2006) doporučují vysazovat až 1 000 ks.ha⁻¹ Š₁ o kusové hmotnosti ideálně 50 g a uvádí, že dochází k zlepšení produkce o 50 - 80 kg.ha⁻¹.

2.9 Přeprava živých ryb

Přeprava larev a rychleného plůdku štiky se nejčastěji provádí v polyetylenových (PE) vacích s kyslíkovou atmosférou. Je to efektivní metoda přepravy, která podstatně snižuje celkový objem a hmotnost přepravované vody a přepravních nádob. Tento způsob také umožňuje prodloužit dobu přepravy a ve svém celku příznivě ovlivňuje náklady spojené s přepravou (Pecha a kol., 1984). PE vaky mají nejčastěji objem 50 l, z čehož 30 – 40 l objemu tvoří kyslík a 10 – 20 l voda s přepravovanými rybami.

Maximální možné přepravované množství larev štiky obecné ve vaku o objemu 20 l vody a 30 l kyslíku je 80 tis.ks při teplotě 10 °C a délce přepravy 4 hodiny. Při delším transportu, který trvá 24 hodin, se snižuje množství přepravovaných larev pouze na 30 tis.ks. U rychleného plůdku o TL 40 – 60 mm je při stejné teplotě a délce přepravy 24 hodin možno transportovat 1 tis.ks o celkové hmotnosti 800 – 1200 g (Berka, 1985). Při přepravě rychleného plůdku se také doporučuje zatemnění PE vaků. Tímto je eliminováno v průběhu přepravy riziko kanibalismu, který může mít za následek v nezatemněných PE vacích značné ztráty.

Starší věkové kategorie se transportují obvykle v přepravních bednách s aerací či oxygenací. Pro převoz ročka štiky s aerací, při teplotě vody 6 – 10 °C a době přepravy do 20 hodin by mělo být počítáno s přibližně 7 l vody na 1 kg ryb, nad 20 hodin již s 12 l vody (Szczerbowski, 2008).

2.10 Intenzivní odchov v RAS

2.10.1 Výhody a nevýhody intenzivního chovu štiky obecné

Intenzivní chov umožňuje kontrolovat podmínky chovu a tím dosáhnout uspokojivých výsledků v podobě dobrého růstu a přežití ryb. Největší problémy v intenzivním chovu štiky obecné jsou kanibalismus a onemocnění zapříčiňující vysoké ztráty odchovávaných ryb. Příčiny kanibalismu jsou: nevyrovnaná velikost odchovávaných ryb, nedostatek či nevhodné složení potravy a charakter konkrétní ryby vyznačující se u některých ryb vysokou agresivitou (Górny a Wolnicki, 1993).

Dosavadní způsoby odchovu štiky obecné v rybnících, bazénech a žlabech jsou založeny na využití přirozené potravy a minimální kontrole nad intenzitou růstu, krmením, kvalitou vody a zdravotního stavu odchovávaných ryb. Tyto způsoby chovu jsou spojené s poměrně velkou pracností a nejistým výsledkem odchovu (Górny a Wolnicki, 1993).

Jak uvádí Bercsényi a kol. (2002) je produkce štiky v rybníční polykultuře omezená, což je dalším důvodem pro vývoj intenzivního chovu.

2.10.2 Objekty a zařízení využívané pro intenzivní chov štiky

Většina objektů provádějících intenzivní odchov plůdku kaprovitých ryb má vlastnosti, které v obecném měřítku nebo po drobných úpravách vyhovují pro odchov larev a juvenilů štiky obecné (*Esox lucius*). Odchovný objekt může být průtočný nebo recirkulační. Vzhledem k velkému nárůstu biomasy a intenzivnímu krmení krmivem s vysokým obsahem bílkovin, musí být recirkulační systém vybaven biologickým filtrem s odpovídající kapacitou, dále mechanickou filtrací a UV lampou. Kvůli nutnosti udržování stálé teploty vody v době chovu je nezbytné vybavení zdrojem tepla s možností odpovídající regulace teploty. Potřebná je rovněž aerace či oxigenace odchovných nádrží i dalších částí systému. Dále je vhodná vybavenost samokrmítky s kapacitou odpovídající velikosti bazénů a jejich obsádce (Górny a Wolnicki, 1993).

2.10.3 Kvalita vody při odchovu

Úspěšnost odchovu štiky v intenzivních chovech je ve velké míře závislá na kvalitě vody v odchovných nádržích. Podávání velkého množství krmiva v prvních dnech odchovu může způsobit zhoršení kvality vody. Rozvoj bakterií a plísní se v takové případě stává první příčinou rozvoje chorob plůdku a může v krátkém čase způsobit jeho úhyn. Čištění nádrží a preventivní koupele negativně působí na intenzitu příjmu krmiva a jsou pracovně náročné. Značnou úlevou od těchto problémů je uzpůsobení nádrží k zvýšení jejich samočištění (Górny a Wolnicki, 1993).

2.10.4 Tvar odchovných nádrží

Během příjmu krmiva hraje u štiky obecné hlavní roli optická identifikace krmiva plavajícího na hladině i padajícího ke dnu. Proto je velmi důležité, aby odchovné nádrže byly uzpůsobeny tak, aby krmivo klesalo ke dnu mezi odchovávanými rybami, což umožňuje dostatečný příjem krmiva (Szczepekowski a Szczepekowska, 2011).

Jak uvádí Górny a Wolnicki (1993) odchov štiky obecné je možné využít prakticky většinu typů odchovných nádrží, ale ideální z pohledu hygieny chovu jsou kruhové nádrže s hladinou vody vyšší než 40cm, nejlépe o průměru 120 – 180 cm a s hloubkou 80 – 120 cm a odtokem vody ve středu dna nádrže. Přítok vody do nádrže má být umístěn tak, aby vyvolával kruhové proudění vody v nádrži. Plůdek nemá

tendenci unikat s odtékající vodou, ale stavět se hlavou proti proudu. Vzduchování má být umístěno kolem odtokové trubky. Tímto dochází k vytvoření stěny z bublinek vzduchu a částečnému zhuštění obsádky v místě hlavního proudění vody, čímž dochází k lepšímu využití předkládaného krmiva, jelikož ryby i krmivo jsou společně unášeny proudem a snáze ho přijímají. Zbytky krmiva se poté shromažďují ve středu nádrže a mohou být poměrně snadno odkalovány.

Szczepkowski (2009) zkoumal vhodnost různých tvarů bazénů pro chov různých velikostí štiky. Použil nádrže o čtvercovém a kruhovém půdorysu. V užití různých tvarů nádrží byly pozorovány značné rozdíly. V čtvercových nádržích ryby vytvářely shluky u hladiny. V kruhových byly ryby rovnoměrněji rozptýleny. V čtvercových bazénech bylo pozorováno vyšší přežití, konečná kusová hmotnost, SGR, nižší kanibalismus a hodnoty FCR. V kruhových nádržích byla nižší hmotnostní homogenita obsádky.

2.10.5 Barva stěn odchovných nádrží

Dalším faktorem, který ovlivňuje příjem krmiva a výskyt kanibalismu intenzivních odchovu štiky obecné je barva vnitřních stěn odchovných bazénů. Szczepkowski a Szczepkowska (2011) se zabýval vlivem barvy nádrží nadřží. Použil nádrže šedé (Š) a zelené barvy (Z), čtvercového tvaru s objemem 1 m³ k 14-ti dennímu odchovu štiky o průměrné počáteční hmotnosti 0,156 g. Bylo zjištěno, že barva stěn nádrží má vliv především při příjmu potravy klesající ke dnu, při příjmu potravy z hladiny téměř nehraje roli. V daném pokusu ryby přijímaly krmivo především z hladin. Přežití, efektivnost využití krmiva a malé rozdíly ve velikosti obsádky na konci odchovu svědčí o tom, že barva stěn bazénu nemá vliv na odchov raných věkových stádií štiky obecné. Autor ovšem upozorňuje na krátké trvání experimentu a možné projevení se vlivu barvy až v delším časovém úseku.

2.10.6 Teplota vody

Teplota vody patří k hlavním faktorům rozhodujícím o úspěšnosti chovu ryb. Má vliv mimo jiné na intenzitu růstu, přežití a kanibalismus ryb.

Vlivem teploty vody na růst a přežití juvenilních štik obecných intenzivně chovaných na umělém krmivu se zabýval Szczepkowski (2006). Na počátku byl chovný materiál o hmotnosti $w=5,7 \text{ g.ks}^{-1}$ a délce $TL=88 \text{ mm}$ rozdělen do třech nádrží s konstantní teplotou vody 20, 24 a 28 °C. Experiment trval 21 dní. Nejvyšší konečné průměrné kusové hmotnosti bylo dosaženo při teplotě 28 °C ($14,74 \pm 1,45 \text{ g.ks}^{-1}$), nejnižší dosažená hmotnost byla zjištěna při teplotě vody 20 °C ($11,90 \pm 1,41 \text{ g.ks}^{-1}$).

Významné rozdíly byly zjištěny také v přežití : 28 °C 98,7 % ; 24 °C 87,0 % a 20 °C 90,2 %. FCR bylo naopak nejlepší při teplotě 20 °C (FCR 0,61).

Jak uvádí Szczepekowski (2009), zhoršení konverze krmiva při vyšších teplotách může být způsobeno mimo jiné i horšími kyslíkovými poměry v odchovných nádržích, které v dosavadních experimentech nebyly zkoumány ve vzájemném vztahu. Jinak se jako nejvhodnější jeví pro odchov teplota 28 °C.

2.10.7 Světlo

Mezi činitele nejvíce ovlivňující příjem krmiva rybami patří světlo (Strand, 2007) U štiky bylo prokázáno, že raná stádia nepřijímají potravu v úplné tmě, ale tolerují velmi vysoké rozpětí osvětlení od 1 do 430 lx (Szczepekowski 2009).

Szczepekowski (2009) použil pro zjištění vlivu světelné intenzity čtyři pokusné skupiny: 1 lx, 5 lx, 50 lx, 430 lx. Tyto rozdělil ještě na porovnání nižších (1 lx, 5 lx) a vyšších intenzit světla (50 lx, 430 lx). Jak ve skupině nižšího, tak ve skupině vyššího osvětlení nebyl pozorován žádný průkazný rozdíl, avšak v porovnání obou skupin vzájemně byly rozdíly významné. Ve skupině nižší intenzity bylo vyšší přežití (87,3 %) a nižší kanibalismus (2,75 %). SGR a konečná hmotnost byly nižší: 0,46 g.ks⁻¹, SGR 12,96. Ve skupině vyššího osvětlení byly tyto hodnoty následující: přežití 64,75 %; kanibalismus 28,05 %; SGR 14,43; konečná hmotnost 1,40 g.ks⁻¹. Z výsledku vyplývá, že štika má značnou toleranci ke kolísání intenzity světla, ale výsledné parametry chovu se podle intenzity osvětlení značně mění.

2.10.8 Salinita

Ryby, které jsou vystavovány kolísání slanosti mají vyšší spotřebu energie na osmotickou a iontovou regulaci a proto menší množství energie zbývá pro růst (Wootton, 1990). Štika je sladkovodní ryba, která se ale také vyskytuje v brakických vodách a je dobře přizpůsobena i vyšší salinitě.

Pro pokus použil Engstöröm (2005) pět dní staré larvy, které byly rozděleny do čtyř skupin. První byla přemístěna do nádrže s nefiltrovanou říční vodou o teplotě 12°C a krmena brakickým zooplanktonem (i), další byla krmena žábřonožkou solnou (*Artemia salina*) (iii). Třetí byla umístěna do nádrže s brakickou vodou mající také teplotu 12 °C a krmena brakickým zooplanktonem (ii) a čtvrtá byla krmena žábřonožkou solnou (iv) a taktéž umístěna v nádržích s brakickou vodou. Pro simulaci přírodních podmínek byly přidány kameny a vodní rostliny a nebyla zavedena aerace. Experiment probíhal 20dní. Byly zjištěny vysoké rozdíly v růstu jednotlivých skupin.

Nejvyššího růstu bylo dosaženo ve skupině i (0,085 g.ks⁻¹). Nejhorší růst byl u skupiny iii (0,035 g.ks⁻¹). V zbývajících skupinách (ii a iv) byl růst přibližně stejný a to na úrovni přibližně 0,045 g.ks⁻¹. Z tohoto experimentu vyplývá, že růst byl průkazně nejvyšší ve variantě nasazené do sladké vody a krmené brakickým zooplanktonem.

2.10.9 Hustota obsádky

Szcepkowski (2009) použil pro zjištění vlivu hustoty obsádky tři skupiny: G1 1,03 kg.m₃⁻¹ (1,9 ks.l⁻¹); G3 2,98 kg.m₃⁻¹ (5,5 ks.l⁻¹) ; G5 4,90 kg.m₃⁻¹ (9,0 ks.l⁻¹) . Počáteční kusová hmotnost štiky obecné (*Esox lucius*) použité pro experiment byla 0,54 g a doba odchovu 13 dní. Zjištěné hodnoty SGR byly v rozsahu 9,18 % (G5) až 9,65 % (G1), ale rozdíly nebyly statisticky průkazné. Kusová hmotnost v jednotlivých skupinách se také významně nelišila. Přežití ryb bylo ve všech skupinách poměrně vysoké: G1 80,9 % ; G3 87,2 % ; G5 83,7 %. Ztráty kanibalismem byly nejvyšší v G1 (15,1 %) a nejnižší v G3 (10,2 %). Závěrem je možné konstatování, že je možné užívat i poměrně vysoké hustoty obsádky, které zásadním způsobem negativně neovlivňují růst ani přežití. Citovaný autor ale také uvádí hypotézu, že přiměřený prostor a nedostatek stresových podnětů povzbuzuje agresivní chování a kanibalismus štiky.

2.10.10 Vnější vizuální a stresové podněty

Szcepkowski (2009) zkoumal, zda larvy štiky reagují na externí vizuální podněty a jejich dopad na chov. Pro tento účel použil dvě skupiny nádrží – jedna byla zakryta plastovou síťovinou s okem 5 mm (A) a druhá byla bez zakrytí (B). Experiment trval 27 dní. Byly použity larvy o hmotnosti 0,59 g.ks⁻¹. V skupině A ryby v podstatě nereagovaly na vnější podněty, v skupině B každý takový podnět vyvolal rychlý únik ryb ke dnu nádrže. Konečná kusová hmotnost byla vyšší ve skupině A (2,66 g.ks⁻¹), v porovnání se skupinou B, která dosáhla pouze průměrné kusové hmotnosti 2,44 g.ks⁻¹. Rozdíly mezi přežitím, přirozenými ztrátami a kanibalismem byly statisticky významné a byly následující: přežití v A 79,4 % a v B 87,0 %; přirozené ztráty v A 3,9 % a v B 2,4 %; kanibalismus v A 16,7 % a v B 10,6 %. FCR bylo v obou variantách velmi podobné.

