

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
VÝZKUMNÝ ÚSTAV RYBÁŘSKÝA HYDROBIOLOGICKÝ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Adaptace štiky obecné (*Esox lucius* L.) na umělé peletované krmivo
v kontrolovaných podmínkách chovu**

Vypracoval: **Bc. Jiří Hajiček**

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Tomáš Polícar Ph. D.**

Konzultant: **Ing. Jiří Křišťan**

Studijní program: **N4103 Zootechnika**

Studijní obor: **Rybářství**

Forma studia: **Prezenční**

Akademický rok: **2011/ 2012**

České Budějovice 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří HAJÍČEK**
Osobní číslo: **V10N005P**
Studijní program: **N4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Adaptace štiky obecné (*Esox lucius*) na umělé peletované krmivo v kontrolovaných podmínkách chovu**
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 považovaná za nejnámější a nejdůležitější dravou rybu na evropském kontinentu. Obliba štiky obecné je především způsobena jejím obrovským rozšířením i schopností přizpůsobit se životu v nejrůznějších podmínkách, ve kterých rychle roste a stává se často dominantním dravcem. Štika se dále vyznačuje kvalitní svavolinou bez kostí. Z těchto důvodů je štika obecná významným hospodářsky využívaným druhem. Štika je také hojně vyhledávána a lovena na rybářský prut sportovními rybáři.

V současné době je produkce štiky obecné pro hospodářské využití (produkce tržních konzumních ryb) i pro sportovní účely (vysazování štiky do volných vod s cílem zvýšit její výskyt a úloky) nedostatečná z hlediska množství i kvality. V ČR je tržní štika produkována pouze v rybničním polykulturním chovu ryb, kdy produkce štiky je velmi omezená a vázaná pouze na období výlovů rybníků. Násadový materiál štiky obecné je produkována v ČR jen ve formě tzn. rychleného plůdku štiky. Tento materiál se vyznačuje po vysazení do volných vod nízkým přežitím v novém prostředí. Snahou je chov štiky obecné v budoucnosti více intenzifikovat a odchovávat štikou obecnou v kontrolovaných podmínkách chovu s využitím umělých peletovaných krmiv. Tím dojde ke kontinuální a vysoce kvalitní produkci tržní štiky pro konzumní účely a současně dojde i k odchovu většího násadového materiálu štiky obecné určeného k vysazení do volných vod.

Cílem diplomové práce je experimentálně popsat a vyhodnotit možnosti adaptace štiky obecné na kontrolované podmínky chovu a na příjem umělého peletovaného krmiva. Pozornost diplomové práce se především zaměří na testování vlivu hustoty larev štiky obecné v experimentálních nádržích na úspěšnost adaptace štiky obecné na umělou peletovanou potravu. Při experimentech bude dále zhodnocen vliv teploty vody, režimu světla a způsobu krmení na úspěšnost adaptace štiky obecné na umělé peletované krmivo a kontrolované podmínky chovu.

Rozsah grafických prací: podle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Craig J.F., 2008: A short review of pike ecology - *Hydrobiologia* 601: 5-16.
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. 1992: The influence of water temperature on mortality, growth and cannibalism in juvenile pike (*Esox lucius* L.) - *Arch. Pol. Fish.* 1: 27-31.
Jacobsen L., Skov C., Koed A., Berg S. 2007: Short-term salinity tolerance of northern pike, *Esox lucius*, fry, related to temperature and size - *Fish. Manag. Ecol.* 14: 303-308.
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.
Kucska B., Pal L., Müller T., Bodis M., Bartos A., Wagner L., Husveth F., Bercsenyi M. 2006: Changing of fat content and fatty acid profile of reared pike (*Esox lucius*) fed two different diets - *Aquac. Res.* 37: 96-101.
Kucska B., Müller T., Bercsenyi 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.
Ning-Yu H., Lian-Jun X., Zong-Li Y. 2006: The influence of stocking density and water temperature on growth in juvenile *Esox lucius* raised in greenhouse - *J. Fish China* 30: 76-80.
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.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Konzultant diplomové práce: Ing. Jiří Křišťan
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Datum zadání diplomové práce: 30. listopadu 2010
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2012


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan
JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Žitův 728/II
389 25 Vodňany (2)


doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. ledna 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma: „Adaptace štiky obecné (*Esox lucius* L.) na umělé peletované krmivo v kontrolovaných podmínkách chovu“, 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 diplomové 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: 20. 4. 2011

.....

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval mému vedoucímu práce, kterým byl doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph. D. za odborné vedení a konzultace při řešení problematiky. Další poděkování právem patří Ing. Jitce Hamáčkové za odborné vedení v provozních podmínkách. Dále bych chtěl poděkovat celému kolektivu experimentálního odchovného zařízení (FROV JU Vodňany) zejména panu Lubošovi Borovkovi a také Ing. Pavlovi Lepičovi a to nejen za technickou pomoc.

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Literární přehled.....	14
2.1	Systematické zařazení.....	14
2.2	Genetické založení.....	16
2.3	Rozšíření a výskyt.....	17
2.4	Popis těla.....	18
2.5	Zbarvení těla.....	19
2.6	Meristické znaky.....	19
2.7	Pohlavní znaky.....	19
2.8	Rozmnožování.....	20
2.9	Reprodukční charakteristika- kvalita jiker a spermií.....	20
2.10	Způsoby výtěru štiky obecné.....	21
2.10.1	Přirozený výtěr.....	21
2.10.2	Poloumělý výtěr.....	22
2.10.3	Umělý výtěr.....	22
2.11	Inkubace a kulení jiker.....	22
2.12	Chování a místa výskytu.....	23
2.13	Obecné potravní nároky.....	23
2.14	Růst ve volných vodách.....	25
2.15	Chov štiky.....	27
2.15.1	Extenzivní produkce plůdku v rybnících.....	27
2.15.2	Polointenzivní chov rychleného plůdku v rybnících.....	28
2.15.3	Intenzivní produkce rychleného plůdku ve speciálních zařízeních... ..	28
2.15.4	Odchov v klecích.....	29
2.15.5	Odchov štiky v polykultuře s kaprem.....	31
2.16	Teplota vody.....	32
2.16.1	Vliv světla.....	33

2.16.2	Velikost krmné dávky.....	33
2.16.3	Velikost pelet.....	34
2.16.4	Frekvence krmení.....	34
2.16.5	Hustota nasazení.....	35
2.16.6	Tvar nádrže.....	35
2.16.7	Třídění.....	36
2.16.8	Vnější vizuální podmínky.....	36
2.16.9	Polykulturní akvakulturní obsádky.....	37
3	Materiál a metodika.....	38
3.1	Experimenty a cíle pokusu.....	38
3.2	Měření biometrických ukazatelů a ostatních parametrů.....	39
3.2.1	Biometrické ukazatele.....	39
3.2.2	SGR.....	40
3.2.3	FQ.....	40
3.2.4	Přežití.....	40
3.3	Získání násadového materiálu.....	40
3.4	Transport.....	40
3.5	Charakteristika nasazovaných larev.....	41
3.6	Teplota vody při nasazování.....	41
3.7	Teplota vody, množství kyslíku, pH v průběhu odchovu.....	41
3.8	Příprava odchovných nádrží.....	42
3.8.1	Instalace zářivek, intenzita osvětlení, frekvence.....	42
3.8.2	Zástěna.....	42
	(Obr. 4) Odchovné nádrže s nainstalovanými plentami.....	43
3.8.3	Průtok vody.....	43
3.8.4	Aerace vody.....	43
3.9	Nasazení ryb do experimentu.....	44
3.9.1	Zjištění hmotnosti jednoho kusu.....	44
3.9.2	Nasazení larev do nádrží.....	44
3.10	Odměřování.....	44
3.10.1	Hmotnostní odměřování kusů.....	44

3.10.2	Objemové odměřování kusů.....	44
3.11	Počáteční hustota larev v experimentu	45
3.12	Délka odchovu	46
3.13	Frekvence krmení a denní krmné dávky.....	46
3.14	Krmivo	46
3.15	Čištění odchovných nádrží.....	46
3.16	Preventivní koupele	47
3.17	Statistická analýza.....	47
4	Výsledky	48
4.1	Adaptace na kontrolované podmínky	48
4.2	Adaptace na krmivo	48
4.3	Vliv hustoty larev na jejich růst, kondici a přežití.....	48
4.4	Biometrické ukazatele u prvního experimentu	50
4.4.1	Hmotnost	50
4.4.2	Celková délka těla	50
4.5	Vliv původu ryb na jejich růst, kondici a přežití	53
4.6	Biometrické ukazatele druhého experimentu	53
4.6.1	Hmotnost	53
4.6.2	Celková délka těla	53
4.6.3	Délka těla.....	54
4.6.4	Délka spodní čelisti	54
4.6.5	Délka oka.....	54
4.6.6	Délka hlavy.....	54
4.6.7	Předanální délka	54
5	Diskuze.....	55
6	Závěr	62
7	Seznam literatury	63
8	Seznam použitých zkratek.....	70
9	Tabulková část	71

1 Úvod

Štika obecná (*Esox lucius* L.) je široce rozšířený druh, který se přirozeně vyskytuje v cirkumpolární oblasti třech kontinentů (Crossman, 1996). Ekologický význam je vysoký, protože štika je dravec, který reguluje populace malých ryb a to jak kvantitativně tak i kvalitativně. Štiky mohou být použity k omezování počtů nežádoucích druhů ryb ve vodárenských nádržích, tak i v rybnících (Paukert a kol, 2003).

Hojně je lovena sportovními rybáři. Při lovu přívlačí je tento dravý druh nejčastěji vyhledáván (Armand, 2002) pro svou velikost (může dosáhnout až 30 kg) a také pro relativně snadné ulovení (Szczepkowski, 2006). Štika je též lovena pro své chutné maso, které je „téměř“ bez kostí (Paukert a kol, 2001). Roční celosvětové úlovky z období 1950-2004 se pohybovaly od 18 300 do 44 000 tun.

Největším producentem štiky obecné je Finsko (11 663 t) a Ruská federace (6 118 t). Štiky jsou zde většinou odchyťávány z volných vod (jezera) (online 1). Produkce štik v ČR meziročně kolísá. Dlouhodobě je však vyrovnaná. V rybníčních podmínkách se štik vyprodukuje 0,5 % z celkově vyprodukovaných 17 200 tun ryb (online 2). V rybářských revírech se na udici za rok uloví 100 tun štik, o průměrné velikosti 2-3 kg (online 3). Celosvětový pokles množství štik v posledních letech je přičítán rybolovu, antropogenním vlivům a nepříznivým ekologickým změnám (úbytek litorálních zón) (Balík a kol, 2006). V některých oblastech došlo téměř k vymizení druhu (Szczerbowski a kol, 1993).

S touto souvislostí jsou přijímány opatření k zachování tohoto druhu. Patří mezi ně období zákazu rybolovu, velikost ulovených ryb, denního odlovu a chránění přirozených trdlišť (Paukert a kol, 2001). Z tohoto důvodu se hledají různé alternativy zvyšující počet těchto ryb. Při klasickém vysazování do volných vod nebo do rybníků jsou ztráty vysoké a výsledek není vždy zaručen (Skov a kol, 2003a). Jedna z možných

alternativ je produkce rychleného plůdku nebo násad v intenzivní akvakultuře (Zakęs, 1997). Po dosažení požadované velikosti může být plůdek vysazován do volných vod. Velkou výhodou tohoto systému je vysoké přežití vysazovaných ryb (Szczepkowski, 2006).

Největší překážkou je kanibalismus, který zpravidla ukončí odchov mezi 10-20 dnem, kdy dosahuje hmotnost larev 100-200 mg (Wolnicki a Kamińsky, 1998). Proto se hledají nové biotechnologické postupy, které by byly schopné zvýšit produkci štik v kontrolovaných podmínkách chovu (Szczepkowski, 2009).

Pokusy provedené (Szczepkowski a kol, 2003, 2006, 2009) poukazují na to, že by bylo možné snížit kanibalismus při chovu juvenilních štik a tím zvýšit produkci raných stádií tohoto druhu.

2 Literární přehled

V České republice do tohoto rodu spadá pouze jeden zástupce a to štika obecná (Online 1).

2.1 Systematické zařazení

- Říše: živočichové (*Animalia*)
- Kmen: strunatci (*Chordata*)
- Podkmen: obratlovci (*Vertebrata*)
- Třída: ryby (*Osteichthyes*)
- Podtřída: paprskoploutví (*Actinopterygii*)
- Řád: štikotvární (*Esociformes*)
- Čeleď: štikovití (*Esocidae*)
- Rod: štika (*Esox*)

U tohoto rodu rozeznáváme pět popsaných variant a názvů (*Esox* sp.). Jedná se především o místně popsané druhy (online 4). Podle (Craig, 2008) se jedná stále o tentýž druh, přizpůsobený místním podmínkám (zejména zbarvení) (Obr. 1). Štika obecná je z nich rozšířená nejvíce (online 5).

- štika obecná (*Esox lucius*)
- štika americká (*Esox americanus*)
- štika muskalunga (*Esox masquinongy*)
- štika řetízková (*Esox niger*)
- štika amurská (*Esox reichertii*)

(Obr.1) Obrázek znázorňuje odlišné zbarvení u štiky obecné (nahore) a u štiky muskalungy (dole). Foto: Milla Tom- štika obecná, Engbretson Eric/U.S. Fish and Wildlif Service- štika muskalunga



2.2 Genetické založení

Karyotyp je výlučně složen z a chromozomů postupně klesající velikosti $2n = 50$, $NF = 50$. Jeden pár větších elementů nese v oblasti přiléhající centromeře oblast organizátoru jadérka (Ráb a Mayr, 1986).

Craig (2008) provedl studii se zaměřením ohledně genetické variability u štik. Štiky prokázaly nízkou úroveň variability (Miller a Senenan, 2003).

Štiky mají nízké stupně polymorfismu a jejich odlišnost svědčí o nedávném vzniku z jednoho předka. Nedávná genetická studie uvádí jako jediné refugilium v Severní Americe (Craig, 2008) se srovnáním několika refugiliemi z Evropy. Tuto studii provedl (Maes a kol., 2003), který odebral vzorky štik z Belgie, Nizozemí, Norska, Estonska, Irska, Finska, Dánska, Polska, Maďarska a Kanady a studoval rozdíly v mt DNA. Zjistil extrémně nízké úrovně polymorfismu a divergence v mt DNA genomu. Aguilar a kol., (2005) označuje tento jev za efektivní snižování velikosti populace a genetického driftu na takové úrovni, že genetické změny a variabilita jsou zachovány.

Maes a kol., (2003) nemohl určit zeměpisný původ štik, ale ukazuje na to, že štika je zřejmě mladý druh, který vznikl v pozdním Pleistocénu a rozšířil se po celém Holartickém pásmu.

Studie srovnávající růst a mortalitu říčních a jezerních štik na hranici stejné zeměpisné šířky nevykazují žádné genetické rozdíly, jako je to u jiných druhů ryb (Griffiths a kol., 2004). Pro další výzkum bude zapotřebí prozkoumání většího množství mt DNA a využití nových vědních disciplín (Nicod a kol., 2004).

2.3 Rozšíření a výskyt

Štika obecná (*Esox lucius*) je rozšířena cirkumpolárně mezi 40-70° s. š (Obr. 2) Rozšíření štiky obecné ve světě (Vytvořil: Andrew 69, Online 2).



V Evropě ji lze nalézt přes Anglii, Irsko, Francii až do Itálie k Tibeře. Na severu v pobaltských státech a ve Finském zálivu. Na jihu se vyskytuje až k Černému moři. Přítomna je v Kaspickém a Azovském moři a v povodí Dunaje (Baruš a Oliva., 1995). Původně chybí v Řecku a na Pyrenejském poloostrově. Zde byla vysazena ve Španělsku a odtud pronikla i do Portugalska, kde však žije bez možnosti další reprodukce (Calderon, 1955). Na východě je rozšířena hojně a její hranice rozšíření tvoří řeky Ural, Volha, Kura a Amu- darja. Chybí v jezeru Yssik- kul. Dále žije až k jezeru Bajkal, Balchaš na východ až k Čukotskému poloostrovu (Baruš a kol., 1995).

V Severní Americe žije na severu od Aljašky přes stát Pensylvánie (povodí Velkých jezer) až na jihu k řece Mississippi na východ ke Skalistým horám a na západě k Alleganskému pohoří. Původně chyběla v Kansasu a východním Coloradu. V Kanadě oblast výskytu zahrnuje území od Labradoru až k zátocě Mugaba, Quebec, Ontario, řeku Sv. Vavřince, Manitobu, Saskatchewan, Albertu, Britskou Kolumbii (Baruš a Oliva., 1995).

Na Aljašce je její výskyt monitorován až k Beringovu moři (McPhail Lindsey, 1970).

Štiky se nacházejí v slabě slaných vodách zejména v Baltském moři (brakická voda) (Craig, 2008). Jedná se o vodu “střední slanosti“ pod 12-15 ppt (jednotka slanosti) (Schlumpberger, 1966). Štiky žijí i v pobřežních oblastech Baltské moře, kde se salinita pohybuje od 4 do 7 ppt, ale i v západní části Baltského moře v jihovýchodní části Dánska (Ehlin, 1981). V těchto oblastech se salinita vody pohybuje v rozmezí 8-12 ppt, s vrcholky až 20 ppt (změna proudění vody ze severního moře), proto jsou v jižním Dánsku zaznamenány případy úhynu brakických populací štik.

Jakobsen a kol., (2007) provedl pokus zaměřený na krátkodobou toleranci štik k rozpuštěným solím ve vodě (salinitu). Světelný režim v místnosti byl konstantní 12 hodin světlo a 12 hodin tma. Ryby byly rozděleny do dvou velikostních kategorií. Malé ryby: průměrná celková délka (LT) 21 ± 2 mm a velké v průměru LT 37 ± 4 mm. Čtyři experimenty byly provedeny ve třech teplotách vody: 10, 14 a 18 °C. Pro každou teplotu byla testována salinita a to v rozmezí: 9, 10, 11, 12, 13 a 14 ppt. Pro každou salinitu bylo testováno 15 štik z každé skupiny. Hladina kyslíku nikdy neklesla pod 75 % nasycení a pH bylo 8,0-8,3. U obou vzorků vyšlo, že hranice 72LC 50 je u obou skupin 12 ppt. Toto platilo i přes různou teplotu vody. Westing a Linburg (2002) zjistil u štik v Baltském moři na východním pobřeží Švédska zajímavou migraci. Jedna populace byla anadromní a druhá tatáž populace byla obligátně sladkovodní.

