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

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

Edice Metodik

ISBN 978-80-7514-140-8

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

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

Chov a reprodukce parmy obecné (*Barbus barbus*) pro produkci násadových ryb

T. Policar, P. Lepič, T. Pěnka, J. Hajíček, I. Šetlíková

Edice Metodik 193

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

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

Chov a reprodukce parmy obecné (*Barbus barbus*) pro produkci násadových ryb

T. Policar, P. Lepič, T. Pěnka, J. Hajíček, I. Šetlíková

Vodňany

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Publikace vznikla za finanční podpory:

Projekt MZe „Optimalizace dlouhodobě udržitelné a efektivní produkce násad cenných druhů ryb určené k následnému vysazení do volných vod a do vodárenských nádrží“ podle smlouvy MZe y:561-2018-15121 (70 %)

NAZV projekt „QK1920326 Akvakultura reofilních druhů ryb“ (30 %)

Edice Metodik

č. 193

ISBN 978-80-7514-140-8

OBSAH

1. ÚVOD 7

2. CÍL 9

3. MÍSTO OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE 9

4. POPIS TECHNOLOGIE 9

4.1. Odchov larev v RAS 9

4.2. Odchov juvenilních ryb v RAS 18

4.3. Odchov larev a juvenilních ryb v rybnících 24

4.4. Efektivní chov a produkce remontních a mladých generačních ryb v RAS 30

4.5. Postup při vysazování různých věkových kategorií vyprodukovaných ryb do rybníků případně do volných vod 34

4.6. Výtěr mladých (dvouletých) pohlavně dospělých generačních ryb v RAS 36

4.7. Příprava a výtěr starších generačních ryb trvale chovaných v RAS s hormonální stimulací a bez ní 47

4.8. Příprava a výtěr generačních ryb chovaných v rybnících 50

4.9. Inkubace jiker a líhnutí embryí 55

5. EKONOMICKÝ PŘÍNOS 58

6. UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE V PRAXI 58

7. SEZNAM LITERATURY 59

1. ÚVOD

Parma obecná (*Barbus barbus*) (Obr. 1) patří mezi typické zástupce říčních neboli reofilních druhů ryb naší ichtyofauny. Je schopná aktivně překonávat silné proudění vody. Jejím typickým biotopem jsou střední až velké podhorské a nížinné toky vyznačující se kamenitým, štěrkovitým až písčitým dnem (Policar a kol., 2009). Parma obecná žije bentickým způsobem života, což znamená, že se udržuje především u dna toku (Baruš a kol., 1995; Fiala a Spurný, 2001; De Leeuw a Winter, 2008).

Tento druh slouží při různých ichtyologických průzkumech jako rybí bioindikátor stavu povrchových vod z hlediska jejich zatížení některými polutanty (např.: mědí, rtutí a polychlorovanými bifenyly), stavu říčního dna či celkového ekologického stavu vodního toku (Lusk, 1996; Hugla a Thomé, 1999; Morina a kol., 2016; De Santis a kol., 2019). Z pohledu sportovních rybářů je parma obecná velice atraktivním a často vyhledávaným druhem. Rybáři parmu preferují pro její typickou sílu a bojovnost při jejím lovu na rybářský prut (Cowx a Broughton, 1986; Baruš a kol., 1995; Lusk, 1996; Fiala a Spurný, 2001). Parma obecná však není považována za významný hospodářský druh v souvislosti s produkcí tržních ryb na konzum. Je to především z důvodu průměrné kvality její svaloviny, která obsahuje velké množství mezisvalových kůstek. Vaječníky parmy obecné dokonce pro dospělého člověka vykazují sezónní jedovatost, kdy v období výtěru gonády generačních jikernaček obsahují vyšší koncentraci toxinu cyprinidinu. Po konzumaci vaječníků tento toxin způsobuje zvracení a průjmové obtíže (Policar a kol., 2009).

Výskyt parmy obecné je ve volných vodách významným způsobem negativně ovlivněn antropogenní činností, jako jsou: kontaminace a snížení kvality vod cizorodými látkami včetně eutrofizace, meliorace, úpravy a příčné fragmentace toků, úbytek původních parmových pásem díky výstavbě údolních nádrží a sílící rybářský tlak způsobující vyšší mortalitu lovených ryb (Peňáz a kol., 2002, 2003; Morina a kol., 2016). Jedná se tedy o druh, který je různým způsobem ohrožen či je zranitelný lidskou činností. Proto je výskyt parmy obecné ve střední Evropě (především v ČR, Německu a Rakousku) každoročně podporován vyprodukovanými kvalitními násadovými rybami s cílem podpořit a zachovat výskyt divokých populací tohoto druhu (Lusk a kol., 1995; Lusk 1996; Pivnička a kol., 2005; Kubečka a kol., 2015).