Z výsledků vyplývá, že pro odchov je výhodnější, aby byly ryby vystavovány vnějším optickým podnětům, jako například pro ryby viditelný pohyb pracovníka nad nádrží při krmení, které se projevují následně vyšším přežitím a nižším kanibalismem, ale současně nižším dosaženým růstem

2.10.11 Rozčlenění ryb při odchovu v rámci vodního sloupce

Wolska-Neja a Neja (2006) se zabývali růstem, přežitím a kanibalismem u larev štiky ve vztahu k různým materiálům poskytujícím larvám úkryt. Byly použity malé nádrže (15 l) umístěné ve venkovním prostředí, bez aerace, ohřevu a přítoku vody. Do nich byly instalovány tři typy úkrytů: síťovina (S), vodní rostliny (R) a zahradnická polyetylenová folie (F). Do experimentu byly nasazeny larvy ve stáří jednoho dne po vykulení a experiment trval 27 dní. Krmení bylo prováděno zooplanktonem. Nejlepšího přežití bylo dosaženo ve skupině F (98,35 %) a R (96,65 %), zatímco ve skupině S dosáhlo přežití ryb pouze 83,3 %. Kanibalismus nebyl v žádné variantě pozorován. Délkový růst byl prokazatelně nejlepší ve skupině F (32,66 mm). Hmotnostní růst byl také prokazatelně největší ve skupině F. Hodnoty FCR byly zjištěny na průměrné úrovni 4,9 ovšem s vysokým rozptylem od 0,9-6,1. Z tohoto experimentu vyplývá, že vnitřní rozčlenění nádrže má vliv na přežití i růst štiky. Otázkou ovšem je, zda je tento vliv takto významný i v kontrolovaných podmínkách a při krmení umělým krmivem, kdy jsou využívány vyšší teploty vody a potrava volně padá vodním sloupce na rozdíl od planktonu, který se vznáší ve vodním sloupci.

2.10.12 Kanibalismus

Chov raných stádií štiky obecné je problematický především kvůli extrémnímu kanibalismu, který se u odchovávaných ryb vyskytuje (Ziliukiene a Ziliukas, 2006).

Kanibalismem jsou způsobovány jak přímé (zkonzumování oběti) tak nepřímé ztráty (poškození oběti a její následný úhyn). V odchovu larev štiky obecné (*Esox lucius*) mohou ztráty způsobené kanibalismem tvořit až 54-96% celkových ztrát (Ziliukiene a Ziliukas, 2008; Kucska a kol., 2006). U starších juvenilních ryb se může tento podíl zvyšovat i vlivem poklesu přirozených ztrát a předpokládá se, že je ještě větší než uváděné hodnoty vlivem poškození a druhotným úhynem, který je vykazován při pokusech s intenzivním chovem jako přirozený úhyn (Szczepkowski, 2009).

Tento fenomén je ve velké měřítku pozorován i v odchovu v rybničních podmínkách. Jedním z nejpodstatnějších faktorů ovlivňujících kanibalismus je odpovídající množství potravy (Lusk a Krčál, 1982).

Szczepkowski a Szczepkowska (2011) upozorňují na hustotu obsádky jako faktor ovlivňující míru kanibalismu. V případě nižších hustot obsádek si mohou kanibalové bez větších problémů vytvořit své stanoviště a tímto dochází k zvýšení ztrát kanibalismem a jeho rozvoji. Szczepkowski a Szczepkowska (2006) zjistil také vliv

přisazení jiných druhů ryb (v této studii se jednalo o jesetera sibiřského) na míru kanibalismu u štiky. Při chovu v monokultuře si kanibalové vytvářejí teritorium u dna nádrže a ostatní jedinci se nachází především u hladiny. Přisazením jesetera došlo k narušení prostoru u dna a tím zmenšení příležitostí pro vytvoření teritoria kanibaly. V první fázi odchovu byl kanibalismus v monokultuře 16,6 %, v polykulturách s jeseterem pouze 8,9 a 4,5 %.

2.10.13 Třídění obsádky

Z pohledu unifikace odchovávaných ryb je důležité již období inkubace jiker. Při nižších teplotách vody může být líhnutí larev rozvleklé. Tímto je způsobena rozdílná míra resorbce žloutkového vaku, což je velmi nežádoucí. Larvy v různém stádiu vývoje a rozdílné velikosti, odchovávané společně, se dříve či později můžou projevit svými sklony ke kanibalismu. Ideální je inkubovat jikry od každé jikernačky zvlášť a následně i samostatně odchovávat. Toto není z technických důvodů často možné, proto, pokud mícháme jikry od více jikernaček, je nutností co nejjednotnější velikost jikernaček a tím i velikost vytíraných jiker (Górny a Wolnický, 1993).

Szczepkowski (2009) porovnával vliv třídění odchovávaných na výsledek chovu juvenilních štik. Vytvořil dvě tříděné (SW 1,15 g.ks⁻¹ ; SM 0,74 g.ks⁻¹) a jednu netříděnou skupinu (N 0,95 g.ks⁻¹). Ryby byly nasazeny do nádrží v identické biomase 1,14 kg.m⁻³. Experiment trval 13 dní. Přežití bylo vyšší v obou skupinách S (76,2 %), zatímco ve skupině N pouze 70,1 %. Toto bylo způsobeno především vyšším kanibalismem ve skupině N (29,1 %) proti skupinám S (22,8 %). Konečná kusová hmotnost byla vyšší ve skupině N (3,67 g.ks⁻¹) oproti skupině S (3,1 g.ks⁻¹). Třídění mělo pozitivní vliv na FCR, které bylo ve skupině S 0,59 proti skupině N 0,72. Rozrůstání obsádky bylo nejvyšší ve skupině SM.

2.10.14 Vhodnost malých jedinců pro intenzivní chov

Kucska a kol. (2004) se zabýval mimo jiné tím zda i pomalu rostoucí jedinci jsou vhodní pro intenzivní chov, nebo by měly být jednoduše odloveny a přemístěny do běžného rybníčního chovu. Pro pokus použil plůdek štiky starý 3 měsíce odchovaný na umělém krmivu, který byl při dosažení průměrné kusové hmotnosti 8,6 g roztríděn do dvou velikostních skupin – malé S (6,8 ± 1,6 g.ks⁻¹), velké L (10,4 ± 2,1 g.ks⁻¹). Tyto skupiny byly nasazeny do akvárií o objemu 400 l v hustotě 3 g.l⁻¹, což odpovídalo hustotě 90 ks.l⁻¹ ve skupině L a 105 ks.l⁻¹ ve skupině S. Krmení bylo prováděno samokrmítky 12 hodin denně v dávce 4 % z biomasy chovaných ryb během prvních

dvou týdnů, 3,5 % v třetím a 3 % v čtvrtém týdnu. Bylo použito komerční krmivo pro pstruhy o velikosti pelet 4 mm a od třetího týdne velikost pelet 6mm. Experiment trval 4 týdny. Úhyn odchovávaných ryb byl pouze 1,4 % a to v prvních 5 dnech experimentu, což mohlo být následkem manipulace s rybami. Na konci experimentu byly zjištěny zajímavé rozdíly v SGR a konečné hmotnosti ryb, ale žádný rozdíl v FCR ($S=1,0 \pm 0,14$; $L=1,1 \pm 0,11$). Konečná kusová hmotnost byla u skupiny S $W=19,2 \pm 4,9$ g, u skupiny L $W=27 \pm 5,9$ g. SGR u skupiny S bylo $3,7 \pm 0,1$ %. d^{-1} a u skupiny L $3,4 \pm 0,04$ %. d^{-1} . Tyto výsledky signalizují, že dřívější zaostávání skupiny S v růstu bylo způsobeno spíše podmínkami chovu, než genetickými faktory. Z tohoto vyplývá, že i ryby zaostávající v růstu jsou po třídění obsádky vhodné k intenzivnímu chovu. Tyto ryby v dalším odchovu po třídění mají normální rychlost růstu.

2.10.15 Krmná dávka

Stanovení vhodné krmné dávky je důležité především kvůli způsobu příjmu krmiva štikou, která krmivo přijímá jen z vodního sloupce a zbylé krmivo klesající ke dnu zůstává již štikou nevyužito Szczepekowski (2012). Také bylo zjištěno, že velikost denní krmné dávky a její rozfázování má vliv na kanibalismus (Szczepekowski, 2009).

Szczepekowski (2012) zkoumal vliv velikosti krmné dávky na růst juvenilů štiky obecné (*Esox lucius*) a konverzi krmiva. Počáteční hmotnost šiky byla $W= 97,0 \pm 1,5$ g. ks^{-1} a celková délka $TL= 263 \pm 2$ mm. Experiment trval 56 dní. Byly vytvořeny tři skupiny ve třech opakováních s různými krmnými dávkami: 0,5 % (L), 0,8 % (O), 1,1 % (H) z biomasy odchovávaných ryb. Krmení probíhalo automatickými krmítky 18 hodin denně. Zkoumána byla mimo jiné specifická rychlost růstu (SGR), krmný koeficient (FCR) a konečná kusová hmotnost (w).

Při vyhodnocení byl zjištěn významný vliv výše krmné dávky na růst štiky obecné. Nejvyšší konečná kusová hmotnost byla dosažena ve skupině O $W= 147,5 \pm 14,9$ g, dále ve skupině H $W= 137,0 \pm 13,1$ g a L $W= 114,4 \pm 8,5$ g. Vliv krmné dávky na délkový růst nebyl statisticky průkazný. SGR bylo nejvyšší u skupiny O (0,76 %. d^{-1}) a nejnižší u skupiny L (0,29 %. d^{-1}). FCR dosahovalo těchto úrovní: L=4,33 ; O=1,32 ; H=2,41. V přežití nebyly zjištěny významné rozdíly. U nejnižší krmné dávky (L) bylo zjištěno zvýšené rozrůstání obsádky. Z dosažených výsledků Szczepekowski (2012) uvádí, že optimální krmnou dávkou pro ryby o kusové hmotnosti 100 g. ks^{-1} je tedy dávka na úrovni 0,8 % z biomasy odchovávaných ryb.

Szczepkowski (2009) se také zabýval stanovením ideální krmné dávky pro juvenilní štika o nižší kusové hmotnosti. Pro experiment byly použity ryby o počáteční kusové hmotnosti 2,5 g s hustotou obsádky $3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($1,2 \text{ ks}\cdot\text{l}^{-1}$). Počáteční výše krmné dávky byly 3,0; 6,0; 8,0 % z biomasy odchovávaných ryb (skupiny L4, L6, L8). Během experimentu byla krmná dávka postupně snížena na 3,0; 4,5 a 6,0 %. Použití nejvyšší krmné dávky (L8) nemělo za následek nejrychlejší růst ($5,61 \text{ g}\cdot\text{ks}^{-1}$). Nejvyššího růstu dosáhla skupina L6 ($6,11 \text{ g}\cdot\text{ks}^{-1}$). Nejvyššího přežití bylo dosaženo ve skupině L8 (95,5 %). Přežití ve skupině L6 bylo 82,1 % a v L4 82,9 %. V přirozeném úhynu nebyly pozorovány významné rozdíly. Jednotlivé skupiny se lišily mírou kanibalismu: L4=14,4 %; L6=14,0 %; L8=2,3 %. FCR stoupalo se zvyšující se krmnou dávkou takto: L4=0,63; L6=0,81; L8=0,95. Autor konstatuje, že nedošlo k jednoznačnému stanovení nejvhodnější krmné dávky. Důvodem je, že při vyšších dávkách je sice nejvyšší přežití a nejnižší kanibalismus, ale současně dochází k zhoršení konverze krmiva.

2.10.16 Vliv krmné dávky na stres odchovávaných ryb

Szczepkowski (2012) zmiňuje v závěru své práce vliv krmné dávky na změny chování štiky obecné při intenzivním odchovu. Ryby krmené malým množstvím krmiva vykazovaly zvýšenou snahu o únik z odchovných nádrží vyskakovaním nad hladinu. U nejvyšší krmné dávky byla tato snaha méně častá. Z tohoto autor usuzuje, že snížená dostupnost krmiva je silným stresovým faktorem v chovu štiky obecné.

Dále nevhodná výše krmné dávky může mít za následek vytvoření hierarchických skupin s dominantními a podřízenými jedinci, u kterých se může vyvinout chronický stres (Szczepkowski 2012).

2.10.17 Frekvence krmení

Touto problematikou se zabýval Kucska a kol. (2007). Cílem jeho experimentu bylo objasnit vliv frekvence krmení na růst, příjem krmiva a přežití odchovávaných ryb. Z juvenilních štik obecných o průměrné kusové hmotnosti $W = 9,6 \text{ g} \pm 0,2 \text{ g}$ byly vytvořeny dvě skupiny ve třech opakováních. Využity byly kruhové nádrže o objemu 350 L, každá s obsádkou 50 ks tj. $1,37 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. Teplota vody byla $21 \text{ }^\circ\text{C}$. První skupina (I) byla krmena dvakrát denně a to v 7:00 a 19:00, pokaždé v délce 10 min. Druhá skupina (C) byla krmena nepřetržitě (24 h) automatickým krmítkem s umělým osvětlením (30 lx). Krmná dávka byla v obou skupinách identická (3,5 % z biomasy odchovávaných ryb). Použito bylo plovoucí krmivo značky Nutreco. Pokus trval 6 týdnů.

Konečná kusová hmotnost byla vyšší u skupiny C $W = 26,07 \pm 1,25$ g. Ryby ve skupině I dosáhly konečné kusové hmotnosti $W = 21,67 \pm 1,7$ g. SGR bylo u skupiny C $3,6 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$, u skupiny I $2,8 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Přežití a FCR bylo u obou skupin statisticky srovnatelné, C: $s = 96 \text{ \%}$ a $\text{FCR} = 0,76$ a I: $s = 91,4 \text{ \%}$ a $\text{FCR} = 0,72$. Kanibalismus nebyl v experimentu pozorován. Autor hodnotí tyto rozdíly jako nevýznamné a poukazuje na poměrně dobré výsledky u frekvence krmení 2x denně, které vysvětluje především způsobem příjmu potravy štikou v přírodních podmínkách.

Szczepkowski (2009) ve svém dalším experimentu zkoumal tři doby krmení: F24 – krmný den 24 h; F18 – krmný den 18 h; F12 – krmný den 12 h. Tyto varianty byly zkoumány s dvěma velikostními skupinami ryb: malé ryby označené S (S-F12; S-F24) o průměrné kusové hmotnosti 0,201 g a velké ryby označené L (L-F12; L-F18; L-F24) o průměrné kusové hmotnosti 5,75 g. Krmení bylo prováděno samokrmítky. Délka pokusu byla u skupiny S 11 dní a u L 28 dní. Růst u obou skupin S se statisticky nelišil. Rozdíly byly pozorovány v přežití, které bylo vyšší ve skupině S-F24 (62,4 %), proti S-F12 (50,3 %). Tyto výsledky korelovaly s mírou kanibalismu: S-F24 14,9 %; S-F12 31,0 %. Přirozené ztráty byly srovnatelné. Zajímavostí je, že ztráty v S-F24 byly vyrovnané v průběhu celého pokusu, zatímco v S-F12 byly výrazně vyšší na začátku pokusu. U skupiny větších ryb měla frekvence krmení zanedbatelný vliv na růst (12,68 – 13,16 $\text{g} \cdot \text{ks}^{-1}$). Přežití bylo nejvyšší ve skupině L-F12 (99,2 %) a nejnižší v L-F24 89,6 %. Toto opět korelovalo s mírou kanibalismu: L-F12 0,4 % a L-F24 9,5 %. Konverze krmiva dosahovala u všech skupin srovnatelných hodnot.

