



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Reprodukce a odchov rychlého plůdku štiky obecné (*Esox lucius* L.)

V. Bondarenko, J. Kříšťan, V. Švinger, T. Polícar



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Reprodukce a odchov rychlého plůdku štiky obecné (*Esox lucius* L.)

V. Bondarenko, J. Křišťan, V. Švinger, T. Polícar

Vodňany

Vydání a textová příprava publikace byly uskutečněny za finanční podpory projektu:

Posílení excelence vědeckých týmů na FROV JU
(CZ.1.07/2.3.00/20.0024)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsahová část publikace byla zpracována za finanční podpory následujících projektů:

Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz – CENAKVA
(CZ.1.05/2.1.00/01.0024) – 20%

Optimalizace chovatelských aspektů rybníční a intenzivní akvakultury
(GA JU 074/2013/Z) – 20%

***Ověření technologie zaručující kvalitní a vyrovnanou produkci
násadového materiálu štiky obecné***
(Operační program Rybářství – Opatření 3.4. – Pilotní projekt
CZ.1.25/3.4.00/11.00397) – 20%

Udržitelnost a excelence centra akvakultury a biodiverzity hydrocenóz
(LO1205) – 20%

***Vývoj technologie potravní adaptace larev štiky obecné na peletované krmivo
a intenzivní chov v RAS***
(Operační program Rybářství – Opatření 3.1. záměr b – Pilotní projekt
CZ.1.25/3.1.00/11.00271) – 20%

a za pomoci technické podpory Rybářství Nové Hrady s.r.o.



č. 144

ISBN 978-80-87437-81-0

1. CÍL METODIKY	6
2. VLASTNÍ POPIS METODIKY	6
2.1. Hospodářský význam štiky obecné v Evropě	6
2.2. Současné způsoby produkce tržních ryb a její objem v Evropě a ČR	8
2.3. Faktory významně omezující současnou produkci	8
2.4. Obecná reprodukční charakteristika	9
2.5. Značení a evidence generačních ryb	11
2.6. Řízená reprodukce štiky obecné teplotní či hormonální stimulací	13
2.7. Hormonální stimulace finálního dozrávání oocytů a ovulace jiker	14
2.8. Hormonální ošetření mlíčáků	16
2.9. Délka období latence, synchronizace a úspěšnost výtěrů jikernaček	17
2.10. Plodnost jikernaček	19
2.11. Vliv vybraných faktorů na oplozenost jiker a přežití embryí při jejich inkubaci	20
2.12. Velikost jiker a počet jiker v 1 gramu	22
2.13. Způsoby odběru spermatu	22
2.14. Plodnost mlíčáků a charakteristika jejich spermatu	25
2.15. Morfologie a charakteristika spermií	26
2.16. Postup umělého oplození jiker s možností použití aktivačních roztoků	27
2.17. Odstranění lepivosti jiker před inkubací	29
2.18. Inkubace jiker a líhnutí embryí	30
2.19. Chov larev do stadia stráveného žloutkového váčku	34
2.20. Transport larev a juvenilních ryb štiky obecné určených k dalšímu chovu	35
2.21. Možnosti odchovu larev a juvenilních ryb štiky obecné do stadia rychleného plůdku	36
3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“	46
4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	46
5. EKONOMICKÉ ASPEKTY	46
6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	47
7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	52

1. CÍL METODIKY

Cílem této certifikované metodiky je popsat a odborně vysvětlit nové postupy řízené reprodukce generačních ryb štiky obecné (*Esox lucius* L.) optimalizující synchronizaci výtěru generačních ryb, postup umělého oplození a inkubace jiker a získání kvalitních a vysoce životaschopných larev tohoto druhu. Dalším cílem této publikace je popsat moderní a efektivní metody produkce juvenilních ryb štiky obecné do stadia rychleného plůdku o velikosti TL = 30–50 mm, který se následně využívá k odchovu starších věkových kategorií ryb až do kategorie tržních ryb o hmotnosti těla 1–3 kg.

Předpokládáme, že tato odborná příručka může v budoucnosti pomoci českým produkčním rybářským podnikům zefektivnit a zvýšit produkci štiky obecné v ČR, což může diverzifikovat produkci českého rybářství.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1. Hospodářský význam štiky obecné v Evropě

Štika obecná (obr. 1) je hospodářsky zajímavým dravým druhem ryby, který se vyskytuje v mnoha různých sladkovodních biotopech severní polokoule (Crossman, 1996). Tento druh je také velmi oblíbený mezi sportovními rybáři (Mann, 1996). Prvním důvodem této obliby je plošný a velmi rozšířený výskyt štiky obecné, který je dán její vysokou přizpůsobivostí k různým přírodním biotopům (Crossman, 1996). Druhou příčinou je bojovnost a vytrvalost tohoto rybího dravce při jeho ulovení na udici. Tato skutečnost tak přináší velmi zajímavý sportovní rybolov (Lusk a Krčál, 1982; Mann, 1996). Třetí příčinou je vysoká kvalita svaloviny štiky, která má nepatrnou příchutř rybiny, je vysoce dietní a lehce stravitelná (Lusk a Krčál, 1982). Na druhé straně je nutné zmínit, že štika obecná je v Evropě doplňkovým druhem, který v žádném případě není sportovními rybáři loven v masovém měřítku. Štika je totiž ve volných vodách vrcholový predátor, který se na daných lokalitách vyskytuje v poměrně nízkých hustotách (3–4 kg·ha⁻¹), často i v hustotě menší než 1 kg·ha⁻¹. Toto tvrzení však obecně neplatí v Rusku, Finsku a na Ukrajině, kde je zmíněný rybí druh hojně loven sportovními rybáři (Mann, 1996). Hojnost štiky ve výše uvedených zemích je dána velkým počtem a celkovou plochou vodní hladiny různě členitých jezer či vodních přehrad (Crossman, 1996).

Vedle sportovního rybolovu je štika obecná hojně využívána v rámci extenzivního polykulturního chovu ryb v rybnících. V takovémto chovu štika zaujímá roli dravce, který má za úkol potlačovat výskyt drobných a méně hospodářsky významných kaprovitých druhů ryb, jako jsou například plotice

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

obecná (*Rutilus rutilus* L.), cejn velký (*Abramis brama* L.), cejnec malý (*Abramis bjoerkna* L.), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus* L.), střevlička východní (*Pseudorasbora parva* Temminck a Schlegel) a karas stříbřitý (*Carassius gibelio* Bloch). Potlačení výskytu těchto méně ceněných druhů ryb v rybnících omezuje jejich konkurenci vůči hlavnímu hospodářsky nejvýznamnějšímu druhu ryby – kapru obecnému (*Cyprinus carpio*) (Adámek a kol., 2010). Takovéto využití štiky v rybničním chovu udržuje vysokou a efektivní produkci kapra v rybnících a druhým jejím přínosem je zhodnocení biomasy méně hospodářsky významných druhů ryb v podobě přírůstku biomasy ekonomicky velmi ceněného druhu (Lusk a Krčál, 1982; Dubský, 1998).

Silný predační tlak štiky obecné se využívá v řízených obsádkách při tzv. biomanipulacích ve vodárenských nádržích. Principem řízených rybích obsádek je podpora populací dravých druhů ryb, které jsou schopné kontrolovat biomasu drobných planktonofágních druhů ryb. Snížený výskyt a biomasa těchto drobných planktonofágů snižuje jejich vyžírací tlak na filtrující zooplankton. Tato skutečnost umožňuje větší rozvoj zooplanktonu, který účinně omezuje rozvoj fytoplanktonu, potažmo masivní výskyt tzv. vodního květu. Tímto krokem může být ve vodárenských nádržích udržována poměrně dobrá kvalita vody. Toto tvrzení platí však jen v případě, že v nádržích bude udržována nízká finální rybí biomasa (menší než 100 kg·ha⁻¹) a vodní prostředí bude zatěžováno nízkým obsahem fosforu na úrovni mezotrofie (Adámek a kol., 2010).



Obr. 1. Generační štika obecná (*Esox lucius* L.) (foto T. Policar).

2.2. Současné způsoby produkce tržních ryb a její objem v Evropě a ČR

V současné době se tržní štika v Evropě produkuje hlavně dvěma způsoby. Prvním způsobem je odlov divoce žijících ryb ve velkých jezerech a řekách. Tímto způsobem bylo v Evropě za poslední desetiletí ročně vyprodukováno 17 700–24 500 tun štik. Jednoznačně největšími evropskými producenty takto získávaných ryb jsou Rusko (8 000–16 000 t) a Finsko (6 500–8 300 t). Dalšími významnými producenty štiky pomocí odlovu jsou v Evropě následující země (v závorce uvedena průměrná roční produkce štik v průběhu minulého desetiletí): Polsko (250–325 t), Maďarsko (170–280 t), Německo (170–210 t), Česká republika (140–180 t), Estonsko (95–200 t) a Srbsko (70–220 t) (FAO, 2013a). V České republice štiky z volných vod odlovují především sportovní rybáři. Roční úlovky štik tímto způsobem se u nás v letech 2008–2010 pohybovaly na úrovni 120–170 tun (Ženíšková a Gall, 2011).

Vedle odlovu štiky z volných vod je tento druh ryby tradičně produkován a chován v již zmíněném extenzivním rybničním chovu. Díky tomuto chovu se v celé Evropě ročně na rybí trh vyprodukuje jen 220–850 tun štiky, což představuje pouze 3–10 % produkce získané lovem. Nejvýznamnějšími producenty štiky obecné chovem v rybnících byly v minulém desetiletí následující země: Rusko (4–280 t), Polsko (0–170 t), Česká republika (60–110 t), Bělorusko (40–120 t) a Maďarsko (30–80 t) (FAO, 2013b).

Největším českým producentem tržní štiky obecné je Rybářství Třeboň a.s. s celkovou produkcí 22 tun v roce 2011. Dalšími významnými českými producenty štiky jsou následující rybářské podniky s uvedenou roční produkcí v roce 2011: Rybářství Kardašova Řečice s.r.o. (8,1 t), Rybářství Hluboká s.r.o. (4,8 t), Rybářství Mariánské Lázně s.r.o. (4,6 t) a Rybářství Chlumeck nad Cidlinou a.s. (4,2 t). Rychlený plůdek štiky (TL = 30–50 mm) je do produkčních rybníků zmíněných podniků nasazován ve velmi nízkých hustotách okolo 100–400 ks.ha⁻¹ na začátku 2–4letého produkčního cyklu (Hamáčková, 1987). Průměrná konečná biomasa štiky obecné chované v polykulturních rybničních obsádkách tržních ryb se v podmínkách českého rybářství pohybuje mezi 0,7 kg.ha⁻¹ a 16,0 kg.ha⁻¹ (Kratochvíl, 2012). Tyto velmi nízké produkční hustoty jsou ovlivňovány vysokým predaním tlakem štiky na rybí populaci v daných rybnících včetně vzájemného kanibalismu štik mezi sebou (Lusk a Krčál, 1982). Z tohoto důvodu mají rybníky velmi omezenou produkční kapacitu pro efektivní chov štiky.

2.3. Faktory významně omezující současnou produkci

Produkce tržních štik je v rámci českého rybářství významně limitována samotnou biologii tohoto druhu a také nedostatečnými či suboptimálními

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

chovatelskými podmínkami (Lusk a Krčál, 1982; Policar, 2012a,b). Biologické vlastnosti štiky omezující její chov jsou: dlouhé období výtěru hormonálně neošetřených generačních ryb (Policar, 2012a), produkce velmi malého objemu spermatu (Linhart, 1984; Billard, 1996; Hulák a kol., 2008a), kontaminace vytlačovaného spermatu močí způsobující jeho omezenou využitelnost při umělém oplodnění jiker (Berka a Hamáčková, 1980; Billard, 1996; Hulák a kol., 2008a), využívání testikulárního spermatu způsobující ztrátu generačních samců pro další použití (Billard, 1996; Lahnsteiner a kol., 1998), variabilní kvalita jiker (Lusk a Krčál, 1982; Policar 2012a; Švinger a kol., 2012), náchylnost oplozených jiker a embryí k manipulaci či nešetrné inkubaci (Berka a Hamáčková, 1980), silný kanibalismus (Lusk a Krčál, 1982; Kucska a kol., 2005; Szczepkowski, 2009) a vysoká teritorialita ryb vyskytující se od juvenilních stádií (Berka a Hamáčková, 1980; Lusk a Krčál, 1982).

Chovatelské podmínky či zásahy omezující produkci štiky jsou: použitá suboptimální teplota vody pro chov (Szczepkowski, 2009; Policar, 2012b), nedostatek vhodné potravy (Berka a Hamáčková, 1980; Hamáčková, 1987) a nízká hustota chovaných ryb (Lusk a Krčál, 1982; Hamáčková, 1987).

2.4. Obecná reprodukční charakteristika

V našich klimatických podmínkách se nejčastěji štika obecná rozmnožuje od konce února až do konce března, respektive do začátku dubna (Kouřil a Hamáčková, 1975; Dubský, 1998; Bondarenko a kol., 2012b). Reprodukce probíhá při teplotě vody 7–10 °C a výtěrové období je ukončeno v době, kdy teplota vody trvale dosahuje 14 °C (Lusk a Krčál, 1982; Westers a Stickney, 1993).

Štika patří mezi fytofilní druh, který své oplozené jikry klade na ponořenou makrovegetaci, zejména na jemnolistá vodní makrofyty. Přirozeným prostředím pro její výtěr jsou mělké a prohřáté úseky rybníků a řek, které mohou být i periodicky zaplavované. Jikry jsou lepkavé, a tak jsou na rostlinný podklad pevně přilepeny. Přirozené rozmnožování štiky je ohrožováno nízkou hladinou vody či jejím častým kolísáním (zejména v údolních nádržích) a nedostatkem vhodného výtěrového substrátu (Lusk a Krčál, 1982).

Pohlavní dospívání generačních ryb je závislé především na daných teplotních podmínkách a potravní nabídce lokalit (Billard, 1996). Ve Španělsku, kde byla štika uměle vysazena a následně aklimatizována, dospívají samci i samice již koncem prvního roku života (Crossman, 1996). I v našich střeoevropských podmínkách se sice lze setkat s jednoletými pohlavně dospělými rybami (Kouřil a Hamáčková, 1975; Lusk a Krčál, 1982), nicméně v našich klimatických podmínkách štiky dospívají na konci druhého, ale i třetího, a někdy i dokonce

čtvrtého roku života (Billard, 1996). Samci dospívají dříve než samice, a to již ve velikosti TL = 180 mm, které dosahují v prvním roce života. Samice mohou být pohlavně dospělé ve druhém roku života při dosažené velikosti TL = 260 mm (Billard, 1996; Hubenova a Zaikov, 2007).