2.4 Popis těla

Štika má protáhlé tělo, válcovitého tvaru, v ocasní části z boku zploštělé. Přední část hlavy je nápadně zploštělá. Hřbetní a řitní ploutve jsou posunuty do zadní části, prsní jsou umístěny nízko těsně za hlavou. Takto uložené ploutve dávají tělu štiky nezaměnitelný tvar (Baruš a Oliva., 1995). Hlava je robustní. Ústa jsou velká, široce rozevíratelná a bohatě ozubená. Zuby se nachází na dolní čelisti, na mezičelistech, na patrových kostech, na radličné kosti a na kosti jazylkové (Dubský a kol., 2003). Velké oči jsou umístěny uprostřed hlavy a mají průměr 11-15 % délky hlavy. Délka hlavy tvoří 31-34 % délky těla a se stářím se tento podíl zmenšuje (Baruš a Oliva, 1995).

Šupiny jsou drobné, oválného tvaru tzv. cykloidní. Postranní čára je často přerušena, ale nad ní a pod ní, zejména v zadní části těla, probíhají rovnoběžně kratší postranní čáry doplňkové (Baruš a Oliva, 1995).

Průměrný počet jamek v postranní čáře na dolní čelisti je pro evropskou štika (*Esox lucius*) 9,89 a pro americkou štika (*Esox masquinongy*) 9,94. Počet paprsků žaberních blan je u evropských štik 27,19 a u amerických 29,64 (Baruš a Oliva, 1995).

2.5 Zbarvení těla

Zbarvení těla je velice proměnlivé a závisí především na prostředí a stáří ryb. Světle zbarvení jedinci jsou známi ze stále zakalených zatopených hlinišť a štěrkopískoven, tmavě zbarvení naopak z čistých a zastíněných vod. Základní zbarvení hřbetu je tmavě zelené, boky jsou světlejší, poseté žlutozelenými skvrnami, místy přecházející v příčné pruhy. Břicho je bílé U mladších štik je možné pozorovat žíhování Párové ploutve mají žlutobílé zbarvení, s mírným načervenalým nádechem. Nepárové ploutve jsou tmavší, poseté tmavými skvrnami (Baruš a Oliva, 1995).

2.6 Meristické znaky

Ploutevní vzorec je D III-VI, 10-16, A IV-VII 10-13, P I, 11-16, V I-II, 7-11 (Lusk a krčál, 1982).

Šupininový vzorec je: 14-17 (110-144) 12-15 (Dubský a kol., 2003). Počet obratlů: (59) 60-62 obvykle 61. U štik v ústí Volhy byl sledován počet obratlů (56) 57-64. Podpůrné paprsky žaberní blány (*radii branchiostegi*) se pohybovaly od 13-16 (Baruš a Oliva, 1995).

2.7 Pohlavní znaky

Jikernačky mají v době tření větší objem břicha. Sexuální dimorfismus není výrazný (Baruš a kol., 1995). Samci mají nepatrně delší párové ploutve (Vladikov a kol., 1931).

Demčenko, (1963) a následně Casselman a kol., (1974) zjistili možnost určení pohlaví podle tvaru močopohlavní bradavky. U samic je okrouhlá, bez výraznějšího příčného řezu. U samců se vyskytuje příčný zářez.

Jiným rozlišovacím znakem může být index vztahu mezi hmotností a délkou ryby (Baruš a Oliva, 1995) nebo počtu šupin v postranní čáře, jak uvádí (Berg, 1948). U štik z Irtyše (31 samců a 29 samic) byly prokázány rozdíly v průměrném počtu šupin v postranní čáře. U samců to bylo 138 šupin a u samic 135 šupin.

2.8 Rozmnožování

Mličáci obvykle pohlavně dospívají ve 2. roce života, jikernačky ve 3. roce života. Postupný vývoj a dozrávání gonád charakterizující hodnoty koeficientu zralosti (GSI), který je u samic před výtěrem 1,43 a u samců 2,37 po výtěru klesá na 0,86 (údaj z Lipna).

Pohlavní dospívání je určováno zeměpisnou polohou lokality (Baruš a Oliva, 1995). Ve Španělsku, kde byla štika aklimatizována, dospívají samci a samice velice časně, z velké části již koncem prvního roku života (31-45cm) (Andreau a kol., 1955). Kouřil a Hamáčková, (1975) zjistil na materiálu z vodňanských rybníků, že samci ve 100 % dospěli v 1. roce života a samice jen v 32 % případů.

Lusk a Krčál (1982) uvádí, že v ÚN Opatovice v letech 1976-1977 byli jednoletí samci pohlavně dospělí v 95 % případů a samice v 75 %. V ÚN Mušov (po napuštění) dosahovali roční štiky délky těla 250-500 mm a hmotnosti 230-600 g, přičemž pohlavně dospělých bylo 95 % jedinců (Lusk a Krčál, 1984b). V severních lokalitách, kde je růst ryb pomalejší, dospívají štiky po dosažení 45 cm až ve 4. roce života. Ve státě Wiskonzin (USA) jsou samci zralí ve 2. roce života při délce těla 376-457 mm (Baruš a Oliva, 1995). Miller a Kenedy (1947) zaznamenal pohlavní dospělost na Velkém Medvědím jezeře až ve věku 5-6 let. V Irsku našel Healy, (1956) mezi pomalu rostoucími štikami pouze 2 % samců dospívajících ve stáří 12 měsíců a 11 % samic ve stáří 24 měsíců.

Hlavním ukazatelem pohlavní dospělosti je podle Frost a Kipling, (1967) délka ryb a ne jejich stáří. Munro, (1957) pozoroval výtěr mličáka o velikosti 263 mm a jikernačky o velikosti 257 mm.

2.9 Reprodukční charakteristika- kvalita jiker a spermíí

Jikry mají bleďožlutou barvu. Počet jiker (absolutní plodnost) značně kolísá, ale má tendenci narůstat s vyšší hmotností a velikostí jikernaček. Počet jiker na 1 kg hmotnosti samice je velice variabilní a činil 17919-35900 (Toner a Lawler, 1969). Absolutní plodnost vzrůstá podle (Krupauera a Pekař, 1965) u štik z Lipna s velikostními skupinami ryb.

U ryb o hmotnosti 401-600 g činila průměrná absolutní plodnost 7877 kusů a u ryb o hmotnosti mezi 2601-2800 g již 63604 kusů jiker. Vyšší hodnoty plodnosti pro štiky shodných velikostních skupin zjistil u exemplářů z rybníků (Hochman, 1964 b).

Absolutní plodnost stoupla v závislosti na délce ryb od 22663 až do 88775 kusů jiker (ryby o délce 410-640 mm). Relativní plodnost se pohybovala v rozmezí 19712-49901 kusů jiker na 1 kilogram živé hmotnosti (v průměru 28652 kusů jiker), bez vztahu k rozměrům ryb (Baruš a Oliva, 1995). Ve srovnání s údaji o plodnosti štik z řeky Obu, Aralského jezera a Volhy jde o množství dvojnásobné (Kouřil a Hamáčková, 1975). Pro štiky z Aralského jezera o velikosti 300-450 mm uvádí Nikoľskij, (1963) v průměru 8287 kusů jiker a pro ryby ze severní části Kaspického moře 17581 kusů jiker. Mohou se však vyskytnout značné individuální rozdíly, kdy ryby vážící 1,5 kilogramu měly 28000-42000 kusů jiker a ryby o hmotnosti 6,81 kilogramu měly 186000-226000 kusů jiker (Frost a Kipling, 1967). Toner a Lawler, (1969) uvádí hodnoty 17919 až 35200 kusů jiker. Velikost jiker získaných od různě velkých štik z různého prostředí se pohybovala v rozmezí od 2,3 do 3 mm. Lahnstainer a kol, (1998) uvádí, že v 500 ml je zhruba 75000 jiker. Podle Lindrotha, (1947) se mikropyle uzavírá do 0,5-1 minuty od aktivace. Počet spermií v ejakulátu je dle pozorování Krupauer a Pekař, (1965) vyrovnaná.

Motilita spermií ve sladké vodě při 5 °C je 2 minuty, 1,5 min při 10 °C, 1 min při 15°C a 50 s při 20 °C (Steffens, 1976). U jedinců o hmotnosti 1,5 kilogramu činí 20 milionů spermií v 1 ml⁻¹ ejakulátu. U testikulárního mlíčí je uváděné množství od 21,9-42,7 milionů spermií v 1 ml⁻¹.

2.10 Způsoby výtěru štiky obecné

2.10.1 Přirozený výtěr

Štika se vytírá brzy na jaře, nejčastěji v březnu, jakmile roztaje led a teplota vody dosáhne úrovně 7-9 °C (Dubský a kol., 2003). V nížinách byl zaznamenán výtěr už v únoru. Zvláště po studených zimách byl výtěr pozorován naopak až v měsíci dubnu (Baruš a kol., 1995).

Štika při výtěru nejraději vyhledává travnaté, zvýšenou jarní vodou zatopené, luční okraje (Dyk, 1946). Nerozhoduje přitom, zda se jedná o řeku či údolní nádrž. S oblibou vždy vyplouvá do nejmělkých, 15-30 cm hlubokých a travou bohatě zarostlých míst, v pobřeží. Vlastní výtěr je bouřlivý a trvá zpravidla jen několik hodin (Baruš a Oliva, 1995).

Farrell a kol., (2006) zjistil a identifikoval ve svých studiích tři různé modely tření. Část populace se třela v příbřežních partiích brakických vod. Druhá část populace vyhledávala zaplavovanou vegetaci při jarním tání a třetí se třela v hlubokých vodách a to až do hloubky 6 m.

2.10.2 Poloumělý výtěr

S cílem získat kvalitní násadový materiál pro zarybnění volných vod se štiky v době blízké optimální zralosti (výtěru) přisazují v poměru 1:2 ve prospěch samců do menších dobře zatravněných rybníčků, kde se vytírají a plůdek je následně odlovován (Trejčka a Volf, 1944).

2.10.3 Umělý výtěr

Prvním realizovaný výtěr byl prováděn metodou „za mokra“ (Jórgensen a kol, 2010). Tato metoda spočívala v tom, že jikry a spermie byly společně přidány do vody. Jikry byly poté promývány vodou po dobu od 5-15 minut. Po roce 1950 byl u nás realizován umělý výtěr generačních štik, kdy jikry štik byly uměle osemeněny předem získaným spermatem. Jedná se o tzv. „suchou metodu“. Jikry jsou lepivé, proto musí dojít k odstranění jejich lepivosti za pomoci odlepkovacích roztoků. Poté se jikry nasazují do inkubačních lahví se spodním přítokem vody (Baruš a Oliva, 1995).

2.11 Inkubace a kulení jiker

Při teplotě 10 °C se embrya z jiker líhnou za 12 dnů, při teplotě 14-20 °C za 5-5,8 dne (Swift, 1965). Lillielundl, (1967b) uvádí, že při teplotě 5,8 °C se embrya líhnou za 30,9 dne a při teplotě vody 18 °C za 4,7 dne. Při přepočtu na denní stupně trvá inkubace při teplotě vody 8-10 °C 110-130 denních stupňů (Lusk a Krčál, 1982).

Embryonální perioda začíná oplozením, přes stádium moruly, blastuly a segmentace, v 70-90 denních stupních pokračuje důležitým stádiem očních bodů a ukončena je vylíhnutím embrya z vaječných obalů. Embryo je dlouhé 7-9 mm a nemá ještě prolomená ústa a žaberní aparát. Přichycuje se na vodní rostliny papilou v přední části (Čihař, 1956). Vaječný žloutek se pomalu zmenšuje a jsou vidět první pigmentové skvrny. Konec periody je doprovázen úplnou ztrátou žloutkového váčku, otevřením ústního otvoru a tím schopností exogenní výživy.

Při délce 30-35 mm, nastupuje larvální perioda provázená redukcí ploutevního lemu a vytvářením nepárových ploutví. Zakládají se také šupiny (Baruš a Oliva, 1995).

2.12 Chování a místa výskytu

Štika je stanovištní ryba, většinu dne se zdržuje v určitém okrsku, odkud pozoruje okolí a vyráží odtud na kořist (Lusk a Krčál 1982). V noci neloví, je aktivní během dne. Kořisti se zmocňuje prudkým výpadem, většinou jí nepronásleduje na delší vzdálenost. Stanoviště opouští jen vyjíměčně a často je ani po léta nemění (Baruš a Oliva, 1995).

V Lipenské nádrži bylo v letech 1965-1967 označováno 287 štik a byla sledována vzdálenost od místa vypuštění k místu opětovnému ulovení. Jak vyplynulo z rozboru na 106 opětovně ulovených štikách, většina štik (80 %) až do následujícího ulovení (i po 3. letech pobytu v nádrži), se vyskytovala do 2 km a 62 % dokonce do 1 km od místa původního vypuštění. Ve vzdálenosti větší než 2 km (až do 30 km) byly chyceny pouze jednotlivé exempláře samců. Tyto výsledky naznačují, že štika je stanovištní druh.

Mezi typické rysy tohoto druhu, bychom mohli zařadit pouze migraci na trdlišť za výtěrem (Baruš a Oliva, 1995). Štika nalézá vhodná stanoviště všude, kde voda příliš neproudí a je tam členité pobřeží s dostatkem vodních porostů, potopených kmenů, keřů. Pokud vyplouvá do rychleji tekoucích pstruhových vod, i tam vyhledává úkryty u kamenů, v zátočinách či v postranních ramenech (Baruš a Oliva, 1995). Snáší eutrofní typy vod. Nevyžaduje vysoký obsah kyslíku.

2.13 Obecné potravní nároky

Štika je označována za typického představitele sladkovodních dravých ryb (Baruš a Oliva, 1995). Dříve byla dokonce považována za škůdce snižujícího početnost ostatních ušlechtilých druhů ryb, a proto byla potlačována (Bubeníček, 1857). Štika o hmotnosti 1 kg sežere ročně v průměru asi 5 kg ryb (Blažka, 1962). Plůdek štiky se především živí zooplanktonem, později různými larvami a drobným vodním hmyzem. Od délky 50-100 mm se začíná živit i dravým způsobem (Baruš a Oliva, 1995).

Podle Buss (1961) se v jezerech Walesu štiky až do hmotnosti 8 kilogramů živily blešivci (*Gammarus pulex*). Bezobratlými a jinými nerybími organismy se však živí jen v případech, že jí v prostředí chybí menší velikosti ryb (Baruš a Oliva, 1995).

Potravou plůdku štiky se u nás zabývali Štědranský a kol., (1953), Čihař (1956) a Smíšek, (1966 b). Všichni tito autoři zjistili, že příjem potravy začíná v době, kdy ještě není zcela stráven žloutkový váček, obvykle od velikosti 11 mm. Plůdek o velikosti 20-40 mm dovede v jednom dni zkonzumovat 300-400 nauplií, tj. 30-40 % vlastní hmotnosti. Později s oblibou konzumuje velké perloočky (Baruš a Oliva, 1995).

Také v údolní nádrži Lipno, převládaly larvy vodního hmyzu a jiné menší organismy v potravě štíčího plůdku až do délky 100 mm. U 24 zkoumaných jedinců byl však obsah zažívacího traktu doprovázen výskytem plůdku ryb, především okouna říčního, který se již od července v litorálním pásu hojně vyskytuje (Vostradovský, 1971). Od délky těla 200 mm již měly všechny štiky z Lipna v zažívacím traktu pouze plůdek jiných druhů ryb a to především okouna říčního (*Perca fluviatilis*) a plotice obecné (*Rutilus rutilus*). Vostradovský, (1971) zkoumal obsah žaludku u 941 štik z Lipenské údolní nádrže a zjistil, že podíl okouna v potravě činil 49 % a plotice 31 %. Zbytek připadal na dalších 12 druhů ryb.

Vostradovská, (1978) udělala průzkum v nádržích (Želivka, Hubenov, Lipno) a taktéž došla k závěru, že štika preferuje okouna říčního před ploticí obecnou, což souvisí s početností těchto ryb v podobném typu vod. Rostoucí početnost jednoho druhu však může souviset s postupným úbytkem štik a je tedy určována vzájemnými vztahy mezi dravými a nedravými druhy ryb (Wajdowitz, 1961).

Ve srovnání s jinými druhy ryb (okouna, candáta obecného (*Sander lucioperca*)) má štika daleko širší potravní spektrum (Vostradovský, 1977). V potravě štik z Lipna byly zjištěny ryby o rozměrech 17-500 mm celkové délky, okoun od 17-179 mm, plotice od 48-266 mm, cejn velký 99-267 mm, kapr obecný 43-213 mm, štika obecná 99-267 mm (Baruš a Oliva, 1995). Kanibalismus byl zjištěn u 3 % ryb. S rostoucí délkou se snižuje počet druhů a jednotlivých ryb v zažívacím traktu štiky obecné, ale roste délka kořisti. Vysoká početnost nevýznamných druhů ryb v potravě štiky dokládá její význam pro obhospodařování tekoucích vod a údolních nádrží.

Podle Fortunatové (1961) se koeficient spotřeby pohybuje kolem 4-6 kg na 1 kg přírůstku. Roční spotřeba potravy štiky z Lipna činila z 1 ha vodní plochy v průměru za 28-42 kg, z toho podíl okouna a plotice byl 12-19 kg. Nejširší potravní spektrum zde měly štiky v letních měsících, naopak nejchudší v zimních měsících (Baruš a Oliva, 1995). Koeficient naplněnosti zaživadel dosahoval nejvyšších hodnot po výtěru 2,03 a koncem léta 2,29, nejnižší hodnoty byly naopak naměřeny v zimním období a to v průměru 0,17, což je dokladem sezonních změn v příjmu potravy.

Většina ryb je pozřena od hlavy, pouhé 3 % ryb je pozřena od ocasu (Baruš a Oliva, 1995). Při proniknutí do pstruhových vod (tekoucí i stojatých) v nich může štika napáchat značné škody (Vostradovská, 1978).