Obr. 1. *Parma obecná (Barbus barbus) odlovená v řece Otavě (Foto: T. Policar).*

Z tohoto důvodu je v současné době nejen v ČR, ale i v dalších zemích střední Evropy každoročně velký zájem o produkci kvalitního násadového materiálu parmy obecné, který je produkovaný v různých velikostech a věku (většinou v podobě podzimního či jarního plůdku) dvěma způsoby, a to rybniční či intenzivní akvakulturou, popřípadě jejich kombinací. Největšími produkčními limity a problémy v produkci násadového materiálu parmy obecné jsou: nedostatečné množství kvalitních generačních ryb připravených na výtěr (Philippart a kol., 1989; Policar a kol., 2010), úspěšnost reprodukce zajišťující kvalitně oplozené jikry (Hochman, 1955; Krupka, 1983, 1985, 1987; Kouřil a kol., 1988, 2006; Alavi a kol., 2008a,b, 2009a,b; Policar a kol., 2010; Nowosad a kol., 2020, 2021a) a úspěšný larvální, potažmo juvenilní odchov či případně odchov generačních ryb, který je spojený s vysokým přežitím, dobrým vývojem a rychlým růstem odchovávaných ryb (Hochman, 1963; Krupka, 1982; Wolnicki a Górny, 1995; Kolkovski, 2001; Policar a kol., 2004, 2005, 2006, 2007a,b, 2011; Kamler a kol., 2012; Kamiński a kol., 2013; Myszkowski, 2013; Kouba a kol., 2014; Prusińska a kol., 2020).

2. CÍL

Cílem této ověřené technologie je popsat a v poloprovozu ověřit technologické postupy a metody chovu larev, juvenilních, remontních a generačních ryb. Dalším cílem této publikace je poukázat na metody úspěšného umělého výtěru získaných nových generačních ryb. Tato publikace by měla sloužit jako přehledný manuál pro produkční a sportovní rybáře, kteří se chtějí věnovat úspěšnému a rentabilnímu chovu a reprodukci uměle odchovaných generačních ryb a produkci násadového materiálu parmy obecné se snahou posilovat její populace ve volných vodách a rybářských revírech v ČR.

3. MÍSTO OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE

Technologické postupy a chovatelské metody, které jsou popisované v této publikaci, byly v letech 2018–2021 postupně poloprovozně ověřeny akademickými a vědeckými pracovníky Fakulty rybářství a ochrany vod (FROV JU) a Zemědělské fakulty (ZF JU), Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích ve spolupráci s chovateli ryb ze společností BioFish, s.r.o. (Horní Paseka), a Tilapia, s.r.o. (Tábor).

4. POPIS TECHNOLOGIE

Ověřování zmíněných technologických postupů chovu a reprodukce parmy obecné na FROV JU ve spolupráci se jmenovanými produkčními podniky začalo na konci května roku 2018. Další technologické ověřování odchovu larev, juvenilních a generačních ryb včetně jejich reprodukce v poloprovozech postupně probíhalo v letech 2019–2021. Celý tento postup sloužil k několikaletému ověření uceleného technologického postupu chovu a reprodukce parmy obecné v poloprovozních podmínkách ČR s cílem produkovat kvalitní násadový materiál v podobě juvenilních parem o celkové délce (TL) = 80–120 mm. Jednotlivé výsledky v této publikaci jsou prezentované jako průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka, a to buď jen z jednoho roku nebo i z více let, jestliže se daná činnost realizovala v několika letech.

4.1. Odchov larev v RAS

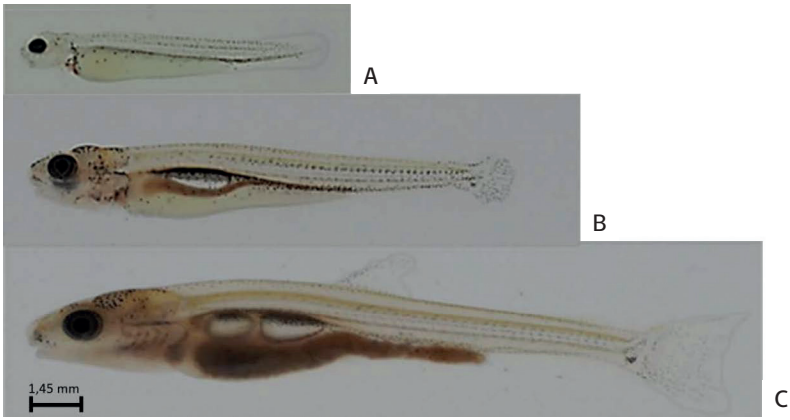
4.1.1. Materiál a metodika

Na konci května v letech 2018, 2019 a 2020 při teplotě vody 18–19 °C bylo z Kannengieterových nebo Zugských inkubačních lahví (bližší informace o inkubaci viz kapitola 4.9.) postupně přeplaveno 45 000 ks larev parmy obecné

do tří dlouhých nízkých žlabů (délka: 2 600 x šířka: 500 x výška: 200 mm) s výškou vodního sloupce 115 mm o objemu 150 litrů (Obr. 2A). Přeplavené a od zbytků jiker vyčištěné larvy (Obr. 2B) dosahovaly ve věku 9 dní po vylíhnutí (DPV) TL = 8,5 ± 0,1 mm a hmotnosti (W) = 9,0 ± 0,1 mg (Obr. 3A). Tyto larvy byly získány z umělého výtěru 55 ks generačních samic (TL = 305,0 ± 26,2 mm a W = 290 ± 31,5 g) a 55 ks samců (TL = 191,0 ± 18,5 mm a W = 57,4 ± 14,5 g) ve věku 3 let trvale chovaných v různých recirkulačních akvakulturních systémech (RAS) FROV JU. Po dalších čtyřech dnech byly čerstvě rozplavané larvy (TL = 12,3 ± 2,2 mm a W = 11,0 ± 1,8 mg), se zřetelnou pigmentací očí na začátku exogenní výživy, ve věku 13 DPV, chované při teplotě vody 18,2 °C (Obr. 3B) nasazeny do akvárií (objem 50 l) a do nízkých žlabů (objem 150 l). Cílem tohoto larválního odchovu bylo optimalizovat počáteční způsob a management krmení larev tak, aby bylo dosaženo co možná nejvyššího růstu a vysokého přežití ryb.