Pohlavní orgány (vaječníky a varlata) obou pohlaví jsou párové, zavěšené na pobřišnicových řasách a jsou umístěny v dutině břišní podél zevního okraje ledvin (Kouřil a kol., 1976). Vaječníky mají typický hruškovitý tvar a před obdobím výtěru získávají oranžovou barvu charakterizující finální stadia oocytů. Varlata jsou protáhlá, bílá nebo smetanově zbarvená (Lenhard a Cacic, 2002). Varlata samců intenzivně rostou a vyvíjejí se již na konci léta. U samic dochází k intenzivnímu vývoji oocytů ve vaječnicích během zimního období až do začátku jara (od listopadu do března, respektive začátku dubna), kdy finální stadia oocytů zaujímají až 95 % objemu vaječniců. GSI (gonadosomatický index – vyjadřuje procentuální podíl hmotnosti gonád vůči hmotnosti těla) se u samic v létě pohybuje kolem 1–2 %, na podzim 5 % a v zimě dosahuje 10–12 %. Na jaře před výtěrem byl u samic zjištěn GSI 18–20 %. V tomto období vaječníky zaplňují podstatnou část břišní dutiny (Billard, 1983; 1996).

Sexuální dimorfismus, jako u jiných druhů ryb mírného pásma, není v době tření příliš výrazný (Lusk a Krčál, 1982; Dubský, 1998). Samice mají jen zvětšené břišní partie. Pohlaví lze rozpoznat podle tvaru močopohlavní papily (Casselmann, 1974; Billard, 1983), což potvrzují i naše dosavadní zkušenosti při jeho rozlišování ve výtěrovém období. Močopohlavní papila u samců má tvar čáry, je úzká a nevýrazná, zatímco u samic je vějířovitá, intenzivně prokrvená a zarudlá (obr. 2).



Obr. 2. Rozlišení pohlaví štiky obecné (*Esox lucius* L.) pomocí tvaru a stavu močopohlavní papily, samec (vlevo) a samice (vpravo) (foto V. Bondarenko).

2.5. Značení a evidence generačních ryb

Pro individuální značení jednotlivých generačních ryb se užívají buď implantované mikročipové transpondéry PIT (*Passive Integrated Transponder* – „pasivní integrovaný transpondér“ někdy nazývaný jen jako „čip“ či „mikročip“) (Rodina a Flajšhans, 2008) anebo kovové visací značky (obr. 3). Individuální značení ryb je pro rybářskou praxi velmi důležité pro dobrou evidenci výtěrové aktivity, plodnosti a přežití ryb po výtěrové sezóně a následně také pro evidenci opakovaných výtěrů v dalších letech. Mikročipy s číselným kódem se nejčastěji implantují pomocí sterilního jednorázového nebo opakovaně využitelného implantátoru do hřbetní svaloviny na levém boku ryby, přibližně na úrovni prvního tvrdého paprsku hřbetní ploutve kranialním směrem pod úhlem 30° do hloubky 1 až 1,5 cm. Druhý zmíněný způsob značení ryb je často využíván ve francouzských rybářských líhních, kdy je určitá generační ryba označována připevněním kovové visací značky s číslem ryby do hřbetní či břišní ploutve.



Obr. 3. Značení generačních ryb štiky obecné (*Esox lucius L.*) mikročipem PIT (vlevo) a kovovou visací značkou s číslem (vpravo) (foto J. Křišťan).

Před vlastním značkováním ryb je důležité ryby zklidnit pomocí anestetika (obr. 4). U štiky podobně jako u jiných druhů ryb je hojně využíváno hřebíčkového oleje s dávkou 0,04 ml.l⁻¹ (Švinger a kol., 2012). Po značení je vhodné danou rybu umístit do preventivní protiplísňové koupele v podobě roztoku manganistanu draselného v koncentraci 0,1 g.l⁻¹ s dobou expozice 10–15 minut (obr. 5). Tato koupel je prevencí proti sekundárnímu zaplísnění ještě před následným nasazením ryb do žlabů na líhni těsně před vlastním obdobím výtěru ryb (Polícar a kol., 2011a).



Obr. 4. Generační jikernačka štiky obecné (*Esox lucius* L.) v anestézii (foto T. Polícar).



Obr. 5. Označená generační jikernačka štiky obecné (*Esox lucius* L.) v koupeli manganistanu draselném, který je prevencí proti povrchovému zaplísnění (foto T. Polícar).

2.6. Řízená reprodukce štiky obecné teplotní či hormonální stimulací

Generační ryby určené k výtěru jsou chované od podzimu do jarního období v komorových rybnících s dostatkem potravních ryb (menší druhy kaprovitých ryb). Na jeden kilogram nasazovaných štik je doporučováno nasazovat jeden až pět kilogramů potravních ryb. V jarním období, kdy se teplota vody postupně zvyšuje na 4–6 °C a přibližuje se přirozené výtěrové období, je důležité rybníky s generačními rybami slovit (Dubský, 1998). Následně je potřeba generační ryby převést buďto do menších a mělkých příkopových rybníčků (výměra kolem 100 m²) blízko rybí líhne nebo přímo ryby nasadit do odchovných žlabů na líhni, kde je možné řídit teplotu vody a ovlivňovat tak termín výtěru ryb (Polícar, 2012a).

Použití zmíněných způsobů vysazení generačních ryb závisí na způsobu výtěru. Jestliže budou štiky vytírané bez hormonálního ošetření, vysazují se ryby obojího pohlaví odděleně do příkopových rybníčků, které jsou zarostlé hojně makrovegetací a nasazeny dostatkem potravních ryb (1 kg potravních ryb na 1 kg štik). Zde je důležité dvakrát denně (ráno a v odpoledních hodinách) měřit teplotu vody a sledovat chování generačních ryb, především jikernaček. V jarním období se voda postupně ohřívá, ze 4 °C (ráno) až na 8–10 °C (odpoledne) a dochází ke změně chování ryb. Při zvyšující se teplotě vody se ryby zdržují na okrajích rybníčků a intenzivně vplouvají do přibřežní makrovegetace. Z tohoto chování je možné usuzovat, že některé generační jikernačky jsou připravené k výtěru. Potom je nutné příkopový rybníček slovit, vybrat ovulující jikernačky a odlovit přibližně stejné množství mlíčáků, kteří bez problémů spontánně uvolňují sperma. Následně jsou ryby připravené na výtěr přemístěny do rybí líhne, kde jsou jikry z těla samice vytlačovány pomocí palpce břišních partií ryby. Poté jsou jikry uměle oplodněny, odlepkovány a inkubovány (Polícar 2012a). Jednotlivé chovatelské úkony jsou podrobně popsány v následujících kapitolách.

Jestliže se generační ryby budou nasazovat do kontrolovaných podmínek nádrží rybích líhní, aplikují se po počáteční teplotní stimulaci (postupně zvýšení teploty vody na 9–11 °C) hormonální přípravky (obr. 6), které zajistí finální dozrání oocytů a jejich následnou ovulaci (Bondarenko a kol., 2012b). Tento chovatelský zásah je nutné realizovat z důvodu výskytu silné reprodukční dysfunkce u štiky obecné, která se projevuje podobně jako u ryb řádu Cypriniformes neschopností podstoupit finální dozrání oocytů a jejich ovulace (Hamáčková a kol., 1975; Kouřil a Hamáčková, 1975, 1977; Mylonas a Zohar, 2001).



Obr. 6. Hormonální injekce generační jikernačky štiky obecné (*Esox lucius* L.) (foto T. Polícar).

2.7. Hormonální stimulace finálního dozrávání oocytů a ovulace jiker

Hormonální stimulace ovulace jiker byla u štiky obecné v kontrolovaných podmínkách rybářských líhní řešena v minulosti především hypofyzací pomocí dehydrovaných kapří hypofýz s dávkou $3\text{--}4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ živé hmotnosti jikernaček (Billard, 1996; Polícar, 2012a; Švinger a kol., 2012; Bondarenko a kol., 2013b). Tato metoda zůstává doposud jedinou spolehlivou metodou využívanou v rybářské praxi pro masovou indukci ovulace jiker u tohoto druhu (Szabó, 2001, 2003, 2008). Na rozdíl od jiných druhů ryb, kde bylo možno hypofyzací účinně nahradit aplikací syntetických GnRHa (Gonadotropin – *Releasing Hormone analogue*) nebo kombinací GnRHa s dopaminergními inhibitory (metoclopramid, pimozid a domperidon), u štiky obecné tato hormonální indukce ovulace oocytů buď úplně selhala anebo byla její efektivita nesrovnatelná s úspěšností hypofyzace (Szabó, 2003). Billard (1996) ještě popisuje úspěšnou aplikaci částečně čištěného lososího gonadotropinu (PPSG – *partially purified salmon gonadotropin*) pro vyvolání ovulace oocytů při použití $100 \mu\text{g PPSG}\cdot\text{kg}^{-1}$

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)

živé hmotnosti jikernaček. Ovšem zmíněný autor zjistil, že efektivita tohoto hormonálního zásahu se výrazně snižuje při chovu generačních ryb v zajetí. U ryb, které byly odloveny a ihned hormonálně ošetřeny PPSG, bylo dosaženo 100% ovulace. Avšak u ryb, které byly drženy v kontrolovaných podmínkách po dobu 3 dnů a teprve poté následovala hormonální stimulace pomocí PPSG, se míra ovulace snížila na 40 %.

Problémy s účinnou indukcí ovulace oocytů u štiky obecné chované v kontrolovaných podmínkách byly v nedávné minulosti spojovány s použitím nízkých dávek GnRHa (dávky pod úroveň 50 $\mu\text{g.kg}^{-1}$) a prozatímním nevyužitím možnosti nabízené GnRHa aplikovat s protražovaným (prodlouženým) účinkem pomocí emulsifikace GnRHa v adjuvanciích (např.: FIA – Freundovo inkompletní adjuvancium). Proto byl v roce 2012 realizován experiment, kde se testovala účinnost následujících hormonálních preparátů:

- sGnRHa (syntetický analog lososího GnRH) D-Arg⁶Pro⁹NET (40–50 $\mu\text{g sGnRHa.kg}^{-1}$ živé hmotnosti) v kombinaci s dopaminergním inhibitorem metoclopramidem (8–10 mg.kg^{-1}) s následnou emulsifikací ve FIA,
- sGnRHa D-Arg⁶Pro⁹NET (40–50 $\mu\text{g sGnRHa.kg}^{-1}$ živé hmotnosti) v kombinaci s dopaminergním inhibitorem metoclopramidem (8–10 mg.kg^{-1}),
- sGnRHa D-Arg⁶Pro⁹NET (40–50 $\mu\text{g sGnRHa.kg}^{-1}$ živé hmotnosti) s následnou emulsifikací ve FIA,
- kapří hypofýza rozpuštěná v 0,9% fyziologickém roztoku v dávce 4 mg.kg^{-1} živé hmotnosti,
- kapří hypofýza rozpuštěná v 0,9% fyziologickém roztoku a následně homogenizovaná ve FIA v poměru 1 : 1 v dávce 4 mg.kg^{-1} živé hmotnosti (Polícar, 2012a).

Účinným hormonálním zásahem, který vyvolal finální dozrávání oocytů a ovulaci jiker u 100% ryb, byla kapří hypofýza rozpuštěná ve fyziologickém roztoku. Homogenizovaná kapří hypofýza s FIA vyvolala ovulaci jiker u 86,5% ryb (Bondarenko a kol., 2013b). Z výsledků vyplývá, že homogenizovaná kapří hypofýza s FIA nedosahuje účinnosti v podobě procenta ovulovaných ryb ve srovnání s aplikací samotné kapří hypofýzy. Z tohoto důvodu tento dražší způsob hormonální stimulace ovulace u štiky nemůže v praxi nahradit používanou kapří hypofýzu rozpuštěnou pouze ve fyziologickém roztoku. Ostatní použité hormonální zásahy byly neúčinné (ovulace jiker u 0 % ryb) s výjimkou použití sGnRHa D-Arg⁶Pro⁹NET (40–50 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ živé hmotnosti) v kombinaci s dopaminergním inhibitorem metoclopramidem (8–10 mg.kg^{-1}). Tento hormonální zásah vyvolal ovulaci u 14 % jikernaček. Nicméně efektivita tohoto hormonálního ošetření byla velmi nízká a možná spojená pouze se spontánní ovulací jiker. Proto ani tento způsob hormonálního ošetření není

možné doporučit k použití v rybářské praxi (Polícar, 2012a). Vedle tohoto experimentu byla testována také účinnost vysokých dávek mGnRHa (savčí GnRHa; dávky až 150 μg mGnRHa v podobě Lecirelinu obsaženého v přípravku Supergestran na jeden kg živé hmotnosti), která také nespustila ovulaci jiker (Švinger, osobní sdělení 2013).

Uvedené výsledky potvrzují, že jediným efektivním hormonálním zásahem pro vyvolání ovulace jiker zůstává pouze kapří hypofýza. Hypofýza je využívána v hormonálně řízené reprodukci ryb od 30. let minulého století, kdy byla poprvé použita u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) (Hasler a kol., 1939). Klasickou technikou aplikace dehydrovaných hypofýz je jejich homogenizace nejčastěji v 0,7–0,9% fyziologickém roztoku (NaCl) a intramuskulární či intraperitoneální jednorázová aplikace v dávce 3–4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ živé hmotnosti jikernaček (Pecha a kol., 1992; Szabó, 2001, 2008).

Navážení požadovaného množství hypofýz se musí provést na odpovídající laboratorní váze s přesností alespoň $\pm 0,001$ g. Hypofýza se ředí se zmíněným fyziologickým roztokem tak, aby se rybám hormonální přípravek podával v objemu 1 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$, tzn. u jikernaček se 3–4 mg hypofýzy rozpustí v 1 ml fyziologického roztoku. Pro důkladnou homogenizaci hypofýz a jejich promíchání s fyziologickým roztokem je nevhodnější použít laboratorní keramickou třecí misku s tloučkem.