Z těchto výsledků lze vyvodit, že pro menší velikosti štiky je vhodnější delší krmný den, zatímco u větších kategorií se tyto rozdíly již stírají.

2.10.18 Velikost krmiva

V dalším experimentu Szczepkowski (2009) došel ke zjištění, že velikost krmiva nemá statisticky průkazný vliv na růst, přežívání, FCR a kanibalismus juvenilních štik obecných při jejich odchovu. Pro svůj experiment trvajícím 14 dnů použil dvě velikosti stejného krmiva (0,6 - 1,0 mm a 0,8 - 1,4 mm) podávaného štikám obecným s počáteční tělesnou hmotností $W = 0,101$ g. Na konci experimentu měřené parametry byly u obou skupin v podstatě totožné. Pouze u míry rozrůstání obsádky byl zaznamenán rozdíl. Skupina krmená krmivem 0,8 - 1,4 mm měla vyšší rozdíly v kusové hmotnosti odchovaných juvenilů, proti druhé skupině.

2.10.19 Aditiva v krmivu

Muscalu-Nagy a kol (2013) upozorňuje na snižování tempa růstu a zvyšování FCR společně s rostoucí velikostí ryb. Příčinou je zřejmě neuzpůsobení trávicího traktu (především enzymů) pro trávení suchého granulovaného krmiva u štiky obecné. V přirozených podmínkách využívá štika obecná pro trávení některé enzymy z těla kořisti, tyto v suchém krmivu chybí. Z tohoto důvodu ve svém pokusu přidal do krmiva komerčně dostupné enzymy Colebil (lipáza) a Trifement (proteáza) a „rybí šťávu“ - rozemletý rychlený plůdek kapra obecného (*Cyprinus carpio*) o kusové hmotnosti 1 – 5 g. Do experimentu byly nasazeny štiky odchované na suché dietě o velikosti TL=55 ± 2 mm a kusové hmotnosti W= 1,8 g. Doba trvání experimentu byla 105 dní.

U krmiva obohaceného o lipázu bylo zjištěno zvýšení růstu odchovávaných ryb oproti kontrolní skupině pouze o 6,6 – 11 %. U skupiny, kde byl aplikován přírůstek proteázy, se jednalo o významné zvýšení růstu odchovávaných ryb a to o 95 – 101 %.

Kusová hmotnost a celková délka ryby na konci pokusu byla v kontrole W= 45 g a TL=188 mm, ve variantě s přírůstkem 5 mg.g⁻¹ Trimefentu (proteáza) W= 92,5 g a TL=215 mm, ve variantě s přírůstkem 5 mg.g⁻¹ Colebilu (lipáza) W=50 g a TL=192 mm. Přežití ryb se v jednotlivých variantách pohybovalo v rozmezí 75,67 - 84,67 %, v kontrole 69,50 %. Z těchto výsledků vyplývá, že pro produkci tržních ryb by bylo velice vhodné vytvoření krmných směsí s přírůstkem proteáz.

2.10.20 Polykulturní obsádky štiky

Szczepkowski a Szczepkowska (2006) zkoumali možnost využití polykultury štiky a jesetera sibiřského (*Acipenser baeri* Brandt) v intenzivním chovu. Experiment byl proveden ve dvou fázích, každá v délce 14 dní. V první fázi byl použit plůdek štiky obecné průměrné hmotnosti W= 113 ± 5 mg pro odchov v monokultuře (S) a polykultuře s 40 % (J40) a 80 % (J80) podílem jesetera sibiřského z biomasy štiky. Použit byl jeseter o průměrné kusové hmotnosti W= 0,38 ± 0,04 g. Přežití odchovávané štiky bylo nejhorší ve skupině S (72,1 %) a naopak nejlepší ve skupině J40 (84 %). Nejvyšší kanibalismus byl zaznamenán ve skupině S (16,6 %) a nejmenší ve skupině J80 (4,5 %). Ve druhé fázi citovaného experimentu byly použity juvenilní ryby štiky obecné o průměrné hmotnosti W= 3,1 ± 0,1 g pro odchov v monokultuře (J0) a polykultuře s 10% (J10) a 20% (J20) podílem jesetera sibiřského z biomasy štiky. Přisazený jeseter měl průměrnou hmotnost W= 9,6 ± 0,9g. Nejnižší přežití odchovávané štiky bylo zjištěno ve skupině J0 (91,4 %) a nejvyšší ve skupině J10 (95,0 %).

Kanibalismus se zde neprojevil.

V obou fázích experimentu bylo nejnižší přežití v monokultuře štiky obecné. Polykulturou s jeseterem se zlepšilo využití krmiva a snížil krmný koeficient. Autor zároveň věří, že společný chov těchto dvou druhů je možný díky odlišné potravní strategii. Další výhodou je to, že díky zvýšenému využití krmiva obsádkou bylo sníženo množství nespotřebovaného krmiva, které se musí odstraňovat, a tím minimalizovány zásahy do nádrže během chovu, způsobující rybám stres a zkrácení času pro krmení. Mezi nesporné výhody patří snížení zatížení odchovného systému dusíkem ze zbytků krmiva. Nevýhodou je nutnost roztřídění obou druhů na konci odchovu.

2.10.21 Přivyknutí intenzivně odchovaných ryb na podmínky rybničního chovu

Szczepkowski (2012) zkoumal vliv délky odchovu (kusové hmotnosti) štiky obecné v RAS na jejich následný růst a přežití v rybničních podmínkách.

Pro experiment byly použity štiky odchované v recirkulačním systému na umělém krmivu. Byly roztříděny podle velikosti do třech skupin: S $W = 1,5 \text{ g.ks}^{-1}$ (věk 32 dní); M $W = 7,0 \text{ g.ks}^{-1}$ (věk 53 dní); L $W = 18,5 \text{ g.ks}^{-1}$ (věk 85 dní). Všechny ryby byly označeny elastomerovými značkami (VIE). Každá skupina byla vysazena do zemního rybníčku o ploše 0,5 ha a hloubce 1,5 m v počtu 1 136 ks. Do rybníků byly vysazeny jako krmná ryba larvy lína obecného (*Tinca tinca*).

Rybníky byly na podzim vyloveny a experiment byl vyhodnocen. Nejvyšší dosaženou kusovou hmotnost dosáhla skupina S ($W = 85,5 \text{ g.ks}^{-1}$). U zbylých dvou skupin byla dosažená podobná kusová hmotnost (M $W = 23,4 \text{ g.ks}^{-1}$; L $W = 23,2 \text{ g.ks}^{-1}$). SGR bylo ve skupině S téměř třikrát vyšší než u skupiny M a desetkrát vyšší než u skupiny L. Přežití odchovávaných ryb bylo následující: S = 45,4 %; M = 26,0 %; L = 34,0 %. U 90 % zkoumaných ryb byla nalezena v trávicím traktu potravní ryba, což je důkazem schopnosti štiky přejít z granulovaného krmiva na příjem potravních ryb. Výsledky pokusu mohou signalizovat, že úspěšnost přivyknutí na rybniční podmínky závisí na velikosti štiky obecné při vysazení a také, že prodlužování odchovu v intenzivních podmínkách může mít za následek nižší přežití v rybničním prostředí.

Dalším problémem při přivykání uměle odchovaných štik na rybniční podmínky může být odchov v RAS při vysokých teplotách kolem 28 °C (Szczepkowski 2009). Tento problém může být vyřešen postupným snižováním teploty vody před vysazením

do volné vody. To je ovšem pro chovatele technologicky obtížnější než pouze odchov štiky při nižších teplotách, které se blíží teplotám vody v rybnících (Górny a Wolnicki 1993).

2.11 Vliv intenzivního chovu na složení masa odchovávaných štik

2.11.1 Kvalita masa chovaných a divoce žijících štik

Jankowska a kol.(2008) se zabývala rozdílem v kompozici mastných kyselin v mase divoce žijící a na suchém krmivu odchované štiky obecné. Použit byl filet z intenzivně odchovávané štiky o hmotnosti 620 g, stáří 2,5 roku ve srovnání s filetem ze štiky o hmotnosti 570 g a stáří 3,5 roku ulovené v polském jezeru Dgal Wielki. Filet z intenzivně odchované štiky obsahoval větší množství tuku (2,40 %) ve srovnání s divokou rybou (0,19 %). Celkové relativní množství nasycených mastných kyselin (SFA, % z celkových mastných kyselin) a nenasyčených mastných kyselin (USFA) bylo u obou štik podobné. Mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA) a polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) se lišil. Svalovina intenzivně odchované štiky obsahovala téměř dvakrát více MUFA (30,90 %), ale méně PUFA (42,04 %), svalovina odchycené štiky pouze 15,97 % MUFA, ale 58,33 % PUFA. Dále byl obsah n-3 PUFA 32,42 % u odchované a 41,26 % u odchycené ryby a n-6 PUFA 6,74 % pro odchovanou a 15,79 % pro odchycenou štikou. Největší rozdíly byly shledány u DHA (kyselina dokosaheptaenová) a AA(kyselina arachidonová), odchovaná : odchycená 18,93 % : 27,96 % a 0,73 % : 8,60 %. Z tohoto vyplývá, že kvalitativní složení filetu z odchované a odchycené štiky bylo v podstatě identické.

2.11.2 Vliv složení krmné směsi na kvalitu masa

Molnár a kol. (2012) se zabýval efektem doplnění krmiva rybím olejem na kompozici mastných kyselin v mase štiky obecné. Použil štiky o hmotnosti $W = 123,6 \pm 33,3$ g rozdělené do skupin a krmené v recirkulačním systému krmivem s různým doplněním rybím olejem – 6,2 %, 11,7 % a 17,4 %. Celková analýza tělesného tuku ukázala, že složení svaloviny štiky obecné bylo významně ovlivněno rostoucí úrovní přídavku rybího oleje v krmivu.

2.12 Onemocnění v intenzivním chovu štiky obecné

Výskyt onemocnění ryb odchovávaných v recirkulačních systémech je často způsobován poškozováním se vzájemně se napadajících ryb a nevhodnou kvalitou vody (Górny a Wolnicki 1993).

Další příčinou může být třídění a manipulace s rybami v průběhu chovu. Kucska (2005) použil z tohoto důvodu před zahájením experimentu preventivní koupel štik obecné v 2% roztoku NaCl po dobu 1 minuty.

Mezi vážná onemocnění vyskytující se u štiky patří rabdoviróza štičího plůdku, vibrióza ryb, puchýřnatost ryb, virová hemoragická septikémie, infekční hematopoetická nekróza, dále také běžně se vyskytující parazité (*ichtyoftirióza*, *ichtyobodóza*, *trichodinóza*) a mykózy ryb (Čítek a kol., 1997).

3 Materiál a metodika

3.1 Experiment a jeho cíle

Cílem experimentu bylo ověření možnosti adaptace na suché peletované krmivo a vlivu světelného režimu na růst, přežití a kanibalismus larev a juvenilních ryb štiky obecné odchovávaných v RAS při použití krmení suchou krmnou směsí.

Pokus byl rozdělen do šesti skupin. Každá skupina měla jiný světelný režim. Na začátku pokusu bylo provedeno měření biometrických ukazatelů nasazovaných larev (hmotnost, celková délka těla, délka těla). V průběhu pokusu probíhala dále biometrická měření, počítání uhynulých jedinců a sledování kanibalismu. Na konci pokusu byly štiky přeloveny a ručně spočítány. Odečtením spočítaného množství ryb od evidované kusové mortality byl zjištěn přibližný kanibalismus u jednotlivých skupin. Dále bylo vypočítáno přežití a rychlost růstu u odchovaných ryb.

3.2 Odchovné prostředí (technické zázemí experimentu)

3.2.1 Odchovný systém

Experiment probíhal v části recirkulačního systému Experimentálního rybochovného zařízení FROV JU, Vodňany. Konkrétně se jednalo o velký recirkulační systém tohoto objektu.

3.2.2 Odchovné nádrže

Jednalo se o sekci šesti kruhových nádrží, zhotovených z polypropylenu šedé barvy. Objem jedné nádrže byl 180l. Průměr každé nádrže byl 70 cm. Odtok byl umístěn ve středu konického dna a vybaven proti úniku ryb polypropylenovou trubicou s nerezovou mřížkou. Sekce odchovných nádrží před nasazením larev a zastíněním je zachycena na Obr. č. 1.



Obr. č. 1 : Sekce odchovných nádrží před zastíněním

3.2.3 Přítok vody

Přítok vody do nádrží byl přiveden děrovanou trubičkou v šířce poloměru nádrže, čímž docházelo ke kruhovému proudění vody, způsobujícímu usazování zbytků krmiva a exkrementů ve středu nádrže. Průtok vody byl seřízen před nasazením ryb na $3 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$. Tento průtok vody nádrží byl v průběhu odchovu dále upravován dle momentální potřeby – unášení krmiva, shlukování ryb apod., tak, aby kruhové proudění vody bylo velice mírné. Tím bylo zajištěno udržení odpovídajících fyzikálně-chemických parametrů vody v průběhu odchovu a pozvolné potápění krmiva umožňující jeho lepší příjem odchovávanými rybami.

3.2.4 Aerace v odchovných nádržích

Pro zlepšení kyslíkové bilance, především v čase po nakrmení ryb, byla do každé nádrže zavedena aerace vody. Zajištěna byla malým dmychadlem a vzduch byl v jednotlivých nádržích aplikován pomocí vzduchovacích kamenů. Seřízení

průtoku vzduchu opět probíhalo podle potřeby pro jednotlivé nádrže s ohledem na obsah kyslíku ve vodě.

3.2.5 Osvětlení jednotlivých nádrží

Pro osvětlení nádrží byly instalovány akvarijní zářivky (15W), které byly přelepeny modrým papírem zmírňujícím intenzitu záření. Následně byla provedena kontrola intenzity záření v blízkosti hladiny pomocí luxmetru Unitest 93514 RS 232. Osvětlení dosahovalo hodnot 29 luxu.

3.2.6 Zastínění nádrží v průběhu odchovu

Pro udržení konstantní intenzity světla a zamezení ovlivnění vnějším prostředím byly nádrže dvoustupňově zastíněny. První část zastínění tvořila plenta z černé geotextilie upevněná u stropu recirkulační haly a dosahující k podlaze. Tímto byla zastíněna celá sekce nádrží. Dále bylo instalováno zastínění jednotlivých nádrží překrytím černou geotextilií. Tímto způsobem byl aplikován typický světelný režim pro každou nádrž.