Obr. 2. *Odchov larev parmy obecné (Barbus barbus) v nízkých žlabech: celkový pohled na odchovné žlaby (A) a detail larev ve žlabu (B) (Foto: T. Policar).*

Celkové množství získaných larev (45 000 ks) bylo vysazeno při počáteční hustotě 50 ks na litr do devíti odchovných akvárií (délka: 470 x šířka: 380 x výška: 320 mm) s výškou vodního sloupce 280 mm o objemu 50 litrů (Obr. 4) a do tří nízkých žlabů (Obr. 2A) o objemu 150 litrů. Akvária a žlaby byly v průběhu odchovu larev částečně zakryty proti přímému světlu. Oba dva odchovné systémy byly napojeny na dílčí RAS na Experimentálním rybochovném pracovišti a pokusnictví (ERPP) FROV JU o celkovém objemu 3 000–4 000 litrů, který byl vybaven: mechanickou filtrací skládající se z filtračních bioakvacitových desek, biologickým filtrem s pohyblivým ložem, oběhovým čerpadlem (Sicce Multi s výkonem 5 800 $l.h^{-1}$ vyrobeným v Itálii), rozvodem vody a vzduchu, zdrojem vzduchu v podobě vzduchového dmychadla (typ EL-S-250 s příkonem 300 W od výrobce Secoh Ltd., Japonsko) a elektrickým topením s termostatem (T Computer s příkonem 0,5 kW od firmy AQUA MEDIC Ltd., Německo).



Obr. 3. *Tři larvální stadia parmy obecné (Barbus barbus): larva 9 dní po vylíhnutí (DPV) chovaná při teplotě vody 18,2 °C (A), larva 13. DPV vysazená z teploty 18,2 °C do teploty vody 20,8 °C (B) a larva 20. DPV odchovávaná 7 dní při teplotě vody 20,8 °C (C) (Foto: T. Pěnka).*

Obr. 4. *Odchov larev parmy obecné (Barbus barbus) v akváriích (Foto: T. Policar).*

Celkem byly v devíti akváriích a třech žlabech testovány tři různé krmné režimy larev parmy obecné, ve třech opakováních v akváriích a jednom opakování ve žlabech. Jednotlivé režimy představovaly různě dlouhá období aplikace živého krmiva v podobě čerstvě vylíhnutých nauplií žábronožky (*Artemia* sp.) podle Kouby a kol. (2009). První skupina byla krmena hned od začátku

exogenní výživy jen startérovým krmivem Otohime B1 s velikostí částic 0,25–0,36 mm (od 13. do 26. DPV) a Otohime B2 s velikostí částic 0,36–0,65 mm (od 27. do 33. DPV) zakoupené od firmy Pacific Trading Aquaculture Ltd., Irsko. Druhá skupina byla krmena prvních 7 dní exogenní výživy čerstvě vylíhnutými naupliemi žábronožky, Artemia cysts HE> 220 000 NPG od firmy Ocean Nutrition Ltd., Belgie. Tato skupina byla následně od 8. dne exogenní výživy, tzn. od 20. do 33. DPV (Obr. 3C), krmena stejnými startérovými krmivy jako první skupina. Třetí skupina byla krmena prvních 14 dní exogenní výživy (od 13. do 26. DPV) naupliemi žábronožky a poté (od 27. DPV) startérovým krmivem Otohime B2. Podrobné informace o denních krmných dávkách startéru (30–15 % biomasy odchovávaných larev) a nauplií žábronožky (60–40 % biomasy odchovávaných larev) v jednotlivých skupinách a obdobích tohoto odchovu jsou uvedeny v Tab. 1. Denní krmné dávky u startéru a žábronožky byly odlišné z důvodu různého obsahu sušiny daných krmiv. Současně se procento krmných dávek vzhledem k biomase odchovávaných ryb postupně s jejich věkem a vzrůstající biomasou snižovalo. Nutriční složení použitého krmiva Otohime je uvedeno v Tab. 2. Denní krmná dávka byla do každého akvária či žlabu aplikována ručně od 7:00 do 19:00 h v dvouhodinových intervalech (7:00; 9:00; 11:00; 13:00; 15:00; 17:00 a 19:00 h). Začátek a konec krmení byl realizován vždy 1 hodinu po začátku či 1 hodinu před koncem světelného dne, ten začínal v 6:00 h a končil v 20:00 h. Tab. 1 současně prezentuje také informace o hustotě larev v každém odchovném období. Ta měla sestupnou tendenci vlivem snižujícího se přežití a zvyšující se biomasy odchovávaných ryb a pohybovala se na začátku odchovu na úrovni 50,0 ks.l^{-1} a na konci každého odchovu 36,5–45,0 ks.l^{-1}.