2.14 Růst ve volných vodách

Studie u mnoha typů vod ukázaly, že růst štik je silně ovlivněn abiotickými a biotickými faktory, jako je teplota vody, průhlednost vody, typ a množství kořisti (Margenau, 1995). Růst štiky závisí především na množství a dostupnosti potravy a způsobech odchovu. Ve stáří 3-4 týdnů dosahuje plůdek štik velikosti okolo 50 mm, na podzim prvního roku života 100-300 mm a hmotnosti 50-100 g, výjimečně ale až 500 až 800 gramů. Ve druhém roce života dorůstají štiky délky těla i více než 500 mm a hmotnosti 300 až 1000 gramů. Ve třetím roce odchovu se pohybuje hmotnost štik kolem 1-2,5 kg. Průměrný roční přírůstek chovaných štik se pohybuje kolem 1-2 kg. Spotřeba ryb na jeden kilogram přírůstku se pohybuje okolo 4-6 kilogramů. V dřívější době byl tento poměr neprávem zveličován a to až na 50 kilogramů krmných ryb na jeden kilogram přírůstku (Dubský a kol, 2003).

Štika obecná je obvykle řazena mezi ryby dosahující středního stáří, i když většina dosahuje jen 3-5 let života, zřídka 8-10 let života. V České republice a na Slovensku jsou obvykle loveny štiky 3-5 leté, nejčastěji čtyřleté (Baruš a Oliva, 1995).

Štika náleží do skupiny ryb s nejrychlejším růstem (Johal, 1980a). Růst štiky je obvykle dosti rychlý, zejména v prvním roce života. Koncem prvního roku života štika dorůstá 160-250 mm. Rozdíly bývají značné nejen v různých vodách, ale i na stejné lokalitě (Baruš a Oliva, 1995). Z pozorování růstových hodnot Olivy, (1962) vyplývá, že pomaleji rostly štiky v 1. roce života v Učinské nádrži, kde dosáhly 82 mm, v Lipně 163 mm, v Klíčavě 214 mm, ve Vltavě v Praze 219 mm, ve Slapské nádrži 222 mm a v Ilmeňském jezeře 245 mm. Růst samců je pomalejší než u samic a lovná délka je dosahována ve 3-5. roce života.

Stáří štiky je určováno podle struktury šupin a přírůstku skřelových kostí. Růst je někdy alometrický (Frost a Kipling, 1959). Metodické otázky určování stáří podle struktury šupin a přírůstků na operkulu a srovnání výsledků šupinné metody určení stáří a zpětného růstu podle těchto struktur provedl u šupin z 3226 štik a podle operkula u 419 jedinců (Vostradovský, 1969c).

Hodnoty zpětně vypočtených délek u 345 ryb podle struktury šupin byl o něco vyšší než u stejných jedinců při použití „kostní“ metody (podle ročních přírůstků hlavní kosti žaberního víčka) (Baruš a Oliva, 1995). Různé velikosti stejně starých štik jsou zřejmě vyvolány typickým stanovištěm štiky, která na kořist pasivně čeká a mnohdy může docházet i ke hladovění. Mladí jedinci mohou svými rozměry přesáhnout i starší exempláře (Baruš a Oliva, 1995). Většina štik dosáhne délku těla 400 mm ve třetím roce života. Ve čtvrtém roce 500 mm (400-600 mm). Na všech lokalitách rostou rychleji samice než samci (Lusk a Krčál, 1982). Johal, (1980 a) uvádí, že štiky rostou pomaleji v menších vodách (tůně a odstavená říční ramena), než v řekách a jezerech.

Růstové schopnosti štiky současně s pohybovým projevem posuzoval Vostradovský, (1969c). Bylo zjištěno, že pohybově aktivnější štiky rostli rychleji než typicky stanovištní (opakovaně lovené na stejném místě). Průměrný denní přírůstek aktivních štik činil u samic 7,09 g a u samců 2,82 g, u stanovištní (pohybově pasivních) činil u samic 3,30 g a u samců 1,30 g. Individuálně značková samice vyrostla z 1755 g na 4600 g za 24 měsíců. Samec z 815 g na 2850 za 20 měsíců.

2.15 Chov štiky

2.15.1 Extenzivní produkce plůdku v rybnících

Pro chov rychleného plůdku se používají výtažníky o velikosti od 0,5 do 5 ha s průměrnou hloubkou do 50 cm. Pro zdárný vývoj planktonních organismů je zapotřebí pomalé zaplavování travou porostlých břehů (Timmermans, 1979).

Hustota nasazení se může lišit a to především v závislosti na produktivitě vody a na požadované velikosti štičího plůdku. Po 14-21 dnech dosahuje štičí plůdek délky těla 40 mm. Timmermans (1979) udává hustotu nasazení 2-80 ks·m², odchov po dobu 2-7 týdnů. V současné době je pozornost zaměřena na produkci rychleného plůdku o velikosti 4-5 cm při hustotě nasazení 10-15 ks·m² po dobu 3 týdnů. Přežití bývá nízké od 5 do 50 %, zpravidla ale jen 20 % (Timmermans, 1979).

Hubenova a kol., (2010) provedla experiment s přirozeným výtěrem a následným odchovem juvenilních ryb až do hmotnosti jednoho kusu 1712,24 mg a délky 60.83 mm. Do rybníčku bylo nasazeno celkem 7 generačních ryb z toho 4 mlíčáci a 3 jikernačky. Výlov rybníčku byl proveden za šest týdnů od výtěru. Autorka zkonstatovala, že štičí larvy mají dobrou dynamiku růstu, ale rozhodující faktor je množství potravy.

Technické řešení použitých rybníků by mělo umožňovat lovení „pod hrází“, případně kombinovat tento způsob s výlovem na podložní síť. Z praktických zkušeností se jako vhodnější jeví rybníky menší (cca 1 ha), které lze rychle vypustit (Klimeš, 2003-ústní sdělení).

Vyprodukovaný štičí plůdek často nachází uplatnění v produkčním rybářství nebo k zarybnování rybářských revírů. Štičí plůdek o velikosti 3-4 (5) cm se na českém trhu obchoduje za 1 Kč za 1 ks (online 3).

2.15.2 Polointenzivní chov rychleného plůdku v rybnících

K produkci rychleného plůdku je využíváno menších rybníčků do velikosti 0,2 ha. Odchov většinou probíhá v monokultuře v příkopových (náhonových) rybníčcích, s cílem získání Š_r. Tento postup vychází ze zahraničních poznatků, které prokazují, že při odchovu štiky nehraje zásadní roly plocha nádrže, ale délka břehů.

U nás byla tato metody mnohokrát vyzkoušena (Lusk a Krčál, 1982, 1986). Příčný profil nádrže má tvar rovnoramenného lichoběžníku. Stěny mají sklon 1:1-1,5 a šířku dna 30-50 cm. Stěny jsou zatravněné, dno zpevněno betonovými deskami. Regulovatelným přítokem se udržuje výška hladiny na 30-80 cm. Výpust je požerákového typu. Rybníčky mohou být postaveny v sérii se společným odlovným objektem. Do jednoho náhonu se nasazuje 10 000 Š₀. Potrava pro plůdek je zde zajišťována přihnojováním a přidáváním živého zooplanktonu naloveného v rybnících (Timmermans, 1978). Ten taktéž udává hustotu nasazených ryb obvykle od 12 do 120 ks·m². Délka odchovu je 2,5-6 týdnů. Přežití bývá okolo 20 %.

Využití takového rychleného plůdku bývá stejné, jako popisované v předešlé kapitole.

2.15.3 Intenzivní produkce rychleného plůdku ve speciálních zařízeních

Nejčastěji k tomuto účelu bývají používány sklolaminátové žlaby o rozměrech 5x0,8x0,8m nebo betonové nádrže, které jsou zásobovány vodou z rybníka, kde dochází k masovému rozvoji zooplanktonu. Průtok vody má dosáhnout úrovně 0,5-2 l·s⁻¹ na 1m³ nádrže, při hloubce vodního sloupce 40 cm. Obsah kyslíku nesmí poklesnout pod 5-6 mg · l⁻¹ na odtoku z nádrží (Steffens, 1976) a teplota vody se udržuje v rozmezí 16-18 °C. Pokud se začne ve zvýšené míře objevovat kanibalismus, je nutné teplotu vody dočasně snížit na 13 °C.

Timmermans (1979) uvádí hustotu osazení od 500 do 30 000 ks·m², ale doporučuje se nejvýše 9 000 ks·m². Obvyklá hustota v praxi je 3 000 ks·m². Přežití se může pohybovat od 50 do 90 %. Často je možné vyprodukovat dva po sobě jdoucí odchovy. Plůdek je nutné přikrmovat naloveným zooplanktonem. Množství krmiva předkládaného plůdku se řídí rychlostí růstu jedinců. Denní krmná dávka dosahuje úrovně 25-35% hmotnosti obsádky a je rozdělena do více porcí. V prvních dnech se krmí tříděným planktonem. Přibližně po třech týdnech dosahuje štičí plůdek velikosti 40-50 mm.

Další možností odchovu plůdku je krmení naupliemi Žábronožky solné (*Artemia salina*). Tento pokus provedla (Hubenova a kol., 2010). K pokusu bylo využito 20 l akvárií. Délka pokusu byla 20 dnů. Hustota larev byla: 10-20-30 ks·l⁻¹. Váha larev na začátku pokusu byla 12,53 mg. Pokus byl vyhodnocen 10. den a 20. den odchovu. V desátém dnu byl růst ryb největší u hustoty nasazení 30 ks·l⁻¹. Při druhém vyhodnocení opět dosáhla největší hmotnosti skupina s hustotou 30 ks·l⁻¹. Teplota vody v průběhu odchovu se pohybovala okolo 10 °C.

Závěrem lze říci, že je možné larvy štik odchovávat na náhradním živém krmivu.

2.15.4 Odchov v klecích

U nás i v zahraničí byl tento způsob vyzkoušen k rozkrmu štičího plůdku v délce trvání 10-20 dnů.

Mihálik (1963) použil k tomuto účelu klece o rozměru 4x1,5x1 metr, potažené jemnou síťovinou propouštějící zooplankton. Obsádka činila 15-20 tisíc Š₀. Přibližně po týdně dosáhl štičí juvenilové délky 20mm, byl přeloven a dále chován v monokultuře, například v náhonových rybníčcích. Předností tohoto způsobu je omezení ztrát, které nastávají krátce po vysazení plůdku do výtažníků a ve zrychlení růstu ryb.

Předpokladem úspěšného růstu je nadbytek přirozené potravy (Žiliukiene a Žiliukaz., 2006). Ten samý autor popisuje případ odchovu štičky v jednom z litevských jezer, kde byly použity 1.5 m³ velké klece, které byly připojeny k plovoucí palubě zakotvené v zátocce jezera 100 m od pobřeží. Hloubka v místě ukotvení klece byla 1 m. Klece měly velikost ok 1,2×1,2 mm. Pomocí žárovek (2x12 V/60 W) umístěných v hloubce 0,5 m pod hladinou byl v nočních hodinách lákán zooplankton. Světlo bylo zapnuto ve 21.00 hodin večer a vypnuto v 7.00 hodin ráno. Čistění ok v klecích probíhalo 2 krát týdně, aby se předešlo zarůstáním. Pokus probíhal po dobu 19 dnů (11-29. května). Pro kontrolu byly určeny dvě klece s již plně rozplavanými štikami (stáří 8 dnů), v hustotě 3000 jedinců na m³. Na začátku experimentu byly odebrány vzorky ryb v 1. a 5. dni chovu. Později za účelem přesnějšího určení začátku projevu kanibalismu byly odebírány vzorky každé 2-3 dny (7. 9. 12. a 14. den experimentu). Vzorky ryb (10 jedinců z každé klece) byly odebírány dvakrát za 24 hodin (v 1.00 a 13.00 hodin). Současně byly odebrány vzorky zooplanktonu a to ve stejném čase (tedy v 13.00 a v 1.00 hodinu). Vzorky zooplanktonu byly odebírány pomocí planktonní sítě uvnitř klece. Také byl odebrán jezerní zooplankton ve vzdálenosti 10 m od klecí.

Osvětlení prostoru v okolí klecí zvýšilo početnost tří hlavních zooplanktonních skupin v okolí klecí 1,4 násobně. Teplota vody v jezeru se pohybovala mezi 14,4 a 17,8 °C. Průhlednost vody byla 2,6 m.

Druhý experiment trval od 22. do 29. května (9 dní). Začátek kanibalismu byl zaznamenán stejně jako v prvním pokusu 12. den pokusu. Cílem druhého experimentu bylo zjistit, zda je možné, aby se zabránilo kanibalismu v osvětlených klecích po výrazném snížení hustoty obsádky štičích larev v porovnání s prvním experimentem. Během druhého pokusu byla koncentrace ryb 230 jedinců na m³. Souběžně byly opět odebírány vzorky planktonu.

Po experimentu byly všechny přeživší larvy spočítány a u 40 z nich byl zkoumán obsah zažívadla. Teplota vody v průběhu druhého experimentu se pohybovala v rozmezí 15,2 až 17,8 °C. Průhlednost vody byla 2,6 m. Nejčastěji využívaný zooplankton byl ze skupiny *Copepoda*. V noci byla biomasa v osvětlených klacích vyšší než v neosvětleném prostoru jezera. V osvětlených klecích připadlo na *Copepody* až 94,7 % konzumované potravy. *Cladocera* tvořily 28,8 %. Dále byly v potravě *Rotatoria sp a Chyromus plumosus*. Ke kanibalismu došlo i v případě 230 jedinců na 1m³. Míra kanibalismu byla ke konci pokusu 90,9 %.

Nejintenzivnější příjem potravy byl pozorován v noci. Štičí larvy mohou být přirozeně krmeny až 2 týdny. V tomto období se jejich průměrná standardní délka zvýší z 13,1 až na 20,0 mm. Další chov larev v osvětlených klecích nemá význam, protože ztráty způsobené kanibalismem jsou enormní. Výhodou takového odchovu je malá ekonomická zátěž. Druhou výhodou je, že plůdek lze snadno kontrolovat v průběhu odchovu (Žiliukiene a Žiliukaz, 2006)

2.15.5 Odchov štiky v polykultuře s kaprem

Odchov v polykultuře s kaprem, s cílem odchovu Š₁. Do rybníků s příbřežní vegetací se nasazuje zpravidla 1-2 tisíc Š₀. ha⁻¹ a do rybníků s menším množstvím porostů je to 500-1500 ks Š₀. ha⁻¹. Pravidelným hnojením se zde stabilizuje rozvoj přirozené potravy plůdku a někdy se do těchto rybníků záměrně vysazují i generační líni obecní (*Tinca tinca*), plotice obecné (*Rutilus rutilus*) nebo perlíní ostrobřiší (*Scardinius erythrophthalmus*).

Ztráty při tomto způsobu odchovu jsou však dosti vysoké a to až na úrovni 60-90 % (Dubský a kol, 2003). Obecně platí zásada kombinace Š_r-Š₁ k dvouletému kapru, Š₀ ke K₁. Vyhýbáme se vysazování větších štik do kaprových rybníků. Při chovu Š₁-Š₂ počítáme se zvýšením přírůstků o 20-50 kg na hektar. Doporučuje se vysazování 20-50 Š₁ na hektar. Ztráty jsou 25-50 %. V Polsku se vysazuje 200-600 ks Š₁ na hektar (online 6).

Odchov štik v dalších letech se uskutečňuje v rybnících, v polykultuře s kaprem. Obecně dodržujeme zásadu, aby velikost kaprů vylučovala již na začátku odchovu možnost, že kapři by se mohli stát kořistí štik. Můžeme proto kombinovat např. obsádky K₁ s Š₀ nebo Š_r, K₂ s Š_r či Š₁. Totéž platí i pro období komorování, kdy štiky sice omezují, ale ne zcela příjem potravy. S výjimkou odchovu generačních ryb se v rybníkářství vyhýbáme nasazování ryb těžších než 1 kg.

Při odchovu dvouletých štik (Š₁-Š₂) můžeme v rybnících s dostatkem plevelných ryb dosáhnout přírůstku produkce o 20-50 kg·ha⁻¹. V Polsku doporučují vysazovat do vhodných rybníků 200-600 ks Š₁·ha⁻¹. Ztráty se při tomto chovu pohybují na úrovni 20-40 %. Ve třetím roce odchovu nepřekračuje počet přisazovaných štik 10 ks Š₁·ha⁻¹. Přežití nemá klesnout pod hranici 80 %. Pro porovnání dosahují v Polsku dobrých výsledků i při hustotě nasazení 20-30 ks Š₂·ha⁻¹ (Dubský a kol., 2003).

2.16 Teplota vody

Teplota vody má rozhodující význam při počátečním odchovu juvenilních štik obecných v kontrolovaných podmínkách. Teplota vody v rozmezí 24-28 °C přispívá k lepšímu příjmu potravy, než-li nižší teploty.

Szczepkowski (2006) provedl pokus na 71 dnů starých juvenilních štik. Průměrná hmotnost štik byla $5,7 \pm 1,3$ gramu a průměrná délka těla 88 ± 7 mm. Experiment byl proveden ve třech nádržích o objemu 1 m³ napojených na recirkulační systém. Při teplotách vody $20,0 \pm 0,2$; $24,0 \pm 0,1$; $28,0 \pm 0,0$ °C. Po 32 hodinách od nasazení bylo docíleno požadovaných teplot a začalo se s krměním. Ryby byly krmeny pomocí samokrmítek. Každých sedm dní byly ryby přelovovány, aby se zjistila jejich hmotnost (upravena krmná dávka). Denní krmné dávky byly 2, 3, a 4 % rybí biomasy. Poté byly krmné dávky upraveny na 2,5 a 3 % rybí biomasy. Intenzita světla byla $232,2 \pm 67,0$ luxů po dobu 24 hodin. Nejpomalejší růst odchovávaných štik byl ve skupině s teplotou 20 °C, kde byla konečná průměrná tělesná hmotnost $11,90 \pm 1,41$ gramu. Největší délka těla byla zaznamenána u ryb chovaných při teplotě 24 °C. Nejvyšší přežití bylo při teplotě 28 °C a to 98,7 %. Nejnižší konverze krmiva bylo dosaženo u skupiny s teplotou vody 20 °C a to $0,61 \pm 0,05$. Zatímco nejvyšší konverze krmiva bylo dosaženo u skupiny s teplotou vody 28 °C a to $0,71 \pm 0,04$.