3.2.7 Světelný režim v průběhu odchovu

Bylo vytvořeno 6 experimentálních skupin s různým světelným režimem. Skupiny nebyly vytvořeny ve dvou či více opakováních z důvodu problémů s dodáním dostatečného množství kvalitního váčkového plůdku štiky obecné, kdy 2. a 3. opakování varianty světelného režimu bylo na začátku mé práce nasazeno nekvalitními larvami. Z tohoto důvodu byly 2. a 3. opakování každého světelného režimu v začátku mé práce zrušeny.

Experiment se tedy skládal jen z jednoho opakování daného světelného režimu, což může být pro přesnou vypovídající hodnotu experimentu problém, ale věřím, že výsledky mé práce přinášejí nové a inovativní zkušenosti, které budou významným přínosem pro budoucnost inovace a vývoje intenzivního chovu štiky obecné v České republice.

Rozdělení skupin znázorňuje Tab. č. 1. Zářivky byly dle tohoto harmonogramu rozsvěcovány na jednotlivých nádržích v určený čas.

Tab. č. 1 : Rozdělení skupin dle světelného režimu

Označení skupiny	Světelný režim
1	L8 : D16
2	L4 : D8 : L4 : D8
3	L12 : D12
4	L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4
5	L16 : D8
6	L8 : D4 : L8 : D4

3.3 Nasazení ryb do experimentu

3.3.1 Získání larev štiky pro experiment

Násadový materiál byl získán nákupem z rybí líhně Rybářství Nové Hrady s.r.o. Na této líhni jsou vytírány štiky z vlastního rybníčního chovu firmy bez hormonální injekce, kdy ryby jsou stimulovány jen zvyšující se teplotou vody.

3.3.2 Transport larev

Larvy byly dovezeny z rybí líhně dne 13. 4. 2012. Transport proběhl v polypropylenových přepravních pytlích. Pytle byly z 1/3 naplněny vodou a ze 2/3 kyslíkem. Bylo dovezeno 30 000 ks larev štiky, což odpovídalo množství 15 000 ks na jeden přepravní pytel. Transport trval přibližně 2 hodiny. Teplota vody v přepravním pytli byla 9,5 °C.

3.3.3 Nasazení larev po transportu

Po dovezení larev štiky obecné bylo zjištěno, že jedinci nejsou dostatečně rozplavaní a mají ještě nestrávený žloutkový váček. Toto zjištění vedlo k odložení nasazení do experimentu do doby jejich úplného rozplavání. Larvy byly tedy přemístěny do plůdkových kolíbek (Obr.č. 2), které byly napojeny na přítok říční vody z náhonu z řeky Blanice o teplotě 10,3 °C. Do kolíbek byly umístěny smrkové větvičky umožňující zavěšení larev štiky. Vysazení larev předcházelo vytemperování vody v přepravních pytlích, jejich vylití do plastových vaniček, do kterých byla postupně přilévána voda napájějící kolíbkou, aby došlo k vyrovnání rozdílů ve fyzikálně-chemických parametrech vody v přepravních pytlích a vody v kolíbkách. Po vyrovnání byly larvy vysazeny do kolíbek.



Obr.č. 2: *Plůdková kolíbka s larvami štiky obecné (Esox lucius)*

3.3.4 Vysazení larev do odchovných nádrží

K úplnému rozplavání larev došlo v průběhu tří dnů a 16. 4. 2012 bylo překročeno k nasazení larev do odchovných nádrží. Teplota vody v kolíbkách byla 10,5 °C a v odchovných nádržích 18,3 °C. Bylo tedy provedeno opětovné přizpůsobení larev na teplotu v odchovných nádržích přes plastové vaničky postupným proléváním vaniček vodou z odchovných nádrží. Teplota vody v odchovných nádržích byla po nasazení larev následující den zvýšena na 20,4 °C.

3.3.5 Biometrika nasazených larev

V průběhu nasazování bylo náhodně vybráno 20 jedinců, kteří byli použiti pro zjištění biometrických ukazatelů nasazovaných larev.

Po anestezii provedené hřebíčkovým olejem (Obr.č.3), byly larvy jednotlivě za pomoci digitálního fotoaparátu Olympus, napojeného na počítač, foceny a následně změřena jejich celková délka (TL) a délka těla (SL) v programu pro analýzu obrazu Quick Pro.

Následně proběhlo osušení larev na savém papíru a zvážení jednotlivých kusů na analytické váze.

Nasazované larvy měly průměrnou celkovou délku těla $13,50 \pm 0,95$ mm a kusovou hmotnost $0,00984 \pm 0,001404$ g. Z průměrné hmotnosti byla vypočtena celková biomasa ryb v jedné nádrži a to 35,45 g.



Obr.č. 3: Larvy v anestezii připravené pro biometrické měření

3.3.6 Hustota obsádky nasazovaných larev

Zvolena byla hustota obsádky 20 ks.l^{-1} , což odpovídalo množství 3 600 ks larev na jednu nádrž. Tato hustota byla vybrána jako nejvhodnější, dle výsledků experimentů z předcházejících let (Hajíček, 2012).

3.3.7 Odměřování larev při nasazení do odchovných nádrží

Odměřování larev do jednotlivých nádrží probíhalo objemovou metodou. Jako odměrná nádoba byla použita malá plastová odměrka (Obr.č.4). Po čtyřech opakovaných počítáních byla zjištěna hodnota 950 ks v jedné odměrce. Nasazeno bylo tedy po čtyřech odměrkách do každé nádrže, tedy 3 800 ks larev štiky. Navýšení obsádky o 200 ks bylo použito z důvodu možných ztrát způsobených manipulací s larvami.



Obr.č. 4: Počítání larev objemovou metodou (Foto Hajíček 2012)

3.3.8 Stanovení krmné dávky

Krmná dávka byla po celou dobu experimentu ve výši 20 % hmotnosti obsádky. Při nasazení byla z celkové hmotnosti larev v nádrži vypočtena denní krmná dávka (DKD) pro první den krmného experimentu a to 7,1 g krmiva na nádrž. Pro následující dny byla DKD stanovena pomocí výpočtu, kde bylo kalkulováno s denním kusovým úhynem 3,5 % a SGR 10 %. d^{-1} . Velikost DKD v průběhu experimentu a teoretickou vypočtenou biomasu obsádky užitou pro výpočet DKD uvádí Tab. č. 2.

Tab. č. 2: Výpočet DKD

Den krmného experimentu	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	17.4.	18.4.	19.4.	20.4.	21.4.	22.4.	23.4.
Průměrná hmotnost (g)	0,00985	0,01132	0,01302	0,01498	0,01722	0,01981	0,02278
Počet kusů	3600	3474	3352	3235	3121	3012	2907
Celková biomasa (g)	35,46	39,35	43,67	48,46	53,78	59,68	66,23
DKD (g)	7,1	7,9	8,7	9,7	10,8	11,9	13,2

8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
24.4.	25.4.	26.4.	27.4.	28.4.	29.4.	30.4.
0,0262	0,03013	0,03465	0,03984	0,04582	0,0527	0,0606
2805	2707	2612	2521	2432	2347	2265
73,5	81,57	90,52	100,45	111,48	123,72	137,29
14,7	16,3	18,1	20,1	22,3	24,7	27,5

3.4 Průběh experimentu

3.4.1 Délka experimentu

Experiment probíhal po dobu 15 dnů, tedy 16. 4. 2012 až 30. 4. 2012. Larvy byly nasazeny 16. 4. 2012 a 30. 4. 2012 bylo provedeno závěrečné přelovení, čímž byl experiment ukončen. Vlastní krmný experiment probíhal 13 dnů, tedy 17. 4. 2012 až 29. 4. 2012. Pro přehlednost je harmonogram experimentu zaznamenám v Tab. č. 3.

Tab. č. 3: Harmonogram experimentu

16.4.	17.4.	18.4.	19.4.	20.4.	21.4.	22.4.	23.4.	24.4.	25.4.	26.4.	27.4.	28.4.	29.4.	30.4.
Nasazení ryb	Krmný experiment													Ukončení experimentu

3.4.2 Teplota vody a množství kyslíku v průběhu odchovu

Teplota i obsah kyslíku byly měřeny denně v 7³⁰ a 22³⁰ ručním oximetrem WTW OXI 315i. Teplota se v průběhu odchovu pohybovala 20,55 ± 0,9 °C. Obsah

kyslíku dosahoval v průměru hodnoty $7 \pm 0,6 \text{ mg.l}^{-1}$. Během experimentu nedošlo k žádnému výkyvu těchto parametrů ke kritickým hodnotám.

3.4.3 Krmivo použité v průběhu experimentu

Pro experiment byly použity suché krmné směsi od firmy BioMar. K počátečnímu rozkrmení bylo použito krmivo řady Larviva, typ Larviva Wean-Ex 300. Výrobce udávaná velikost je 0,15 - 0,4 mm. Deklarované složení směsi je: obsah proteinu 63 %, tuků 11 %, popelovin 10,9 %, vlákniny 0,2 %, fosforu 1,6 %, vitamínu C $1\,100 \text{ mg.kg}^{-1}$, vitamínu E 800 mg.kg^{-1} , vitamínu A $8\,700 \mu\text{.kg}^{-1}$, vitamínu D3 $1\,700 \mu\text{.kg}^{-1}$ a HUFA n-3 2 %. Tato směs byla použita 1. až 6. den experimentu. Poté byla 7. až 10. den postupně nahrazována a od 11. dne již plně nahrazena krmnou směsí řady Inicio, typ Inicio Plus G-4mm. Výrobce udávaná velikost je 0,4 mm. Nejedná se ještě o granulovanou směs, ale o drť. Deklarované složení směsi je: obsah proteinu 63 %, tuků 11 %, popelovin 11,8 %, vlákniny 0,3 %, fosforu 2 %, vitamínu C $1\,000 \text{ mg.kg}^{-1}$, vitamínu E 550 mg.kg^{-1} , vitamínu A $8\,500 \mu\text{.kg}^{-1}$, vitamínu D3 $1\,750 \mu\text{.kg}^{-1}$. Obsah HUFA n-3 již výrobce neudává, omezuje se pouze na sdělení, že je jejich obsah v krmivu zvýšen.

3.4.4 Frekvence krmení

U jednotlivých skupin se lišil počet krmných dávek v závislosti na délce světelného dne. Frekvence krmení byla každých 15 minut v průběhu světelného dne. Skupiny L8 : D16 a L4 : D8 : L4 : D8 měly v průběhu 24 hodin 32 krmných dávek, skupiny L12 : D12 a L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4 měly 48 krmných dávek a skupiny L16 : D8 a L8 : D4 : L8 : D4 měly 64 krmných dávek. Snahou bylo dosáhnout rozfázováním krmných dávek, na rozdíl od kontinuálního krmení samokrmítky poháněnými hodinovým strojek, snížení heterogenity obsádky a tím i vzájemného kanibalismu.

3.4.5 Příprava krmné dávky a technika krmení

Denní krmná dávka byla navažována na digitální váze vždy každý den ráno do misek pro jednotlivé nádrže. Tyto misky s krmivem byly označeny číslem nádrže a umístěny k příslušné nádrži.

Krmivo bylo předkládáno ručně na hladinu nádrže se snahou minimalizovat jeho potápění. Při krmení byla pozorována intenzita příjmu krmiva larvami, jejich celková aktivita, rozmístění v nádrži a výskyt kanibalismu.

3.4.6 Odkalování a čištění nádrží

Aby bylo zajištěno udržení dostatečné kvality prostředí v průběhu odchovu a zároveň dodržena základní preventivní veterinární opatření, byly nádrže denně odkalovány a čištěno jejich dno. Vzhledem k velmi jemnému odtokovému sítku nedocházelo k samovolnému odplavování nečistot s odtékající vodou. Čištění tedy probíhalo formou odsávání zbytku krmiva, exkrementů a uhynulých ryb ze dna nádrže jednou denně.

Nečistoty se odsávaly z nádrží jednotlivě hadičkou do nádob, aby bylo možné následné počítání uhynulých jedinců, popřípadě vrácení živých ryb odsátých s kalem zpět do nádrže. Tato práce byla usnadněna kónickým tvarem dna nádrže, způsobujícím alespoň částečné usazení kalu ve středu nádrže. Po odsátí většiny kalu proběhlo ještě dočištění dna gumovou stěrkou a po usazení zvířených nečistot k jejich opětovnému odsátí. Nutností bylo také čištění odtokového sítko, jehož otvory se zanášely zbytky krmiva, jemným košťátkem.

Skupiny L8 : D16, L4 : D8 : L4 : D8, L12 : D12 a L16 : D8 byly čištěny mezi 7⁰⁰ a 11⁰⁰. Skupiny L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4 a L8 : D4 : L8 : D4 mezi 14⁰⁰ a 16⁰⁰.

Čištění bylo prováděno se značnou šetrností a ohledem na krmný a světelný režim jednotlivých skupin. Odkalování nebylo prováděno první dva dny krmného experimentu, tedy 17. 4. a 18. 4. 2012, z důvodu minimalizace stresu při aklimatizaci larev štiky na odchovné prostředí a přivykání příjmu krmiva.

3.4.7 Počítání uhynulých jedinců

Uhynulé ryby byly z nádrží vybírány v průběhu celého světelného dne a zapisovány. Součástí odkalování bylo i počítání uhynulých ryb. Z nádob s odsátým kalem se vybíraly a ručně počítaly jednotlivé mrtvé ryby. Na konci dne byl proveden součet vybraných ryb a proveden zápis do evidenčního listu. Počítání uhynulých jedinců neprobíhalo první dva dny krmného experimentu, tedy 17. 4. a 18. 4. 2012, z důvodu minimalizace stresu při aklimatizaci larev štiky na odchovné prostředí a přivykání příjmu krmiva.

3.4.8 Měření biometrických parametrů a odběr vzorků

Denně po 14⁰⁰ byli odebíráni jedinci z každé skupiny pro biometrická měření.

Z každé skupiny bylo náhodně vybráno 20 jedinců štiky, kteří byli, po uspání v roztoku hřebíčkového oleje, vyfoceni digitálním fotoaparátem Olympus a to

společně s příslušným měřítkem. Fotografie (Obr.č.5) posloužily k počítačovému vyhodnocení biometrických ukazatelů za pomoci programu QuickPro, kde byla pro účely experimentu měřena celková délka jedince TL(mm). Následně byli jednotliví jedinci osušeni savým papírem a zváženi na analytické váze ADH HR 200, čímž byla zjištěna kusová hmotnost W(g).



Obr.č. 5: Digitální fotografie štiky obecné (*Esox lucius*) pro měření biometrických údajů

3.4.9 Výpočet SGR, přežití, kanibalismu a dalších parametrů

Na konci experimentu byly ze získaných údajů spojených s růstem, přežitím ryb, kanibalismem a dalšími vypočteny výsledné parametry odchovu pro vyhodnocení jeho úspěšnosti.

Jednalo se o SGR (specifická rychlost růstu) vypočtené dle Policara a kol. (2007). $SGR = \frac{100 (\ln W_2 - \ln W_1)}{t}$, kde W_1 je počáteční kusová hmotnost, W_2 je dosažená konečná kusová hmotnost na konci odchovu a t je délka odchovu ve dnech.