Tab. 1. *Denní krmná dávka, velikost startérového krmiva a hustota larev parmy obecné (Barbus barbus) v jednotlivých obdobích larválního odchovu v RAS.*

Období larválního chovu	Skupina	DKD (% W)	Velikost částic krmiva (mm)	Hustota (ks.l^{-1})	
				Začátek	Konec
1. období (13.–19. DPV)	1	30	B1: 0,25–0,36	50,0	45,0
	2	60	–		
	3				
2. období (20.–26. DPV)	1	20	B1: 0,25–0,36	45,0	40,0
	2				
	3	40	–		
3. období (27.–33. DPV)	1	15	B2: 0,36–0,65	40,0	36,5
	2				
	3				

Vysvětlivky: DPV: den po vylíhnutí; DKD: denní krmná dávka (% hmotnosti larev).

Tab. 2. *Velikost pelet a nutriční složení krmiv používaných v průběhu larválního (Otohime) a juvenilního (Biomar Inicio plus) odchovu parmy obecné (Barbus barbus) v RAS.*

Ukazatel	Otohime			Biomar Inicio plus		
	B1	B2	C1	0,8 mm	1,1 mm	1,5 mm
Velikost částic (mm)	0,25–0,36	0,36–0,65	0,58–0,84	0,8	1,1	1,5
Bílkoviny (%)	56,3	56,3	58,3	56,0	56,0	54,0
Tuk (%)	15,9	15,9	12,9	18,0	18,0	21,0
Uhlohydráty (NFE %)*	6,9	6,9	7,0	9,0	8,9	7,2
Vláknina (%)	2,6	2,6	1,6	0,1	0,3	0,4
Popeloviny (%)	13,5	13,5	15,0	11,3	10,8	11,0
Stravitelná energie ($MJ.kg^{-1}$)	–	–	–	19,3	19,3	20,0

*Vysvětlivky: *Nitrogen-free extract (NFE), tj. bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), jejich obsah se stanovuje výpočtem, a jsou tvořeny převážně sacharidy, malou část mohou tvořit i organické kyseliny.*

Fyzikálně-chemické podmínky odchovu jsou uvedeny na Obr. 5. V průběhu odchovu larev byly podle Policara a kol. (2007b) vytvořeny optimální podmínky pro chov larev parmy obecné s cílem dosáhnout vysokého přežití a růstu ryb. V průběhu odchovu byla dvakrát denně měřena teplota vody a obsah rozpuštěného kyslíku pomocí oxymetru (Pro ODO od firmy YSI Ltd., USA). Jedenkrát denně bylo měřeno pH pomocí přenosného pH metru (3310 od firmy WTW, s.r.o., ČR) a koncentrace celkového amoniaku a dusitanů. Ke stanovení těchto dvou hodnot kvality vody bylo použito jednoduchých titračních a kolorimetrických příručních sad využívajících Nesslerovo činidlo a Seignetovu sůl (při stanovení amoniaku). Při stanovení dusitanů byla použita sada využívající kyselinu sulfanilovou ($C_6H_7NO_3S$) a roztok NED (N-1-naftyl etylendiamin dihydrochlorid). Pomocí těchto sad byla stanovena orientační koncentrace amoniakálního dusíku (NH_4^+-N) v $mg.l^{-1}$ a dusitanového dusíku (NO_2^--N) v $mg.l^{-1}$. Následně byly koncentrace obou parametrů přepočítány pomocí koeficientů na koncentraci celkového amoniaku (TAN) a dusitanů podle Policara a kol. (2018). Zdrojem světla bylo přirozené osvětlení dané odchovny s intenzitou světla 70–120 luxů.

Denně byly v každém odchovném akváriu a žlabu zaznamenávány úhyny ryb při pravidelném odkalování dna cca 30 minut po začátku a 30 minut před koncem světelné části dne. Na konci každého období byla spočítána celková

mortalita ryb v daném akváriu či žlabu u jednotlivých skupin ryb. Na základě mortality bylo u každé skupiny vypočteno průměrné procentuální přežití larev na konci každého období a následně kumulativní přežití na konci celého larválního odchovu podle vzorců:

Přežití ryb v období (P) v % = (PPR / PNR) × 100

(PPR = počet přeživších ryb v ks; PNR = počet nasazených ryb v ks)

Kumulativní přežití ryb za celé období (KP) v % = ((PPR$_1$ / PNR$_1$) x (PPR$_2$ / PNR$_2$) x (PPR$_3$/PNR$_3$)) x 100

(PPR$_{1,2,3}$ = počet přeživších ryb v ks na konci 1., 2. a 3. období; PNR$_{1,2,3}$ = počet nasazených ryb v ks na začátku 1., 2. a 3. období larválního odchovu).

Těsně před nasazením jednotlivých skupin bylo změřeno (pomocí binokulárního mikroskopu Olympus SZX 16, fotoaparátu Olympus model Promica a software Quick PHOTO MICRO 3.2. s přesností na 0,01 mm) a zváženo (pomocí váhy KERN-ABT 220-SDM od firmy KERN & SOHN GmbH, Německo s přesností na 0,1 mg) 200 ks nasazovaných larev parmy obecné na začátku exogenní výživy (13. DPV) s cílem zjistit jejich průměrnou celkovou délku (TL v mm) a hmotnost (W v mg).