Kucska a kol., (2005) provedl pokus, který porovnával vliv velikosti štik na jejich růst. Pokus měl rozdělen do dvou skupin, podle velikosti ryb. První skupina označována jako S (small) o průměrné hmotnosti $6,8 \pm 1,6$ gramu. Druhá skupina označována jako L (large) o průměrné hmotnosti $10,4 \pm 2,1$ gramu. Ryby byly chovány ve 400 l akváriích napojených na recirkulační systém. Na každé akvárium připadly 3 g rybí biomasy na jeden litr, což odpovídá pro skupinu S počtu 105 jedinců a pro skupinu L 90 jedinců. Pokus trval 28 dnů při teplotě vody 22 °C a byl rozdělen podle týdnů, přičemž po každém týdnu byly upraveny denní krmné dávky. První dva týdny byla krmná dávka 4 % biomasy a velikost pelet 4 mm. Ve třetím týdnu se krmná dávka snižovala na 3,5 % biomasy a velikost pelet byla upravena na 6 mm. Ve čtvrtém týdnu byla krmná dávka snížena na 3 % biomasy a velikost pelet zůstala stejná. Krmivo bylo podáváno automaticky pomocí krmítek. Na konci pokusu byla konečná hmotnost u skupiny S $19,2 \pm 4,9$ g a u skupiny L $24,0 \pm 5,9$ g.

Vyšší růst na konci odchovného období vykazovala skupina ryb, která měla na začátku vyšší hmotnost. Skupina s nižší hmotností zaostávala v růstu jenom nepatrně (1,2 g). SGR bylo u skupiny S $3,7 \pm 0,1$ % d^{-1} a FCR $1,0 \pm 0,14$. SGR u skupiny L bylo $3,4 \pm 0,04$ % d^{-1} a FCR $1,1 \pm 0,11$.

2.16.1 Vliv světla

Szczepkowski (2009) zkoumal různou intenzitu světla (1 lux, 5 luxů., 50 luxů, 438 luxů) a jeho vliv na příjem krmiva a míru kanibalismu. Při osvětlení 1 luxem byla míra kanibalismu $3,3 \pm 1,0$ %, zatímco při osvětlení 438 luxy dosáhla míra kanibalismu $28,8 \pm 0,4$ %. Z experimentu je patrné, že při stoupající intenzitě světla stoupá míra kanibalismu, ale stoupá i příjem krmiva. Pro odchov juvenilních štik se jeví jako nejlepší řešení užívat intenzitu světla do 50 luxů.

2.16.2 Velikost krmné dávky

Szczepkowski (2009) zkoušel různou velikost denní krmné dávky při odchovu juvenilních ryb. Ryby byly rozděleny do tří skupin s různou intenzitou krmení, množství podávaného krmiva bylo 4, 6 a 8 % z biomasy nasazených ryb). Počáteční hmotnost jednoho kusu byla $2,51 \pm 0,35$ g. Největšího kusového přírůstku bylo dosaženo ve skupině s intenzitou krmení 6 % hmotnosti obsádky. Na konci experimentu byla kusová hmotnost $6,11 \pm 0,59$ g. Nejvyšší přežití bylo u skupiny s 8% krmnou dávkou a to $95,5 \pm 1,8$ %. Kanibalismus u skupin 4 a 6% byl téměř vyrovnaný 14 a 14,4 %. U skupiny s 8 % krmné dávky byl kanibalismus velmi nízký a to na úrovni $2,3 \pm 3,1$ %.

Závěrem lze říci, že výsledky experimentů jsou nejednoznačné, protože při podávání vyšší dávky krmiva se sice snižuje míra kanibalismu, na druhé straně se však zvyšuje konverze krmiva.

2.16.3 Velikost pelet

Szczepkowski (2009) ve svém experimentu zkoumal, zda různá velikost pelet má vliv na růst ryb. Ryby byly rozděleny do dvou skupin. U první skupiny byla velikost pelet 0,61,0 mm. Druhé skupině byly podávány pelety o velikosti 0,8-1,4 mm. Hmotnost nasazených ryb byla $0,101 \pm 0,023$ g. Na konci experimentu byla hmotnost ryb v první skupině $0,68 \pm 0,03$ g a u druhé skupiny $0,73 \pm 0,03$ g. Míra kanibalismu byla u obou skupin téměř totožná. Taktéž růstové ukazatele (SGR, FCR, PER) byly vyrovnané. Autor konstatuje, že získané výsledky byly podobné a že velikost podávaného krmiva výrazně nepřispěla k vyššímu růstu odchovávaných ryb.

2.16.4 Frekvence krmení

Kucska (2007) prováděl pokus, který měl objasnit, zda má vliv frekvence krmení na růst ryb. Štíky choval v šesti 350 l kruhových bazénech. Nasazeny byly po 50 kusech do každé nádrže, s biomasou $1,37 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. Teplota vody byla konstantní $21,1 \text{ }^\circ\text{C}$. Pokus byl rozdělen do dvou skupin, přičemž první skupina byla krmena 2x denně v 7.00 ráno a v 19.00 večer. U druhé skupiny byly ryby krmeny kontinuálně. Množství podávaného krmení bylo 3,5 % z celkové biomasy ryb a po týdnu se množství krmiva upravovalo dle aktuální biomasy. Osvětlení bylo trvalé a to 30 luxů. Míra konverze krmiva (FCR) se u obou skupin významně nelišila. U obou skupin nebyl pozorován žádný kanibalismus. Experiment prokázal, že frekvence krmení nemá zásadní vliv na růst ryb. V tomto případě nebyly pozorovány odchylky v růstu s různou frekvencí podávaného krmiva.

Szczepkowski (2009) provedl obdobný experiment. Ryby byly rozděleny do dvou skupin. V první skupině byly ryby krmeny kontinuálně 12 hodin s následnou 12-ti hodinovou pauzou. Ve druhé skupině byly ryby krmeny kontinuálně krmeny 24 hodin. Váha jednotlivého kusu na začátku pokusu byla $0,201 \pm 0,054$ g v obou skupinách. Přežití ryb v první skupině bylo $50,3 \pm 2,6\%$. A ve druhé skupině $62,4 \pm 0,4 \%$. Míra kanibalismu byla v první skupině $31,0 \pm 2,2$ a ve druhé $14,9 \pm 4,5\%$. Lze konstatovat, že při kontinuálním 24 hodinovém krmení, došlo k výraznému poklesu kanibalismu a ke zlepšení přežití jedinců.

2.16.5 Hustota nasazení

Giles a Wright (1986) provedl pokusy týkající se hustoty nasazených ryb. Do nádrží o velikosti 0,054 m³ byla zvolena hustota 50, 100, 150 ks. To odpovídalo 277 ks, 555 ks a 833 ks na m². Pokus probíhal 7 týdnů, během nichž bylo pozorováno sociální chování a příjem krmiva. Krmení probíhalo živou potravou, počínaje zooplanktonem a konče larvami okounů obecných v množství ad libitum. Z výsledků vyplývá, že jedinci v nejvyšší hustotě trpěli nejvyšší mírou kanibalismu. Při odchovu juvenilních jedinců je krmení živou potravou v záporu s intenzivním produkčním chovem (Policar, 2012-ústní sdělení).

Szczepkowski (2009) zkoumal hustotu nasazení a to 1,03, 2,98 a 4,90 kg nasazených ryb na 1m³. (Skupiny G1, G3, G5). Hmotnost nasazených jedinců byla 0,54 ± 0,14 g na 1 kus. To odpovídá hustotě nasazení u G1: 1,9 ks·l⁻¹, G3: 5,5 ks·l⁻¹ a G5: 9,0 ks·l⁻¹. Přežití bylo ve všech skupinách vysoké, nejnižší ve skupině o hustotě obsádky 1,03 kg·m³- 80,9 ± 1,2 % a nejvyšší ve skupině se 2,98 kg·m³- 87,2 ± 3,6 %. Ztráty zapříčiněné kanibalismem byly ve skupině G1- 15,1 ± 1,1 v hustotě G3- 10,2 ± 3,7 a v hustotě G5- 13,1 ± 4,3 (%). Přirozené ztráty byly nejvyšší v hustotě G1- 4,0±0,7 a nejnižší v hustotě G3 2,6 ± 0,2 (%). Konečná tělesná hmotnost, délka ryb a SGR byla ve všech hustotách téměř identická. Z tohoto experimentu vyplynulo, že hustota měla vliv na přežití a míru kanibalismu, avšak neměla vliv na SGR a biometrické parametry.

2.16.6 Tvar nádrže

Podle Szczepkowski (2009) i tvar nádrže ovlivňuje výsledky intenzivního chovu juvenilních štik obecných. V pokusu byly zvoleny dva typy nádrží a to kruhová a čtvercová nádrž. Na začátku pokusu byly pozorovány rozdíly v chování ryb. Ve čtvercových nádržích se ryby shlukovaly do velkých shluků, hlavně v povrchové vrstvě. U kruhových nádrží byly ryby v povrchové vrstvě rovnoměrněji rozprostřeny (netvořily velké shluky). Z autorových zkušeností vyplývá, že vhodnější pro hmotnostní růst byly nádrže čtvercové, naopak pro růst velikostní byly vhodnější spíše nádrže kruhové. Míra kanibalismu byla nižší ve čtvercových nádržích. Přežití bylo vyšší u čtvercových nádrží.

2.16.7 Třídění

Szczepkowski (2009) popisuje ve svém článku experiment, kde hodnotil vliv třídění na úspěšnost odchovu juvenilních štik obecných. Ryby byly roztrženy podle skupin a to následovně: SW (velké ryby), SM (malé ryby), N (netříděné) a skupina S (tříděné malé a velké). Konečná váha byla se skupině SW $3,43 \pm 0,42$ u SM $2,78 \pm 0,29$, N $3,67 \pm 0,46$, S (SW+SM) $3,10 \pm 0,27$ (g). Konečná délka (cm) byla u skupiny SW $7,4 \pm 0,2$, SM $6,8 \pm 0,1$, ve skupině N $7,6 \pm 0,2$ a u S $7,1$ byla délka $7,1 \pm 0,2$. Z těchto měření vyplývá, že ve skupinách SW, N, S byly výsledky podobné, zatímco ve skupině SM byla váha i délka ryb nejnižší. Míra přežití ve skupině SW $77,0 \pm 0,5$ %, SN $75,5 \pm 1,6$, e skupině N $70,1 \pm 1,9$, S $76,2 \pm 0,8$. Míra kanibalismu (%) byla ve skupině SW $21,9 \pm 0,9$, SM $23,6 \pm 1,4$, N $29,1 \pm 2,0$, S $22,8 \pm 0,8$. Z těchto měření vyplývá, že u netříděných ryb bylo mnohem větší procento kanibalismu a menší procento přeživších ryb oproti ostatním skupinám. Třídění má pozitivní vliv na růst přežití a míru kanibalismu.

2.16.8 Vnější vizuální podněty

Szczepkowski (2009) provedl experiment, který se zaměřil na vnější vizuální podněty. Pokus byl rozdělen do dvou skupin a to: skupina A, která měla nad nádržemi nataženou síťovinu a na skupinu B, která měla volnou vodní plochu. V první uvedené skupině (A), štičí plůdek nereagoval na vnější podněty a to i na reakce, při kterých dochází k únikům ryb směrem ke dnu nádrže. V tomto případě byl tento jev pozorován pouze při krmení (ryby aktivně vyhledávaly krmivo). Ve skupině B, všechny pohyby v blízkosti nádrže vyvolaly náhlé změny v pohybu ryb směrem ke dnu. Vyšší přežití bylo dosaženo ve skupině B $87,0 \pm 2,3$ % a ve skupinou A $79,4$ %. Míra kanibalismu ve skupině A $16,7 \pm 0,3$, ve skupině B $10,6 \pm 2,1$ (%). Nižší přírodní ztráty byly rovněž zaznamenány ve skupině B než ve skupině A. Ostatní parametry jako W (g) a TL (mm) nebyly v obou skupinách rozdílné. Z toho vyplývá, že je lépe vystavit ryby vnějším vizuálním podnětům.

2.16.9 Polykulturní akvakulturní obsádky

Szczepkowski (2006) uvádí ve svém experimentu možnou kombinaci v chovu štik v akvakultuře s jinými druhy. Ve svém experimentu použil jesetera sibiřského (*Acipenser baeri*, Brandt). V případě mnoha druhů dravých ryb (larvy a juvenilní stádia) se musí zkrmovat větší množství krmiva, aby se předešlo kanibalismu. Krmení v některých případech zůstává nevyužito na dně, proto se využívá jiných druhů ryb, které jsou schopné toto krmení využít.

Experiment byl proveden ve dvou etapách. V první etapě byl použit štičí plůdek s průměrnou tělesnou hmotností 113 ± 5 mg. Tento plůdek byl chován v monokultuře (J0), a v polykulturách, z nichž jedna obsahovala 40 % štičí biomasy (J40) a druhá obsahovala 80 % biomasy štik (J80). Rozdíly v jednotlivých skupinách byly v ukazateli přežití a konverze krmiva. Přežití v monokultuře $72,1 \pm 7,4$ % v (J40) $80,4 \pm 0,2$ %, (J80) $81,7 \pm 5,0$ %. Konverze krmiva v (J0) byla $0,80 \pm 0,02$, (J40) $0,81 \pm 0,03$, (J80) $0,79 \pm 0,00$. Ve druhé fázi experimentu vážil plůdek štiky $3,1 \pm 0,1$ g. Část odchovu probíhal v monokultuře (skupina J0) a další část probíhala v polykultuře s 10 % (J10) a 20 % (J20) biomasy štik. Přežití v monokultuře $91,4 \pm 1,2$, (J10) $95,0 \pm 0,0$, (J20) $93,2 \pm 6,2$ (%). Konverze krmiva v monokultuře $0,89 \pm 0,01$ (J10) $0,91 \pm 0,02$ a v (J20) $0,92 \pm 0,01$. Míra kanibalismu byla nižší o 12 % v polykulturách. Přežití štik bylo lepší v polykulturách, nežli v monokultuře. Lepší využití krmiva bylo v polykulturách. Pracovně náročné odstraňování krmiva bylo sníženo a byl minimalizován zásah do nádrže při odchovu ryb.

3 Materiál a metodika

3.1 Experimenty a cíle pokusu

V diplomové práci byl pokus rozdělen do dvou experimentů. V prvním experimentu (dále skupina M- Mydlovary) byl zkoumán vliv hustoty larev na jejich růst, kondici a přežití. Na začátku i na konci prvního experimentu byly u larev sledovány tyto parametry: biometrické ukazatele (hmotnost, celková délka těla, délka těla, délka čelisti, délka oka a délka hlavy, prenatalní délka) a FQ, přežití, SGR byl zkoumán pouze na konci experimentu.

Ve druhém experimentu (skupina NH- Nové Hrady) byl zkoumán vliv původu larev z hlediska růstu, kondice a přežití, přičemž byly sledovány stejné parametry jako u experimentu číslo jedna. Na konci experimentu byly biometrické ukazatele a ostatní parametry porovnány.

3.2 Měření biometrických ukazatelů a ostatních parametrů

3.2.1 Biometrické ukazatele

3.2.1.1 Délka

1- 2: Longitudo totalis- celková (absolutní) délka těla je vzdálenost od přední části rypce do konce nejdelšího paprsku ocasní ploutve (Obr.3).

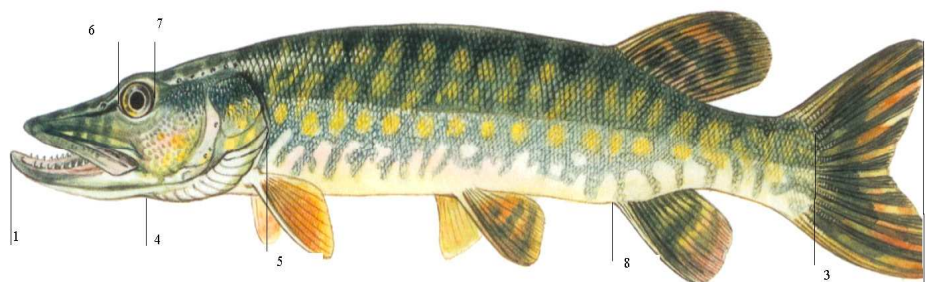
1- 3: Longitudo corporis (l, SL) Délka těla byla měřena v rozmezí mezi rypcem při zavřených rtech, do konce ošupení kořene ocasu, tj. délka těla bez ocasní ploutve.

1- 4: Longitudo mandibulare – délka dolní čelisti, její největší délka.

1- 5: Longitudo capitis – délka hlavy je boční vzdálenost od vrcholu rypce při zavřených ústech do zadního nejdále vzdáleného okraje skřelí.

6- 7: Diameter oculi – průměr oka, není-li udáno jinak, jde o průměr horizontální (někdy se uvádí i průměr vertikální). Počítán je jen průměr rohovky

1- 8: Distantia praeanalis- předanální rozmezí je vzdálenost mezi začátkem rypce a začátkem základny řitní ploutve.



Na obrázku (Obr. 3) byly vyznačeny jednotlivé měřené biometrické ukazatele.

3.2.1.2 Hmotnost

Měření hmotnosti (W) na začátku i na konci experimentů viz kapitola charakteristika nasazovaných larev.

3.2.2 SGR

(Specific Growth Rate). Specifická rychlost růstu byla vyhodnocena na konci experimentu. Použitý vzorec podle (Polícar a kol., 2007) $SGR = 100 (\ln W_2 - \ln W_1) / t$
 W_1 - hmotnost počáteční W_2 - hmotnost konečná t - délka odchovu ve dnech

3.2.3 FQ

Použitý vzorec podle (Polícar a kol., 2007), upraveno $FQ = 100 W_2 L_T^{-3} W_2$ - hmotnost konečná L_T - délka těla

3.2.4 Přežití

Bylo vypočítáno podle vzorečku (Szczepkowski 2009) $S = L_k L_p^{-1} \times 100\%$.
 L_k - počet ryb na konci experimentu, L_p - počet ryb na začátku experimentu.

3.3 Získání nasadového materiálu

K prvnímu experimentu byl použit částečně rozplavaný váčkový plůdek štiky (\check{S}_0), který byl dovezen z rybí líhně Mydlovary (Rybářství Hluboká cz s.r.o.). Pro druhý experiment byl váčkový plůdek dovezen z rybářského podniku (Rybářství Nové Hrady s. r.o.), avšak zkoumány byly i larvy z Mydlovar.

Pro každý experiment bylo dovezeno vždy celkem 100 000 váčkového plůdku

3.4 Transport

Transport plůdku byl v obou případech proveden v pěti polypropylenových pytlích naplněných po 1/3 vodou z líhně. Zbylé 2/3 byly tvořeny kyslíkem z tlakové láhve. Množství přepravovaného váčkového plůdku (\check{S}_0) na jeden pytel činilo 20 tis jedinců. Délka přepravy nepřesáhla 2 hodiny.