Dále šlo o celkové přežití dle Szczepkowského (2009). $S = \left(\frac{L_k}{L_p}\right) \times 100$, kde L_k je počet jedinců na konci experimentu a L_p počet jedinců na začátku experimentu.

Další hodnoceným parametrem bylo rozrůstání obsádky. Toto bylo vyhodnoceno na základě směrodatných odchylek průměrné konečné kusové hmotnosti u jednotlivých skupin a jejich vývoje v průběhu experimentu.

Přirozený úhyn byl vypočten na základě množství uhynulých jedinců spočítaných při každodenním odkalování vztaženého k množství nasazených jedinců.

Ztráta kanibalismem byla vypočítána z rozdílu mezi sloveným počtem jedinců a dopočítaným množstvím jedinců po odečtení přirozených úhynů vztaženým k množství nasazených jedinců.

Procentický podíl kanibalů ve skupině byl vypočítán vztažením počtu slovených kanibalů k celkovému množství slovených jedinců.

3.4.10 Preventivní a léčebná opatření

Larvy štiky obecné byl silně ohroženy napadením parazity vlivem napojení odchovných nádrží na recirkulační systém, do kterého byli v době pokusu přemísťováni generační candáti z rybničního chovu a další ryby jako například barevné formy karase a jiné. V průběhu odchovu tedy byly prováděny preventivní koupele 36% formaldehydem. Tyto koupele probíhaly pravidelně každé tři dny. Formaldehyd byl aplikován v koncentraci $0,02 \text{ ml.l}^{-1}$ do odchovných nádrží, filtru a zásobní nádrže recirkulačního systému.

3.4.11 Závěrečné přelovení a ukončení experimentu

Dne 30. 4. 2012, tedy 15. den experimentu, bylo provedeno ukončení experimentu, přelovení všech nádrží a spočítání odchovaných štik.

Nádrže byly jednotlivě vypouštěny a sloveny, následovalo ruční počítání ryb a vybírání kanibalů z obsádky každé nádrže.

3.4.12 Statistické vyhodnocení experimentu

Následně došlo k vyhodnocení a porovnání všech produkčních ukazatelů v průběhu a na konci mého experimentu.

Statistická analýza byla provedena prostřednictvím programu Statistica 10 (Statsoft). V první řadě byly provedeny test normality (Sharpio-Wilkův), test homoskedasticity (Levenův test) a na základě výsledků těchto testů bylo použito parametrického () nebo neparametrického testu. Neparametrický test byl použit v případě zamítnutí hypotézy o normálním rozdělení nebo homoskedasticity.

V případě zamítnutí hypotézy o normálním rozdělení byla data logaritmičsky transformována, přičemž vizualizace výsledků proběhla po zpětné transformaci.

Výsledky byly označeny za signifikantní, pokud p-value bylo $<0,05$.

4 Výsledky

4.1 Adaptace na odchovné prostředí a chování ryb

U larev štiky byly potvrzeny výsledky experimentů z předchozích let, kdy se prokázalo, že štika je velmi přizpůsobivý druh na kontrolované podmínky intenzivního chovu (Hajíček, 2012). Při přemístění larev do recirkulačního systému nebyl pozorován úhyn způsobený změnou prostředí a chování larev nenasvědčovalo nadměrnému stresu způsobenému manipulací. Larvy se po vysazení do nádrží rovnoměrně rozplavaly a nevytvářely shluky u odtoku ani v jiných částech nádrží. V průběhu odchovu se larvy zdržovaly převážně u hladiny, méně ve středu vodního sloupce. U dna se zdržovaly převážně slabí jedinci a následně velká část kanibalů. Štiky se po nádrži téměř nepohybovaly a zůstávaly dlouhou dobu na jednom stanovišti.

4.2 Adaptace na krmivo

Rozplavané larvy štiky bezproblémově přijímaly krmivo již od prvního dne krmného experimentu. Nejlépe bylo krmivo přijímáno jedinci zdržujícími se u hladiny. Štiky krmivo aktivně nevyhledávaly, pouze přijímaly krmivo, které se objevilo v dosahu jejich stanoviště. Je předpoklad, že jedinci, kteří se neadaptovali na příjem suché krmné směsi, uhynuli především během prvních pěti dní odchovu, čemuž nasvědčuje zvýšený přirozený úhyn 5. den odchovu.

U larev byl pozorován zvýšený zájem o větší zrnitost krmiva například shluky krmiva od pátého dne odchovu.

Krmivo klesající vodním sloupcem bylo přijímáno poměrně aktivně v horní vrstvě. Někteří jedinci vyjížděli ze svého stanoviště za krmivem až téměř ke dnu. Toto chování bylo pozorováno především u větších kusů krmiva a větších jedinců. Krmivo, které kleslo na dno, již bylo rybami zcela přehlíženo. Příjem krmiva ve spodní části vodního sloupce byl také od 8. dne experimentu ovlivněn výskytem kanibalů, kteří se zdržovali především u dna a v jejichž teritoriu se téměř nevyskytovali jedinci adaptovaní na příjem suché krmné směsi.

4.3 Vliv světelného režimu na hmotnostní růst štiky

Počáteční hmotnost larev byla $W = 0,00984 \pm 0,001404$ g. Růst hmotnosti byl ve všech skupinách poměrně vyrovnaný až do 8. dne krmného experimentu, tedy do

24. 4. 2012. Od 9. dne krmného experimentu se začaly objevovat rozdíly u jednotlivých skupin.

Nejlepších výsledků dosáhla skupina L16 : D8, u které byl průměrná hmotnost jedince na konci krmného experimentu $W = 0,13135 \pm 0,02924$ g.

Nejnižší hodnoty byly zjištěny u skupiny L8 : D16. Zde byla průměrná kusová hmotnost na konci krmného experimentu $W = 0,06296 \pm 0,01306$ g.

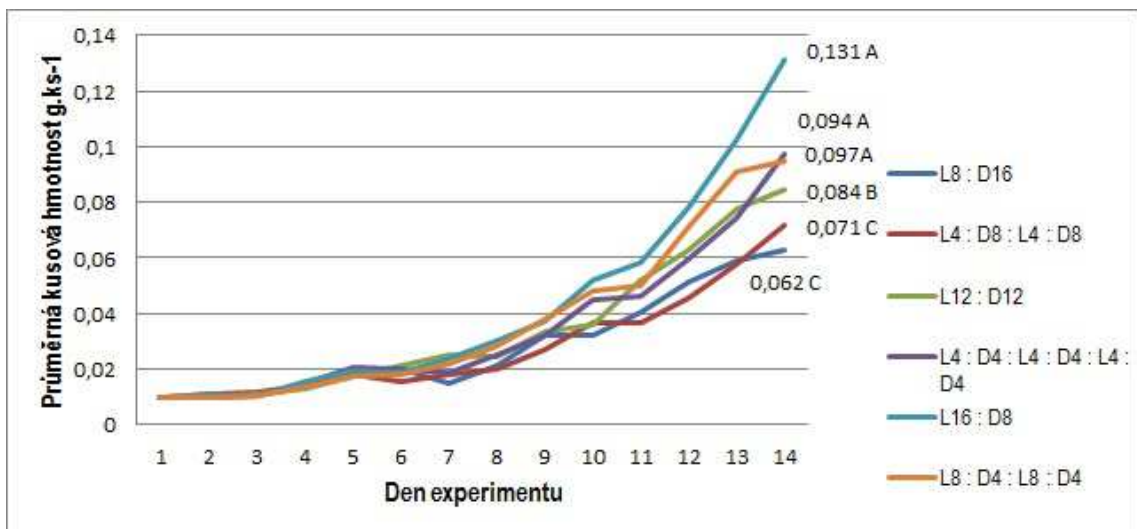
Zbývající skupiny dosáhly tyto hodnoty:

L4 : D8 : L4 : D8	$0,07192 \pm 0,03934$ g
L12 : D12	$0,08436 \pm 0,02624$ g
L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4	$0,09764 \pm 0,02982$ g
L8 : D4 : L8 : D4	$0,09482 \pm 0,03426$ g

Vývoj nárůstu průměrné kusové hmotnosti larev u jednotlivých skupin v průběhu experimentu znázorňuje Graf č. 1.

SGR u jednotlivých skupin bylo vypočteno takto:

L8 : D16	$14,27 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$
L4 : D8 : L4 : D8	$15,30 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$
L12 : D12	$16,52 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$
L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4	$17,65 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$
L16 : D8	$19,93 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$
L8 : D4 : L8 : D4	$17,42 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$



Graf č. 1 : Hmotnostní růst štiky obecné (*Esox lucius*)

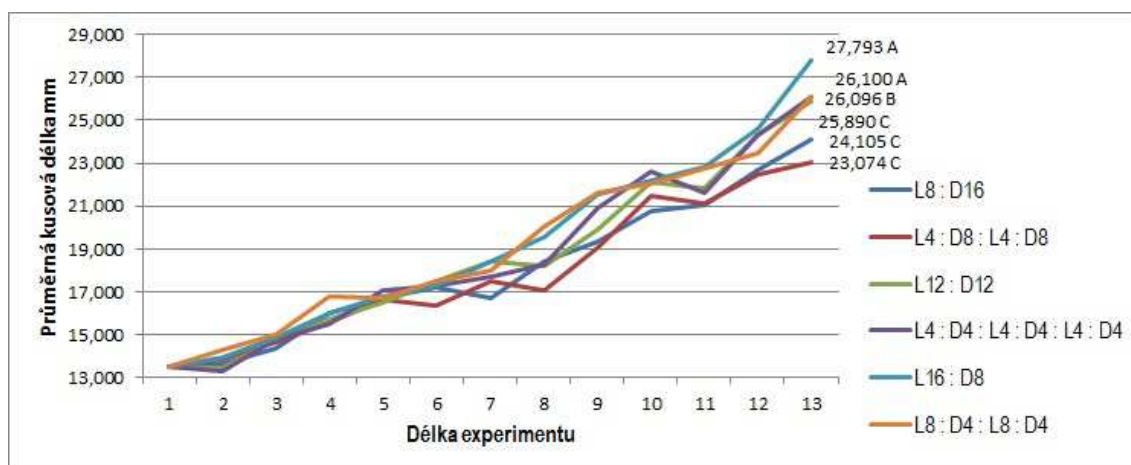
4.4 Vliv světelného režimu na délkový růst štiky

Počáteční průměrná celková délka těla (TL) larev na počátku experimentu byla $13,503 \pm 0,935$ mm. Růst TL byl v prvních dnech experimentu poměrně vyrovnaný u všech skupin. Od 8. dne se začaly objevovat rozdíly v jednotlivých skupinách. Při ukončení experimentu byly již tyto rozdíly poměrně značné.

Nejlépeších výsledků dosáhla skupina L16 : D8 a to $TL = 27,793 \pm 2,697$ mm. Nejmenší TL na konci experimentu byla zjištěna u skupiny L4 : D8 : L4 : D8 ($TL = 23,074 \pm 1,879$ mm). Průměrná TL dosáhla u zbývajících skupin na konci experimentu těchto hodnot:

L12 : D12	$25,890 \pm 2,457$ mm
L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4	$26,096 \pm 2,214$ mm
L8 : D16	$24,105 \pm 1,621$ mm
L8 : D4 : L8 : D4	$26,105 \pm 2,961$ mm

Růst průměrné TL u jednotlivých skupin znázorňuje Graf č. 2. Lze konstatovat, že délkový růst sledoval trend hmotnostního růstu jednotlivých skupin.

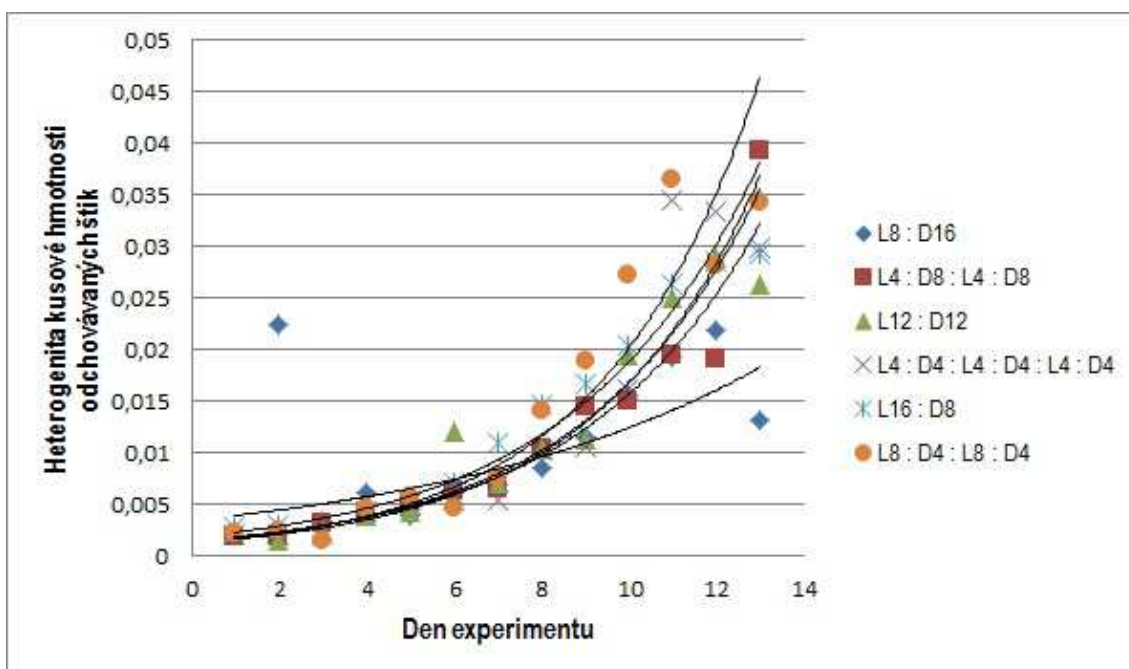


Graf č. 2: Délkový růst štiky obecné (*Esox lucius*)

4.5 Vliv světelného režimu na hmotnostní rozrůstání obsádky

Hmotnostní heterogenita obsádky larev štiky obecné v jednotlivých skupinách byla vyhodnocena na základě rozdílů v hmotnosti jednotlivých jedinců při každodenním vážení. Nejnižší heterogenita bylo dosaženo na konci experimentu u skupiny L8 : D16, nejvyšší byla naopak u skupiny L4 : D8 : L4 : D8. V průběhu experimentu mělo rozrůstání obsádky u všech skupin poměrně vyrovnanou tendenci, pouze u skupiny L8 : D4 : L8 : D4 bylo výrazně vyšší od 23. 4. 2012. Důvod výrazného zvýšení heterogenity obsádky u skupiny L4 : D8 : L4 : D8 v poslední den

experimentu není znám. Může být způsoben větším počtem kanibalů ve skupině ryb odlovených pro biometrická měření. Vývoj heterogenity obsádky jednotlivých skupin v průběhu experimentu znázorňuje Graf č. 3.