Na konci každého odchovného období bylo u 30 kusů larev z každého akvária či žlabu u jednotlivých skupin provedeno biometrické šetření, kdy po anestezii v hřebíčkovém oleji v dávce 0,33 ml na 10 litrů vody byla zjištěna průměrná TL (mm) a W (mg) odchovávaných larev. Díky zjištěným biometrickým údajům na začátku a na konci každého odchovného období byla stanovena specifická rychlost růstu odchovávaných larev podle následujícího vzorce:

Specifická rychlost růstu (SGR v %.d^{-1}) = 100 / t ln(W$_2$ / W$_1$) (t = počet dní v daném období; W$_1$ = průměrná hmotnost nasazovaných ryb; W$_2$ = průměrná hmotnost ryb na konci období.

Na základě zjištěné průměrné TL a W larev na začátku poloprovozního odchovu a na konci každého odchovného období byl stanoven ***Fultonův kondiční koeficient (FK) = (W / TL^3) × 100*** (W = průměrná hmotnost larev v gramech; TL = průměrná celková délka larev v centimetrech).

Výsledky získané ze všech tří různě krmených skupin jsou prezentovány jako průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka (SD) ze tří opakování v odchovných akváriích a z jednoho žlabu. Statistické vyhodnocení těchto výsledků bylo provedeno v programu Statistika (13.2) pomocí jednofaktorové ANOVY a T-testu. Statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny na hladině významnosti $P < 0,05$.

Začátek exogenní výživy parmy obecné (*Barbus barbus*)
(13. DPV (dní po vylíhnutí) = začátek experimentu

Chov larev
(tři období po 7 dnech)

Parametry prostředí:
Teplota vody: *20,8 ± 0,7 °C;* ***obsah kyslíku:*** *6,2 ± 0,2 mg.l^{-1};*
pH: *7,0 ± 0,3; koncentrace* ***celkového amoniaku (TAN):***
0,3 ± 0,1 mg.l^{-1}a koncentrace ***dusitanů (NO_2^-)****:*
0,3 ± 0,1 mg.l^{-1}; ***průtok vody:*** *0,2 l.min^{-1};*
světelný režim: *14L : 10D a* ***světelná intenzita:*** *70–120 luxů*

Vliv různé počáteční exogenní výživy založené na redukci aplikace žábronožky (Artemia sp.):

Skupina 1: *21 dní startérové krmivo*
Skupina 2: *7 dní Artemia sp. + 14 dní startérové krmivo*
Skupina 3: *14 dní Artemia sp. + 7 dní startérové krmivo*

Sledované parametry na konci každého období:
1 – Tělesná hmotnost *(W g);*
2 – Celková délka *(TL mm);*
3 – Míra kumulativního přežití *(KP %);*
4 – Specifická rychlost růstu *(SGR %.d^{-1});*
5 – Fultonův koeficient kondice *(FK)*

Obr. 5*. Schéma protokolu poloprovozního odchovu larev parmy obecné (Barbus barbus) od 13. do 33. DPV, krmených různou počáteční exogenní výživou, která byla tvořena živými naupliemi žábronožky (Artemia sp.) nebo startérovým krmivem Otohime.*

4.1.2. Výsledky 21denního poloprovozního odchovu larev

Výsledky z 21denního poloprovozního odchovu larev parmy obecné jsou sumarizované v Tab. 3, ze které vyplývá, že testovaný odlišný krmný režim při počáteční výživě larev neměl vliv na dosažené finální kumulativní přežití odchovávaných ryb. Toto přežití bylo u všech skupin na konci odchovu statisticky podobné a dosahovalo úrovně 73,0–73,9 % (Tab. 3). Celkem bylo z nasazených 45 000 ks larev odchováno 33 600 juvenilních ryb (přibližně 11 200 ks z každé testované skupiny) s TL = 24,8–26,5 mm a W = 0,18–0,24 g.

Z hlediska dosaženého přežití není nutné larvy parmy obecné od začátku exogenní výživy krmit živou potravou. Larvy mají již na začátku exogenní výživy velmi dobře vyvinutý trávicí trakt, který obsahuje dostatečné množství trávicích enzymů. Z tohoto důvodu larvám nedělá problém hned na začátku exogenní výživy využívat vhodná startérová krmiva (Fiala a Spurný, 2001; Policar a kol., 2007a,b; Nowosad a kol., 2020, 2021b; Prusińska a kol., 2020). Nicméně krmný režim s nejdelším obdobím aplikace nauplií žábronožky (skupina 3) růst larev výrazně podpořil (SGR za celé období odchovu 14,6 ± 2,2 %.d^{-1}). Naopak larvy krmené od začátku exogenní výživy jen startérem (skupina 1) rostly nejpomaleji (SGR za celé období odchovu 13,4 ± 1,5 %.d^{-1}) (Tab. 3).

4.1.3. Doporučení pro praxi

Obecně pro odchov larev parmy obecné doporučujeme využívat delší nízké žlaby, které poskytují larvám lepší podmínky pro odchov a jsou snadněji čistitelné a kontrolovatelné než odchovná akvária. Larvy jsou při odchovu poměrně odolné, nenáročné na kvalitu prostředí a jakoukoliv manipulaci. Dále vyžadují spíše vyšší teplotu vody (nad 20 °C), dobré prokysličení vody s jejím mírným prouděním. Jako výhodné se zdá být počáteční částečné zakrytí odchovných prostorů, kde se larvy odchovávají. Toto zakrytí umožňuje larvám parmy plavat daleko klidněji a chovat se více přirozeně. Jako počáteční exogenní výživu doporučujeme pro zajištění vysokého růstu a přežití larev používat počáteční 7denní krmení larev vylíhnutými naupliemi žábronožky s následným ostrým přechodem na vhodné startérové krmivo o velikosti částeček 0,25–0,36 mm.