3.5 Charakteristika nasazovaných larev

Dovezené larvy z rybí líhně Mydlovary měřily průměrně na začátku pokusu TL $12,850 \pm 6,606$ mm a jejich hmotnost činila $0,01797 \pm 0,0222$ gramů. Fultonův koeficient byl 0,68. Larvy z rybí líhně Rybářství Nové Hrady měřily na začátku pokusu TL $12,686 \pm 3,863$ mm a jejich hmotnost činila $0,01621 \pm 0,0035$ gramů.

Fultonův koeficient byl 0,84. Vážení larev probíhalo na analytické váze AND (HR- 200). Larvy byly váženy po osušení na filtračním papíru. Měření biometrických ukazatelů probíhalo za pomoci počítače a digitálního fotoaparátu. Následná měření byla prováděna v programu Quick Pro (analýza obrazu).

3.6 Teplota vody při nasazování

Teplota vody v přivezeném polypropylenovém pytli byla $10,2$ °C. Při nasazování larev do prvního experimentu (11. 4. 2011) byla teplota vody v recirkulačním systému $10,4$ °C.

Na začátku druhého experimentu (20. 4. 2011) byla teplota vody v přepravním pytli $17,3$ °C a teplota vody v recirkulačním systému $16,8$ °C. Přepravní pytle byly vytemperovány ve žlabech a poté byly larvy nasazovány do experimentů.

3.7 Teplota vody, množství kyslíku, pH v průběhu odchovu

Teplota vody byla zvyšována ihned po vysazení ryb. U experimentu jedna byla teplota vody pozvolna zvyšována (během 1,5 dne) na průměrných $22,3 \pm 0,35$ °C. Množství kyslíku naměřeného průměrně bylo $7,72 \pm 0,73$ mg. l⁻¹. pH se pohybovalo v rozmezí 7,2-7,4 v průměru $7,33 \pm 0,08$.

U druhého experimentu byla průměrná teplota $21,5 \pm 0,63$ °C. Množství kyslíku v průběhu odchovu bylo $8,02 \pm 1,53$ mg. l⁻¹. pH bylo v průměru $7,53 \pm 0,09$. Množství kyslíku a teplota byla sledována každý den a to v 7. 00 a v 15. 00 hodin, pH vody bylo měřeno pouze v ranním měření. Pro sledování těchto hodnot byl použit přenosný přístroj s danou sondou pro kyslík a teplotu. Pro měření pH byl použit stolní přístroj (Inolab pH 730).

3.8 Příprava odchovných nádrží

Pro oba pokusy byl využit stávající recirkulační systém rybochovného zařízení FROV JU ve Vodňanech. Na experimenty bylo vyhrazeno dvanáct kruhových nádrží, přičemž každá nádrž měla objem 180 l. Systém byl napojen na malou recirkulaci (těchto dvanáct nádrží mělo svůj recirkulační systém).

U druhého experimentu bylo těchto dvanáct nádrží zapojeno do velkého recirkulačního systému, z důvodů nedostačující filtrace vody u malého recirkulačního systému, která byly zjištěna u prvního experimentu.

3.8.1 Instalace zářivek, intenzita osvětlení, frekvence

Aby bylo docíleno vysoké intenzity světla v průběhu odchovu, nad každou nádrž byly individuálně nainstalovány akvarijní zářivky. Pokus probíhal ve světelném režimu L 24 h: den. Intenzita světla byla měřena přístrojem luxmetr Unitest 935 15. Intenzita světla byla měřena dvakrát denně a to v 7. 00 hod. ráno a ve 23.30 hod. v noci. Intenzita byla měřena těsně nad hladinou, kam přímo dopadalo světlo zářivky a dále pod krmítkem, kde intenzita světla byla nejnižší (zastínění krmítkem). V ranním měření byly hodnoty rozdílné, díky dennímu dopadajícímu světlu. Průměrné ranní hodnoty těsně pod zářivkou 279 lx. a pod krmítkem 160 lx. Večerní hodnoty byly 278 lx.(mimo krmítko) a pod krmítkem 125 lx.

3.8.2 Zástěna

Okolo nádrží byla nainstalována zástěna, která byla vyrobena z černé textilie. Na dřevěné latě byla připevněna tato textilie a zavěšena ke stropu. Zástěna dosahovala téměř k zemi, končila 20 cm nad zemí (Obr. 4). Zastínění bylo použito proto, aby světlo negativně neovlivňovalo generační ryby ve vedlejších nádržích

(Obr. 4) Odchovné nádrže s nainstalovanými plentami.



3.8.3 Průtok vody

Průtok vody byl u všech nádrží seřízen na $2,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Přívodná trubka byla děrovaná, aby přitékající voda do nádrží byla roztříkována kolmo dolů na vodní hladinu. Přitékající voda z rozvodů do nádrží nevytvářela kruhový pohyb vody.

3.8.4 Aerace vody

Aeraci zajišťovalo dmychadlo (SECOH) o výkonu $80 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Vzduchové hadičky byly připevněny zároveň se zářivkami na železnou konstrukci, která vedla nad odchovnými nádržemi.

3.9 Nasazení ryb do experimentu

3.9.1 Zjištění hmotnosti jednoho kusu

Náhodně vybrané larvy v počtu 33 kusů byly usmrceny 33 % formaldehydem. Následně byly larvy usušeny na savém papíru a kus po kusu váženy na analytické váze (AND-HR 20). Výsledné hmotnosti byly zprůměrovány a tím byla zjištěna hmotnost jednoho kusu larvy.

3.9.2 Nasazení larev do nádrží

Z polypropylenových pytlů (vytemperovaných) byly larvy vypuštěny do předem připravených vaniček, do kterých byla přilévána voda z recirkulačního systému a tím došlo k dorovnání chemických a fyzikálních vlastností vody.

3.10 Odměrování

3.10.1 Hmotnostní odměrování kusů

Pro první experiment byly vyzkoušeny dva různé způsoby ověřovacích metod. První metoda byla hmotnostní. Larvy byly naloveny akvarijní sítkou z jemnou sakovinou. Voda ze sítky se nechala odkapat a následně byla biomasa ryb zvážena. Od tohoto hmotnostního odměrování bylo upuštěno, neboť bylo velice nepřesné a způsobovalo vysoké kusové rozmezí nasazovaných ryb. Příčinou byla zřejmě voda, která zůstávala v sakovině a mezi larvami.

3.10.2 Objemové odměrování kusů

Objemové odměrování kusů se velmi osvědčilo. Pro relativně přesné nasazení larev bylo použito tři různých odměrek. Bylo využito nerezové čajové sítko (běžně se využívá v líhních). (Obr. 5). Tímto způsobem měření byla získána hodnota 1128 ks, po zaokrouhlení bylo počítáno s 1100 nasazovanými kusy. Pro odměření menšího množství larev byla použita běžná čajová lžice. V tomto případě vyšla hodnota 515 kusů larev štik, po zaokrouhlení bylo počítáno s 500 kusy. Pro náš experiment byla potřeba odměřit i malé množství larev. K tomuto odměrování bylo použito dno umělohmotné zkumavky. Hodnoty po zpětném přepočítání byly v průměru 106 kusů. Po zaokrouhlení bylo počítáno se 100 kusy.

Postup práce při odměřování byl následovný: akvariijní sítkou byly nabrány larvy, voda se nechala odkapat a poté byly larvy nabrány čajovým sítkem, čajovou lžičkou anebo dnem zkumavky. Poté byly larvy vypuštěny do malých misek a přepočítány. Tento postup byl pětkrát opakován u každé jednotlivé odměrky.

(Obr. 5). Různé typy odměřovacích pomůcek (první zleva, čajové sítko, dno zkumavky)



3.11 Počáteční hustota larev v experimentu

Pro každou hustotu byly vyhrazeny tři nádrže. Pro hustotu jedna byly vyhrazeny nádrže s čísly (1, 5, 9). Celkem bylo vysazeno 1800 kusů do 180 l vody, což odpovídá hustotě nasazení $10 \text{ ks} \cdot \text{l}^{-1}$ (skupina H1). Pro druhou hustotu byly vyčleněny nádrže (2, 6, 10). Celkem v této skupině bylo nasazeno 3600 kusů larev do jedné nádrže, to odpovídalo $20 \text{ ks} \cdot \text{l}^{-1}$. Pro hustotu tři byly použity nádrže s čísly (3, 7, 11). V tomto případě bylo vysazeno do jedné nádrže 7200 kusů larev, což je hustota nasazení $40 \text{ ks} \cdot \text{l}^{-1}$. Pro hustotu čtyři byly vyhrazeny nádrže (4, 8, 12) a bylo vysazeno 14400 ks, což odpovídá hustotě nasazení $80 \text{ ks} \cdot \text{l}^{-1}$. Celkem bylo v experimentu použito 81000 kusů larev.

3.12 Délka odchovu

Délka odchovu u obou experimentů byla 5 dnů. Po pěti dnech experimentu bylo provedeno přelovení larev.

3.13 Frekvence krmení a denní krmné dávky

Frekvence krmení byla v průběhu odchovu kontinuální (24 hodin denně). Krmení přes den bylo ryze ruční a přibližně od 6. 00 do 23. 30 hodin. Frekvence krmení byla po 30-50 minutách. Přes noc byla instalována nad nádrže samokrmítka s hodinovým strojkem. Množství podávaného krmiva v průběhu obou pětidenních odchovů bylo ad libitum.

3.14 Krmivo

Po celou dobu odchovu byla krmena peletovaná směs od firmy BioMar, s velikostí pelet 0,4 mm. Směs má název: řada INICO Plus (dříve Bio- Optimal). Výrobce deklaruje toto složení krmiva: nízký obsah železa v krmivu a vysoký obsah kyselin řady Omega- 3, které snižují úhyn ryb, a přispívají k samotné tvorbě mastných kyselin Omega- 3 ve svalovině. Protein- 63 %, Tuk- 11 %, Uhlovodany (NFE)- 8,6 %, Vlákna- 0,4 %, Popel- 12,0 %, Fosfor (celkem)- 2,0 %, Hrubá energie- 20,8 MJ/ KCal, Stravitelná energie- 18,9 MJ/ KCal. Krmivo je připraveno: rybí moučka (LT 94+ speciální moučka), pšeničná moučka, rybí tuk, pšeničný lepek, vitamíny a minerály.

3.15 Čištění odchovných nádrží

Čištění u každé nádrže muselo probíhat každý den. První čištění proběhlo v 6. 30 hodin, ihned po prvním nakrmení ryb. Čištění odchovných nádrží bylo velmi zdlouhavé, většinou trvajícím 30-40 minut. Jednalo se především o vyčištění dna od zbytků krmiva (štika není ryby, která přijímá potravu ze dna). I přes konický tvar dna, při malém průtoku vody nedochází k odplavování zbytků krmiva a exkrementů. Metoda čištění spočívala v tom, že zbytky nezkonsumovaného krmiva byly pomalu nahnuty do jednoho místa a malou hadičkou odsáty do vaničky. Ryby, které vpluly do hadice při odsávání, byly z vaničky vráceny zpět do nádrže. Zjišťování úhynu bylo prováděno při čištění, mrtvé ryby byly počítány a jejich počet zaznamenán.

3.16 Preventivní koupele

Každý druhý den byla aplikována koupel 36 % formaldehydem, který byl aplikován za filtr a část přímo do odchovných nádrží. Pro zlepšení profylaktických podmínek při odchovu larev byla aplikována sůl. Dávka byla 500g soli na 1 m³. Sůl byla před samotnou aplikací rozpuštěna ve vědrech a pak přímo aplikována do nádrží s rybami a do dalších součástí recirkulačního systému

3.17 Statistická analýza

Statistické výpočty byly provedeny v programu statistika 6.0 CZ (Statsoft). Ke zjištění rozdílů mezi jednotlivými skupinami byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (Anova). Pro testy homogenity rozdílu byl použit Cochran, Hartley, Bartlett test. V případech kdy byly narušeny předpoklady pro ANOVu (homogenita variace a normalita dat) byl použit neparametrický test, porovnání více nezávislých vzorků (proměnné) pomocí Kruskal - Wallisův test.

V případě že tyto podmínky byly splněny, byl použit Tuckeyův test HSD.

4 Výsledky

4.1 Adaptace na kontrolované podmínky

Štika je velice plastický druh ryby, který se dokáže přizpůsobit kontrolovaným podmínkám velice rychle. Adaptace na kontrolované podmínky proběhla beze ztrát. Při nasazení do recirkulačního systému nebyly pozorovány ani v jednom případě úhyny vyvolané změnou prostředí.

4.2 Adaptace na krmivo

Štičí plůdek po rozplavání jedné poloviny obsádky ihned začal velmi ochotně přijímat podávanou suchou dietu. Po rozplavání celé obsádky byly ryby aktivní při krmení. Krmivo nejvíce přijímaly ryby, které se pohybovaly těsně pod hladinou. Nejmenší příjem byl zaznamenán u ryb, které se shlukovaly u dna nebo těsně nade dnem.

4.3 Vliv hustoty larev na jejich růst, kondici a přežití

Na konci odchovné dekády byly pozorovány rozdíly mezi jednotlivými hustotami. U hustot s označením H1 a H4 byly pozorovány velké růstové rozdíly mezi jednotlivými rybami (ryby byly poměrně rozrostlé). U hustoty H1 bylo nasazení nedostačující. Naopak tomu bylo u hustoty H4. U hustot s označením H2, H3 byly ryby rovnoměrně rozptýleny po celé nádrži a z hlediska růstových ukazatelů vykazovaly nejlepší výsledky (Tab. 1, 2).

U skupiny M byla specifická rychlost růstu nejvyšší u hustoty H3- 18, 588. Poté následovala hustota H2- 14, 154. Nejnižší SGR byla zaznamenána v hustotě H1- 12, 363 a H4- 13, 210. U skupiny NH byla nejvyšší SGR u hustoty H2 a H3- 19,631 a 19, 222. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány u hustoty H4-16, 989. U H1- 18, 182. Při obou provedených experimentech byla SGR nejvyšší v hustotě H2, H3 a nejnižší v H1, H4. Hustota nasazených larev měla vliv na SGR.

Fultonův koeficient byl spočítán jak při nasazování, tak i po prvním přelovení. U skupiny M byl na začátku experimentu $FQ = 0,68$. U skupiny NH byl $FQ = 0,84$. FQ u skupiny M byl nejvyšší u hustoty H2- $0,999 \pm 0,170$ a nejnižší byl u hustoty s označením H1- $0,809 \pm 0,111$. FQ u skupiny NH byl nejvyšší u hustoty H1- $1,101 \pm 0,324$, přičemž tato hustota vykazovala nejnižší celkovou délku těla, ale poměrně vysokou tělesnou hmotnost. Druhá nejvyšší byla zaznamenána u H4- $0,901 \pm 0,234$. Vyrovnané hodnoty vykazovaly hustoty H2- $0,866 \pm 0,197$, H3- $0,837 \pm 0,1903$. U skupiny M byl Fultonův koeficient nejvyšší u hustot H2, H3, zatímco tento koeficient byl u skupiny NH vyšší v hustotách H1, H4. V tomto případě se výsledky rozcházejí v jednotlivých skupinách.

V experimentu M byla nejnižší míra přežití v hustotě H1- $90,35 \pm 4,60$. Hustota H2- $93,31 \pm 2,03$ a H3- $93,04 \pm 2,75$. H4- $93,34 \pm 0,48$. Lze konstatovat, že přežití v hustotách H2, H3, H4 bylo identické U experimentu NH bylo nejnižší přežití v hustotě H1- $93,34 \pm 0,48$, H2- $93,59 \pm 2,06$, H3- $93,09 \pm 2,16$, H4- $94,82 \pm 0,92$. Hodnoty byly opět vyrovnané. Porovnáme-li experimenty M a NH, můžeme konstatovat, že výsledné hodnoty nejsou nikterak odlišné.

U obou experimentů se přežití pohybovalo ve vysokých hodnotách. Kanibalismus během odchovného období nebyl zaznamenán. Ke konci bylo pozorováno aktivní útočení na jiné ryby. Některé z napadených ryb nesly na svých tělech známky útoků, vyznačující se především červenými skvrnami nebo chybějících částí ploutevního lemu.

4.4 Biometrické ukazatele u prvního experimentu

4.4.1 Hmotnost

Nejvyšší hmotnosti u experimentu M bylo dosaženo v hustotě H3- $0,045525 \pm 0,007$ g a druhá nejvyšší dosažená hmotnost byla u H2- $0,036473 \pm 0,005$ g. U hustoty H4 bylo dosaženo hmotnosti $0,034792 \pm 0,004$ g. Nejnižší hmotnosti bylo dosaženo u H1- $0,0333 \pm 0,004$ g.

Konečná hmotnost u skupiny NH byla v hustotě H2- $0,043258 \pm 0,009$ g. V druhé nejvyšší hmotnosti bylo dosaženo v hustotě H3- $0,042383 \pm 0,009$ g. H1- $0,040236 \pm 0,011$ a nejnižší hmotnosti bylo dosaženo u hustoty H4- $0,037906 \pm 0,009$ g. V obou provedených experimentech bylo dosaženo největší hmotnosti v hustotách H2, H3.

Štíčí plůdek má dobré růstové vlastnosti. Za dobu odchovu (5 dnů) zvýšil markantně svou váhu.

4.4.2 Celková délka těla

Největší délky u skupiny H dosáhla hustota H3- $17,0998 \pm 0,8196$ mm naopak nejnižší velikosti dosáhla v H4- $16,0053 \pm 0,8828$. Ryby v této skupině byly značně rozrostlé. Ryby měřily v těchto hustotách H2- $16,897 \pm 0,79306$ a H1- $16,033 \pm 0,8631$. Mezi těmito skupinami nebyly větší rozdíly, kromě hustoty H3. V této hustotě dosahovaly ryby největšího růstu a velikost ryb byla vyrovnaná. U skupiny NH nabyly ryby největší velikosti v hustotě H2- $17,090 \pm 1,037$ mm a pak v hustotě hustota H3- $16,930 \pm 0,932$.

Další dvě hustoty byly poměrně nevyrovnané, přičemž nejnižší délky ryb bylo dosaženo v hustotě H- $15,405 \pm 1,454$ mm, a potom v hustotě H4- $16,147 \pm 0,813$ mm. Z tohoto měření vyplívá, že hustoty H2, H3 se jeví jako optimální a to u obou experimentů (Tab. 3, 4).