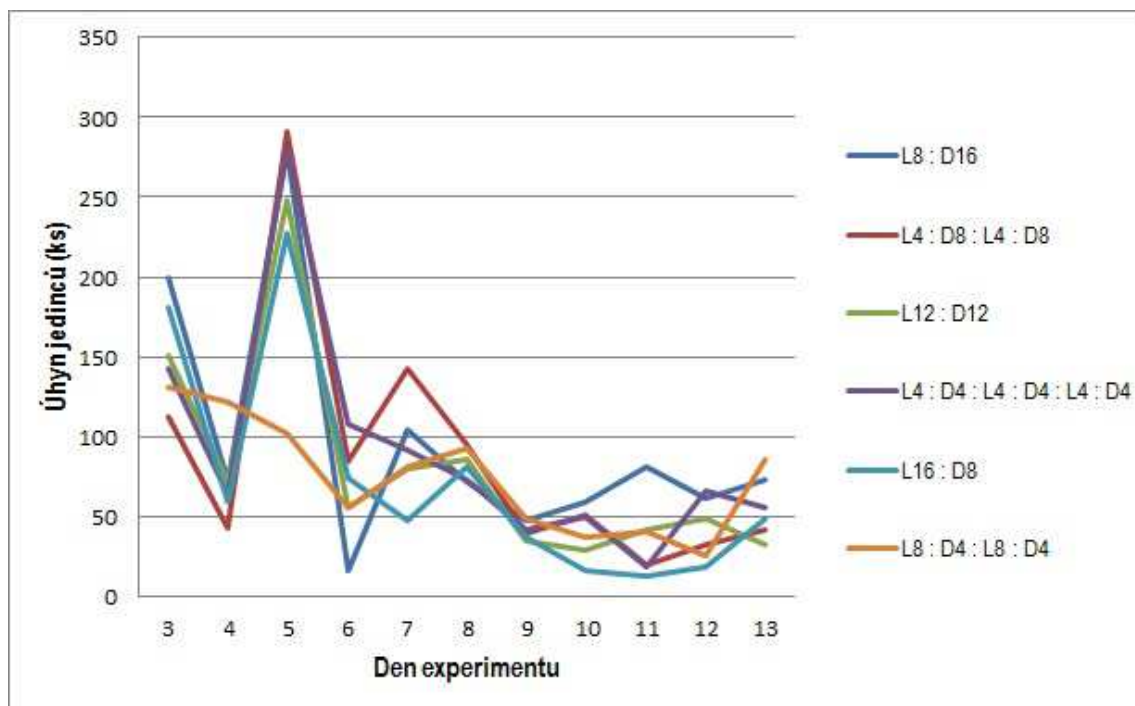
Graf č. 3: Heterogenita kusové hmotnosti odchovávaných štik

4.6 Vliv světelného režimu na přirozený úhyn

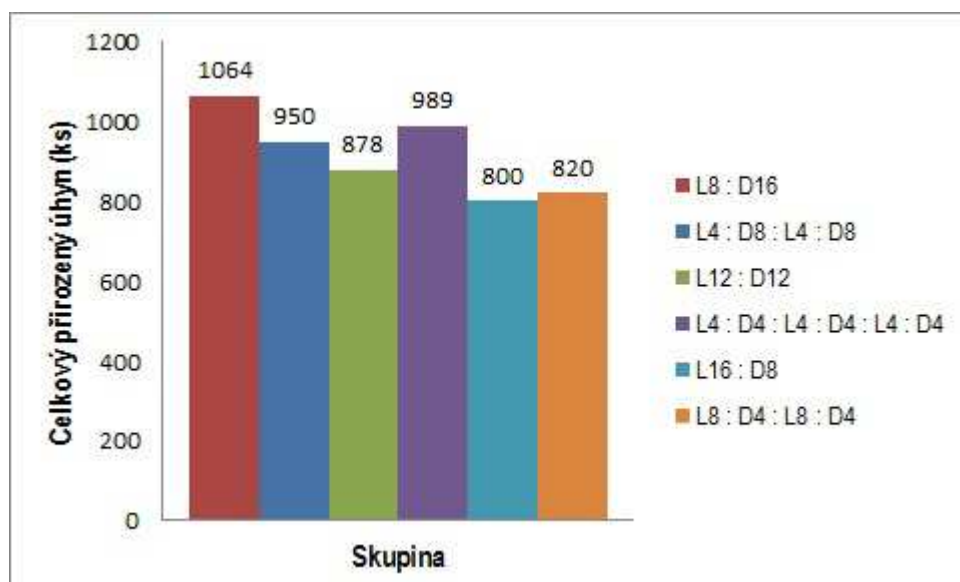
Přirozený úhyn v průběhu odchovu byl také rovnoměrný s výjimkou dne 19.4., třetího dne krmného experimentu, kdy bylo zvýšené množství uhynulých jedinců způsobené předchozím dvoudenní upuštěním od sběru uhynulých jedinců, za účelem zlepšení podmínek pro adaptaci larev, a dne 21.4., pátého dne krmného experimentu, kdy bylo zaznamenáno jeho zvýšení, a u skupiny L16 : D8 byla zaznamenána klesající tendence denního úhynu, na rozdíl od ostatních skupin, u kterých byl denní úhyn po celou dobu experimentu poměrně vyrovnaný.

Nejnižšího přirozeného úhynu bylo dosaženo ve skupině L16 : D8 (22,22 %) a ve skupině L8 : D4 : L8 : D4 (22,77 %), u které zároveň nebyly pozorovány větší výkyvy v denních přirozených úhynech. Nejvyšší přirozený úhyn byl zjištěn ve skupině L8 : D16 a dosáhl úrovně 29,55 %.

Vývoj denního přirozeného absolutního úhynu v jednotlivých skupinách v průběhu experimentu znázorňuje Graf č. 4. Celkový přirozený úhyn v kusech za dobu experimentu je vyobrazen v Grafu č. 5.



Graf č. 4: Vývoj přirozeného absolutního úhynu



Graf č. 5: Absolutní kusový přirozený úhyn za dobu odchovu

4.7 Vliv světelného režimu na celkové přežití

Celkové přežití bylo u všech skupin poměrně vyrovnané. Výjimkou byly skupiny L8 : D16 a L4 : D8 : L4 : D8, které měly proti ostatním skupinám zhoršené

přežití. Lze konstatovat, že přežití v průběhu experimentu dosáhlo, kromě výše zmíněných skupin, přijatelných hodnot.

Zjištěné hodnoty celkového přežití byly nejlepší u skupiny L8 : D4 : L8 : D4, a to 61,36 %, a u skupiny L16 : D8 53,66 %. Varianta L12 : D12 měla přežití 51,41 % a byla těsně následovaná skupinou L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4, která měla celkové přežití 49,02 %. Skupina L8 : D16 dosáhla celkového přežití na úrovni 37,25 %. Nejhorší přežití bylo zjištěno u skupiny L4 : D8 : L4 : D8, a to 28,33 %.

4.8 Vliv světelného režimu na kanibalismus

Kanibalismus byl pozorován poprvé 24. 4. 2012, tedy 8. den krmného experimentu. Od tohoto dne se kanibalismus objevil ve všech skupinách a pokračoval až do ukončení experimentu. Kanibalové si vytvářeli svá stanoviště především ve spodních částech nádrže, kde se zdržovali v průběhu světelného dne. Po zastínění nádrží se rovnoměrně rozptylovali ve vodním sloupci, což bylo pozorováno v okamžiku po rozsvícení nádrže, kdy byly kanibalové rovnoměrně rozptýleni po celé nádrži a velice aktivně napadali ostatní jedince.

Nejsilnější kanibalismus byl zjištěn u skupin L4 : D8 : L4 : D8. U skupiny L4 : D8 : L4 : D8 dosáhly ztráty způsobené kanibalismem hodnoty 1195 kusů tedy 45,27 %. Nejnižší kanibalismus byl u skupiny L8 : D4 : L8 : D4. Zde byl zjištěn kanibalismus na úrovni 15,86 %, tedy 571 kusů.

Skupiny L12 : D12, L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4 a L16 : D8 vykazovaly téměř shodnou úroveň kanibalismu. Procentické a kusové vyjádření ztrát způsobených kanibalismem na obsádce dosáhlo těchto hodnot:

L8 : D16	33,19 %	1195ks
L4 : D8 : L4 : D8	45,27 %	1630ks
L12 : D12	24,19 %	871ks
L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4	23,50 %	846ks
L16 : D8	24,11 %	868ks
L8 : D4 : L8 : D4	15,86 %	571ks

Počet kanibalů byl nejvyšší ve skupině L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4. Nejméně kanibalů se naopak objevilo ve skupině L8 : D16. Byla ovšem zjištěná rozdílná intenzita kanibalismu proti počtu kanibalů. Toto srovnání uvádí Tab.č. 4. Pro výpočet počtu larev zkonsumovaných jedním kanibalujícím jedincem za

den bylo počítáno s obdobím 6 dnů, tedy dobou od prvního zjištění kanibalismu do ukončení experimentu.

Tab.č. 4: *Kanibalismus*

Skupina	Sloveno kanibalů ks	Kanibalů ze slovených %	Ztráta kanibalismem		Počet sežraných jedním kanibalem	
			ks	%	celkem ks	denně
L8 : D16	51	3,80	1195	33,19	23,43	3,91
L4 : D8 : L4 : D8	52	5,09	1630	45,27	31,35	5,22
L12 : D12	115	6,21	871	24,19	7,57	1,26
L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4	168	9,51	846	23,50	5,04	0,84
L16 : D8	123	6,36	868	24,11	7,06	1,18
L8 : D4 : L8 : D4	144	6,51	571	15,86	3,97	0,66

4.9 Intenzita kanibalismu ve vztahu k velikosti ryb a počtu kanibalů

Na počátku pokusu byl předpoklad, že intenzita kanibalismu exponencionálně vzrůstá s velikostí ryb, rozrůstáním obsádky a zvyšujícím se počtem kanibalů v obsádce. Tento předpoklad však nebyl potvrzen. Jak znázorňuje Tab. č. 4, počet jedinců sežraných jedním kanibalem byl nejvyšší u skupiny (L4 : D8 : L4 : D8) dosahující na konci experimentu druhé nejmenší průměrné kusové hmotnosti, ale nejvyšší heterogenity obsádky, ovšem druhý nejvyšší počet jedinců sežraných jedním kanibalem byl u skupiny (L8 : D16) dosahující na konci experimentu nejnižší průměrné hmotnosti a zároveň nejnižší heterogenity obsádky. Paradoxně skupina (L8 : D4 : L8 : D4) s nejvyšší heterogenitou obsádky na konci odchovu dosáhla nejnižšího počtu jedinců zkonsumovaných jedním kanibalem, ale zároveň druhého nejvyššího počtu kanibalů.

Z těchto výsledků vyplývá, že v daném pokusu se neprojevila přímá úměra mezi mírou kanibalismu a počtem kanibalů, ani mezi průměrnou kusovou hmotností obsádky a intenzitou kanibalismu.

5 Diskuze

Jak uvádí Szczepkowski (2009) akvakultura se v současné době rychle rozvíjí. Tento rozvoj je důvodem pro výzkum možnosti intenzivního chovu nových druhů ryb a tím více diverzifikovat produkci akvakultury. Mnohé z těchto druhů byly dříve vědci i rybářskou praxí přehlíženy. V současnosti ovšem získávají pozornost především díky potenciálu rozvoje jejich uplatnění v tržních podmínkách. Mezi tyto druhy patří různé dravé druhy ryb, štika obecnou (*Esox lucius*) nevyjímaje (Szczepkowski, 2009).

V České republice je v současnosti pro lidský konzum a zarybňování volných vod štika obecná produkována výhradně v rybnících. Její produkce se provádí přisazováním k hlavní chované rybě kapru obecnému (*Cyprinus carpio*) při produkci konzumních ryb, či v monokultuře při odchovu rychleného plůdku pro další vysazování. Tyto postupy však přináší poměrně nejisté výsledky chovu s minimální možností ovlivnění či odhadu výše produkce chovatelem, což způsobuje další problémy například při plánování prodeje rychleného plůdku, kdy není do výlovu známá velikost ani množství prodávaného plůdku. U konzumních ryb je jejich prodej omezen pouze na období podzimních výlovů hlavních rybníků a po zbytek roku není tento obchodní artikl v podstatě k dispozici. Díky tomuto dochází k nevyužití potencionálních možností trhu pro její realizaci kupříkladu v maloobchodním prodeji. Dalším hlediskem je nemožnost zvýšení produkce tržní štiky v rybnících, protože již v současnosti je dle možností jednotlivých produkčních podniků chována na většině vhodných rybníků.

Z těchto důvodů jsou hledány nové postupy pro zvýšení produkce dravých ryb včetně štiky v intenzivní akvakultuře (Hajíček, 2012). Při zavedení technologie chovu štiky v řízeném prostředí by tedy mohlo být dosaženo zvýšení její produkce a vykrytí poptávky trhu, která v současnosti převyšuje nabídku. Chov tržních ryb štiky obecné v kontrolovaném prostředí nebyl do dnešní doby bohužel upokojivě zvládnut. Hlavním problémem je snižování tempa růstu a zvyšování FCR s rostoucí velikostí ryb. Tímto problémem se již někteří autoři zabývají a výhledově by mohlo dojít k jeho zvládnutí (Muscalu-Nagy a kol, 2013).

Domnívám se, že po vyřešení těchto technologických problému bude stát v cestě masové produkci konzumní štiky ekonomické hledisko chovu, konkrétně stagnující prodejní cena ryb a rostoucí ceny krmiv. Dostatečně propracovaná je ovšem již produkce rychleného plůdku štiky v kontrolovaném prostředí (Szczepkowski 2009), což potvrdily i moje poměrně uspokojivé výsledky s odchovem štiky obecné

v kontrolovaných podmínkách. Dle mého názoru je produkce rychleného plůdku intenzivní akvakulturou dostatečně atraktivní pro zavedení do praxe a to jak z pohledu jistoty produkce, tak z ekonomického hlediska, především díky vysokému přežití larev. Tuto domněnku potvrzuje i Bergheim a kol. (2009), který uvádí, že chov ryb v recirkulačních systémech nabývá na ekonomickém významu a to především u chovu násadových ryb.

Nasazování do odchovných nádrží nezpůsobovalo larvám štiky v podstatě žádné problémy, což potvrzují zkušenosti ostatních autorů (Szczepkowski, 2009, Górný a Wolnický, 1993). Larvy začaly překládané krmivo přijímat při prvním krmení a to velice ochotně. Jak uvádí většina autorů, štika obecná přijímá umělé krmivo v odpovídající velikosti vždy velmi dobře.