Tab. 3. *Souhrnné produkční parametry larválního odchovu parmy obecné (Barbus barbus) týkajících se růstu, kondice a kumulativního přežití na konci každého období.*

Ukazatel	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
		Začátek	
TL (mm)	12,3 ± 2,2^{a}	12,3 ± 2,2^{a}	12,3 ± 2,2^{a}
W (mg)	11,0 ± 1,8^{a}	11,0 ± 1,8^{a}	11,0 ± 1,8^{a}
FK	0,6 ± 0,1^{a}	0,6 ± 0,1^{a}	0,6 ± 0,1^{a}
		Konec 1. období (po 7 dnech)	
TL (mm)	***15,6 ± 1,3^{a}***	***18,9 ± 2,5^{b}***	***19,3 ± 2,9^{b}***
W (mg)	***42,6 ± 16,8^{a}***	***68,9 ± 22,2^{b}***	***81,2 ± 25,0^{b}***
FK	1,1 ± 0,1^{a}	1,0 ± 0,1^{a}	1,1 ± 0,1^{a}
SGR (%.d^{-1})	***19,3 ± 2,1^{a}***	***26,2 ± 5,2^{b}***	***28,6 ± 6,1^{b}***
KP (%)	90,0 ± 0,6^{a}	89,5 ± 0,7^{a}	92,1 ± 0,6^{a}
		Konec 2. období (po 14 dnech)	
TL (mm)	***19,5 ± 1,5^{a}***	***21,2 ± 1,8^{b}***	***22,8 ± 2,0^{b}***
W (mg)	***85,4 ± 25,6^{a}***	***128,4 ± 32,9^{b}***	***134,8 ± 35,1^{b}***
FK	1,2 ± 0,2^{a}	1,3 ± 0,2^{a}	1,1 ± 0,1^{a}
SGR (%.d^{-1})	9,9 ± 1,9^{a}	8,9 ± 1,3^{a}	7,2 ± 1,5^{a}
KP (%)	79,7 ± 1,1^{a}	80,6 ± 1,7^{a}	82,3 ± 0,8^{a}
		Konec 3. období (po 21 dnech)	
TL (mm)	***24,8 ± 2,1^{a}***	***25,4 ± 3,1^{ab}***	***26,5 ± 4,0^{b}***
W (mg)	***184,4 ± 22,7^{a}***	***208,5 ± 29,1^{ab}***	***235,8 ± 32,8^{b}***
FK	1,2 ± 0,1^{a}	1,3 ± 0,1^{a}	1,3 ± 0,1^{a}
SGR (%.d^{-1})	***11,0 ± 2,8^{b}***	***6,9 ± 1,4^{a}***	***8,0 ± 1,4^{ab}***
KP (%)	73,6 ± 0,6^{a}	73,0 ± 0,7^{a}	73,9 ± 0,6^{a}
		Za celé období larválního odchovu	
SGR (%.d^{-1})	***13,4 ± 1,5^{a}***	***14,0 ± 2,0^{ab}***	***14,6 ± 2,2^{b}***

Vysvětlivky: TL: celková délka (total length); W: hmotnost (weight); FK: Fultonův koeficient kondice; SGR: specifická rychlost růstu a KP: kumulativní přežití. Různé indexy v řádcích znamenají statisticky průkazné rozdíly (hodnoty zvýrazněny tučně).

4.2. Odchov juvenilních ryb v RAS

4.2.1. Materiál a metodika

Na začátku juvenilní periody byly ryby (celkem 22 400 ks) ze skupiny 1 a 2 (krmené jen startérem nebo 7 dní naupliemi žábronožky a 14 dní startérem) vysazené do dvou rybníků (viz kapitola 4.3. týkající se odchovu juvenilních ryb v rybnících). Odchované ryby na začátku juvenilní periody ze skupiny 3 (celkem 11 200 ks, krmené 14 dní naupliemi žábronožky a 7 dní startérem) byly použity k dalšímu odchovu v kontrolovaných podmínkách RAS, který probíhal jak na FROV JU, tak i v podmínkách produkčních podniků Tilapia, s.r.o., a BioFish, s.r.o. Ve všech třech zmíněných provozech byly využity podobné RAS, které splňovaly předpoklady úspěšného intenzivního chovu ryb popsaného Policarem a kol. (2018). V těchto provozech byly ryby chovány jednak v akváriích stejných jako při larválním odchovu (3 ks akvárií o objemu 50 litrů), kdy na začátku testu v každém akváriu bylo nasazeno 300 ks ryb = hustota 6 ryb na 1 litr vody. Tato 50litrová akvária byla v průběhu testu (na začátku 3. období) nahrazena 100litrovými akvárii (délka 700 mm, šířka 500 mm a výška 350 mm s užitnou výškou vodního sloupce 286 mm, Obr. 6A). Vedle akvarijního odchovu juvenilních parem probíhal současně v každém provozu odchov ve třech kruhových nádržích o objemu 150 litrů (průměr 740 mm, výška 550 mm, užitná výška vodní hladiny 350 mm), kdy bylo na začátku testu v každé nádrži nasazeno 900 ks ryb = hustota 6 ryb na 1 litr vody (Obr. 6B,C). V každém rybářském provozu bylo do tří akvárií nasazeno celkem 900 ks juvenilních ryb a do tří kruhových nádrží celkem 2 700ks juvenilních ryb. Celkem tedy bylo ve všech třech provozech použito a nasazeno 10 800 ks juvenilních parem odchovaných na konci larválního období ze skupiny 3. Na začátku juvenilního období byly u nasazovaných znehybněných ryb (n = 400) pomocí anestetika (hřebíčkový olej viz kapitola 4.1.) stanoveny biometrické parametry. Tyto ryby nebyly pro následný kontrolovaný odchov použity. Hmotnost ryb byla zjištěna pomocí váhy Mettler AE 2000 (Mettler Toledo, s.r.o., ČR) s přesností 0,01 gramů a celková délka ryb byla měřena pomocí klasického rybářského biometrického pravítka s přesností 1 mm.