4.4.2.1 Délka těla (mm)

Nejvyrovnanější hustoty u skupiny M byly hustoty H2- $15,772 \pm 0,770$ a H3- $15,853 \pm 0,755$. Tato hustota dosáhla nejdelší délky těla. Nejnižších hodnot bylo dosaženo v hustotách H1- $14,691 \pm 0,812$ a H4- $14,666 \pm 0,763$. U této hustoty byly naměřeny nejnižší hodnoty. U skupiny NH byl trend obdobný. Nejdelší velikost těla jsem naměřil u hustoty H2- $15,861 \pm 1,602$ a druhá největší délku byla zaznamenána u H3- $15,567 \pm 0,736$. U hustoty H1- $14,372 \pm 1,216$ a H4- $14,926 \pm 0,818$ byly zaznamenány nejnižší délky. Z měření opět vyplývá, že u hustoty H2, H3 byly zaznamenány nejvyšší délky a to v obou experimentech.

4.4.2.2 Délka spodní čelisti

U skupiny M byla průměrná délka čelistí u hustot H1- $3,216 \pm 0,217$ mm a u H4- $3,195 \pm 0,191$ mm nejdelší, přičemž u těchto hustot bylo dosaženo nejmenšího věku. U hustot H2- $2,807 \pm 0,354$ mm a u H3- $2,907 \pm 0,222$. Tyto dvě hustoty byly vyrovnané.

U skupiny NH byly hodnoty vyrovnanější, bez větších odchylek jako u skupiny M. Maximální délka čelistí byla pozorována u hustoty H3- $2,642 \pm 0,332$ mm potom u H2- $2,478 \pm 0,236$ mm a H4- $2,445 \pm 0,241$ mm. Minimální délka čelisti byla u hustoty H1- $2,348 \pm 0,404$ mm.

4.4.2.3 Délka oka

Podle statistické analýzy se odlišovala jediná délka oka u skupiny M a to u hustoty H3- $1,366 \pm 0,666$ mm. Ostatní naměřené hodnoty téměř identické. Za hustotou H3 následovala H2- $1,234 \pm 0,062$ mm H1- $1,185 \pm 0,077$ mm a nejmenší průměrná délka byla naměřena u skupiny H4- $1,179 \pm 0,066$.

U skupiny NH byly výsledky více vyrovnané. Podle provedené statistické analýzy nebyly prokázány odchylky. Nejdelší délky očí byly u hustoty H3- $1,365 \pm 0,099$ mm a u H2- $1,340 \pm 0,098$. Opět u hustot s označením H4- $1,287 \pm 0,086$ mm a H1- $1,234 \pm 0,170$ mm, byly zaznamenány nižší hodnoty, které se výrazně nelišily od jiných hustot.

4.4.2.4 Délka hlavy

Délka hlavy u skupiny M byla velice vyrovnaná. Zejména u hustot H4- $4,353 \pm 0,361$ mm a H1- $4,403 \pm 0,348$. Nejdelší průměrné délky byly naměřeny u hustot s označením H2- $4,677 \pm 0,331$ a maximální délka byla naměřena u hustoty H3- $4,8896 \pm 0,294$ mm. U skupiny NH byla zaznamenána jedna hodnota, která se výrazně lišila od hodnot u jiných hustot. Jednalo se o hustotu s označením H1- $3,903 \pm 0,539$. Další tři hustoty přesáhly svou velikostí hustotu H1. Hodnota, která se nejvíce přiblížila H1 byla naměřena u hustoty H4- $4,314 \pm 0,334$ mm. Hodnoty u dalších dvou hustot byly velikostně vyrovnané. H2- $4,516 \pm 0,531$. Nejvyšší délka hlavy byla u hustoty H3- $4,594 \pm 0,429$.

4.4.2.5 Předánální délka

Nejmenší délky bylo dosaženo ve skupině M u hustoty H4- $10,942 \pm 0,468$ mm. Opět se zde opakoval obdobný trend jako u předcházejících hustot. Po H1 následovala H4- $11,064 \pm 0,688$. Maximální délka byla u H3- $11,941 \pm 0,741$ a druhá maximální délka byla u hustoty H2- $11,911 \pm 0,837$. Tyto dvě skupiny byly opět poměrně vyrovnané.

U skupiny NH jsem naměřil nejvyšší hodnotu u hustoty H2- $12,080 \pm 0,913$ mm. Po ní následovala H3- $11,804 \pm 0,610$ mm. Nejnižší hodnota byla naměřena u H1- $10,849 \pm 0,953$ mm. Mezi hustotami H1 a H3 se pohybovala hustota s označením H4- $11,435 \pm 0,539$ mm.

4.5 Vliv původu ryb na jejich růst, kondici a přežití

Porovnáním obou skupin M a NH byl ukazatel SGR prokazatelně větší u larev ze skupiny NH, kde největší naměřená SGR byla 19,2225 v porovnání se skupinou M, kde SGR bylo 18,5883. Nejnižší naměřená hodnota NH byla 16,9893 zatímco ve skupině M 12,3643. S porovnání hodnot SGR je vidno, že ryby z Nových Hradů prosperovaly lépe (Tab. 2).

Fultonův koeficient vyživenosti byl u skupiny M 0,68. Největší hodnota, které bylo dosaženo $0,999 \pm 0,170$. Ve skupině NH byl FQ 0,84. Nejvyšší hodnota, které bylo dosaženo na konci experimentu $1,101 \pm 0,324$. Opět i v tomto ukazateli vychází lépe skupina NH. Vzhledem k tomu, že šlo o věkově stejné larvy, lze předpokládat, že k výtěru bylo použito kvalitnějších generačních ryb.

U obou experimentů se přežití larev pohybovalo v poměrně vysokých hodnotách, a to kolem 93 %, kromě jedné naměřené hodnoty ve skupině NH $88,88 \pm 3,91$.

Kanibalismus nebyl pozorován ani v jedné skupině.

4.6 Biometrické ukazatele druhého experimentu

4.6.1 Hmotnost

Počáteční hmotnost ve skupině M byla $0,01797 \pm 0,0222$ g. Nejvyšší hmotnost, která byla naměřena na konci experimentu, činila $0,0045525 \pm 0,0007$ g. Ve skupině NH byla počáteční hmotnost $0,0162 \pm 0,0003$ g. Nejvyšší naměřená hmotnost této skupiny byla $0,043258 \pm 0,009$. Vyšší hodnoty bylo dosaženo pouze u jednoho případu ve skupině M, zatímco v ostatních měřeních vykazovaly larvy z Nových Hradů vyšší hodnoty.

4.6.2 Celková délka těla

Celková délka těla u skupiny M byla na začátku zkoumání $15,98 \pm 0,8376$ (mm). Na konci pokusu bylo dosaženo největší délky $17,0998 \pm 0,8196$ mm. Porovnání larev z NH měřili na začátku $12,865 \pm 3,863$. Nejvyšší hodnota na konci pokusu $17,090 \pm 1,037$ mm. Přes to, že larvy z NH byly na počátku experimentu menší, přesto dosáhly stejné délky těla jako larvy z M, které měli větší startovací délku na počátku pokusu.

4.6.3 Délka těla

Počáteční délka těla u larev ve skupině M byla $11,191 \pm 1,136$ mm. Na konci pokusu se hodnoty délky těla pohybovaly od $14,666 \pm 0,763$ do $15,853 \pm 0,755$ mm. Počáteční hodnota u larev z NH byla $11,001 \pm 0,659$. Konečné hodnoty se pohybovaly v rozmezí $14,372 \pm 1,216$ mm až po $15,861 \pm 1,602$ mm. Zde lze konstatovat, že tento biometrický ukazatel se v obou skupinách neliší.

4.6.4 Délka spodní čelisti

Délka spodní čelisti na ve skupině M na počátku experimentu byla $2,017 \pm 0,318$. Na konci pokusu se hodnoty pohybovaly $2,807 \pm 0,354$ do $3,216 \pm 0,217$ mm. Délka spodní čelisti u skupiny NH na začátku pokusu byla $1,997 \pm 0,158$ mm. Na konci pak od $2,348 \pm 0,404$ do $2,642 \pm 0,332$.

4.6.5 Délka oka

Skupina M v počátečním měření $0,9024 \pm 0,092$ mm. Na konci dosáhla rozmezí od $1,185 \pm 0,077$ až $1,366 \pm 0,0666$ mm. Skupina NH na začátku: $0,995 \pm 0,066$. Na konci v rozmezí $1,234 \pm 0,170$ až $1,365 \pm 0,099$. Hodnoty se ve skupinách výrazně neliší.

4.6.6 Délka hlavy

Na startu pokusu u skupiny M byla délka hlavy $2,442 \pm 0,512$ mm. Na konci pokusu rozmezí $4,353 \pm 0,0361$ až $4,889 \pm 0,294$ mm. Skupina NH na začátku $2,931 \pm 0,241$ na konci pokusu rozmezí $3,903 \pm 0,539$ až $4,594 \pm 0,594$ mm. I v tomto případě nevykazovala měření na konci výrazných rozdílů.

4.6.7 Přednální délka

Počáteční hodnota u skupiny M byla $9,118 \pm 0,556$. Na konci bylo rozmezí $10,942 \pm 0,468$ až $11,941 \pm 0,741$ mm. Ve skupině NH byla počáteční hodnota $9,068 \pm 0,789$ mm. Na konci měření pak od $10,849 \pm 0,953$ mm do $12,080 \pm 0,0913$ mm.

Z tohoto měření vychází s lepšími výsledky skupina NH.

5 Diskuze

Intenzivní akvakultura se v současné době dynamicky rozvíjí. Proto se hledají nové druhy ryb vhodné pro produkci tržních ryb. Jedná se především o ryby dravé (Szczepkowski 2009). V našich podmínkách, kde hlavní chovanou rybou v rybničním hospodářství je kapr obecný (*Cyprinus carpio*), je štika obecná chována jako doplňkový produkt v chovu kapra, a proto s ní nelze plně pokrýt poptávku po dravých rybách. Proto se hledají postupy, které by zvýšily produkci dravých ryb. Domnívám se, že štika je do budoucna vhodným druhem pro intenzivní akvakulturu. Má vynikající růstové schopnosti a poměrně vysoké přežití chovaných ryb. Bohužel, zatím nebyl dostatečně zvládnut odchov juvenilních jedinců, natož jedinců, kteří by sloužili výhradně pro tržní účely. Tímto jsou myšleny ryby produkované čistě v podmínkách intenzivního chovu. Možnou domestikací bychom časem mohli produkovat plůdek, který bude mít potlačenou agresivitu.

Obdobně usuzuje i Hedenskog a kol. (2002). Je zapotřebí podrobit tento druh hlubšímu zkoumání a novým vědním disciplínám. Při nasazování ryb do experimentů nebyly pozorovány žádné negativní reakce na nové prostředí. Nejdůležitější je při produkci juvenilních jedinců stanovení jejich optimálních podmínek, které umožní dosáhnout efektivního růstu a vysokého přežití (Kestemont a kol., 2003). Podávané krmivo bylo štičímí larvami konzumováno velice ochotně. V prostudované literatuře nebyla ani u jednoho autora zmínka, že by předkládaná suchá dieta nebyla štikou obecnou přijímána.

Krmítka s hodinovým strojkem, použitá v průběhu chovu byla příčinou překrmování ryb. Obdobně usuzuje i Paspatis (1999), který udává možná rizika při rozkladu zbylého krmiva, které způsobuje zhoršení podmínek v recirkulačním systému. Tato situace může nastat v důsledku zvyšující se koncentrace škodlivých látek, především sloučenin dusíku, které pocházejí z rozkládajícího se krmiva a rybích metabolických produktů (Thomas a Piedrahita 1998). V obou experimentech byly podávány vysoké dávky krmiva do odchovných nádrží a ke konci prvního experimentu však byly zjištěny vysoké hodnoty dusitanů, neboť experiment byl realizován v malém recirkulačním systému, který nebyl dostatečný pro realizaci tohoto odchovu. Pokus byl ukončen předčasně. V druhém pokusu byly nádrže připojeny na velkou recirkulaci, která kapacitně stačila bezpečně odbourávat sloučeniny dusíku.

Chang a kol. (2005) taktéž klade důraz na zařízení, které slouží k čištění vody. Dále udává, že čištění, odkalování a odsávání zbytků krmiva je pro ryby stresující a jsou tak vystaveny vyššímu stresu. Toto vyvracím, protože po čištění nádrží ryby okamžitě přijímaly krmivo a nejevily známky stresu (unik, výpady, nechutenství).

Výsledky dříve publikovaných studií naznačují, že původní krmná dávka při rozkrmu \dot{S}_0 měla být 70 % rybí biomasy (Wolnicki a Kamiński., 1998). Dávky krmiv u našich experimentů nebyly odvažovány, krmení probíhalo dle vlastního úsudku v množství ad libitum. Optimální dávka pro další odkrm ve sledovaném období by měla být cca 8 % rybí biomasy na den po dobu 72 až 80 dnů. Poté 6 % biomasy obsádky na den. Je možné, že při krmení nižšího množství krmiva (4 nebo 6 % hmotnosti obsádky), zle docílit srovnatelného růstu v počátečním období. Zvýšením krmných dávek v rozmezí 1-2 % z rybí biomasy zvýšil přírůstek hmotnosti štičího plůdku (tělesná hmotnost 8 g) se současným snížením poměru konverze krmiva (Kueska 2007).

Rovněž je třeba připomenout, že při použití vyšší krmné dávky nebude část krmiva zkonsumována a bude klesat ke dnu. Protože larvy štik patří mezi statické druhy ryb, plůdek často vyhledává úkryty v nezkonsumovaném krmivu na dně nádrže. Při velkém množství potravy na dně může docházet k propuknutí nemocí (Wolnicki a Kamiński, 1998). Proto je za potřebí každodenní čištění, které zabere hodně času a práce. Při odkalování zbytků krmiva ze dna se stávalo, že byly štiky odsány spolu se zbytky krmiva. Poté muselo dojít k odchytání živých ryb a vrácení zpět do nádrže, což je časově i pracovně náročné.

Snížení množství nezkonsumovaného krmiva může být redukováno pomocí jiných ryb, přísazených ke štikám. Ideální jsou ryby, které se pohybují u dna jako je např. jeseter (Szczepkowski, 2006). Tento způsob můžeme využít u štik vyšší hmotností. Pro naše účely by tento systém nebyl vhodný.

Výběr vhodného krmiva je jedním ze základních prvků úspěšných intenzivních chovů ryb. Důležité je zejména složení krmiva (zejména obsah bílkovin a tuků), barva a velikost krmiva (Mohanta a kol., 2008). Druh použité výživy závisí na druhu a velikosti chovaných ryb (Kolman a kol., 2008) a účelu, pro který bude sloužit. Co nejdříve po vysazení ryb do zařízení je třeba zahájit jejich krmení. Toto období je pro larvy rozhodující, protože larvy mají nízké zásoby energie a nemohou tak přežít delší hladovění (Kamler, 1992). Ihned po vysazení ryb jsem začal podávat krmivo, které část ryb začala ochotně přijímat. Je zapotřebí dodávat krmivo často a v malých dávkách. Údajně se tak předejde kanibalismu v průběhu dalšího odchovu (Fiogbé a Kestemont., 2003). Obecně platí, že vyšší krmné dávky mohou mít pozitivní dopad na růst ryb, ovšem s určitými limity. Omezené krmné dávky snižují růst a přispívají k větším rozdílům v rámci skupin (Zakeš a kol., 2003), což může vést k většímu výskytu zraňování či kanibalismu (Andrew a kol., 2004). Frekvence krmení, přibližně 4x denně u starších larev má za následek snížení velikosti odchylky růstu a zároveň podporuje zvyšování tělesné hmotnosti. Rozdíly mezi druhy lze vysvětlit různými strategiemi krmení ryb v jejich přirozeném prostředí a strukturou trávicího systému (Szczepkowski 2009).

U štik je růst dynamický. Pokud larvy držíme v prostředí s oteplenou vodou a s dostatkem potravy, je štika schopná několikanásobně zvýšit svojí tělesnou hmotnost za krátký časový interval. V přirozených podmínkách štičí larvy rostly v průměru 0.5-0.7 mm za den během prvních 20 dní života, ale záleží jak na biotických, tak abiotických podmínkách (Franklin a Smith, 1963).

Ivanova a Svirská (1995) uvádí, že bylo v akvakultuře tempo růstu larev 0.12- 0.80 mm d⁻¹. V kontrolovaných podmínkách chovu byly larvy krmeny vysokým obsahem bílkovin (Wolnicki a Górný, 1995). Larvy rostly v průměru 0,75 mm d⁻¹. Růst v tomto experimentu byl podobný jako v přirozených podmínkách. U našich experimentů se tempo růstu pohybovalo v průměru u skupiny M: 0,10 mm d⁻¹. Celková hodnota tempa růstu by mohlo být vyšší, ale byla snížena skupinami s nejvyšší a s nejnižší hustotou, kde byl růst malý. U skupiny NH se tempo růstu pohybovalo v průměru 0,80 d⁻¹, což odpovídá výsledkům uváděným v literatuře.

Délka odchovu larev u mých experimentů nepřesáhla 5 dnů. U prvního experimentu došlo přes noc k drastickému nárůstu dusičnanů a ve druhém experimentu byl zaznamenán velký výskyt kožovce rybiho (*Ichthyophthirius multifiliis*).

Larvy lze efektivně odchovávat od váčkového plůdku i po krátkou dobu (Wolnicki a Górný, 1993), přičemž poté mohou být juvenilní štiky vysazovány do rybníků nebo dále odchovávány. V recirkulačních systémech se dosahuje větší hmotnosti za kratší dobu odchovu. Délka odchovávaných larev bývá nejčastěji 20-50 mm (Mejza a kol., 1996). Délka odchovného cyklu se liší, nezřídka však přesahuje 30 dnů.