Krmení bylo prováděno ručně pro zvýšení kontroly chování ryb a také pro minimalizaci množství nepřijatého krmiva, které může, jak uvádí Hajiček (2012), způsobovat zhoršení kvality vody v odchovném systému. I přes toto opatření bylo nutností každodenní odkalování a čištění nádrží. Odkalování ryb nezpůsobovalo larvám štiky zvýšenou míru stresu. Larvy přijímaly krmivo i v průběhu čištění nádrže. V případě odsátí larev s kalem a jejich následném vrácení do nádrže se tyto larvy bez problémů vracely na svá stanoviště a opět po krátké době přijímaly krmivo. Tyto zkušenosti jsou shodné se zjištěním Hajička (2012), ale v rozporu se zjištěními Changa a kol. (2005)

Na základě pozorování v průběhu experimentu byl zjištěn nejintenzivnější příjem krmiva larvami přímo z hladiny. Tento fenomén byl pozorován v průběhu celého experimentu. U příjmu krmiva štikou obecnou je největším problémem její nízká intenzita pohybu po nádrži (Szczepkowski, 2009). Štika je stanovištním druhem (Persson a kol. 2006), což se projevuje také v intenzivním chovu, kde již larvy zaujímají svá stanoviště a po nádrži se pohybují pouze minimálně. Toto souvisí se způsobem podávání krmiva a mimo jiné s kanibalismem. Štiky přijímají pouze krmivo, které se objeví v bezprostřední blízkosti jejich stanoviště a ani po delším hladovění ho aktivně nevyhledávají. Krmivo plovoucí na hladině s krouživým pohybem vody se dostávalo do blízkosti larev několikrát, než se začalo potápět. Pouze část ryb přijímala krmivo v dolní části vodního sloupce, ale od doby výskytu kanibalů, kteří měli v této části nádrže většinu svých stanovišť, byla tato skupina vytlačena do horních partií vodního sloupce. Na základě těchto poznatků usuzuji za vhodnější, podle aktuální nabídky krmivářských firem, krmit krmivo plovoucí nebo mírně potápivé. Tyto poznatky také potvrzují dobré

zkušenosti jiných autorů (Szczepkowski, 2009, Górný a Wolnický, 1993) s kruhovým tvarem nádrží, které umožňují lepší dostupnost krmiva pro larvy. Těmito opatřeními by mohlo být dosaženo lepší dostupnosti krmiva pro larvy štiky obecné a v důsledku tohoto zlepšení parametrů chovu, jakými jsou: FCR, SGR, přežití, rozrůstání obsádky a další. Mezi tyto parametry patří také kanibalismus, který by mohl být nižší jednak díky výše uvedeným praktikám, ale také díky potravnímu chování štiky, která především ke konci experimentu při krmení větší zrnitostí krmiva sledovala velice často klesající krmivo až do spodních částí nádrže, kde byla velmi často napadána kanibaly.

Vzhledem k tomu, že štika obecná patří mezi druhy, které se při vyhledávání potravy orientují především zrakem (Szczepkowski, 2011), zůstává otázkou vliv barvy předkládaného krmiva na ochotu a intenzitu příjmu krmiva. Krmivo použité v experimentu mělo standartní hnědočernou barvu. Přijímáno bylo larvami velice ochotně. Toto mohlo být ovšem způsobeno vysokou kvalitou vody v odchovném systému, která se vyznačovala velmi dobrou průhledností. Jak upozorňuje Dvořák (2009), v odchovu candáta na suchém krmivu je při zvýšeném zákalu vody vhodné využít výraznější barvu krmiva. Při zavedení odchovu larev štiky do rybářské praxe, by mohl tento odchov být prováděn v systémech s nižší průhledností, kde by již mohla barva krmiva významně přispívat k lepšímu příjmu larvami a juvenilí. Barva krmiva a její vliv na příjem krmiva štikou obecnou by měl být dále zkoumán.

Předkládané krmivo mělo vždy přesnou velikost částic podle dané zrnitosti udávané výrobcem. Toto by mohlo hrát roli při delším odchovu, kdy může dojít k rozrůstání ryb. Specifická anatomická stavba těla štiky obecné jí umožňuje konzumovat relativně velkou kořist (Nilsson a Brönmark, 2000), což bylo důvodem využití relativně velké zrnitosti krmiva v pokusu. V rozrůstající se obsádce může předkládané krmivo malé zrnitosti ztrácet na atraktivitě pro největší jedince, z kterých se postupně stávají kanibalové. Toto bylo potvrzeno v průběhu experimentu, kdy největší jedinci v nádrži projevovali značný zájem o spleené kousky krmiva nebo jeho shluky, ale rovnoměrně rozptýlené krmivo jimi bylo přehlíženo. Možným řešením tohoto problému by tedy mohlo být kombinování několika zrnitostí krmiva pro udržení atraktivnosti umělé potravy i pro rychle rostoucí jedince. Toto by mohlo být možné řešení v případech, kdy nelze v dostatečných intervalech provádět třídění obsádky a jejich rozsazování k odchovu dle velikostí do samostatných nádrží.

Růst larev štiky obecné v řízeném prostředí na umělém krmivu dosahuje velmi vysokého tempa a dobrých výsledků (Kucska a kol., 2006). To se potvrdilo i v

provedeném experimentu, kdy larvy za 13 dnů odchovu svoji hmotnost zvětšili přibližně 6,3 až 13,3 krát. Krmení v průběhu odchovu bylo prováděno dle stanoveného harmonogramu a to včetně zvětšování jeho zrnitosti. Rychlost zvyšování zrnitosti krmiva by mohla být vyšší, čímž by se mohlo zvýšit tempo růstu larev a tím i efektivita chovu v případě produkčního uplatnění tohoto postupu. Doporučuji zvyšování velikosti krmiva neprovádět skokově, ale vždy postupným přechodem na větší krmivo v průběhu několika dnů. Jednorázová změna velikosti krmiva může způsobit zastavení jeho příjmu některými jedinci, či u části jedinců delší dobu přivykání na větší zrnitost krmiva. Z těchto důvodů může dojít k rozrůstání obsádky a zvýšení míry kanibalismu.

Rozrůstání obsádky a kanibalismus patří k nejvýznamnějším problémům v intenzivním chovu dravých ryb (Puvanendran a ko., 2008). Kanibalismus může v odchovu larev štiky obecné způsobovat značné ztráty v krátkém časovém období, což se potvrdilo i v našem pokusu. Mnozí autoři potvrzují, že kanibalismus je hlavním problémem v chovu štiky obecné (Kucska a kol. 2006, Szczepkowski 2009, Ziliukiene a Ziliukas 2006). Giles a kol. (1986) uvádí, že ztráty kanibalismem mohou během odchovu larev štiky tvořit 54 – 95 % z celkových ztrát. Toto koreluje s výsledky mého pokusu, kde v nejhorší variantě tvořil podíl ztrát způsobených kanibalismem z celkového úhynu 63%. To je důvodem, proč je většina pokusů zaměřena na zlepšení efektivity chovu a především eliminaci kanibalismu (Szczepkowski, 2009). Pro intenzivní chov štiky obecné jsou využívány larvy získané výtěrem od generačních ryb odchovaných v přirozeném prostředí, což může zesilovat agresivní chování při jejich chovu. Možností by byla v budoucnu domestikace generačních ryb, které by byly po několika generacích odchovávány v řízeném prostředí, čímž by mohlo být dosaženo snížení jejich agresivního chování a sklonu ke kanibalismu.

Výskyt kanibalismu souvisí s hustotou obsádky ve vztahu k teritoriálnímu chování štiky obecné (Nilsson, 2006, Persson a kol. 2006). Toto bylo v mém pokusu potvrzeno. Kanibalující jedinci se zdržovali především u dna, v místech s dostatkem prostoru pro vytvoření teritoria, zatímco zbytek obsádky se vyskytoval především v horních vrstvách vodního sloupce.

Jeden z významných prvků v produkci juvenilů štiky obecné je určení optimálních podmínek prostředí chovu, které umožní a přispějí k vysokému přežití, nízké míře kanibalismu a efektivnímu tempu růstu (Szczepkowski, 2009). Optimalizace podmínek chovu byla cílem mé práce. Konkrétně se jednalo o optimalizaci rozfázování

a délky světelného dne s cílem dosažení vysokého přežití, tempa růstu a minimalizace kanibalismu.

Světlo patří mezi faktory prostředí nejvíce ovlivňující příjem krmiva rybami (Strand, 2007). Szczepkowski (2009) se zabýval vlivem intenzity světelného záření na příjem krmiva štikou a prokázal velmi vysokou toleranci k širokému rozpětí intenzity osvětlení. Z jeho výsledků bylo zjištěno, že larvy štiky obecné dosahují vyššího přežití a nižšího kanibalismu při nižších intenzitách osvětlení. V experimentu bylo z těchto důvodů použito osvětlení na úrovni 29lx, které se ukázalo jako vhodné.

Hlavním zkoumaným faktorem byl vliv světla na úspěšnost chovu, což souviselo i s délkou krmného dne a počtem krmných dávek. Jak uvádí Szczepkowski (2009), optimální délka krmného dne by měla být stanovována podle stáří a vývojového stádia ryby. Mladší ryby vyžadují většinou delší světelný den než ryby starší (Robinson a kol., 2001). Toto bylo potvrzeno i v našem experimentu. Nejhorších přežití dosáhly skupiny s nejkratším (L8) světelným dnem. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u skupin s nejdelším světelným dnem (L16).

Mnoho autorů uvádí, že vliv délky krmného dne na zlepšení růstu není průkazný a pokud je v určitém období zjištěn, může následně během delšího odchovu opět vymizet (Koskela a kol., 1997, Robinson a kol., 2001, Harpaz a kol., 2005, Shima a kol., 2001). Ať tak či tak, je jednoznačné, že zkrácení krmného dne způsobuje zvýšený kanibalismus (Shima a kol., 2001). U štiky obecné byl v mém experimentu prokázán jednoznačně pozitivní vliv prodloužení délky krmného dne na růst odchovávaných ryb. V případě kanibalismu byl zjištěn klesající trend při prodlužování krmného dne. Tento výsledek je ve shodě se zjištěními která popisují ostatní autoři. Shima a kol. (2001) uvádí, že při délce krmného dne 12 hodin byl kanibalismus u pstruha duhového vyšší než při délce 24 hodin. Wolnicki and Kamiński (1998) uvádí jako nejvhodnější pro minimalizaci kanibalismu u štiky obecné světelný a krmný den v délce 24 hodin. Jejich výsledky potvrzuje i Szczepkowski (2009), který uvádí, že nejlepšího přežití bylo dosaženo u varianty s krmením 24 hodin denně. Literatura ovšem uvádí, že tato zjištění platí především u larev a mladých juvenilů, u starších ryb je nejvhodnější délka krmného dne 12 hodin. Kuscska a kol (2007) provedli pokus s štikou obecnou o hmotnosti 9,6 g a zjistili, že tato délka krmného dne je vyhovující především, pokud je krmení kontinuální. Ve variantě, kterou krmili pouze dvakrát denně, byla zjištěna nižší intenzita růstu. Zajímavým zjištěním bylo, že kanibalismus byl nižší ve variantách s rozfázováním světelného dne proti variantám se stejnou délkou světelného dne bez

rozfázování. Toto ovšem platilo u variant s délkou světelného dne 12 hodin a více. Při délce světelného dne 8 hodin byl tento trend opačný. Toto může souviset se zaujímáním teritorií kanibaly. Domnívám se, že při delší době temnostní fáze dne kanibalové opouštějí svá teritoria a pohybují se po nádrži. Po rozsvícení pak intenzivně napadají ostatní jedince ve svém okolí. Po určité době od rozsvícení se opět vracejí na svá stanoviště ve spodní části nádrže. Toto chování bylo v průběhu experimentu pravidelně pozorováno. V případě kratší temnostní fáze kanibalové neopouštějí svá stanoviště v tak vysoké míře, tudíž i následné napadání ostatních larev po rozsvícení není tak intenzivní. Toto potvrzují výsledky zjištěné v mém experimentu v podobě ztrát způsobených kanibalismem a v podobě počtu jedinců ulovených jedním kanibalem.

6 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vyhodnocení možnosti adaptace štiky obecné (*Esox lucius* L.) na kontrolované podmínky chovu v RAS a na příjem umělého peletovaného krmiva. Adaptace larev štiky proběhla naprosto bezproblémově. Larvy neprojevovaly stres z umělého prostředí odchovu. Po nasazení nedošlo k výrazným ztrátám, což potvrzuje domněnku vysoké adaptability larev štiky a poměrně dobrou odolnost k šetrně prováděným manipulacím v průběhu nasazování do odchovných nádrží. Příjem umělého peletovaného krmiva byl pozorován již v průběhu prvního krmení a v průběhu dalšího odchovu probíhal naprosto bezproblémově. Zajímavým zjištěním bylo pozorování stanovištního chování larev štiky v odchovných nádržích, které je typické pro štiky obecné v přirozeném prostředí.

Zvláštní pozornost byla věnována testování vlivu světelného režimu na úspěšnost adaptace larev štiky obecné na umělou peletovanou potravu. Ve všech skupinách s různým světelným režimem byl příjem potravy larvami zahájen velmi intenzivně. Rozdíly se projevily až později v průběhu odchovu a to především v ukazatelích, jakými jsou: kanibalismus, celkové přežití, hmotnostní růst. Z hlediska kanibalismu byla nejvhodnější varianta L8 : D4 : L8 : D4, která díky nejnižší míře kanibalismu dosáhla nejvyšší hodnoty celkového přežití, ale mírně zaostávala v růstu. U této varianty byly zjištěny i nejnižší přirozené ztráty. Jako nejvhodnější z hlediska intenzity růstu se jeví světelný režim L16 : D8. V této variantě bylo dosaženo nejvyšší intenzity růstu při upokojivém přežití. Výběr vhodného světelného režimu již vidím spíše na posouzení konkrétním chovatelem a jeho cílem chovu, především zda je pro něj výhodnější vyšší intenzita růstu za cenu vyšších ztrát, či naopak.

7 Seznam literatury

- Bercsényi M., Kucska B., Bódis M., Müller T., Merth J. 2002 - Csuka és süllő nevelése száraz táppal - Ágazati Tanácskozás a ragadozó halakról. Szent István Egyetem, Gödöllő
- Bergheim A., Drengstig A., Ulgenes Y., Fivelstad S. 2009 – Production of Atlantic salmon smolts in Europe-Current characteristics and future trends – Aquacult. Eng. 41: 46-52
- Berka R. 1985 - Přeprava živých ryb. ČSVTS Vodňany
- Berka R., Hamáčková J. 1980 - Chov štiky a candáta. ÚVTIZ Praha
- Bodis, M., a kol. 2004 - A mesterseges akarmány és a természetes taplalek hatása a csuka (*Esox lucius*) és a süllő (*Sander lucioperca*) növekedésére és testösszetételére - XXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas
- Chang C.M., Fang W., Jao R.C., Shyu C.Z., Liao I.C. 2005 - Development of an intelligent feeding controller for indoor intensive culturing of eel. Aquacult. Eng. 32: 343-353
- Čítek J., Svobodová Z., Tesarčík J. 1997 - Nemoci ryb 2. Aktualizované vyd. Praha. Informatorium: 113-148.
- Čítek J., Krupauer V., Kubů F. 1998 - Rybníkařství. 2. aktualiz. vyd. Praha. Informatorium: 119-123.
- Dvořák J. 2009 – Odchov ročka candáta obecného (*Sander lucioperca*) v podmínkách intenzivního chovu a možnost jeho kombinace s rybníčním chovem. Diplomová práce, MZUL Brno
- Engström, Ö. st J., Lehtiniemi M., Jónasdóttir SH., Viitasalo M. 2005 - Growth of pike larvae (*Esox lucius*) under different conditions of food quality and salinity. Ecology of Freshwater Fish. 14: 385–393
- Gierałtowski M., Gósciński W. 1965 – Hodowla szczupaka – In: Hodowla ryb w stawach, Red Rudnicki A. Wyd. Państwowe wydawnictwo rolnicze i leśne, Warszawa: 432 – 442
- Giles N, Wright RM., Nord M.E. 1986 – Cannibalism in pike fry, *Esox lucius* L.: some experiments with fry densities – J. Fish Biol. 29: 107-113
- Górny W., Wolnicki J. 1993 - Technologia podchowu wylęgu szczupaka w warunkach kontrolowanych. Broszury Rybackie – Swazek 159. Instytut Rybactwa Śródlądowego 19str.