2.8. Hormonální ošetření mlíčáků

Při umělých výtěrech štiky obecné se používají mlíčáci menších hmotností (0,5–1 kg) (Dubský, 1998). Pokud se mlíčáci štiky obecné hormonálně stimulují, většinou se využívá dehydrované kapří hypofýzy v dávce 2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ živé hmotnosti ve zmíněném objemu 1 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Polícar 2012a; Švinger a kol., 2012). Mlíčáci jsou intramuskulárně injikováni po anestezii (viz kap. 2.5) v období, kdy se hormonálně ošetřují jikernačky (většinou tedy 4 dny před vlastním výtěrem ryb). Rozhodnutí, zda použít hormonální ošetření mlíčáků, závisí především na způsobu odběru spermatu a na rozhodnutí odpovědného zaměstnance dané rybí líhně. Pokud je plánováno využít vytlačované uvolňované sperma, je velmi vhodné mlíčáky hormonálně stimulovat (Polícar 2012a; Švinger a kol., 2012). Jestliže se mlíčáci hormonálně neošetří, může se stát, že bude získán velmi malý objem spermatu kolem 0,5–2 ml spermatu na jednoho mlíčáka (Billard, 1996; Dubský, 1998; Hulák a kol., 2008a,b). Takto malý objem spermatu může způsobit velké problémy při umělém oplozování získaných jiker. V případě využití tzv. testikulárního spermatu (po zabití mlíčáků a vypreparování varlat z jejich těla se následně sperma získá rozrušením varlat) není nutné hormonální stimulaci používat (Hulák a kol., 2008a,b). Nicméně

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

i u tohoto způsobu získávání spermatu je hormonální stimulace mlíčáků doporučována. Použití hormonálního zásahu totiž zvýší produkci spermií ve varlatech. Tato skutečnost usnadní práci a pozitivně se projeví při umělém oplozování jiker. Dostatečné množství spermií pro oplozování jiker se následně projeví vyšší mírou oplozenosti jiker (Policar, 2012a).

2.9. Délka období latence, synchronizace a úspěšnost výtěrů jikernaček

Období latence (interval latence) je doba mezi hormonální stimulací a výtěrem ovulovaných jiker (Policar a kol., 2011a). Období latence u jikernaček, které jsou ošetřovány dehydrovanou kapří hypofýzou výše zmíněnou dávkou, se pohybuje mezi $96,0 \pm 14,4$ a $98,2 \pm 2,5$ hodinami od provedené hormonální injekce (Policar 2012a; Švinger a kol., 2012). V některých případech bylo zjištěno, že se všechny jikernačky ošetřené kapří hypofýzou vytřely v jeden okamžik, a to 96 hodin po hormonální stimulaci (Bondarenko a kol., 2013b). Při jiném experimentu byly identicky ošetřené jikernačky vytřeny za stejné období latence (96 hodin), ale období výtěru od první do poslední vytřené jikernačky trvalo 12 hodin (Policar, 2012a). Délka období latence v denních stupních se pohybuje okolo $42,0 \pm 6,3$ °D, což znamená, že ryby byly chovány mezi injekcí a výtěrem při 10,5 °C po dobu 4 dní (Policar, 2012a). Úspěšnost vytřených jikernaček ošetřených kapří hypofýzou dosáhla úrovně mezi 95 a 100 % (Policar, 2012a; Švinger a kol., 2012). U jikernaček štiky ošetřených kapří hypofýzou smíchanou s Freundovým inkompletním adjuvanciem byla zjištěna délka latence $107,9 \pm 10,3$ hodin, kdy se v průběhu 12 hodin vytřely všechny jikernačky (Bondarenko a kol., 2013b). U jikernaček ošetřovaných sGnRHa v kombinaci s metoclopramidem se vytřelo jen 14 % ošetřených jikernaček s obdobím latence 97,5 hodin (Policar, 2012a).

Jikernačky stimulované pouze stoupající teplotou vody mají výtěrové období mnohem delší než ryby hormonálně ošetřené. V průběhu několika výtěrových období bylo zjištěno, že generační ryby nasazené do přikopového rybníčku nedaleko rybí líhně Rybářství Nové Hrady s.r.o. se vytírají postupně přibližně během jednoho měsíce. Například v roce 2012 takto vytírané ryby ovulovaly v průběhu 30 dní od 22. 3. do 20. 4. Úspěšnost výtěru, která je charakterizována jako množství vytřených jedinců, byla u takto vytíraných ryb 95 % (obr. 7 a 8). Celkem 66 % ryb bylo vytřeno v průběhu prvních 8 dní daného výtěrového období (Policar, 2012a).



Obr. 7. Ovulující generační jikernačka štiky obecné (*Esox lucius L.*) připravená na umělý výtěr (foto T. Polícar).



Obr. 8. Umělý výtěr generační jikernačky štiky obecné (*Esox lucius L.*) (foto T. Polícar).

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)

2.10. Plodnost jikernaček

Absolutní pracovní plodnost jikernaček značně kolísá v závislosti na jejich velikosti a stáří a na lokalitě, kde se štika vyskytuje (Nikolsky, 1963; Kouřil a Hamáčková, 1975; Billard, 1996; Hubenova a Zaikov, 2007). Se zvětšující se hmotností a délkou těla se zvyšuje i absolutní plodnost jikernaček (Billard, 1996; Hochman, 1964). Hochman (1964) uvádí závislost počtu jiker na velikosti jikernačky v jihomoravských rybnících (tab. 1). Závislost absolutní plodnosti na věku, velikosti a hmotnosti jikernaček publikoval Billard (1996) a tyto hodnoty jsou znázorněny v tab. 2. Podobné výsledky prezentují i Křišťan a kol. (2013) a uvádí, že absolutní plodnost se pohybuje v rozmezí od 65 000 jiker až do 141 000 jiker.

Tab. 1. Počet jiker u jednotlivých velikostních kategorií jikernaček štiky obecné (*Esox lucius L.*) (Hochman, 1964).

Délka těla (mm)	300–350	350–400	400–450	450–500	500–550	550–600
Absolutní plodnost (tis. ks jiker)	10,2	16,5	25,2	36,9	52,5	71,0

Délka těla (mm)	600–650	650–700	700–750	750–800	800–850
Absolutní plodnost (tis. ks jiker)	94,6	127,2	159,5	190,8	248,0

Tab. 2. Počet jiker u jednotlivých věkových, velikostních a hmotnostních kategorií jikernaček štiky obecné (*Esox lucius* L.) (Billard, 1996).

Věk (roky)	Celková délka (mm)	Hmotnost (g)	Absolutní plodnost (ks x 1000)	Počet ryb
2	325–560	330–2 100	6,0–42,0	23
3	410–720	700–2 900	13,0–80,0	203
4	445–830	1 040–5 340	9,0–127,0	246
5	475–850	1 151–6 500	16,0–167,0	301
6	550–900	1 700–7 200	41,0–250,0	194
7	530–910	1 700–7 600	58,0–165,0	52
8	540–890	2 100–6 200	64,0–203,0	24
9	680–1 000	3 000–10 560	71,8–232,6	25
10	750–1 020	4 200–10 000	99,8–233,0	13
11	870–960	6 500–94 000	147,2–188,3	4
12	920–940	7 170–7 300	178,2–178,8	2
13	900	7 700	168,8	1
14	950	7 800	126,1	1

Křišťan a kol. (2013) uvádí relativní plodnost (počet jiker na jednotku hmotnosti) v rozmezí 20 857 až 31 887 jiker na jeden kg živé hmotnosti ryb s průměrnou hodnotou 26 372 ks.kg⁻¹. Podobné výsledky publikoval také Hochman (1964), který zjistil relativní plodnost v rozmezí 19 712–49 901 ks.kg⁻¹ s průměrem 28 652 ks.kg⁻¹.

2.11. Vliv vybraných faktorů na oplozenost jiker a přežití embryí při jejich inkubaci

Obecně je u jiker a embryí štiky obecné velký problém spojený s vysokou mírou mortality jak oplozených jiker, tak i inkubovaných embryí. Zmíněná mortalita se projevuje nižším procentem oplozenosti jiker a především nízkým procentem líhivosti larev (Horvát, 1983; Billard, 1996; Policar, 2012a). Oplozenost jiker a líhivost larev je ovlivňována několika faktory. Mezi nejvýznamnější patří: období výtěru generačních ryb, hormonální ošetření jikernaček, pH ovariální plazmy, stáří generačních ryb, manipulace s gametami, fyziologická kvalita oocytů a spermií, dobře provedený a optimalizovaný proces umělého oplodnění jiker a inkubace jiker (Billard, 1996; Policar, 2012a; Švinger a kol., 2012). V této kapitole je popsán vliv prvních pěti zmíněných faktorů.

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

Kvalita gamet a proces umělého oplodnění jiker jsou vysvětleny následně v dalších kapitolách.

U generačních ryb hormonálně neošetřovaných byla v průběhu měsíčního výtěrového období zjištěna nejvyšší míra líhivosti larev mezi 52 % a 69 % na začátku výtěrového období. Naopak nižší míra líhivosti larev (12–42 %) byla zjištěna v poslední dekádě výtěrového období (Polícar, 2012a).

Při hormonálním ošetření jikernaček dehydrovanou kapří hypofýzou se oplozenost jiker pohybovala od 40 do 63 % a líhivost larev byla cca o 7–10 % nižší než oplozenost jiker (Horváth, 1983; Polícar, 2012a). Billard a Marcel (1980) stimulovali finální dozrání ovocytů a ovulaci jiker jednorázovými dávkami sušených lososích a kapřích hypofýz, přičemž hodnoty oplozenosti jiker dosáhly velmi rozdílných hodnot od 8 do 63 %. Szabó (2001, 2008) docílil zlepšení hodnot oplozenosti jiker využitím preparátů zajišťujících pozvolné uvolňování gonadotropinu při hormonálním ošetření ryb. Při aplikaci kapří hypofýzy v 8% roztoku karboxymethylcelulózy sodné soli (CMC-Na) bylo dosaženo oplozenosti jiker 66% oproti 41 % při využití klasické metody hypofyzace ve fyziologickém roztoku. Podobné zlepšení oplozenosti přineslo využití 2% vodné disperze syntetické pryskyřice Carbopol 971 P.

Hodnota pH ovariální plazmy je považována za jeden z hlavních ukazatelů kvality získaných jiker, potažmo procesu jejich oplodnění (Wojtczak a kol., 2007; Lahnsteiner a kol., 1999). K poklesu pH ovariální plazmy může dojít při průniku kyselejšího obsahu jiker (6,47) do ovariální plazmy. Tento jev byl sledován při degradaci jikerných obalů v průběhu přezrávání jiker (Lahnsteiner, 2000) nebo při mechanickému poškození jiker (Dietrich a kol., 2007). U štiky obecné byla hodnota pH ovariální plazmy použita poprvé Švingerem a kol. (2012) jako faktor ovlivňující kvalitu jiker před jejich oplozením a přežívání embryí v průběhu inkubace až do tzv. stadia očních bodů. Ve zmíněném experimentu se průměrné hodnoty pH ovariální plazmy u injikovaných jikernaček pohybovaly v rozmezí 7,68–8,39 a průkazně vyšší hodnoty byly zaznamenány u ryb, kde byl hypofyzární gonadotropin podán v emulgované formě pomocí Freundova inkompletního adjuvancia (FIA). Regresní analýza potvrdila mírně pozitivní závislost přežití embryí do stadia očních bodů na vyšší hodnotě pH ovariální plazmy. Nicméně tento vztah je nutné ještě dále ověřit, jelikož zmíněný experiment pracoval s omezeným počtem generačních ryb (Polícar, 2012a; Švinger a kol., 2012).

Z našich experimentů také vyplynulo, že při použití starších (5–6 let) a větších jikernaček o průměrné hmotnosti $4\ 600 \pm 1\ 450$ g může být přežití embryí do stadia očních bodů velmi nízké (25–28 %) (Švinger a kol., 2012; Polícar, 2012a). Tyto hodnoty byly zjištěny po hormonálním ošetření generačních ryb provozně ověřenou kapří hypofýzou nebo bez hormonálního

ošetření. Manipulace s gametami byla šetrná a minimální. Umělé oplození jiker bylo provedeno ověřeným způsobem. Z tohoto důvodu je velmi nízké přežití embryí přisuzováno vysokému věku použitých generačních ryb. Podle rybářských praktiků se právě s nižší životaschopností embryí u štiky můžeme setkat po výtěru velkých a starých generačních jikernaček nebo při nešetrném sbírání ovulovaných jiker do vytírací misky. Při umělém výtěru, kdy jsou jikry z těla jikernaček vytlačovány palpací břišních partií, nesmí být ovulované gamety vypouštěny na dno misky z velké výšky (20 cm) (Zvonař, osobní sdělení 2012).

Dále bylo naším týmem zjištěno, že velmi vysoká mortalita oplozených jiker a embryí při jejich inkubaci (až 60–70 %) se vyskytuje u jiker, které pochází z prvních a posledních částí jikrné snůšky dané jikernačky. Z tohoto důvodu je při umělém výtěru jikernaček doporučováno odstraňovat a neoplozovat jikry, které jsou získávány jako první či poslední jikry pocházející z kranální či kaudální části vaječníku.

2.12. Velikost jiker a počet jiker v 1 gramu

Velikost neoplozených jiker získaných z různě velkých ryb pocházejících z různého prostředí se pohybuje mezi 2,3 až 3 mm (Toner a Lawler, 1969) a jikry jsou kulovité (Frost a Kipling, 1967). Obecně, mladší jikernačky produkují menší jikry než ryby starší. Jeden gram obsahuje 96–155 ks neoplozených jiker (Krupauer a Pekař, 1965; Kříšťan a kol., 2013). Velikost jiker se zvětšuje po oplození a hydrataci. Za tři hodiny po oplození dosahují jikry velikosti 2,6–3,6 mm (Forst a Kipling, 1967).