V obou experimentech jsem kanibalismus nezaznamenal, protože délka odchovných období nepřesáhla 5 dnů. U larev jsem pozoroval ke konci odchovného období aktivní útočení na jiné larvy v nádrži. Tento jev popisuje i (Szczepkowski, 2009) Základní otázky, které musí být řešeny v rozvoji účinných technik chovu štik je kanibalismus. Materiál použitý v chovu štik obvykle pochází z volné přírody. To prohlubuje problém s kanibalismem, protože volně žijící ryby jsou více náchylné k agresivnímu chování, než jsou ryby domestikované (Hedenskog a kol., 2002). Kanibalismus se prezentuje ve dvou formách: typu I a II (Baras a kol., 2000). V prvním typu je oběť chycena, ale pouze částečně sežrána a část oběti, která nemůže být konzumována, bývá ponechána v nádrži. Tato situace může nastat i při malých velikostních rozdílech. Obdobné chování bylo zaznamenáno i u sumečka afrického (*Clarias gariepinus* (Burchell) (Adamek, 2003) a jeseterovitých ryb (Szczepkowski 2009). U kanibalismu typu II je oběť sežrána v celku a to vyžaduje přiměřené velikostní rozdíly mezi rybami. U štiky se kanibalismus typu I vyskytuje téměř výhradně v larválních stádiích a projevuje se hlavně tak, že ryby útočí na ocas protivníka. Toto obvykle nastane, když oběť pohybuje ocasem. Tento typ kanibalismu obvykle nezpůsobuje větší početnost úmrtí. Při mém odchovu docházelo k obdobným situacím, kdy štika vystartovala na jinou štikou, ale nesežrala ji. V tomto období (začátek 3- 4 dne odchovu) bych kladl velký důraz na preventivní léčení, protože takto napadené ryby a jejich poranění mohou být vstupními branami pro různé onemocnění. Kanibalismus typu II je jedním z nejčastěji se vyskytujících typů u starších jedinců. Juvenilní štiky jsou schopné pozřít velkou oběť díky zvláštní struktuře čelistního kloubu (Załachowski, 2000).

Většina autorů potvrzuje, že v intenzivním chovu je kanibalismus velký problém (Kucska a kol., 2006). Giles a Wright (1986) zdůraznil, že ztráty způsobené kanibalismem v larvální etapě chovu tvoří přibližně 54 až 96% celkových ztrát. Podobné výsledky byly získané v aktuálních studiích starších štik. Téměř ze všech experimentů vyplývá, že většina ztrát byla v důsledku kanibalismu. Tyto hodnoty by mohly být dokonce vyšší, protože některé úmrtí mohou být způsobena neúspěšnými útoky. Mnozí autoři však zdůrazňují regulační charakter tohoto fenoménu, který zabraňuje nadměrnému počtu jedinců v prostředí (Persson a kol., 2006). Kanibalismus je také podporován teritoriálním chováním.

Intenzita světla v kombinaci s jinými faktory je zřídka předmětem studia chovu ryb. Již dlouhou dobu je známo, že světlo (fotoperioda) hraje důležitou roli v příjmu potravy a reprodukci ryb (Bieniarz a Epler, 1991). Bylo potvrzeno, že intenzita světla (od 0,7 až 70 luxů) ovlivňuje frekvenci příjmu krmiva u (Mizusawa a kol., 2007). Jiné studie ukázaly, že larvy tresky obecné (*Gadus morhua*) rychleji rostou a zvyšuje se jejich přežití se zvyšující se intenzitou světla a to od 300 do 2400 luxů (Puvanendran, 2002). Některé druhy preferují nízké intenzity světla. Například candát ve věku 0 + až 1 + upřednostňuje nejtmaší plochy s nízkou intenzitou světla od 1 do 50 luxů (Luchiaro a kol., 2006). Přežití štičího plůdku při vysoké intenzitě osvětlení 50 lx a 430 lx bylo výrazně nižší, než-li při použití 1 lx a 5 lx. Zatímco projevy kanibalismu byly nízké při použití nižší intenzity světla (Szczepkowski, 2009). Štičí larvy u mých experimentů nevyhledávaly místa s nižší intenzitou světla (např. pod krmítky). Zigler a Dewey (1995) potvrdil, že larvy a juvenilní jedinci štik mají pozitivní fototaxi ve věku asi 6 týdnů. Experiment byl potvrzen pomocí osvětlených pastí. Engström-Ost a kol., (2005) uvedl, že existuje celá řada biotických a abiotických faktorů, které mohou mít různé stupně vlivu na růst, přežití a konverzi krmiva.

Jedním z nejdůležitějších faktorů životního prostředí, který ovlivňuje metabolismus a životní pochody mnoha druhů ryb je teplota vody. Provedené experimenty (Szczepekowski 2009) ukazují na to, že hranice optimální teploty pro plůdek štiky může být až 28 °C i vyšší. Ryby držené na této teplotě dosáhly nejvyšší hmotnosti a velmi vysokého přežití. Podle Wolnicki a Górný (1997) je optimální teplota pro larvy štik 24 °C, zatímco Hokanson a kol., (1973) zaznamenal nejrychlejší růst při 26 °C, ale tato teplota byla doprovázena zvýšenou úmrtností ryb. U mých experimentů byla teplota vody u skupiny M v průměru $22,3 \pm 0,35$, ale počáteční teplota byla nižší 10,2 °C. U skupiny NH byla průměrná teplota $21,5 \pm 0,03$ °C, ale počáteční teplota vody při vysazování larev do experimentu byla vyšší 17,3 °C. Je možné, že teplota vody na začátku odchovu larev, je důležitější, než teplota vody v dalším odchovu larev. Štičí larvy tolerují i krátkodobý nárůst teploty až na 34 °C. Je to jedna z vlastností, která jim umožňuje adaptovat se na významné kolísání teploty v mělkých příbřežních vodách (Lindroth, 1946).

Ning-Yu a kol., (2006) došli k závěru, že zvýšená hustota vede ke zvýšení kanibalismu u štiky. Szkudlarek a kol., (2002) potvrdili, že existuje silná korelace mezi hustotou nasazení a kanibalismem v mladších vývojových stádiích candáta chovaného v recirkulačních systémech, což je důvodem k předpokladu, že optimální hustoty osazení by měli být určeny pro různé vývojové fáze chovaných ryb. Mnoho druhů ryb, zejména těch, které jsou chovány v intenzivních odchovech, vykazují lepší ekonomický růst, kdy velikost skupiny je větší než při nižších hustotách (Potthoff a kol, 2006). Strand a kol, (2007) s ohledem na ekonomický aspekt chovu juvenilních štik, je důležité výchozí optimální nasazení dle hustoty.

Szczepekowski., (2009) zkoumal hustotu nasazení a došel k závěru, že konečná tělesná hmotnost a délka ryb byla u všech testovacích skupin obdobná a lze předpokládat, že hustota nasazených jedinců nemá vliv na jejich další vývoj. Kucska., (2005) konstatoval, že hustota nasazení má vliv na hmotnost, délku a SGR, ne však na konverzi krmiva

Z mých experimentů vyplývá, že hustota nasazení má vliv na délku, hmotnost, SGR, Fultonův koeficient. Nejnižší a nejvyšší sledovaná hustota nasazení měla horší výsledky biometrických parametrů, FQ, SGR. Přežití larev vykazovalo nejhorší výsledky v nejnižší hustotě, zatímco ukazatele přežití v ostatních hustotách byly zcela identické.

Vzhledem k rozdílnosti výsledků sledování jiných autorů a mého experimentu mne napadá snad jen to, že při zkoumání hustot byla použita rozdílná hmotnost ryb při nasazování do systému. Dle mého názoru by měly být pro různé vývojové fáze chovaných ryb v intenzivních odchovech stanoveny optimální hustoty osazení, což bude předmětem zkoumání vědeckými pracovníky v dalších letech.

6 Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo v první fázi odchovu pozorovat příjem suchého krmení. Musím konstatovat, že štiky přijímaly předkládanou suchou dietu velice ochotně, takřka ihned po nasazení. Přizpůsobení se na podmínky recirkulačního systému proběhlo dle očekávání. Nepozoroval jsem významné ztráty při nasazování.

Dalším odchovným prvkem, na který jsem se především zaměřil, byla hustota nasazených ryb. U obou experimentů jsem si ověřil, že hustota larev při počátečním nasazení by měla být 20- 40 ks·l⁻¹ a to nejméně do doby prvních známek kanibalismu. Intenzita osvětlení byla kontinuální po celých 24 hodin. Zdá se, že kontinuální osvětlení není vhodné a je třeba využívat střídavě světla a tmy, v režimu 12 L: 12D a nebo 8L: 8D: 8L: 8D.

Podávané krmivo ve formě ad libitum se jeví jako nejvhodnější při počátečním odchovu larev. Na druhé straně je problém s nekonzumovanými zbytky krmiva, což si vyžaduje intenzivní údržbu nádrží.

Teplota vody v průběhu odchovu by se měla pohybovat v rozmezí od 21-23 ° C.

7 Seznam literatury

- Adamek J. 2003: Technology for rearing African catfish. Wyd. IRS Olsztyn: 75 p. (in Polish).
- Aguilar A., J. D. Banks., K. F. Levine., R. K. Wayne., 2005: Population genetics of northern pike (*Esox lucius*) introduced into Lake Davis, California. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 62: 1589–1599
- Andrew J.E., Holm J., Kadri S., Huntingford F.A. 2004: The effect of competition on the feeding efficiency and feed handling behaviour in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) held in tanks – Aquaculture 232: 317-331.
- Armand C., Bonnieux F., Changeux T. 2002 : Evaluation économique des plans de gestion piscicole – B. Fr. Peche Piscic. 365–366: 565-578.
- Balik I., Cubuk H., Özkök R., Uysal R. 2006 – Reproduction properties of Pike (*Esox lucius* L., 1758) Population in Lake Karamik (Afyonkarahisar/Turkey) – Turk. J. Zool. 30: 27-34.
- Baras E., Tissier F., Westerloppe L., Mélard C., Philippart J. C. 1998: Feeding in darkness alleviates density dependent growth of juvenile vundu catfish *Heterobranchus longifilis* (*Clariidae*) – Aquat. Living Resour. 11: 335-340.
- Baras E., Ndao M., Maxi M. Y. J., Jeandrain D., Thome J. P., Vandevallé P., Melard C. 2000: Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions: I. Ontogeny, dynamics, bioenergetics of cannibalism and prey size selectivity – J. Fish Biol. 57: 1001-1020.
- Baruš V., Oliva, O. 1995: Mihulovci a ryby. Academia., Praha. (1): 559- 576
- Berg L. S. 1948: Ryby presných vod SSSR i sopredel'nych stran I. Izd. AN SSSR, Moskva-Leningrad , 468 pp.
- Bieniarz K., Epler P. 1991: Fish reproduction – Akademia Rolnicza, Kraków, 202 p. (in Polish).
- Blažka p. 1962: Kolik potravy spotřebují naše dravé ryby. Čs. rybářství, 1962 (1): 2
- Bubeniček J. 1898: O rybách a jich chytání. Praha nakladatelství E. Beufort, 226 pp
- Buss K., 1961: The northern pike, Spec. Purp. Rep., 1961 58 pp.
- Calderon- Andreau E. G. 1955: Acclimatitacion du brochet en Espagne. Verh. int. Ver. tvor angel. Limnol., 12: 536- 452
- Carlander K. D. 1955: The standing crop of fish in lakes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 19: 543- 570
- Casselman J, M. 1974: External Sex Determination of northern Pike, (*Esox Lucius* L.) Transactions of the Americans Fisheries Society. 103 (2):343- 347.
- 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
- Craig J.F. 2008: A short review of pike ecology. Hydrobiologia 601: 5-16
- Crossman, E.J. 1999: Taxonomy and distribution. In: Craig, J.F., ed. Pike: biology and exploitation, London: Chapman and Hall, pp. 1–11.

- Čihař J. 1956: Příspěvek k poznání ranného vývoje štiky (*Esox lucius*). Acta Univ. Carolinae, Biologica, 2(1): 1-12
- Čítek J., Krupauer V., Kubů F. (1998): Rybníkářství. 2. aktualiz. vyd. Praha. Informatorium:119-123.
- Demčenko I. F. 1963: O rozličii polov u šuku (*Esox lucius* L.) Vopr. Ichtiol., 31(26): 190-197
- Dubský K., Kouřil J. Šrámek V., 2003: Obecné rybářství. Str. 164- 166
- Dyk V. 1956: Ryby našich vod, Praha, 341 pp
- Ehlin U. (1981): Hydrology of the Baltic Sea. In: A. Voipio (ed.) The Baltic Sea. Amsterdam: Elsevier, pp. 123–134.
- Engström-Öst J., Lehtiniemi M., Jónasdóttir S. H., Viitasalo M. 2005: Growth of pike larvae (*Esox lucius*) under different conditions of food quality and salinity – Ecol. Freshw. Fish. 14: 385-393.
- Farrell, J. M., J. V. Mead & B. A. Murry. 2006: Protracted spawning of St Lawrence River northern pike (*Esox lucius*): simulated effects on survival, growth, and production. Ecology of Freshwater Fish 15: 169–179
- Fiogbé E.D., Kestemont P. 2003: Optimum daily ration for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature – Aquaculture 216: 243-252.
- Fortunatova K. R. 1961: Metodika izučeniya pitaniya chišených ryb. Rokovodstvo. Izd. AN SSSR, Moskva, pp. 137- 187
- Franklin D.R., Smith jr. L.L. 1963: Early life history of northern pike, *Esox lucius* L., with special reference to the factors influencing the numerical strength of year classes. Transactions of the American Fisheries Society 92: 91.110
- Frost W. E. et Kipling C. 1959: The determinativ on the age and growth of pike (*Esox lucius* L.) from scales and opercular bones. J. Cons. Int. Expl Mer., 24: 314- 341
- Frost W. E. et Kipling C. 1967:A study of reproduction , early life, weight- length relationships and frowth of pike (*Esox lucius* L.), in Windermere, J. Amin. Ecol., 36: 651- 693
- 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.
- Griffiths R. W., N. K. Newlands., D. L. G. Noakes., F. W. H.Beamish. 2004: Northern pike (*Esox lucius*) growth and mortality in a northern Ontario river compared with that in lakes: influence of flow. Ecology of Freshwater Fish 13: 136–144.
- Healy A. 1956: Pike (*Esox lucius* L.)in free Irish lake. Sci. Proc. R. Dublin Soc., 27 (5): 51- 63.
- Hedenskog M., Petersson E., Järvi T. 2002: Agonistic behavior and growth in newly emerged brown trout (*Salmo trutta* L) of sea-ranched and wild origin – Aggress. Behav. 28: 145-153.
- Hochman L. 1964b: Plodnost a stav oživenosti štik z rybníků. Sb. VŠZL, Brno, ř. A,3: 357- 364

- Hokanson K.E.F., McCormick J.H., Jones B.R. 1973: Temperature requirements for embryos and larvae of the northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus) – Trans. Am. Fish. Soc. 102: 89-100
- Holčík J. 1970b: Abundance, Ichtyomass and production of fis population in free type of water bodls in Czechoslovakia (Man- madelake, trout lake, arm of the Danube river). Ichtyologia, 2: 37- 52
- 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. naupli. Bulgarian Journal of Agricultural Scien. 16(3): 394-397.
- Ivanova M. N., Svirská A. N. 1995: Olinejnom roste molodituki *Esox lucius* (*Esocidae*). On the linear growth of juvenile pike, *Esox lucius* (*Esocidae*). Voprosy Ihtiologii 35: 835- 839.
- Jacobsen L., Skov C., Koed A., Berg S. 2007 : Short-term salinity tolerance of northern pike, *Esox lucius*, fry, related to temperature and size – Fish. Manag. Ecol. 14: 303-308.
- Johal M. S. 1980a: Further notes on the growth of pike (*Esox lucius* L.) from Czechoslovakia (*Pisces, Esocidae*). Věst. čs. Společ. zool., 44(2): 183- 196.
- Jørgensen A, T., Hansen B, W., Vismann B., Jakobsen L., Skov C., Berg S., Bekkevold D. 2010: High salinity tolerance in eggs and fry of a brackish *Esox lucius* population. Fisheries Management and Ecology 17: 554- 560
- Kamler E. 1992: Early life history of fish. An energetics approach – Chapman and Hall, London, 267 p.
- Kestemont P., Jourdan S., Houbart M., Mélard C., Paspatis M., Fontaine P., Cuvier A., Kentouri M., Baras E. 2003: Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences – Aquaculture 227: 333-356.
- Kolman R., Szczepkowski M., Duda A., Raczkowski M. 2008: Reproduction and rearing stocking material of Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* Mitchell – Wyd. IRS Olsztyn (in Polish).
- Kouřil J. et Hamáčková J. 1975: Plodnost štiky obecné (*Esox lucius* L.) z rybníčního chovu. Živoč. výroba, 20 (11): 841- 849
- Krupauer V. et Pekař Č. 1965: Rozmnožování štiky obecné v Lipenské údolní nádrži. Práce VÚRH Vodňany, 1965 (5) : 105- 143
- 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
- Kucska B., Pal L., Müller T., Bodis M., Bartos A., Wagner L., Husveth F., Bercsenyi M. 2006: Changing of fat content and fatty acid profile of reared pike (*Esox lucius*) fed two different diets. Aquac. Res. 37: 96-101.
- Kucska B. 2007: Intensive rearing of pike (*Esox lucius* L.). Doctoral Thesis, University of Pannonia, Georgikon Faculty of Agriculture, Keszthely Department of Animal Science and Animal Breeding: 1-15.