- Guziur J., Woźniak M. 2006 - Produkcja ryb w małych. Hoża Warszawa 323.
- Hajíček J. 2012 – Adaptace štiky obecné (*Esox lucius* L.) na umělé peletované krmivo v kontrolovaných podmínkách chovu. Diplomová práce, FROV JU České Budějovice: 38-62
- Harpaz S., Hakim Y., Barki A., Karplus I., Slosman T., Tufan E. O. 2005 – Effects of different feeding levels during day and/or night on growth and brush–border enzyme activity in juvenile Lates calcarifer reared in freshwater re-circulating tanks – Aquaculture 248: 325-335
- Hubenova, T., Zaikov A., Vasileva P., Piskov I. 2010 - Growth and survival of pike larvae *Esox lucius* L. fed on brine shrimp (*Artemia salina* L.) nauplii. Bulg. J. Agric. Sci., 16: 394-397
- Jankowska B., Zakes Z., Zmijewski T., Szczepkowski M. 2008 - Fatty acid composition of wild and cultured northern pike (*Esox lucius*). JOURNAL OF APPLIED ICHTHYOLOGY 24(2): 196-201
- Kucska, B., Pál, L., Müller T., Bódis M., Bartos Á., Wágner L., Husvéth F., Bercsényi M. 2006 - Changing of fat content and fatty acid profile of reared pike (*Esox lucius*) fed two different diets. Aquaculture Research, , 37: 96 – 101
- Kucska B., Müller T., Sári J., Bódis M., Bercsényi M. 2005 - Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition. Aquaculture 246: 227–230
- Kucska B., Müller T., Bercsényi M. 2006 – New results in intensive rearing of Northern pike. International Northern Pike Symposium: Merging knowledge of ecology, biology and management for a circumpolar species. American Fisheries Society 136th annual meeting Lake Placid, USA
- Kucska B., Müller T., Sári J., Bódis M., Bercsényi M. 2004 - Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition University of Veszpre´m, Georgikon Faculty of Agriculture, Department of Zoology, H-8361 Keszthely, Hungary Received 6 August 2004; received in revised form 7 January 2005; accepted 11 January 2005
- Kucska B., Müller T., Bercsényi M. 2007 - The effect of feeding frequency on the growth and survival of pike (*Esox lucius* L.) using floating pellets - J. Appl. Ichthyol. 23 : 193–194

- Kucharczyk D., Targońska K., Zarski D, Szczerbowski A., Łuczyński M.J., Szkudlarek M. 2008 - Dane dotyczące procedur wylęgarniczych i rozrodu kontrolowanego wybranych gatunków ryb - In: Innowacyjne metody w rozrodzie i wylęgarnictwie ryb – materiały szkoleniowe, Red. Szczerbowski A., Łuczyński M. J., Szkudlarek M. Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn: 57 – 78
- Kolářová, J. a kol., 2007 – Anestetika pro ryby. Edice metodik č. 77, VÚRH JU, Vodňany
- Koskela J., Jobling M., Pirhonen J. 1997 – Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus* – Aquaculture 156: 35-44
- Kozłowski M., Szczepkowski M., Piotrowska I., Wunderlich K., Szczepkowska B. 2012 – Impact of feed ration on growth, feed conversion, and variation in body weights of juvenile pike, *Esox lucius* L., reared in a recirculating aquaculture system – Arch. Pol. Fish. 20: 145-152
- Lusk S., Krčál J. 1982 – Štika obecná. ČRS Praha
- Lusk S., Krčál J. 1988 – Příkopové rybníčky. Edice metodik č. 28, VÚRH, Vodňany
- Lusk S. a kol. 1983 – Účelové rybí obsádky v údolních nádržích. Hydroprojekt Brno
- Mickiewicz M. , Wol’os A. , Draszkievicz – Mioduszezewska H. 2008 – Gospodarka rybacka w śródladowych wodach pływających w roku 2006. Cz. II. Zarybienia – Komun.Ryb. 2: 12-16
- Mihálik J. 1963 – Nový způsob odchovu štiky v plovoucích kolébkách. Čs. Rybářství
- Molnár T., Kucska B., Szabó A., Biró J., Bercsényi M., Hancz C. 2012 - Effect of graded dietary fish oil supplementation on body composition and fillet fatty acid composition of pike (*Esox lucius* L.). Acta Alimentaria 41(1): 86-93
- Muscalu-Nagy C., Muscalu-Nagy R., Kucska B. 2013 - Attempts to increase the growth rhythm of juvenile Northern pike (*Esox lucius*, L.) by adding enzyme based ingredients into dry feed . AACL Bioflux 6(2): 99-104
- Muscalu-Nagy C., Appelbaum S., Gospič D. 2011 – A new method for out-of-season propagation for northern pike (*Esox lucius*) – Animal science and biotechnologies. 44(2): 31-34.
- Nilsson P.A., Brönmark C. 2000 – Prey vulnerability to a gape-size limited predator: behavioural and morphological impacts on northern pike piscivory – Oikos 88: 539
- Nilsson P.A. 2006 – Avoid your neighbours: size-determined spatial distribution patterns among northern pike individuals – Oikos 113: 251

- Pecha O., Berka r., Kouřil J. 1984 – Přeprava plůdku v polyetylenových vacích. Edice metodik č.10, VÚRH Vodňany
- Persson L., Bertolo A., De Roos A.M. 2006 – Temporal stability in size distributions and growth rates of three *Esox lucius* L. populations. A result of cannibalism? – J. Fish Biol. 69: 461-472
- Polcar T., Kozak P., Hamačková J., Lepičova A., Musil J., Kouřil J. 2007- Effects of short-time *Artemia* spp. feeding in larvae and different rearing environments in juveniles of common barbel (*Barbus barbus*) on their growth and survival under intensive controlled conditions. Aquat. Living Resour. 20, 175-183
- Puvanendran V., Laurel B.J., Bro J.A. 2008 – Cannibalism of Atlantic cod *Gadus morhua* larvae and juveniles on first-week larvae – Aquat. Biol. 2: 113-118
- Robinson E.H., Li M.H., Manning B.B. 2001 – A practical guide to nutrition, feeds, and feeding of catfish (Second Revision) – Bulletin 1113, Mississippi State University: 31-34
- Shima T., Suzuki N., Yamamoto T., Furuita H. 2001 – A comparative study of self-feeder and automatic feeder: effects on the growth performance of rainbow trout fry – Aquac. Res. 32 (Suppl. 1): 142-146
- Smíšek J. 1966 – Výběr generačních štik pro umělý výtěr a odchov štičfho plůdku. ÚVTIZ Praha
- Szczepkowski M. 2009: Impact of selected abiotic and biotic factors on the results of rearing juvenile stages of northern pike *Esox lucius* L. in recirculating systems. Arch. Pol. Fish. (2009) 17: 107-147
- Szczepkowski M., Zakeoe Z., Kapusta A., Szczepkowska B., Hopko M., Jarmo3owicz S., Kowalska A., Koz3owski M., Partyka K., Piotrowska I., Wunderlich K. 2012 – Growth and survival in earthen ponds of different sizes of juvenile pike reared in recirculating aquaculture systems – Arch. Pol. Fish. 20: 267-274.
- Šusta J. 1997 - Výživa kapra a jeho družiny rybnické - původní vydání z roku 1938 . Třeboň. Carpio: 180
- Szczepkowski M. , Szczepkowska B. 2006 – Effects of the polyculture of juvenile stages of northern pike (*Esox lucius* L.) and sturgeon in recirculating systems, EJPAU 9(1): 25
- Szczepkowski M. 2009 - Impact of selected abiotic and biotic factors on the results of rearing juvenile stages of northern pike *Esox lucius* L. in recirculating systems - Arch. Pol. Fish. 17: 107-147

- Szczepkowski M. 2006 – The impact of water temperature on the growth and survival of juvenile northern pike (*Esox lucius* L.) reared on formulated feed- Arch. Pol. Fish. 14: 85-93
- Strand A. 2007 – Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. - Aquaculture 272: 312 – 318
- Szczepkowski M., Szczepkowska B. 2011 – Wpływ koloru wewnętrznych ścian basenów na wyniki podchowu juwenalnego szczupaka (*Esox lucius*) – In: Nowe gatunki w akwakulturze – rozród, podchow, profilaktyka Red. Zakęś Z., Demska-Zakęś K., Kowalska A. Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn: 153 – 160
- Szkudlarek M., Łuczyński M. J., Szczerbowski A., Kucharczyk D. 2008 – Projekt innowacyjny w zakresie stymulowania wzrostu produkcji materiału zarybieniowego cennych gatunków ryb, ze szczególnym uwzględnieniem szczupaka – potencjalna szansa rozwoju małych podmiotów gospodarczych sektora akwakultury – In: Innowacyjne metody w rozrodzie i wylęgarnictwie ryb – materiały szkoleniowe, Red. Szczerbowski A., Łuczyński M. J., Szkudlarek M. Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn: 9 – 18
- Szczepkowski M., Szczepkowska B. 2008 - Rozród i przetrzymywanie wylęgu szczupaka (*Esox lucius* L.) – In: Elementy nowoczesnej akwakultury ryb – rozród, inkubacja ikry i profilaktyka, Red. Łuczyński M. J., Szczerbowski A., Szkudlarek M., Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn: 135 – 153
- Szczepkowski M. 2001 – Inkubacja ikry szczupaka w obiegach recykulacyjnych – Komun. Ryb. 1: 11 - 12
- Szczerbowski A. 2008 - Szczupak (*Esox lucius*) – Rybactwo śródlądowe, Red. Szczerbowski J.A. Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn : 285 – 290
- Steffens W. 1986 - Produkcja szczupaków – In: Intensywna produkcja ryb. Red. Grudniewski C. Wyd. Państwowe wydawnictwo rolnicze i leśne, Warszawa: 234 - 241
- Wojda R. 2009 – Karp – Chów i hodowla. Wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn: 262 – 264
- Wolnicki J., Kamiński R. 1998 – Mass rearing of pike hatchlings using starters – In: Lacustrine fisheries, development, changes, issues (Ed.) A. Wolos, Wyd. IRS: 83-90 (in Polish)

- Wolska-Neja B., Neja Z. 2006 - Grow-out of northern pike (*Esox lucius* L.) larvae under uncontrolled conditions. Acta Ichthyol. Piscat. 36 (2): 105-112
- Wootton R.J. 1990 - Ecology of teleost fish. London: Chapman and Hall, 404str.
- Ziliukiene V., Ziliukas V. 2006 – Feeding of early larval pike *Esox lucius* L. reared in illuminated cages – Aquaculture 258 (1 – 4): 378-387
- Ziliukiene V., Ziliukas V. 2008 – Artificial breeding of pike *Esox lucius* L. – In: Biotekhnika iskustvennovo vosproizvodstva ryb, rakov i sokhranienije zapasov promyslovykh ryb, Vilnius: 107-122

Seznam zdrojů online

- 1 - SLOVENSKÝ RYBÁRSKÝ ZVÄZ - RADA ŽILINA. <http://www.srzrada.sk/> (accessed April 13, 27)

8 Abstrakt

Cílem bakalářské práce bylo experimentálně vyhodnotit možnosti adaptace štiky obecné (*Esox lucius*) na kontrolované podmínky chovu v RAS a na příjem umělého peletovaného krmiva. Zvláštní pozornost byla zaměřena na vliv světelného režimu na úspěšnost adaptace a míru kanibalismu. Experiment byl rozdělen do šesti skupin s různým světelným režimem (L8 : D16, L4 : D8 : L4 : D8, L12 : D12, L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4, L16 : D8, L8 : D4 : L8 : D4). Do každé skupiny bylo nasazeno 3 600ks larev štiky, tedy 20 ks.l⁻¹. Krmení probíhalo ručně v intervalu 15 min. Denně byl zaznamenáván úhyn a probíhala biometrická měření. Po 15 dnech byl experiment vyhodnocen.

Adaptace na peletované krmivo byla úspěšná. Byl zjištěn vliv světelného režimu na přežití, kanibalismus a růst štiky obecné v RAS. Nejvyšší konečná kusová hmotnost byla dosažena při použití světelného režimu L16 : D8 ($W = 0,13135 \pm 0,02924$ g). Nejnižší konečná hmotnost byla u světelného režimu L8 : D16 ($W = 0,06296 \pm 0,01306$ g). Nejvyššího přežití bylo dosaženo u světelného režimu L8 : D4 : L8 : D4 (61,36 %), nejhoršího u světelného režimu L4 : D8 : L4 : D8 (28,33 %).

Klíčová slova:

štika obecná (*Esox lucius*), RAS, intenzivní chov, peletované krmivo, světelný režim, kanibalismus

9 Abstract

The objective of this thesis for a bachelor's degree was to experimentally evaluate possibilities of adaptation of northern pike (*Esox lucius*) for controlled breeding conditions in the RAS and for intake of artificial pelleted feed. Special attention was focused on the influence of light regime on the success of adaptation and the rate of cannibalism. The experiment was divided into six groups with different light regimes (L8 : D16, L4 : D8 : L4 : D8, L12 : D12, L4 : D4 : L4 : D4 : L4 : D4, L16 : D8, L8 : D4 : L8 : D4). Into each group were putted 3,600 pieces of pike larvae, which means 20 pcs/l. Feeding was carried out manually in 15 minutes time interval. Daily mortality was recorded and biometric measurements were conducted. After 15 days, the experiment was evaluated.

Adaptation for intake of pelleted feed was successful. As was found out, the light regime has the influence on survival, cannibalism and growth of northern pike in RAS. The highest final piece weight was achieved under the light regime L16 : D8 ($W = 0,13135 \pm 0,02924$ g). The lowest final piece weight was achieved under the light regime L8 : D16 ($W = 0,06296 \pm 0,01306$ g). The highest survival was achieved under the light regime L8 : D4 : L8 : D4 (61,36 %), the worst under the light regime L4 : D8 : L4 : D8 (28,33 %).

Klíčová slova:

northern pike (*Esox lucius*), RAS, , intensive breeding, pelleted feed, pelleted feed, cannibalism