2.13. Způsoby odběru spermatu

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.8., u štiky obecné se běžně používají dva způsoby odběru spermatu (Billard, 1996). Prvním způsobem je použití spermatu uvolňovaného z chámovodu palpací břišních partií těla po teplotní či hormonální stimulaci (Billard a kol., 1980; Dubský, 1998). Vytlačované sperma je buď přímo aplikováno na vytřené jikry nebo častěji odebíráno do injekčních stříkaček či pipet o objemu 5–10 ml (Berka a Hamáčková, 1980; Hamáčková, 1987; Dubský, 1998; Hulák a kol., 2008a). Odběr vytlačeného spermatu má jednu nespornou výhodu, kterou je zachování daného použitého mlíčka pro další chov. Nevýhodou tohoto způsobu je, že při vytlačování spermatu z těla mlíčáků je sperma často kontaminováno močí nebo krví, což způsobuje samotnou aktivaci spermií a jejich omezenou použitelnost při umělém osemenění jiker (Billard, 1978; Hulák a kol., 2008a,b). Jako prevenci kontaminace spermatu

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

močí doporučuje Berka a Hamáčková (1980) při odběru vytlačovaného spermatu nejprve mlíčka položit na bok. Následně vzít katetr, který je upraven z Pasteurovy kapilárové pipety a vložit ho do močopohlavní papily mlíčka. Tímto způsobem se uvolní a vypustí moč. Poté je možné přistoupit k odběru spermatu. Jednou z dalších nevýhod tohoto způsobu odběru spermatu může být velmi omezené množství získaného spermatu z daného mlíčka. Tento fakt může limitovat úspěšnost umělého oplození jiker nebo vyžadovat použití velkého množství mlíčků, což je velmi problematické při organizaci práce na rybních líhních (Koldras a Moczarski, 1983; Linhart, 1984; Billard, 1996).

Druhým způsobem odběru spermatu je využití tzv. testikulárního spermatu, které je možné získat po zabití daného mlíčka a vypreparování varlat z jeho těla (obr. 9) (Billard, 1996; Lahnsteiner a kol., 1998; Hulák a kol., 2008a). Po získání varlat je důležité jejich osušení a rozrušení (obr. 10). Následně se sperma přecedí přes jemný uhelon (velikost ok 300 μm) přímo na získané ovulované jikry (obr. 11 a 12) (Dubský, 1998). Výhodnou tohoto způsobu odběru spermatu oproti předešlému je získání většího objemu spermatu, s vyšší koncentrací spermií na jeden ml a především odběr čistého nekontaminovaného spermatu močí či krví. Nevýhodou tohoto způsobu odběru je usmrcení mlíčka, a tím ztráta generační ryby pro další chov (Hulák a kol., 2008a). Odebrané testikulární sperma nebo přímo získaná celá varlata je možné po jejich vysušení a odstranění krve z jejich povrchu uchovávat 24–48 hodin při teplotě 2–4 °C (Křišťan, osobní sdělení 2013).



Obr. 9. Odběr varlat z usmrceného mlíčka štiky obecné (*Esox lucius* L.) (foto J. Křišťan).



Obr. 10. Rozrušení varlat s cílem získat testikulární sperma k umělému oplození jiker u štiky obecné (*Esox lucius L.*) (foto J. Kříšťan).



Obr. 11. Přenesení rozmělněných varlat štiky obecné (*Esox lucius L.*) na jemný uhelon (velikost ok 300 μm) (foto J. Kříšťan).

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)



Obr. 12. Vymačkávání spermií z rozmělněných varlat štiky obecné (*Esox lucius L.*) přes jemný uhelon přímo na jikry (foto J. Kříšťan).

2.14. Plodnost mlíčáků a charakteristika jejich spermatu

Koncentrace spermií ve varlatech před výtěrovým obdobím se pohybuje v rozmezí $2,4\text{--}4,1 \times 10^{10}$ spermií.g⁻¹ varlat. Celková možná produkce spermií se u jednoho mlíčáka pohybuje v rozmezí $4,4\text{--}7,9 \times 10^{11}$ spermií na 1 kg živé hmotnosti ryby (Billard a kol., 1983). Pohlavně dospělí mlíčáci uvolňují sperma od listopadu do května, přičemž procento mlíčáků produkujících sperma v tomto období výrazně kolísá. V listopadu a v prosinci je to méně jak 15 % mlíčáků, v lednu a únoru se procento mlíčáků uvolňujících spermie zvyšuje na 25–30 %. V březnu a dubnu spontánně uvolňuje sperma více jak 60 % mlíčáků. Naopak v červnu jde už jen o několik procent mlíčáků, kteří sperma spontánně uvolňují (Billard, 1996).

Skutečná plodnost mlíčáků, kteří uvolňují sperma, je daná především objemem získaného spermatu a koncentrací spermií v jednom ml získaného spermatu. Plodnost mlíčáků výrazně kolísá v závislosti na velikosti a stáří mlíčáka a také na době, kdy je sperma od mlíčáka odebíráno. Na začátku výtěrového období mlíčáci produkují malé množství spermatu $0,3\text{--}0,4 \text{ ml.kg}^{-1}$ živé hmotnosti ryby. Následně se produkce spermatu zvyšuje na hodnotu $1,35 \text{ ml.kg}^{-1}$. Na konci výtěrového období produkce spermatu rychle klesá

(Billard, 1996). Podle Krupauera a Pekaře (1965) je množství odebraného spermatu od jednoho mlíčka velmi malé a maximálně dosahuje objemu 3 ml. Ve skutečnosti je průměrně od jednoho mlíčka odebírán menší objem spermatu mezi 0,5 a 2,5 ml (Koldras a Moczarski, 1983; Linhart, 1984; Hulák a kol., 2008a).

Makroskopicky je sperma na začátku výtěrového období husté, smetanově až sněhově bílé barvy. Ke konci tohoto období je sperma daleko řidší až vodnaté (Kouřil a Hamáčková, 1975). Průměrná hustota spermií ve výtěrovém období se pohybuje na hodnotě $22,26 \times 10^9$ spermií v 1 ml spermatu, s minimem $2,5 \times 10^9$ a maximem $68,0 \times 10^9$ spermií v 1 ml spermatu (Kouřil a Hamáčková, 1975; Linhart, 1984; Hulák a kol., 2008a).

Absolutní a relativní plodnost hodnotil Linhart (1984), který zjistil u 38 mlíčáků (TL = 355–540 mm) absolutní plodnost v rozmezí od 3,2 do $25,2 \times 10^9$ spermií na jednoho mlíčka. Relativní plodnost zmíněných mlíčáků se pohybovala od 1,4 do 36×10^9 spermií na 1 kg živé hmotnosti mlíčka.

Osmolalita uvolněného spermatu se pohybuje v rozmezí 204–314 mOsmol.kg⁻¹. Délka období motility spermií je závislá na aktivačním roztoku. Jestliže sperma bude aktivováno destilovanou vodou, období pohyblivosti spermií bude kratší oproti spermiím aktivovaných močí. Obecně platí, že procento pohybujících se spermií se rychle snižuje s časem, kdy 60 % spermií z vytlačeného spermatu aktivovaného vodou se pohybuje 15 sekund po aktivaci a jen 35 % či 10 % po 30 či 40 sekundách po aktivaci. Rychlost pohybu spermií 15 sekund po aktivaci je $163 \pm 40 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Hulák a kol., 2008a,b).

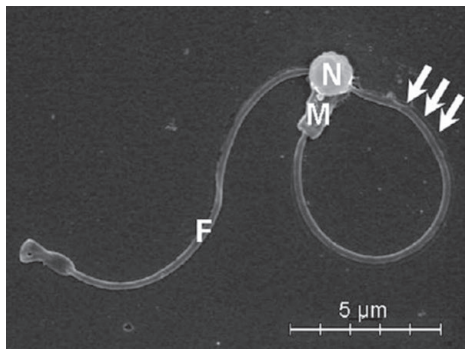
Porovnáním složení vytlačeného a testikulárního spermatu se zabýval Hulák a kol. (2008a,b). Zmíněný kolektiv autorů zjistil, že testikulární sperma má vyšší koncentraci sodíkových ($\text{Na}^+ = 123 \pm 9 \text{ mM}$), chloridových ($\text{Cl}^- = 127 \pm 7 \text{ mM}$) a draselných iontů ($\text{K}^+ = 35 \pm 5 \text{ mM}$), dále má vyšší osmolalitu ($358 \pm 77 \text{ mOsmol}\cdot\text{kg}^{-1}$) a vyšší koncentraci spermií v jednom mililitru spermatu ($34 \pm 5 \times 10^9\cdot\text{ml}^{-1}$) oproti vytlačenému spermatu, kde byla zjištěna následující průměrná koncentrace iontů: $\text{Na}^+ = 116 \pm 9 \text{ mM}$, $\text{Cl}^- = 116 \pm 7 \text{ mM}$ a $\text{K}^+ = 25 \pm 4 \text{ mM}$, osmolalita na úrovni $273 \pm 21 \text{ mOsmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ a koncentrace spermií $23 \pm 4 \times 10^9\cdot\text{ml}^{-1}$ spermatu.

2.15. Morfologie a charakteristika spermií

Tělo spermií štiky, ostatně jako všech ostatních druhů ryb, se skládá ze tří hlavních morfologických částí – hlavičky, střední a koncové části, která má typický bičíkatý tvar. Spermie štiky patří mezi primitivní tzv. "akva" spermie (Alavi a kol., 2009a,b). Velikost hlavičky se pohybuje od 1,2 μm do 1,6 μm . Tvar a velikost hlavičky spermie je velmi důležitý, neboť hlavičkou proniká spermie

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)

přes vaječné obaly jikry, zvláště pak otvorem mikropyle. Celá struktura bičíku je tvořena dvěma centrálními a devíti periferními tubuly. Bičík spermie lze rozdělit na proximální, centrální a koncovou část. Bičík spermií u štiky má tzv. periferní „třáseň“ (Alavi a kol., 2009a) (obr. 13).



Obr. 13. Morfologie spermie štiky obecné (*Esox lucius L.*) pod elektronovým mikroskopem (Alavi a kol., 2009a); hlavička spermie s buněčným jádrem – nukleus (N), krčkem – midpiece (M) a bičíkem – flagellum (F) s periferní třásní (šipky) (foto S.M.H. Alavi).

2.16. Postup umělého oplození jiker s možností použití aktivačních roztoků

Okamžitě po odběru vytlačeného spermatu se provádí osemenění jiker v poměru 3–4 ml spermatu na 1 kg jiker. Sperma by mělo být odebráno odděleně alespoň od 3 mlíčáků (Billard, 1996; Kříšťan a kol., 2013). Kříšťan a kol. (2013) optimalizovali poměr spermií na 1 oplozovanou jikru a stanovili nejvhodnější poměr z hlediska zajištění vysoké oplozenosti jiker (67 %) a líhivosti larev (65 %) na úrovni 500 000 spermií na jednu jikru, což přibližně odpovídá výše zmíněnému poměru spermatu a jiker při oplození. Billard (1996) doporučuje trochu nižší poměr, a to 400 000 spermií na jednu jikru, s oplozeností jiker kolem 60–70 %.

Po aplikaci spermatu na jikry je vhodné směs jiker a spermií jemně smíchat. Pozor jikry jsou v této době velmi citlivé na nadměrnou a nešetrnou manipulaci. Následně je důležité směs jiker a spermií zalít tzv. aktivačním roztokem (obr. 14) o objemu 0,5 litru roztoku na 1 kg jiker. Nejjednodušším aktivačním roztokem je čerstvá voda z dané rybí líhně. Avšak při umělém osemenění jiker doporučujeme pro lepší a delší pohyblivost spermií využít roztok soli (NaCl) v koncentraci 7 g. l⁻¹. Odborná literatura (Dyk, 1940; Berka a Hamáčková, 1980;

Alavi a kol., 2009a) dále ještě doporučuje používat různé aktivační roztoky, které mohou zvýšit procento oplozenosti jiker:

- Ringerův roztok obsahující: 6 g.l⁻¹ NaCl, 0,075 g.l⁻¹ KCl, 0,15 g.l⁻¹ CaCl₂·2H₂O a 0,1 g.l⁻¹ NaHCO₃ (Dyk, 1940),
- roztok připravený smícháním 15 g močoviny v 1 litru vody (Berka a Hamáčková, 1980) a
- roztok NaCl upravený 20 mM Trisem s osmolalitou 288 mOsmol.kg⁻¹ a pH 8,5 (Alavi a kol., 2009a).

Průměrná oplozenost jiker u štiky se v rybářských provozech po umělém výtěru a oplození jiker běžně pohybuje na úrovni 40–70%. Oplozenost jiker může být výrazně zvýšena použitím některého ze zmíněných aktivačních roztoků na úroveň až 75–80%.

Následně po aktivaci spermií se směs spermatu, jiker a aktivačního roztoku jemně promíchá (obr. 15) a nechá na 5–10 minut odstát (Billard, 1996; Policar 2012a). Poté se směs jiker a spermií několikrát promyje vodou a oplozené jikry zbavené zbytků spermatu se tak připraví na odstranění lepivosti (tzv. odlepkování) jiker.



Obr. 14. Aktivace spermií a jiker aktivačním roztokem u štiky obecné (*Esox lucius* L.) (foto J. Kříšťan).

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)



Obr. 15. *Jemné smíchání směsi jiker, spermií a aktivčního roztoku u umělého oplození jiker štiky obecné (*Esox lucius L.*) (foto J. Kříšťan).*

2.17. Odstranění lepivosti jiker před inkubací

Povrch oplozených jiker štiky obecné se stává lepivým za několik minut (4–5 min) po přidání vody. Zde je důležité opět zmínit, že odstranění lepivosti jiker musí být prováděno velmi šetrně, jelikož oplozené jikry jsou velmi citlivé na manipulaci. K odlepkování štičích jiker doporučujeme použít několik následujících a našim týmem v praxi úspěšně ověřených způsobů. Jednotlivé způsoby odlepkování jiker jsou řazeny v textu podle nejnadhěji získaných médií či chemikálií využívaných při tomto procesu. Avšak nejnadhěji získaná média či chemikálie vyžadují obecně delší dobu použití, která vede k dokončení odlepkování jiker:

- použití plnotučného mléka s 3,5% obsahem tuku, které je nutné použít po dobu 60–90 minut (Hamáčková, 1987),
- použití jílu z rybníku či jílu využívaného pro výrobu keramiky (obr. 16) po dobu 30–40 minut (Dubský, 1998; Policar, 2012a),
- použití roztoku získaného smícháním 100 g talku (mastku) a 20–25 g kuchyňské soli (NaCl) v jednom litru vody s dobou použití 20–30 minut (Hamáčková, 1987) a

- použití roztoku získaného smícháním 5,52 g NaCl; 3,75 g glycinu a 2,42 g Trisu v jednom litru vody po dobu použití 15 minut (Křišťan, osobní sdělení, 2013).
- Berka a Hamáčková (1980) ještě doporučují využít pro eliminaci lepivosti jiker 5% roztok práškového škrobu s dobou expozice 10 minut.