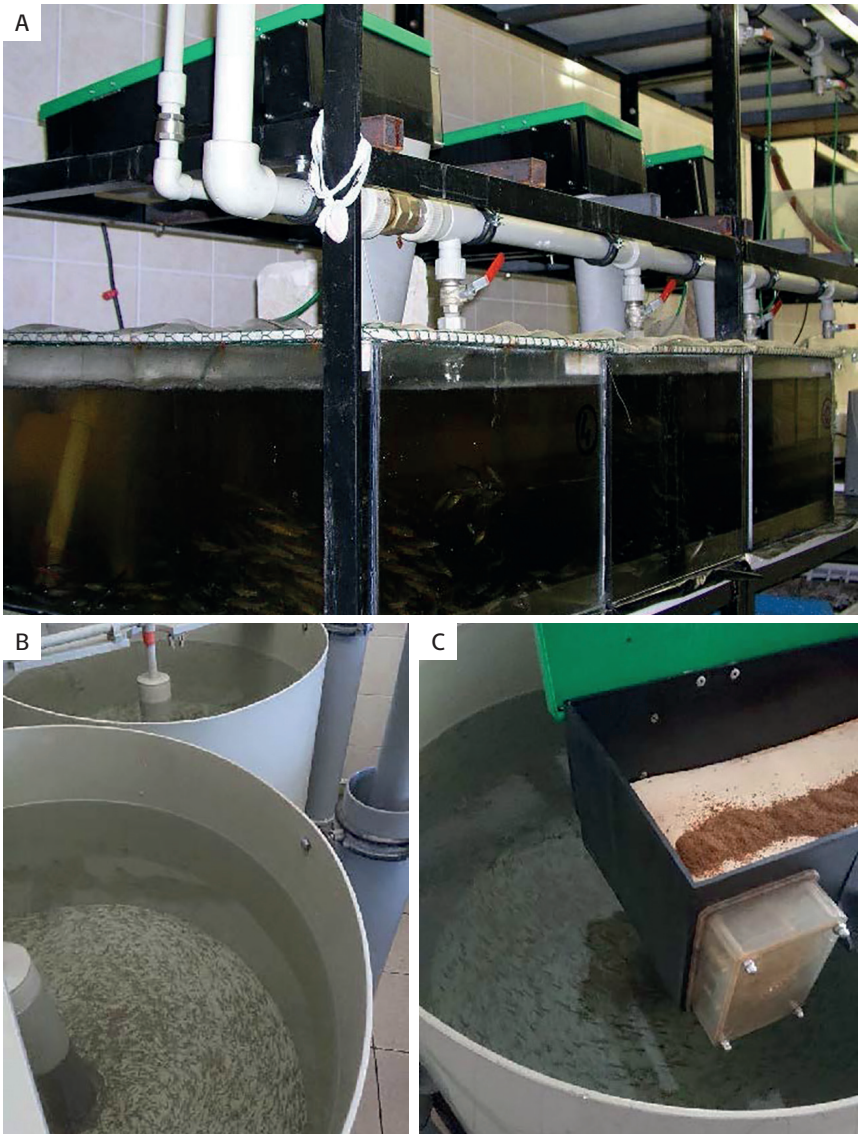
Nasazené juvenilní ryby byly v prvním období odchovu krmeny krmivem Otohime C1 (s velikostí pelet 0,6–0,8 mm) a následně byly převedeny (během jednoho dne) na začátku 2. období na krmivo Biomar Inicio plus, kdy bylo nejprve použito krmivo s granulací 0,8 mm a následně větší pelety 1,1 a 1,5 mm. Denní krmná dávka se v prvním období odchovu pohybovala na úrovni 15 % z biomasy chovaných ryb a postupně byla snižována až na úroveň 2,5 % z biomasy ryb na začátku 4. období odchovu. Přehled o použité hustotě ryb,

využitých krmivech, jejich nutričním složení, velikosti pelet a denní krmné dávce uvádí Tab. 2 a 4. Krmivo bylo do akvárií a žlabů aplikováno pomocí pásového hodinového krmítka (Obr. 6A,C) v průběhu světelné části dne od 7:00 do 19:00 h, kdy krmení začalo 1 hodinu po rozsvícení a skončilo 1 hodinu před zhasnutím osvětlení. K osvětlení nádrží v tomto odchovu byla použita LED přenosná světla Tommi LFL – CL 600 s příkonem 18 W o délce osvětlení 60 cm nad středem každého akvária či nádrže. Díky tomu byla vytvořena intenzita světla dopadající na hladinu na úrovni 80–150 luxů.