- Lahnsteiner F., Weismann t., Partner R. A. 1998: An efficient method for cryopreservation of testicular sperm from the northern pike (*Esox lucius*). *Aquac. Res.* 29: 341- 347
- Lindroth A. 1946 :Zur Biologie der Befruchtung und Entwicklung beim Hecht – Rep. Inst. Freschw. Res. Drottningholm, rep. 24
- Lindroth A. 1947: Times of activity of freshwater fish spermatozoa in relation to temperature. *Zool. Bird. Upps.*, 25: 165- 168
- Linellund K. 1967b: Versuche zur Erbrütung der Eier vom Hecht, (*Esox lucius* L.), in Abhängigkeit von temperatur und Licht. *Arch. Fishereiwiss.*, 17: 95- 113
- Luchiarri A. C., de Morais Freire F. A., Koskela J., Pirhonen J. 2006: Light intensity preference of juvenile pikeperch *Sander lucioperca* (L.) – *Aquac. Res.* 37: 1572-1577.
- Lusk S. et Krčál J. 1982: Štika obecná. Vyd Črs (v nákla. Naše Vojsko, Praha, 77 pp
- Lusk S. et Krčál J. 1983b: Těžba ryb z údolních nádrží v podolí řeky Dyje. *Živoč. výroba.* 28(11). 809- 816
- Lusk S. et Krčál J. 1986: Pstruh obecný. Morfografie. ÚV ČRS, Praha (rukopis)
- Lusk S., (1986): Příkopové rybníčky a jejich využití pro odchov plůdku dravých druhů ryb. In: *Odchov plůdku dravých ryb.* Vodňany, ČVTS.
- Maes, G. E., J. K. J. Van Houdt, D. De Charleroy., F. A. M. Volckaert. 2003: Indications for a recent Holarctic expansion of pike based on a preliminary study of mtDNA variation. *Journal of Fish Biology* 63: 254–259
- Margenau, T. L. 1995: Stunted northern pike: a case history of community manipulations and field transfer. Wisconsin Department of Natural Resources Research Report 169. PUBL-RS-569 95.
- McPhail J. D. et Lindsey C. C. 1970: Freshwater fishes of northwestern Canada and Alaska. *Fish. Res. Bd. Canada, Bull.* 173: 137- 141.
- Mejza T., Kodras M., Mejza A. 1996: Chów ryb dodatkowych w stawach karpiovych. [Culture of additional fish species in carp ponds.] *Komunikaty Rybackie* 1996 (1): 10.12. [In Polish.]
- Miller R. B. et Kenedy W. A. 1947: Observations on the lake trout of Great Bear Lake, *J. Fish. Res. Bd. Canada* (sec. Martin N. V. et Olver Ch. H., 1980: The lake charr, *Salvenius namaycush*. In: *Charrs*, pp. 205- 277. W. Junk, Hague).
- Miller, L. M. & W. Senanan. 2003: A review of northern pike population genetics research and its implications for management. *North American Journal of Fisheries Management* 23:297–306
- Mizusawa K., Noble C., Suzuki K., Tabata M. 2007 – Effect of light intensity on self feeding of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared individually – *Fish. Sci.* 73: 1001-1006
- Mihalik J. 1966: Chov štiky. Čs. ryb. svaz, SZN Praha , 15 pp.
- Mohanta K. N., Mohanty S.N., Jena J.K., Sahu N.P. 2008 – Optimal dietary lipid level of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings in relation to growth, nutrient retention and digestibility, muscle nucleic acid content and digestive enzyme activity – *Aquacult. Nutr.* 14: 350-35

- Munro W. R. 1957: The pike of Loch Choin. Scot. Home Dept., 16: 1-16.
- Nicod, J.-C., Y. Z. Wang, L. Excoffier & C. R. Largiader, 2004. Low levels of mitochondrial DNA variation among central and southern European *Esox lucius* populations. *Journal of Fish Biology* 64: 1442–1449
- Nikol'skij G. V., 1961 (1963,1974): *Ekologia ryb. Vyššaja škola, Moskva, 335pp., 2 vyd. 1963, 3 vyd. 1974, 365 pp*
- Ning-Yu H., Lian-Jun X., Zong-Li Y. 2006 – The influence of stocking density and water temperature on growth in juvenile *Esox lucius* raised in greenhouse – *J. Fish China* 30: 76-80
- Oliva O., 1963a: *Kruhoústí a ryby Čechy. Habil. práce, Zool, ústav. UK, Praha, 584 pp. (republik).*
- Paspatis M. 1999 – Feeding and growth responses of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) reared by four feeding methods – *Aquaculture* 175: 293-305
- Paukert C.P., Klammer J.A., Pierce R.B., Simonson T.D. 2001: An overview of northern pike regulations in North America – *Fish. Manage.* 26: 6-13.
- Paukert, C. P., W. Stancill, T. J. DeBates & D. W. Willis. 2003: Predatory effects of northern pike and largemouth bass: bioenergetic modeling and ten years of fish community sampling. *Journal of Freshwater Ecology* 18: 13–24.
- 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.
- Polícar T., Kozák P., Hamáčková J., Lepičová 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
- Potthoff M.T., Christman M.C. 2006: Growth depensation and group behaviour in juvenile hybrid striped bass *Morone chrysops* x *Morone saxatilis*: effects of group membership, feeding method, ration size and size disparity. *J. Fish Biol.* 69: 828-845.
- Puvanendran V. 2002: Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods – *Aquaculture* 214: 131-151.
- Ráb P., et Mayr B. 1986: Chromosome Banding study of European esocoid fishes: Location of nucleolar organizer regions in *Umbra krameri* and *Esox lucius*. *Copeia*, 1987: 1062-1067.
- Schlumpberger V. (1966): Determination of salt tolerance of pike (*Esox lucius*) by means of Na. *Ref. Zh. Biol.* 1118k (in Russian)
- Skov, C., O. Lousdal, P. H. Johansen & S. Berg. 2003a: Piscivory of 0+ pike (*Esox lucius* L.) in a small eutrophic lake and its implication for biomanipulation. *Hydrobiologia* 506–509: 481–487.
- Snow E., 1974: Effects of stocking northern pike in Murphy Flovage. *Wisconsin tech. Bull.*, 79: 1-19
- Strand Å., Alanära A., Magnhagen C. 2007: Effect of group size on feed intake, growth and feed efficiency of juvenile perch – *J. Fish Biol.* 71: 615-619.

- Steffens W. 1976: Hechtzucht. Z. Binnenfischerei DDR, 20 (11):327- 343, 20 (12): 360- 371.
- Swift D. R. 1965: Effect of temperature on mortality and rate of development of the eggs of the pike (*Esox lucius* L.) and the perch (*Perca fluviatilis* L.). Nature, London, NO 206: 528
- Szczepkowski M., Szczepkowska B., Ulikowski D. 1999: Podchów narybku szczupaka (*Esox lucius*) obiegu recyrkulacyjnym na paszy sztucznej. [Rearing of pike (*Esox lucius*) fry on artificial feeds in recirculating water system. Komunikaty Rybackie 1999 (6): 20- 21.
- Szczepkowski M, Szczepkowska B. 2003: Comparison of three feeds in rearing larval pike (*Esox lucius*) – In: Predatory fish. Reproduction, rearing, prophylactics (Eds) Z. Zakêoe, K. Demska-Zakêś, T. Krzywosz, J. Wolnicki, Wyd. IRS Olsztyn: 89-90 (in Polish).
- 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. (2009) 17: 107-147
- Szkudlarek M., Zakêś Z. 2002: The effect of stock density on the effectiveness of rearing pikeperch, *Sander lucioperca*(L.), summer fry – Arch. Pol. Fish. 10: 115-119.
- Szczerbowski J. 1981 (1985): Rybactwo jeziorowe i rzeczne. 1. vyd. PWRiL, Warszawa, 733 pp.(2. vyd. 1985).
- Szczerbowski J. 1993: Inland fisheries. Wyd. IRS Olsztyn: 253-258 (in Polish).
- Smíšek J. 1966: Odchov štičího plůdku. Živoč. výroba, 11: 703- 714.
- Štědronský E. 1953: Potrava plůdku štiky obecné (*Esox lucius* L.) po ztrátě žloutkového vácku.Sb. ČSAZV, 26 (1-2): 71- 78.
- Thomas S.L., Piedrahita R.H. 1998: Apparent ammonia nitrogen production rates of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in commercial aquaculture systems – Aquacult. Eng. 17: 45-55
- Timmermans G. A. 1979 – Culture of fry and fingerlings of pike, *Esox lucius* – EIFAC Tech. Pap. 35 (Suppl. 1):177-183.
- Toner E. D., Lawler G. H. 1969: Synopsis of the Biological Data on the Pike *Esox lucius* (Linnaeus 1758). FAOFisheries Synopsis (30) Rev. 1. Rome, 29 pp.
- Trejčka J. et Volf F., 1944: Štika, její chov a lov. Lepší hospodaření, Agr. nakla. spol., Praha, 43, 87 pp.
- Vladikov V. D. 1931. Poissons de la Russie Sous. Carpathique (Tchécoslovaquie). Mém. Soc Zool. France, 29: 217- 374
- Vostradovský J. 1969c: Značkování, migrace a růst značkových štik v údolní nádrži Lipno, Bul. VÚRH Vodňany, 1969(3): 9-18
- Vostradovský J. 1971: Potrava štikyobecné (*Esox lucius* L.) v údolní nádrži Lipno. Práce VÚRH Vodňany. 1971 (9): 159- 189.

- Vostradovský J. 1977: The age and growth of pike (*Esox lucius* L.) in the artificial reservoir Lipno. Práce VÚRH Vodňany, 1977(10) : 21- 46
- Vostradovská M.. 1978: K potravní biologii štiky obecné ve vodárenských nádržích. Želivka a Hubenov. Vertebrat. Zprávy, ÚVO ČSAV Brno, 1978: 24- 80
- Wajdowitz. 1961: Zbiornik Goczalkowicki jak objekt hospodami rybackiej. III. Dalsze
- Westin L., Limburg K. E. 2002: Newly discovered reproductive isolation reveals sympatric populations of *Esox lucius* in the Baltic. Journal of Fish Biology 61, 1647–1652. 308 L. formowanie sie stada ryb. Acta Hydrobiol., 3(4): 225- 239
- Wolnicki J., Górny W. 1993: Use of commercial trout- and eel feeds in controlled rearing of pike *Esox lucius* L. larvae. Komunikaty Rybackie 1993 (2): 6.9. (In Polish)
- Wolnicki J., Górny W. 1995: Optimal feed ration during controlled rearing of pike, *Esox lucius* L., larvae. Komunikaty Rybackie 1995 (2): 21.23. [In Polish.]
- Wolnicki J., Górny W. 1997: Effects of commercial dry diets and water temperature on growth and survival of northern pike, *Esox lucius* L., larvae – Pol. Arch. Hydrobiol. 44: 377-383.
- Wolnicki J., Kamiński R. 1998: Mass rearing of pike hatchlings using starters – In: Lacustrine fisheries, development, changes, issues (Ed.) A. Wołos, Wyd. IRS: 83-90 (in Polish).
- Zakeš Z. 1997: Production of pikeperch stocking material under controlled conditions – Wyd. IRS Olsztyn 175: 1-26 (in Polish)
- Zakeš Z., Szkudlarek M., Woźniak M., Demska-Zakêoe K., Czerniak S. 2003: Effects of feeding regimes on growth, within-group weight variability, and chemical composition of the juvenile zander, *Sander lucioperca* (L.), body – EJPAU 6(1):<http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue1/fisheries/art-04.html>.
- Zigler S.J., Dewey M.R. 1995 – Phototaxis of larval and juvenile northern pike – N. Am. J. Fish. Manage. 15: 651-653.
- Zalachowski W. 2000: Northern Pike, In: Freshwater fishes of Poland (Ed.) M. Brylińska, PWN, Warszawa: 362-368(in Polish)
- Žiliukiene V., Žiliukas V. 2006: Feeding of early larval pike *Esox lucius* L. reared in illuminated cages – Aquaculture258: 378-387

Seznam zdrojů online

Dostupné na www stránkách

- 1- <http://www.fao.org/fishery/species/2942/en>
- 2- <http://cs.wikipedia.org/wiki/stika>
- 3- <http://rybsdr.fishnet.cz>
- 4- <http://www.rybsvaz.cz/>
- 5- <http://www.fishbase.org/summary/Esox-lucius.html>
- 6- <http://www.stika-obecna.cz/>
- 7- <http://kzr.agrobiologie.cz/natural/data/datakava/kurfurst.pdf>

8 Seznam použitých zkratk

mt DNA označení pro DNA, která se nachází v mitochondriích a tvoří tak součást mimojaderné genetické informace

ppt (Salinita) ukazuje hodnoty slanosti měřené v ppt (částic na tisíc jednotek)

Š₀ - váčkový plůdek je plůdek od vykolení (vylíhnutí) do přechodu na vnější výživu

K_r - rychlený plůdek ve stáří cca 30 – 90 dnů

Š₁ - plůdek, který má za sebou vegetační období (věk 3 – 12 měsíců)

Š₂ - násada, dvě vegetační období

Š_t - tržní štika

Š_{gen} - generační štika

lx- jednotka intenzity světla

9 Tabulková část

(Tab. 1) Tabulka k prvnímu experimentu.

Skupina M	Začátek	Hustota 1	Hustota 2	Hustota 3	Hustota 4
TL (mm)	15,98± 0,8376	16,033 ^{ab} ± 0,8631	16,897 ^{ab} ± 0,79306	17,0998 ^b ± 0,8196	16,0053 ^a ± 0,8828
W (g)	0,01797±0,0222	0,0333 ^a ± 0,004	0,036473 ^a ± 0,005	0,045525 ^{ab} ± 0,007	0,034792 ^a ± 0,004
SGR (%.d ⁻¹)		12,3643	14,15468	18,58838	13,2107
FQ	0,68	0,809 ^a ± 0,111	0,999 ^{b±} 0,170	0,912 ^{ab} ± 0,155	0,849 ^{ab} ±0,107
Přežití %	100 %	90,35 ^a ± 4,60	93,31 ^a ± 2,03	93,04 ^a ± 2,75	93,34 ^a ± 0,48

(Tab. 2) Tabulka k druhému experimentu.

Skupina NH	Začátek	Hustota 1	Hustota 2	Hustota 3	Hustota 4
TL (mm)	12,865± 3,863	15,405 ^a ± 1,454	17,090 ^b ± 1,037	16,930 ^b ± 0,932	16,147 ^{ab} ± 0,813
W (g)	0,0162± 0,003	0,040236 ^a ± 0,011	0,043258 ^a ± 0,009	0,042383 ^a ± 0,009	0,037906 ^a ± 0,009
SGR (%.d ⁻¹)		18,1827	19,6312	19,2225	16,9893
FQ	0,84	1,101 ^a ±0,324	0,866 ^b ±0,197	0,837 ^b ±0,1903	0,901 ^b ±0,234
Přežití %	100 %	88,88 ^a ± 3,91	93,59 ^a ± 2,06	93,09 ^a ± 2,16	94,82 ^a ± 0,92

(Tab. 3) Biometrické ukazatele k prvnímu experimentu

Skupina M	Longitudo totalis	<i>Longitudo corporis</i>	<i>Longitudo mandibulare</i>	<i>Diameter oculi</i>	<i>Longitudo capitis</i>	<i>Distantia praeanalisis</i>
Začátek	13,865± 3,863	11,191±1,136	2,017±0,318	0,9024±0,092	2,442±0,512	9,118±0,556
Hustota H1	16,033 ^{ab} ± 0,63	14,691 ^a ±0,82	3,216 ^a ±0,217	1,185 ^a ±0,077	4,403 ^a ±0,348	11,064 ^{ab} ±0,68
Hustota H2	16,897 ^{ab} ± 0,793	15,772 ^b ±0,70	2,807 ^b ±0,354	1,234 ^a ±0,062	4,677 ^{ab} ±0,331	11,911 ^a ±0,837
Hustota H3	17,099 ^b ± 0,819	15,853 ^b ±0,75	2,907 ^{ab} ±0,222	1,366 ^b ±0,666	4,889 ^b ±0,294	11,941 ^a ±0,741
Hustota H4	16,005 ^a ± 0,882	14,666 ^a ±0,73	3,195 ^a ±0,191	1,179 ^a ±0,066	4,353 ^a ±0,361	10,942 ^b ±0,48

(Tab. 4) Biometrické ukazatele k druhému experimentu

Skupina NH	Longitudo totalis	<i>Longitudo corporis</i>	<i>Longitudo mandibulare</i>	<i>Diameter oculi</i>	<i>Longitudo capitis</i>	<i>Distantia praeanalisis</i>
Začátek	12,865± 3,863	11,001±0,659	1,997±0,158	0,955±0,066	2,931±0,241	9,068±0,789
Hustota H1	15,405 ^a ±1,454	14,372 ^a ±1,216	2,348 ^a ±0,404	1,234 ^a ±0,170	3,903 ^a ±0,539	10,849 ^a ±0,953
Hustota H2	17,090 ^b ±1,037	15,861 ^b ±1,602	2,478 ^a ±0,236	1,340 ^a ±0,098	4,516 ^b ±0,531	12,080 ^b ±0,913
Hustota H3	16,930 ^b ±0,932	15,567 ^{bc} ±0,736	2,642 ^a ±0,332	1,365 ^a ±0,099	4,594 ^b ±0,429	11,804 ^b ±0,610
Hustota H4	16,147 ^{ab} ±0,813	14,926 ^{ac} ±0,818	2,445 ^a ±0,241	1,287 ^a ±0,086	4,314 ^{ab} ±0,334	11,435 ^{ab} ±0,53

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo experimentálně popsat a vyhodnotit možnosti adaptace štiky obecné (*Esox lucius* L.) na kontrolované podmínky chovu a příjem umělého peletovaného krmiva. Další ukazatel, který byl sledován, byla hustota larev štiky v odchovných nádržích. Experiment byl rozdělen do čtyř různých hustot po třech opakováních. Hustota byla 10, 20, 40, 80 ks na l⁻¹. Experimenty byly provedeny dva, s délkou odchovu 5 dnů. Odchov probíhal v dvanácti kruhových nádržích o objemu 180 l⁻¹ napojený na recirkulační systém. Teplota v průběhu odchovu byla konstantní 21-22° C. Frekvence krmení byla kontinuální (24 h) s kombinací ručního krmení a krmítek s hodinovým strojkem (v noci).

Pro osvětlení nádrží byly použity akvarijní zářivky, pro každou nádrž individuálně. Intenzita osvětlení byla vysoká (210 lx). Dále bylo vyhodnoceno kumulativní přežití v % a růstové ukazatele jako SGR a FQ. Kanibalismus nebyl zaznamenán. Byly provedeny základní biometrické analýzy W (g) a TL (mm), délka těla, velikost očí, hlavy, délka čelistí, předanální délka a délka ocasního násadce.

Klíčová slova

štika obecná (*Esox lucius*), adaptace, hustota nasazení, intenzivní odchov, RAS

Abstract

The main objective of this thesis is to describe and experimentally evaluate the possibility of adaptation of pike (*Esox lucius* L.) in controlled housing conditions and income artificial pelleted feed. The thesis is mainly based on the effect of an initial larval density of pike for adaptation and survival and the growth of larvae reared in the rearing tanks. The experiment consisted of four different densities of larvae (10, 20, 40, 80 pc of the larvae l⁻¹, which were always repeated three times. Two experiments were performed (M, H), with a length of rearing of five days. Rearing itself was conducted in twelve circular tanks with a capacity of 180 l⁻¹, the recirculation system connected to the experimental rearing facility in Vodňany FROV JU. The temperature during rearing was constant. For the first experiment the temperature was 22.3 ± 0.3 °C. For the second one, the average temperature was 21.5 ± 0.6 °C. The frequency of feeding was continuous (24 h) with a combination of hand feeding and feeders with a timer (at night). The illumination of the aquarium tanks was provided by fluorescent lamps, for each tank individually. The light intensity was high (210 lux) and constant during the rearing. Both experiments showed the optimal density at the initial feeding from 20 to 40 units . l⁻¹. Also, we have implemented made out performed- the basic biometric analysis of W (g) and TL (mm), the body length, size of eyes, head, jaw length, prenatal length.

Keywords: pike (*Esox lucius*), adaptation, initial density of larvae, artificial pelleted feed, intensive breeding, RAS