Zmíněné odlepkovací roztoky se používají většinou v objemovém poměru 1 : 2 (jikry : roztok). Po odlepkování povrchu jiker se začnou jednotlivé jikry od sebe oddělovat a již netvoří slepenou masu. V této chvíli se odlepkované jikry několikrát propláchnou čistou vodou z dané líhně a nasadí se do inkubačních lahví.



Obr. 16. Odstranění lepivosti jiker štiky obecné (*Esox lucius* L.) pomocí jílu (foto J. Křišťan).

2.18. Inkubace jiker a líhnutí embryí

Inkubace jiker štiky obecné se v Evropě nejčastěji provádí v Chaseových lahvích (obr. 17). V inkubačních lahvích je pomocí přítokové vody nutné jikry držet ve stálém ale jen mírném pohybu. Zde je nutné zdůraznit termín „v mírném pohybu“, protože bylo potvrzeno, že velmi prudký a silný průtok vody může způsobit nadměrný pohyb jiker a tím zvýšenou mortalitu inkubujících se jiker a embryí. Vedle Chaseových lahví doporučujeme v rybářské praxi také použití modifikované Zugské lahve. U upravených Zugských lahví se na dně nainstaluje děrovaný trychtýř, přes který jemně protéká voda přitékající ze dna daných lahví. Tím je zabezpečen slabý průtok vody lahvemi a mírný pohyb inkubovaných jiker. Výhodou modifikovaných Zugských lahví je, že rybí líheň nemusí pořizovat další

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)

speciální typy inkubačních lahví a může využívat na inkubaci jiker běžné Zugské lahve. Pro inkubaci jiker štiky je také doporučováno využít McDonalldovy či Kannengieterovy lahve, které se spíše používají v USA či západní Evropě (Hochleithner, 2004). Průtok vody inkubačními Chaseovými lahvemi o objemu 5 l se nastavuje na úrovni 3–6 l.min⁻¹ a 4–8 l.min⁻¹ u desetilitrových Zugských lahví. Nižší průtok vody lahvemi se využívá vždy na začátku inkubace jiker a vyšší průtok vody na jejím konci.



Obr. 17. Umělá inkubace jiker štiky obecné (*Esox lucius L.*) v Chaseových lahvích (foto T. Polícar).

Do desetilitrových upravených Zugských lahví se většinou nasazují 2 litry jiker, které následně nabobtnáním zvětší svůj objem (až na trojnásobek). Po nabobtnání mohou jikry v inkubační lahvi tvořit až 2/3 objemu použité lahve. Obsah kyslíku v přítoku vody do inkubačních lahví by se měl pohybovat mezi 7 až 9 mg O₂.l⁻¹. Voda používaná k inkubaci štičích jiker by měla být přefiltrována přes síta mechanického filtru a tím prostá hrubých nečistot. Voda při inkubaci štiky obecné by se svou kvalitou měla blížit kvalitě vody využívané na líhních u lososovitých ryb. S tímto názorem souhlasí také Billard (1996) a Hochleithner (2004).

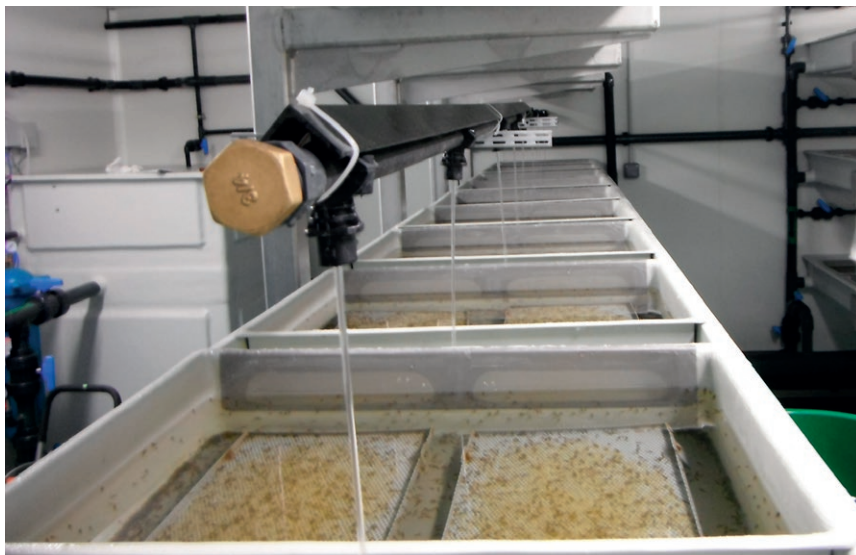
Optimální teplota vody pro vývoj jiker se pohybuje v rozmezí 8–14 °C (Bondarenko a kol., 2013a; submitted). Na začátku inkubace jiker se v rybářských provozech většinou využívá teplota vody v rozmezí 8–0 °C, která se postupně zvyšuje na hodnotu 12–14 °C ke konci inkubace. Hamáčková (1987) uvádí vysokou mortalitu u jiker a embryí při inkubaci s teplotou vody pod 4 °C a nad 22 °C. Lillelund (1967) a Hokanson a kol. (1973) experimentálně sledovali vývoj jiker štiky obecné při teplotním rozmezí 3,7–24 °C. Přežití embryí vyšší než 80 % bylo dosaženo při teplotě vody v rozsahu 6,4–17,7 °C. Při teplotě vody 3 °C se vykulilo jen 9 % larev. Dle Swifta (1965) je optimální inkubační teplota 9 °C. Při této teplotě vody byla líhivost embryí štiky nejvyšší (60–80 %). Lillelund (1967) inkuboval jikry štiky i při teplotě 5,8 °C s dobrou líhivostí larev na úrovni 70%. Nicméně konstatoval, že u takto inkubovaných jiker dochází k vysoké mortalitě larev jeden den po jejich vykulení. Výrazně snížená mortalita larev byla daným autorem sledována, jestliže byly vylíhnuté larvy ihned po vykulení přemístěny do teploty 9–18 °C. Nutné je rovněž se během inkubace jiker a embryí vyvarovat velkým teplotním výkyvům vody. Denní změny teploty o 5 °C (z 15 na 20 °C) vyvolaly snížení líhivosti o 12 % (Lillelund 1967). Prvních 30–40 °D je nutné se vyvarovat jakékoliv manipulace s jikrami (různé promíchávání či uvolňování slepených jiker). Tato nadměrná manipulace vede ke ztrátám zvýšeným o 20–25 %. Odumřelé a živé jikry ve stadiu očních bodů lze oddělit pomocí tzv. oddělovacího roztoku NaCl připraveného rozpuštěním 136 gramů kuchyňské soli v jednom litru vody. Oddělování odumřelých jiker z jedné inkubační lahve trvá cca 1 minutu. Na povrchu plavou živá embrya, která je nutné co nejdříve přemístit zpět do sladké vody v nově připravené inkubační lahvi. Odstraňování odumřelých jiker je vhodné provádět z důvodu prevence zaplísnění (nejčastěji rody *Saprolegnia* a *Achlya*) živých inkubovaných jiker. Vedle odstraňování odumřelých jiker je možné v polovině inkubace jiker (přibližně 5–8 dní po oplození) provést krátkodobou ponořovací protiplísňovou koupel v kuchyňské soli (NaCl) v koncentraci 20 g.l⁻¹ po dobu 20 minut bez průtoku vody. Tato koupel se může uskutečnit přímo v inkubační lahvi či mimo ni.

Ve stadiu očních bodů či na začátku období líhnutí je vhodné embrya přesadit k tzv. dolíhnutí na ploché líhňářské aparáty nebo na kolíčky s velikostí ok 2–3 mm na jejich dně či stěnách (obr. 18). Při tomto kroku je nutné zastavit přítok vody do inkubačních lahví. Následně embrya jemně odsát bez výrazných otřesů do věder, pomocí nichž se odsátá embrya nasadí na zmíněné aparáty či kolíčky.

Celková inkubační doba štiky je závislá na teplotě vody. Při teplotě vody 8–10 °C trvá inkubace 110–140 °D, což je 11–17,5 dnů. Při teplotě 14 °C je to 85 °D (6 dní) a při 18 °C je suma denních stupňů potřebných k dosažení

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)

líhnutí larev 61 °D (3,42 dne) (Bondarenko a kol., 2013a; submitted). Inkubační doba štiky obecné při použití různých teplot vody byla publikována Lillelundem (1967) a jednotlivé hodnoty jsou uvedeny v tab. 3.



Obr. 18. Dolíhnutí larev štiky obecné (*Esox lucius L.*) na plochých líhnocích aparátech (foto J. Kříšťan).

Tab. 3. Délka inkubační doby v závislosti na teplotě vody při inkubaci jiker a embryí štiky obecné (*Esox lucius L.*) (Lillelund, 1967).

Teplota vody (°C)	Délka inkubace	
	dny	°D
5,8	30,9	179
9	15,2	137
12	9,4	113
15	6,3	95
18	4,7	85

Délka vlastního procesu líhnutí larev je také významně závislá na teplotě vody. Podle našich zkušeností může při teplotě vody 6 °C toto období trvat 4 dny a při teplotě vody 18 °C jen necelý den (0,92 dne) (Bondarenko a kol., submitted). Líhnutí larev lze urychlit skokovým zvýšením teploty vody o 5–7 °C, čímž se sníží koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě. Toto zvýšení teploty vody je vhodné provádět v době, kdy je přibližně 10 % larev již vylíhnuto. V průběhu intenzivního líhnutí embryí je velmi důležité v pravidelných 6–12hodinových intervalech odsáváním odstraňovat jikrné slupky a uhynulá embrya.

2.19. Chov larev do stadia stráveného žloutkového váčku

Průměrná velikost čerstvě vylíhnutých larev štiky obecné se pohybuje v rozmezí 8,5–9 mm s průměrnou hmotností 10–11 mg (Billard, 1996). Ihned po vykulení je vhodné larvám štiky obecné zajistit v líhnoucích aparátech, kolíbkách či plochých žlabech možnost k zavěšení se na substrát v podobě slámy, větve jehličnanů, břízy nebo umělohmotné síťoviny (obr. 19) s velikostí ok 1–5 mm (Hamáčková, 1987; Billard, 1996). Larvy se začínají vertikálně zavěšovat pomocí adhesivní papily, která je vyvinuta na hlavě larev do několika hodin po vylíhnutí. Larvy takto setrvávají po dobu 8–16 dní v závislosti na teplotě vody, která se může na rybích líhních pohybovat od 8 do 16 °C. Zavěšení larev štiky obecné na substrátě trvá přibližně 130 °D. Adhesivní papila se začíná vstřebávat většinou 9. den po vylíhnutí larev při teplotě vody 14 °C (Billard, 1996). Substrát umožňující zavěšení larev není pro uchování vylíhnutých larev nezbytný, ale je vhodný, jelikož zajišťuje velmi dobré přežívání larev (Westers, 1986). Po rozplavání larvy plavou k hladině a plní se jim plynový měchýř. Následně plavou larvy na hladině či ve vodním sloupci a tráví žloutkový váček. Larvy mají plně funkční ústa 2.–4. den po vylíhnutí a řiť je plně vytvořena 4.–5. den po vylíhnutí (Balvay, 1983). Úplná resorbce žloutkového váčku je ukončena za 160–180 °D po vylíhnutí larev. Larvy začínají přijímat první exogenní potravu ještě před úplným strávením žloutkového váčku přibližně 150–160 °D po jejich vylíhnutí. V této době dosahují velikosti 12–15 mm a hmotnosti 12 mg. Larvy štiky obecné v tomto stadiu aktivně plavou a začínají rychle vyhledávat potravu (Luquet a Luquet, 1983). Larvy se doporučuje vysazovat do dalšího chovu optimálně v období, kdy se více jak 50 % larev ještě zavěšuje a ostatní ryby aktivně plavou a zavěšují se už jen občas. Transport a nasazení larev do chovu je možné ještě uskutečnit následující den, kdy většina ryb je již rozplavaná a zavěšuje se pouze 25 % ryb. Pozdější vysazení larev již není vhodné a u larev dochází k hladovění, které je během několika dní provázeno vysokými ztrátami.

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)



Obr. 19. Rozplavané larvy štiky obecné (*Esox lucius L.*) ve vertikálním aparátu s umělohmotnou síťovinou sloužící k jejich zavěšování (foto T. Policar).

2.20. Transport larev a juvenilních ryb štiky obecné určených k dalšímu chovu

Larvy určené k dalšímu chovu je nutné většinou transportovat na větší vzdálenosti, přičemž délka přepravy může dosáhnout až 12 h. V takovém případě se doporučuje larvy přepravovat v polyetylenových vacích s kyslíkovou atmosférou. Ve vaku o objemu 20 litrů s 10 litry vody a 10 litry kyslíkové atmosféry je možno při teplotě vody 10–14 °C transportovat až 50 000 ks zavěšených či částečně rozplavaných larev. Bez kyslíkové atmosféry se doporučuje transportovat jen 30–800 ks larev.l⁻¹ při teplotě vody 12 °C a délce transportu maximálně 3 hodiny.

Podobným způsobem je možné transportovat i odchovaný rychlený plůdek štiky obecné (obr. 20). V tom případě je na jeden polyetylenový vak o objemu vody 10 litrů a 20 litrů kyslíkové atmosféry doporučováno transportovat 300–500 ks štiky obecné po dobu nejvíce 6 hodin. Jelikož u štik při transportu dochází k silnému kanibalizmu, je doporučováno štiky transportovat v naprosté tmě. Ještě efektivnějším způsobem přepravy většího množství rychleného plůdku štik (20–30 tisíc kusů) je použití přepravního boxu o užitém objemu 1 000 litrů, který je umístěn na automobilu.



Obr. 20. Rychlený plůdek štiky obecné (*Esox lucius* L.) připravený na transport nabalený v polyetylenových vacích s vodou a kyslíkovou atmosférou (foto T. Polícar).

2.21. Možnosti odchovu larev a juvenilních ryb štiky obecné do stadia rychleného plůdku

Po úspěšném rozplavání larev a částečném strávení žlutkového váčku je nutné ihned začít s jejich odchovem. V našich klimatických podmínkách začíná přirozený odchov larev štiky obecné přibližně od konce března až konce dubna. V návaznosti na intenzivní chov štiky v recirkulačních akvakulturních systémech (RAS) se v současné době začínají provádět také mimosezónní výtěry generačních ryb. Cílem je kontinuální produkce gamet a následně larev v průběhu celého roku, kdy je štika obecná často vytírána mimo její přirozené období reprodukce. Tento chovatelský postup lépe umožňuje využít odchovný prostor daného RAS (Muscalu-Nagy a kol., 2011).

V současnosti existují celkem tři způsoby efektivního odchovu larev a juvenilních ryb štiky obecné do tzv. stadia rychleného plůdku o velikosti TL = 30–50 mm ve věku 14–25 dní. Následně se ryby vysazují do volných vod či do dalšího produkčního odchovu, který buďto využívá produkčních rybníků s polykulturními obsádkami ryb či RAS k intenzivnímu chovu. Všechny tři způsoby odchovu rychleného plůdku využívají chovu štiky obecné v monokulturních obsádkách. Prvním způsobem je chov ve vhodných výtažnicích, příkopových

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

či zemních rybníků (Hamáčková a kol., 1977; Berka a Hamáčková, 1980; Lusk a Krčál, 1982; Hamáčková, 1987; Dubský, 1998; Policar 2012a). Dalším způsobem je chov štiky ve speciálních odchovných zařízeních průtočného typu (různé kolíčky, sádky, žlaby a nádrže), přičemž tento chov musí být denně zásobován uměle naloveným živým krmivem – většinou zooplanktonem (Hamáčková a kol., 1977; Berka a Hamáčková, 1980; Lusk a Krčál, 1982; Hamáčková, 1987; Dubský, 1998). Posledním způsobem je odchov štiky obecné v kontrolovaných podmínkách RAS, kde jsou larvy nejprve adaptovány na příjem umělého peletovaného krmiva, na vytvořený umělý světelný režim a na zajištěnou optimální teplotu vody pro růst štiky (24–28 °C) (Szczepkowski, 2009; Policar 2012b; Dušek, 2013).

2.21.1. Klasický rybníční odchov larev a juvenilních ryb do stadia rychleného plůdku

K rybníčnímu odchovu larev se používají především výtažníkové, příkopové a zemní rybníky (obr. 21) malé výměry od 100 m² (Lusk a Krčál, 1982; Hamáčková, 1987), mohou se však využívat i rybníky s větší výměrou (do 1,5 ha) (Policar, 2012a). Ideální je, když je možné využít k tomuto chovu zimované rybníky, které byly přes zimní období před chovem štiky vypuštěny. Obecně však platí, že rybníky musí být snadno slovitelné a pokud možno s rovným a dobře spádovaným dnem. Optimální je, aby bylo možné rybníky na konci odchovu vylovit pod hrází, což umožňuje odchované juvenilní ryby šetrně slovit. Přítok a odtok z rybníku musí být zajištěn proti úniku ryb i proti vnikání dravých druhů ryb do rybníka. Na začátku odchovu štiky obecné se v rybnících udržuje vodní hladina mezi 50 a 70 cm a následně se po jednom týdnu hladina zvyšuje na 100–120 cm. Nižší hladina vody na začátku odchovu umožňuje rychlejší prohřátí vody v rybníku, což pozitivně ovlivňuje rozvoj potravní základny v rybníce v podobě hrubého zooplanktonu.

Vybrané rybníky k chovu je nutné na vlastní nasazení larev řádně připravit. Již několik dní (14–21 dní) před vlastním nasazením larev je velmi vhodné rybníky s nižší úživností (rybníky s písčítým dnem, s nízkým obsahem fosforu a dusíku v jejich sedimentu a s oligotrofním přítokem) pohnojit statkovými hnojivy (chlévská mrva či kompost) v dávce 300–500 kg·ha⁻¹. Při hnojení je velmi efektivní statková krmiva po dně rybníku v příbřežní zóně rozptýlit v podobě malých kupek tzv. planktonních hnízd (Dubský, 1998). Takto vyhnojené rybníky se následně rychle napustí vodou alespoň 12–14 dní před vlastním nasazením larev. Tato doba je důležitá pro dostatečný rozvoj zooplanktonu v rybníce před nasazením larev. Rozplavané larvy se zbytkem žloutkového váčku by se měly nasazovat do rybníků s dobrým zastoupením středně velkého až velkého

zooplanktonu (*Diaphanosoma*, *Eurycerus*, *Daphnia*, *Cyclops* a další). V období nasazení larev by hustota zooplanktonu v rybníce měla dosahovat hodnot 150–300 jedinců.l⁻¹ (Hamáčková, 1987).



Obř. 21. Rybník využívaný k odchovu rychleného plůdku štiky obecné (*Esox lucius L.*) (foto T. Policar).

Počáteční hustota nasazovaných larev se určuje podle množství přirozené potravy v rybníce, podle členitosti a délky břehové linie a výskytu vodní vegetace daného rybníku (Lusk a Krčál, 1982). Obecně platí čím vyšší hustota zooplanktonu, čím více členitých partií břehů a větší zastoupení vodních makrofyt v rybníce, tím větší hustota larev může být použita při nasazení (Berka a Hamáčková, 1980). Podle našich zkušeností s jednoměsíčním odchovem doporučujeme rybníky nasazovat počáteční hustotou larev od 8 do 30 ks.m⁻², což je hustota 80–300 tisíc larev na 1 ha v závislosti na úživnosti a velikosti použitých rybníků. Menší rybníky s výměrou 0,1–0,2 ha mohou být nasazeny počáteční hustotou až 300 tisíc larev na 1 ha. Nižší hustota larev (80–100 tisíc larev na 1 ha) je používána u větších rybníků s rozlohou 1,2–1,5 ha. Ostatní chovatelé štiky obecné doporučují následující různé počáteční hustoty larev.

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

Huet (1976) doporučuje používat pro 6–8týdenní odchov počáteční hustotu larev na úrovni 10 000–20 000 ks.ha⁻¹. Steffens (1976) popisuje odchov rychleného plůdku při počátečních hustotách larev 30 000–800 000 ks.ha⁻¹. Lepič (osobní sdělení, 2012) při 15–30denním odchovu využívá k odchovu malé rybníčky o rozloze 0,08–0,3 ha s počáteční hustotou 230–250 tis. larev na 1 hektar. Lepič (osobní sdělení 2012) dále dodává, že na konci odchovu je nutné štikám do rybníka každodenně dodávat potravu v podobě cca 3–5 kilogramů naloveného hrubého zooplanktonu. Vývoj potravy u odchovávaných larev a juvenilních ryb v průběhu odchovu štiky obecné podrobně dokumentují Berka a Hamáčková (1980). Podle našich znalostí, ryby o velikosti těla TL = 10–12 mm přijímají především středně velký zooplankton (*Diaphanosoma*, *Eurycerus*, *Daphnia* a *Cyclops*), ryby o velikosti TL = 12–20 mm se specializují na hrubší zooplankton a larvy Chironomidae. Ryby o velikosti TL = 20–50 mm přijímají potravu selektivně tak, že se zvětšující velikostí těla ryb preferují větší potravní organizmy, jako je hrubý zooplankton (*Daphnia*, a bentické organizmy, jako jsou larvy Chironomidae, Trichoptera, Ephemeroptera a Diptera). U ryb TL = 25–30 se začínají objevovat první známky kanibalizmu. Štika obecná je od larválního do stadia rychleného plůdku odchovávána v rybnících při teplotě vody na začátku odchovu většinou 12–13 °C a na konci odchovu 14–16 °C. Je nutné konstatovat, že tato teplota není pro růst štiky obecné optimální a je určitě limitujícím faktorem pro její růst. Díky četným experimentům v kontrolovaných podmínkách bylo zjištěno, že optimální teplotou pro růst larválních a juvenilních stadií štiky obecné je teplota vody mezi 24–28 °C (Szczepkowski, 2009; Polícar, 2012b). Nicméně výše zmíněná přirozená teplota vody v rybnících zajišťuje velmi dobrou a ekonomicky výhodnou produkci rychleného plůdku. Při tomto chovu, jestliže je zajištěna vyrovnaná a dostatečná hustota potravních organizmů, odchovávané ryby dosahují velmi vysoké rychlosti růstu (SGR = 22,5–30,0 %·d⁻¹) a celková produkce ryb není zatížena velkou mírou kanibalizmu (Polícar, 2012b).

Pro úspěšný odchov rychleného plůdku štiky obecné je velmi důležité v pravidelných intervalech kontrolovat hustotu zooplanktonu vyskytujícího se v odchovných rybnících. Při nedostatku potravy, kdy hustota zooplanktonu poklesne pod 100 jedinců na 1 litr vody, je možné rybníky v průběhu odchovu dotovat jinde naloveným zooplanktonem nebo výskyt zooplanktonu podporovat pravidelným hnojením rybníků umělými hnojivy (močovina či síran amonný, v dávce 20 kg.ha⁻¹). Takovéto hnojení rybníků je však nutné realizovat velmi obezřetně a jen v krajních případech, jestliže nelze výskyt potravních organizmů podpořit jiným způsobem. Odchov rychleného plůdku štiky musí být ukončen v okamžiku, kdy se v rybníce vyskytují ryby slovitelných rozměrů (minimální velikost TL = 30 mm), je zde využívána maximální odchovná

kapacita a v rybníce začíná docházet k poklesu hustoty hrubého zooplanktonu pod zmíněnou hustotu 100 jedinců na litr vody. Při pozdě provedeném výlovu rybníku (zpoždění třeba i jen o několik dní) se při odchovu rychleného plůdku štiky obecné můžeme setkat s vysokou mírou kanibalizmu a nízkým přežitím odchovávaných ryb v podobě 5–10 %. Při dobře provedeném odchovu rychleného plůdku štiky obecné dosahuje přežití mezi 20 a 40 %.

Následující údaje ukazují výsledky a efektivitu odchovu rychleného plůdku štiky zjištěnou jinými autory v různých specifických podmínkách. Jestliže jsou rybníky nasazované počáteční hustotou 80 000 ks.ha⁻¹, je možné za 14–17 dní odchovu dosáhnout výsledné produkce rychleného plůdku při přežití 35–50 % 28 000–40 000 ks ryb na jeden hektar plochy s biomasou 23–25 kg.ha⁻¹ (Berka a Hamáčková, 1980). Přežití juvenilních ryb štiky s konečnou TL = 90–100 mm po 6–8týdenním odchovu při počáteční hustotě 10 000–20 000 larev dosahovalo úrovně 5 až 50 % (Huet, 1976). Kanibalismus štik byl v tomto odchovu poměrně vysoký (25–70 %). Při dvacetidenním odchovu rychleného plůdku s počáteční hustotou larev 300 000 ks.ha⁻¹ přežilo jen 12 % ryb (Steffens, 1976). Jejich konečná velikost (TL) byla 44 mm a individuální hmotnost dosáhla 1,2 g. Lepič (osobní sdělení, 2012) dosáhl při 15–30denním odchovu přežití ryb mezi 10 a 30 %. Přežití bylo závislé především na kanibalizmu mezi odchovávanými rybami a konečnou velikostí vyprodukovaných ryb. Lepič (osobní sdělení, 2012) dodává, že čím delší odchov je využíván, tím nižší procento ryb o větší velikosti těla (TL = 40–60 mm) je produkováno. Policar (2012a) zjistil přežití rychleného plůdku na úrovni 15–30 % po 15denním odchovu ryb s konečnou TL = 40–45 mm. Vyšší míra přežití ryb byla dosahována v rybnících s menší výměrou (0,16 ha) oproti rybníkům s vyšší výměrou (1,1–1,5 ha).

Nejvhodnějším obdobím výlovu rybníku při odchovu rychleného plůdku štiky obecné je okamžik, kdy rychlený plůdek štiky dosáhne velikosti TL = 30–40 mm. Termín výlovu je možné trochu posunout v případě, že v daném rybníku je zjištěna zmíněná dostatečná hustota zooplanktonu a makrozoobentosu. V tomto případě ovšem musí být hustota zooplanktonu pečlivě kontrolována a evidována v pravidelných denních intervalech. Při zjištěném poklesu hustoty potravních organizmů, je nutné okamžitě přistoupit k výlovu odchovávaných ryb. Obecně je důležité rychlený plůdek šeterně lovit do podložních sítí či různých odlovných klecí pod hrází rybníku (obr. 22). Pro výlov rychleného plůdku štiky platí stejná obecná pravidla jako při odlovu rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca* L.). Odlov by měl být proveden rychle (v průběhu 6–12 hodin) za vhodného oblačného či deštivého počasí s teplotou vzduchu maximálně 18–20 °C. Ryby by měly být pravidelně odlovovány ze sítí a šeterně tříděny (Policar a kol., 2011b).

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

Odchovaný a slovený rychlený plůdek štiky obecné se následně vysazuje do výtažníků či hlavních rybníků k jednoleté či dvouleté násadě kapra obecného. Cílem je v takovýchto rybnících minimalizovat výskyt méně cenných hospodářských ryb a zvýšit produkci kapra. Dalším uplatněním sloveného rychleného plůdku štiky je jeho prodej sportovním rybářům, kteří plůdek štiky vysazují do sportovních revírů volných vod (Lusk a Krčál, 1982; Hamáčková, 1987; Dubský, 1998).



Obř. 22. Odlov rychleného plůdku štiky obecné (*Esox lucius* L.) pod hrází rybníku (foto T. Polícar).

2.21.2. Odchov larev a juvenilních ryb do stadia rychleného plůdku ve speciálních odchovných zařiceních průtočného typu

Odchov rychleného plůdku štiky obecné ve speciálních odchovných zařiceních průtočného typu byl využíván především v 70.–90. letech minulého století v Německu, Nizozemí, Maďarsku, Francii, Švýcarsku, Rakousku a bývalém Československu (Hamáčková a kol., 1977). V současné době se, podle našich informací, tento systém příliš nevyužívá a byl v prvním desetiletí 21. století nahrazen odchovem štiky obecné v RAS (kapitola 2.21.3.).

Odchov štiky obecné ve speciálních odchovných zařízeních průtočného typu byl zpravidla realizován po dobu 2–4 týdnů v různých zařízeních, jako jsou kolíčky, sádky, žlaby a nádrže (Berka a Hamáčková, 1980; Hamáčková, 1987). V těchto zařízeních byly chované štiky odkázány na přísun potravy v podobě naloveného zooplanktonu (Lusk a Krčál, 1982). Hlavními limitujícími faktory tohoto odchovu byly: zajištění potravní základny pro odchovávané ryby, nízká teplota vody (13–15 °C) a ochrana ryb před jednobuněčnými parazity (Berka a Hamáčková, 1980). Některé farmy v Německu, Maďarsku a Francii využívaly částečného ohřevu odchovného systému geotermální vodou nebo vodou odpadní, což zajistilo stabilní teplotu vody mezi 16 a 20 °C v průběhu odchovu. Zvýšená teplota vody měla pozitivní vliv na růst štiky, ale hrozilo zde větší riziko kanibalizmu, které muselo být eliminováno dostatečným krmením (Hamáčková a kol., 1977).

Ke krmení se využíval živý a předem nalovený zooplankton v podobě buchanek (Copepoda) a perlooček (Cladocera). Denní krmná dávka zooplanktonu činila 25–35 % z biomasy odchovávaných ryb (Hamáčková a kol., 1977; Hamáčková, 1987). Larvy se do odchovných systémů nasazovaly v počáteční hustotě 6–8 až 20 larev.l⁻¹ (Dubský, 1998) a byly drženy při světelné intenzitě 250–270 luxů (Hamáčková a kol., 1977).

Výsledkem různých odchovů bylo dosažení různé produkce ryb, která je sumarizována v tab. 4. (Hamáčková a kol., 1977).

Tab. 4. Teplota vody a produkční ukazatelé při odchovu štiky obecné (*Esox lucius* L.) v tzv. speciálních odchovných zařízeních průtočného typu (Hamáčková a kol., 1977).

Použitá teplota vody (°C)	Délka odchovu (dny)	Přežití ryb (%)	TL odchovaných ryb (mm)
16–17	10–14	50	22–30
15–20	18–23	50	23
11	42	20	25–30

2.21.3. Intenzivní odchov larev a juvenilních ryb do stadia rychleného plůdku v RAS

V posledních 10 letech se především ve střední Evropě (Polsko, Maďarsko a ČR) začíná testovat a experimentálně používat k produkci juvenilních ryb štiky obecné do stadia rychleného plůdku s TL = 30–50 mm intenzivní chov využívající RAS (obr. 23 a 24) (Kucska a kol., 2005; Szczepkowski, 2009; Policar, 2012b; Dušek, 2013). Tento systém umožňuje v chovu štiky obecné využívat umělého peletovaného krmiva, vyšších hustot a vysoké rychlosti růstu odchovávaných ryb a současně eliminovat míru kanibalizmu (Szczepkowski, 2009; Policar,

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)

2012b). Cílem tohoto způsobu chovu je získat kvalitní násadový materiál štiky na velmi malém odchovném prostoru bez potřeby obtížně odlovovat a využívat zooplankton. Tento systém odchovu štiky je v současné době na začátku svého využívání. Ovšem v Maďarsku existují již dnes tři komerční rybářské farmy (Aranypony, Bajcsihal a Szegedfish) využívající ke své produkci ryb tento způsob chovu (Kucska, osobní sdělení 2013). Dále lze předpokládat, že v budoucnosti tento systém chovu štiky obecné bude daleko více využíván. Při kombinaci s mimosezónními výtěry ryb tento chov nabízí možnost produkovat ryby kontinuálně v průběhu celého roku s vysokou produktivitou práce (Polícar, 2012b). Dále bylo zjištěno, že štiky obecné adaptované na umělé krmivo a RAS ve starších věkových kategoriích mohou být velmi efektivně a úspěšně odchovávány v kombinaci s intenzivním chovem jeseterů, konkrétně s jeseterem sibiřským (*Acipenser baerii* Brandt) (Szczepkowski, osobní sdělení, 2010). Výhodou tohoto systému je předvídatelná produkce ryb oproti chovu ryb v rybnících (Polícar, 2012b).



Obr. 23. Recirkulační akvakulturní systém využívaný při intenzivním odchovu štiky obecné (*Esox lucius L.*) do stadia rychleného plůdku (foto T. Polícar).

V rámci intenzivního chovu štiky obecné bylo zjištěno, že je možné s úspěchem využívat vysokou počáteční hustotu larev (20–40 larev.l⁻¹) (Bondarenko a kol., 2012a; Polícar, 2012b). Optimální teplota vody pro vysoký růst a přežití štiky obecné je 24–28 °C, ale s úspěchem je možné využít teplotu

vody i jen 19–20 °C (Polícar 2012b). Vhodným světelným režimem v průběhu jednoho dne (24 hodin) je buďto nepřetržitě osvětlení nebo světelný režim s dvěma 8hodinovými úseky světla, které jsou přerušeny dvěma 4hodinovými úseky tmy (L8 : D4 : L8 : D4). S úspěchem je možné použít i třetí režim, který je tvořený 16hodinovým světelným úsekem a 8hodinovým úsekem tmy. Všechny světelné režimy by měly mít intenzitu 5–30 luxů (Szczepkowski, 2009; Polícar, 2012b).



Obr. 24. Odchov juvenilních ryb štiky obecné (*Esox lucius* L.) do stadia rychleného plůdku v nádrži v rámci RAS (foto T. Polícar).

Jako vhodné krmivo pro intenzivní chov štiky je možné využít námi otestovaná krmiva firmy BioMar – Larviva Wean-Ex 300 a 500 či Inicio Plus G. Larvy na začátku odchovu do stadia rychleného plůdku (obr. 25) je možné krmit granulovaným krmivem o velikosti částic 0,15–0,6 mm s počáteční denní krmnou dávkou 20 % hmotnosti odchovávaných štik a konečnou 10 % z biomasy odchovávaných ryb (Polícar, 2012b).

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS L.*)



Obr. 25. Odchovaný rychlený plůdek štiky obecné (*Esox lucius L.*) po 13denním odchovu v rámci intenzivního chovu v RAS (foto T. Policar).

Po 13denním odchovu larev a juvenilních ryb v intenzivních podmínkách chovu je možné dosáhnout rychleného plůdku (s velikostí TL = 28,4–30,6 mm a hmotností těla $W = 0,095\text{--}0,14\text{ g}$) a s kumulativním přežitím na úrovni 54–69 %. Odchovávané ryby štiky obecné v takovémto chovu dosahují SGR 18–20 $\% \cdot \text{d}^{-1}$ a míry kanibalizmu na úrovni 15–18 %. Lze konstatovat, že takovýto odchov štiky obecné může být v kontrolovaných podmínkách RAS ekonomicky zajímavý a efektivní. Za 13 dnů je možné na velmi malém odchovném systému s celkovým objemem 8 000 litrů odchovat až 25 000 ks rychleného plůdku štiky obecné (Policar, 2012b).

3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

Jestliže se podíváme do české literatury, je možné najít odbornou publikaci popisující optimalizaci reprodukce a chovu štiky obecné, která vznikla již v roce 1987 (Hamáčková, 1987. Chov štiky. Oborová norma 46 6836. Praha, ÚNM, 1987, 12s.). To znamená, že za celých cca 26 let v ČR nebyla odborné veřejnosti nabídnuta podobná odborná publikace. Za posledních 26 let se ale výrazně změnila a vyvinuly znalosti o reprodukci a chovu tohoto velmi zajímavého hospodářsky využívaného druhu ryby. Z tohoto důvodu předložená publikace přináší souhrn celé řady nových informací o řízení reprodukci, biologii a fyziologii spermií, optimalizaci umělého oplození, odlepkování a inkubaci jiker a dále také o efektivním chovu larev a juvenilních ryb do stadia rychleného plůdku.

4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Předložená metodika je především určena pro praktické využití popsaných informací o biologii, reprodukci a chovu štiky obecné v rybářských podnicích v ČR. Certifikovaná metodika bude uplatněna v rybářském provozu podniku Rybářství Nové Hradky s.r.o., kde předpokládáme, že metodika v budoucnosti podpoří zvýšenou produkci larev či rychleného plůdku štiky obecné.

5. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Zavedení postupů uvedených v této metodice do rybářské praxe není spojeno s vysokými náklady. Základem je zavedení technologických kroků v praxi, které se týkají reprodukce a odchovu štiky obecné (např.: využití hormonální stimulace generačních ryb kapří hypofýzou, optimalizace odběru spermatu a následně celého procesu umělého oplození získaných ovulovaných jiker, inovace inkubace oplozených jiker využitím Chaseových lahví či modifikací Zugských lahví, zajištění vysoké líhivosti a tzv. úspěšného dokulení larev a následná optimalizace chovu larev a juvenilních ryb v rybnících či RAS). Výsledkem této činnosti může být každoroční vyšší synchronizace výtěru generačních ryb na rybářských podnicích. Tím může dojít k ušetření mzdových nákladů obsluhy (až o 5 000 Kč) při výtěrovém období štiky, kdy předpokládáme, že dojde k úspoře až několika desítek hodin (20 hodin) potřebných na obsluhu generačních ryb bez hormonální stimulace. Dále lze dosáhnout zvýšení oplozenosti jiker a líhivosti larev o cca 10–15 %. Při každoroční 1–3milionové produkci larev štiky se může v rybářském podniku zvýšit produkce larev o 100 000–400 000ks. Tento efekt může rybářskému

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

podniku s uvedenou roční produkcí a cenou larev štiky (60 Kč za 1 000 ks) přinést zvýšení tržeb o 6 000–24 000 Kč každý rok. Dalším uplatněním odborných informací z této metodiky v praxi rybářského podniku může vést ke zvýšení přežití odchovávaného rychleného plůdku štiky o 5–20 %, čímž může dojít u rybářského podniku produkujícího ročně 100 000 ks rychleného plůdku štiky obecné o velikosti TL = 30–50 mm ke zvýšení tržeb z této zvýšené produkce na úrovni 22 500–90 000 Kč ročně při ceně rychleného plůdku 4,5 Kč za jeden kus o TL = 30–50 mm.

6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie (2. vydání). FROV JU, Vodňany, 350 s.
- Alavi, S.M.H., Rodina, M., Gela, D., Linhart, O., 2009a. Morfologie spermií, složení seminální plazmy, motilita a parametry zvlnění bičku spermie u štiky obecné (*Esox lucius*). Bulletin VÚRH Vodňany 45: 3–9.
- Alavi, S.M.H., Rodina, M., Viveiros, A.T.M., Cosson, J., Gela, D., Boryshpolets, S., Linhart, O., 2009b. Effects of osmolality on sperm morphology, motility and flagellar wave parameters in Northern pike (*Esox lucius* L.). Theriogenology 72: 32–43.
- Balvay, G., 1983. L'alimentation naturelle des alevins de brochet (*Esox lucius* L.) durant leur premier mois de vie. In: Billard, R. (Ed.), Le Brochet: gestion dans le milieu naturel et élevage. INRA, Paris, FR, pp. 179–198.
- Berka, R., Hamáčková, J., 1980. Chov štiky a candáta. Studijní zpráva, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Živočišná výroba 2, 79 s.
- Billard, R., 1978. Changes in structure and fertilizing ability of marine and freshwater fish spermatozoa diluted in media of various salinities. Aquaculture 14: 187–198.
- Billard, R., 1983. Le brochet: gestion dans le milieu naturel et élevage. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, FR, 371 pp.
- Billard, R., 1996. Reproduction of Pike: gametogenesis, gamete biology and early development. In: Craig, J.E. (Ed.), Pike – biology and exploitation. Chapman and Hall, London, UK, 13–67.
- Billard, R., Marcel, J., 1980. Stimulation of spermiation and induction of ovulation in pike (*Esox lucius*). Aquaculture 21: 181–195.

- Bondarenko, V., Hajiček, J., Stejskal, V., Drozd, B., Policar, T., 2012a. Effect of different density on the growth, survival and morphological characteristics in pike (*Esox lucius*) larvae under controlled conditions during first exogenous feeding. In: New, M. (Chairman of AQUA 2012), AQUA 2012 – Global Aquaculture, Securing Our Future, USB of Abstracts, September 1-5, Prague, Czech Republic, 150.
- Bondarenko, V., Podhorec, P., Švinger, V., Policar, T., 2012b. Effect of different spawning time on fertilization, hatching rate and embryo quality in northern pike, *Esox lucius* (L.). In: Kucharczyk, D. (Ed.), Domestication in Finfish Aquaculture, Book of Abstracts, October 23–25, Olsztyn, Poland, 68.
- Bondarenko, V., Drozd, B., Podhorec, P., Křišťan, J., Policar, T., 2013a. Effect of various temperature regimes on early life history in northern pike (*Esox lucius* L.). In: Aquaculture Europe 2013, USB of Abstracts, August 10–12, Trondheim, Norway, 78–79.
- Bondarenko, V., Podhorec, P., Švinger, V., Policar, T., 2013b. Evaluation of hormonal preparations for stimulation of ovulation in northern pike (*Esox lucius* L.). In: Pšenička, M., Němcová, I., Dvořáková, Z., Kovaříková, K. (Eds), Diversification in Inland Finfish Aquaculture II (DIFA II), Book of Abstracts, September 24–26, Vodnany, Czech Republic, 102.
- Bondarenko, V., Drozd, B., Policar, T., submitted. Effect of water temperature on the egg incubation and quality of newly hatched larvae in Northern pike (*Esox lucius* L.). *Journal of Applied Ichthyology*.
- Casselmann, J.M., 1974. External sex determination of Northern pike, *Esox lucius*, Linnaeus. *Transactions American Fisheries Society* 2: 343–347.
- Crossman, E.J., 1996. Taxonomy and distribution. In: Craig, J.E. (Ed.), *Pike - biology and exploitation*. Chapman and Hall, London, UK, pp. 1–11.
- Dietrich, G.J., Wojtczak, M., Slowinska, M., Dobosz, S., Kuzminski, H., Ciereszko, A., 2007. Broken eggs decrease pH of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) ovarian fluid. *Aquaculture* 273: 748–751.
- Dubský, K., 1998. Chov štiky. In: Dubský, K. (Ed.), *Základy chovu vedlejších druhů ryb*. Institut výchovy a vzdělávání MZe, Praha, s. 13–15.
- Dušek, T., 2013. Vliv světelného režimu na úspěšnost adaptace larev štiky obecné (*Esox lucius*) na umělé krmivo v rámci RAS. Diplomová práce, FROV JU, 65 s.
- Dyk, V., 1940. K biologii štičího spermatu. *Sborník ČAZ* 15: 269–271.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries and Aquaculture Department) 2013a. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/query/en>> Navštíveno 7. října 2013.

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries and Aquaculture Department) 2013b. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>> Navštíveno 7. října 2013.
- Frost, W.E., Kipling, C., 1967. A study of reproduction, early life, weight-length relationship and growth of pike (*Esox lucius* L.) in Windermere. *Journal of Animal Ecology* 36: 651–693.
- Hamáčková, J., 1987. Chov štiky. Oborová norma 46 6836. ÚNM, Praha, 1987, 12 s.
- Hamáčková, J., Kouřil, J., Chábera, S., 1977. Přehled metod odchovu plůdku štiky obecné (*Esox lucius* L.). *Bulletin VÚRH Vodňany* 13: 25–31.
- Hamáčková, J., Svobodová, Z., Kouřil, J., 1975. Hematologické hodnoty štiky obecné (*Esox lucius* L.) z rybničního chovu v předvýtěrovém období. *Živočišná výroba* 20: 851–860.
- Hasler, A.D., Meyer, R.K., Field, H.M., 1939. Spawning induced prematurely in trout with the aid of pituitary glands of the carp. *Endocrinology* 25: 978–983.
- Hochleithner, M., 2004. Hechte (Biologie und Aquakultur). Aquatech Publications, Kitzbühel, Austria, 152 pp.
- Hochman, L., 1964. Plodnost a stav vyživenosti štik z rybníků. *Sborník VŠZ v Brně*, 557–567.
- Hokanson, K.E.F., McCormick, J.H., Jones, B.R., 1973. Temperature requirements for embryos and larvae of the northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus). *Transactions of the American Fisheries Society* 102: 89–100.
- Horváth, L., 1983. The management and production of pike (*Esox lucius*) in Hungarian waters. In: Billard, R. (Ed.), *Le Brochet: gestion dans le milieu naturel et élevage*, INRA, Paris, France, pp. 215–223.
- Hubenova, T., Zaikov, A., 2007. Investigation on fecundity, follicles and free embryo size of pond-reared pike (*Esox lucius* L.) of different age and size. *Aquaculture International* 15: 235–240.
- Huet M., 1976. Reproduction, incubation and rearing of pike fry. EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission), Technical Paper 25: 147–163.
- Hulák, M., Rodina, M., Linhart, O., 2008a. Characteristics of stripped and testicular Northern pike (*Esox lucius*) sperm: spermatozoa motility and velocity. *Aquatic Living Resources* 21: 207–212.
- Hulák, M., Rodina, M., Linhart O., 2008b. Charakteristika vytřeného a testikulárního spermatu štiky obecné (*Esox lucius* L.): motilita a rychlost spermií. *Bulletin VÚRH Vodňany* 44: 3–9.

- Koldras, M., Moczarski, M., 1983. Properties of pike (*Esox lucius* L.) milt and its cryopreservation. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 30 (1): 69–78.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., 1975. Plodnost štiky obecné (*Esox lucius*) z rybníčního chovu. *Živočišná Výroba* 20 (11): 841–849.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., 1977. Roční pohlavní cyklus štiky obecné (*Esox lucius* L.) chované v rybnících. *Bulletin VÚRH Vodňany* 13 (1): 8–6.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Svobodová, Z., 1976. Exteriérové a kondiční ukazatele štiky obecné (*Esox lucius* L.) z rybníčního chovu a v předvýtěrovém období. *Bulletin VÚRH Vodňany* 12 (3): 3–8.
- Kratochvíl, M., 2012. Výlov tržních ryb u členů RS v roce 2011 a využití produkce ryb v ČB v letech 1990–2011. Zpráva Rybářského sdružení České republiky, 31 s.
- Křišťan, J., Bouchet, D., Policar, T., 2013. Reproductive characteristics and optimization of egg fertilization in Northern pike (*Esox lucius* L.). In: *Aquaculture Europe 2013, USB of Abstracts, August 10–12, Trondheim, Norway*, p. 134.
- Krupauer, V., Pekař, Č., 1965. Rozmnožování štiky obecné v lipenské údolní nádrži. *Práce VÚRH Vodňany* 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.
- Lahnsteiner, F., 2000. Morphological, physiological and biochemical parameters characterizing the over-ripening of rainbow trout eggs. *Fish Physiology and Biochemistry* 23: 107–118.
- Lahnsteiner, F., Weismann, T., Patzner, R.A., 1998. An efficient method for cryopreservation of testicular sperm from the northern pike, *Esox lucius* L. *Aquaculture Research* 29: 341–347.
- Lahnsteiner, F., Weismann, T., Patzner, R.A., 1999. Physiological and biochemical parameters for egg quality determination in lake trout, *Salmo trutta lacustris*. *Fish Physiology and Biochemistry* 20: 375–388.
- Lenhard, M., Cakic, P., 2002. Seasonal reproductive cycle of pike, (*Esox lucius* L.), from the river Danube. *Journal of Applied Ichthyology* 18: 7–13.
- Lillelund, K., 1967. Versuche zur Erbrütung der Eier vom Hecht (*Esox lucius*) in Abhängigkeit von Temperatur und Licht. *Archiv für Fischereiwissenschaften* 17: 95–113.
- Linhart, O., 1984. Hodnocení spermatu štiky obecné a sumce velkého. *Bulletin VÚRH Vodňany* 20: 22–33.

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

- Luquet, P., Luquet, J.F., 1983. Appréciation du niveau d'ingestion et de la vitesse du transit alimentaire chez l'alevin de brochet nourri avec un aliment composé. In: Billard, R. (Ed.), Le Brochet: gestion dans le milieu naturel et élevage. INRA, Paris, 235–243.
- Lusk, S., Krčál, J., 1982. Štika obecná. Vyd. Naše vojsko, Praha, 54 s.
- Mann, R.H.K., 1996. Fisheries and economics. In: Craig, J.E. (Ed.), Pike – biology and exploitation. Chapman and Hall, London, UK, pp. 219–241.
- Muscalu-Nagy, C., Appelbaum, S., Gospič, D., 2011. A New Methods for Out-of-Season Propagation for Northern Pike (*Esox Lucius*, L.). *Animal Science and Biotechnologies* 44: 31–34.
- Mylonas, C.C., Zohar, Y., 2001. Use of GnRHa-delivery systems for the control of reproduction in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 463–491.
- Nikolsky, G.V., 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London, UK, pp. 348–364.
- Pecha, O., Kouřil, J., Pecha, O., 1992. Induced ovulation in pike (*Esox lucius*) females using carp pituitary and two synthetic analogues of Gn-RH. *Proceedings of Scientific Conference on Fish Reproduction '92*, 2–4 March 1992, Vodňany, Czech Republic, pp. 59–60.
- Polícar, T., 2012a. Ověření technologie zaručující kvalitní a vyrovnanou produkci násadového materiálu štiky obecné. Technická zpráva z pilotního projektu č. CZ.1.25/3.4.00/11.00397, 37 s.
- Polícar, T., 2012b. Vývoj technologie potravní adaptace larev štiky obecné na peletované krmivo a intenzivní chov v RAS. Technická zpráva z pilotního projektu č. CZ.1.25/3.1.00/11.00271, 25 s.
- Polícar, T., Alavi, S.M.H., Stejskal, V., Křišťan, J., Kouřil, J., 2011a. Umělý a poloumělý výtěr okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) používaný k masové produkci embryí. *Edice Metodik (technologická řada)*, FROV JU, Vodňany, č. 117, 24 s.
- Polícar, T., Bláha, M., Křišťan, J., Stejskal, V., 2011b. Kvalitní a vyrovnaná produkce rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. *Edice Metodik (technologická řada)*, FROV JU, Vodňany, č. 110, 33 s.
- Rodina, M., Flajšhans, M., 2008. Využití RFID technologie ke značení ryb v ČR. *Bulletin VÚRH Vodňany* 44: 100–108.
- Steffens, W., 1976. Hechtzucht. *Zeitschrift für Binnenfischerei DDR* 23: 327–343.
- Steffens, W., 1986. Binnenfischerei – Produktionsverfahren. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, DE, 376 pp.

- Swift, D.R., 1965. Effect of temperature on mortality and rate of development of the eggs of pike (*Esox lucius* L.) and the perch (*Perca fluviatilis* L.). *Nature* 206: 528.
- Szabó, T., 2001. Hormonally induced ovulation of Northern pike via sustained-release vehicles. *North American Journal of Aquaculture*: 137–143.
- Szabó, T., 2003. Ovulation induction in Northern pike *Esox lucius* L. using different GnRH analogues, Ovaprim, Dagin and carp pituitary. *Aquaculture Research* 34: 479–486.
- Szabó, T., 2008. Use of Carbopol resin for carp pituitary administration improves the fertilization percentage of northern pike (*Esox lucius* Linnaeus) eggs in commercial hatcheries. *Hydrobiologia* 601: 91–97.
- 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. *Archives of Polish Fisheries* 17: 107–147.
- Švinger, V.W., Bondarenko, V., Kallert, D.M., Policar, T., 2012. Vliv dvou metod hypofyzace na kvalitu jiker u štiky obecné (*Esox lucius*). *Bulletin VÚRH Vodňany* 49: 21–33.
- Toner, E.D., Lawler, H.G., 1969. Synopsis of biological data on the pike (*Esox lucius*). *FAO Fisheries Synopsis*, 30 pp.
- Westers, H., 1986. Northern pike and Muskellunge. In: Stickney, R.R. (Ed.), *Culture of Non Salmonid Freshwater Fishes*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 91–101.
- Westers, H., Stickney, R.R., 1993. Northern pike and muskellunge. In: Stickney, R.R. (Ed.), *Culture of Nonsalmonid Freshwater Fishes*. 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 199–213.
- Wojtczak, M., Dietrich, G.J., Slowinska, M., Dobosz, S., Kuzminski, H., Ciereszko, A., 2007. Ovarian fluid pH enhances motility parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa. *Aquaculture* 270: 259–264.
- Ženíšková, H., Gall, V., 2011. Situační a výhledová zpráva, Ryby. Ministerstvo zemědělství ČR, 45 s.

7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Bondarenko, V., Hajiček, J., Stejskal, V., Drozd, B., Policar, T., 2012a. Effect of different density on the growth, survival and morphological characteristics in pike (*Esox lucius*) larvae under controlled conditions during first exogenous feeding. In: New, M. (Chairman of AQUA 2012), *AQUA 2012 – Global Aquaculture, Securing Our Future*, USB of Abstracts, September 1–5, Prague, Czech Republic, p. 150. (dedikace: GAJU 047/2010/Z a CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024)

REPRODUKCE A ODCHOV RYCHLENÉHO PLŮDKU ŠTIKY OBECNÉ (*ESOX LUCIUS* L.)

- Bondarenko, V., Podhorec, P., Švinger, V., Policar, T., 2012b. Effect of different spawning time on fertilization, hatching rate and embryo quality in northern pike, *Esox lucius* (L.). In: Kucharczyk, D. (Ed.), Domestication in Finfish Aquaculture, Book of Abstracts, October 23–25, Olsztyn, Poland, p. 68. (bez dedikace)
- Bondarenko, V., Drozd, B., Podhorec, P., Kříšťan, J., Policar, P., 2013a. Effect of various temperature regimes on early life history in northern pike (*Esox lucius* L.). In : Aquaculture Europe 2013, USB of Abstracts, August 10–12, Trondheim, Norway, pp. 78–79. (bez dedikace)
- Bondarenko, V., Podhorec, P., Švinger, V., Policar, T., 2013b. Evaluation of hormonal preparations for stimulation of ovulation in northern pike (*Esox lucius* L.). In: Pšenička, M., Němcová, I., Dvořáková, Z., Kovaříková, K. (Eds), Diversification in Inland Finfish Aquaculture II (DIFA II), Book of Abstracts, September 24–26, Vodňany, Czech Republic, p. 102. (dedikace: CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024 a GAJU 074/2013/Z)
- Kříšťan, J., Bouchet, D., Policar, T., 2013. Reproductive characteristics and optimization of egg fertilization in Northern pike (*Esox lucius* L.). In: Aquaculture Europe 2013, USB of Abstracts, August 10–12, Trondheim, Norway, p. 134. (bez dedikace)
- Policar T., 2012a. Ověření technologie zaručující kvalitní a vyrovnanou produkci násadového materiálu štiky obecné. Technická zpráva z pilotního projektu č. CZ.1.25/3.4.00/11.00397, 37 s. (dedikace: pilotní projekt č. CZ.1.25/3.4.00/11.00397)
- Policar T., 2012b. Vývoj technologie potravní adaptace larev štiky obecné na peletované krmivo a intenzivní chov v RAS. Technická zpráva z pilotního projektu č. CZ.1.25/3.1.00/11.00271, 25 s. (dedikace: pilotní projekt č. CZ.1.25/3.1.00/11.00271)
- Švinger, V.W., Bondarenko, V., Kallert, D.M., Policar, T., 2012. Vliv dvou metod hypofyzace na kvalitu jiker u štiky obecné (*Esox lucius*). Bulletin VÚRH Vodňany 49 : 21–33. (dedikace: CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024, GAJU 061/2012/Z a GAJU 047/2010/Z)

Externí odborný oponent

RNDr. Irena Šetlíková, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Studentská 13
370 05 České Budějovice

Interní odborný oponent

Ing. David Gela, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod,
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz
a Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický,
Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

Oponent za státní správu

Ing. Vladimír Gall
MZe Praha
Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství (16230)
Těšnov 17, 117 05 Praha 1

**Osvědčení o uplatněné certifikované metodice č. 144/2013 – 16230/Nmet –
CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 30. 12. 2013**

Vydalo: Ministerstvo zemědělství, úsek lesního hospodářství,
Sekce lesního hospodářství, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství,
Těšnov 17, 117 05 Praha 1.

Adresa autorského kolektivu

V. BONDARENKO (40 %), J. KRÍŠŤAN (10 %), V. ŠVINGER (10 %), T. POLICAR (40 %)
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury
a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický,
Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

V edici Metodik (Technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod
redakce: dr. hab. Ing. Josef Velíšek, Ph.D., Ing. Blanka Vykusová, CSc., Zuzana Dvořáková
Náklad: 200 ks, 1. vydání; metodika uplatněna v roce 2013; vytištěna v roce 2014;
grafický design a technická realizace: Jena Šumperk Jesenické nakladatelství.



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



ISBN 978-80-87437-81-0



evropský
sociální
fond v ČR



MS
MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