Tab. 4. *Denní krmná dávka, velikost startérového krmiva a počáteční hustota larev parmy obecné (Barbus barbus) při juvenilním odchovu v RAS.*

Období chovu	DKD (% W)	Velikost částic krmiva (mm)	Použité krmivo	Počáteční hustota (ks.l^{-1})
1. období (34.–54. DPV)	15,0	0,6–0,8	Otohime C1	6
2. období (55.–75. DPV)	10,0	0,8–1,1	Biomar Inicio plus	5
3. období (76.–96. DPV)	5,0	1,1–1,5		2,3
4. období (97.–118. DPV)	2,5	1,5		2

Vysvětlivky: DPV: den po vylíhnutí; DKD: denní krmná dávka (% hmotnosti larev).



Obr. 6. *Odchov juvenilních ryb parmy obecné (Barbus barbus) od 34. do 118. dne po vylíhnutí (DPV) v akváriích (A; Foto: T. Policar) a v odchovných nádržích (B a C; Foto: P. Lepič) testujících vliv podmínek prostředí na efektivitu jejich chovu v RAS.*

Chov juvenilních ryb
(čtyři období po 21 dnech)

Parametry prostředí:

Teplota vody: *21,5 ± 0,6 °C; obsah kyslíku: 6,2 ± 0,2 mg.l^{-1};* ***pH:*** *6,9 ± 0,2;* ***koncentrace celkového amoniaku (TAN):*** *0,4 ± 0,1 mg.l^{-1};* ***koncentrace dusitanů (NO_2^-):*** *0,4 ± 0,1 mg.l^{-1};* ***průtok vody:*** *0,35 l.min^{-1};* ***světelný režim:*** *14L : 10D a* ***světelná intenzita:*** *80–150 luxů*

Vliv prostředí při využití startérového krmiva:
Akvária: 3 skupiny (84 dní)
Kruhové nádrže: 3 skupiny (84 dní)

Sledované parametry na konci každého období:
1 – Tělesná hmotnost *(W g);*
2 – Celková délka *(TL mm);*
3 – Míra přežití *(P %);*
4 – Specifická rychlost růstu *(SGR) (% d^{-1});*
5 – Fultonův koeficient kondice *(FK)*

Obr. 7. *Schéma popisující protokol poloprovozního odchovu juvenilních ryb parmy obecné (Barbus barbus) od 34. do 118. dne po vylíhnutí (DPV) testující vliv podmínek prostředí na efektivitu jejich chovu.*

Ryby byly v průběhu celého juvenilního odchovu (Obr. 7) chovány v optimálních podmínkách prostředí, kterými byly: teplota vody (21,5 ± 0,6 °C), obsah rozpuštěného kyslíku (6,2 ± 0,2 mg.l^{-1}), pH (6,9 ± 0,2), koncentrace celkového amoniaku (TAN = 0,4 ± 0,1 mg.l^{-1}), koncentrace dusitanů (NO_2^- = 0,4 ± 0,1 mg.l^{-1}), průtok vody (0,35 l.min^{-1}) a světelný režim (14 hodin světla a 10 hodin tmy) s intenzitou 80–150 luxů dopadající na hladinu vody odchovných akvárií a nádrží. Všechny parametry vody byly monitorovány a měřeny stejný způsobem jako u larválního odchovu (kapitola 4.1.).

Na konci každého období byly jednotlivé nádrže a akvária sloveny a byly spočítány všechny přeživší ryby. U 30 kusů ryb z každého akvária či nádrže bylo provedeno biometrické šetření, podobným způsobem jako u larválního odchovu nebo při nasazování juvenilních ryb do chovu. Na základě výsledků tohoto měření byly stanoveny parametry růstu a přežití ryb, jako je: kusová hmotnost těla, celková délka, Fultonův koeficient kondice, specifická rychlost růstu a kumulativní přežití ryb (Obr. 7). Výsledky byly zpracovány a vyhodnoceny stejným způsobem (T-testem) jako u larválního odchovu.

4.2.2. Výsledky odchovu juvenilních ryb

Výsledky z odchovu juvenilních ryb parmy obecné v kontrolovaných podmínkách akvárií a kruhových nádrží jsou shrnuty v Tab. 5. Výsledky ukazují, že při zajištění optimálních podmínek prostředí a při využití umělého krmiva byl odchov bezproblémový a dosáhl vysokého kumulativního přežití ryb (83–90 %) bez statistických rozdílů mezi skupinami chovanými v akváriích a v kruhových nádržích. Podobně i kondice odchovávaných ryb v obou různých podmínkách odchovu dosáhla na konci sledování téměř stejných hodnot Fultonova kondičního koeficientu 0,9 ± 0,1 v akváriích versus 0,8 ± 0,1 v nádržích. V kruhových nádržích dosáhly juvenilní parmy za celé období odchovu statisticky vyšší specifické rychlosti růstu (SGR = 3,1 ± 0,3 %.d^{-1}) oproti rychlosti růstu ryb chovaných v akváriích (SGR = 2,6 ± 0,2 %.d^{-1}). Díky tomu byly na konci tohoto odchovu v kruhových nádržích vyprodukovány ryby větší velikosti (TL = 75,9 ± 7,9 mm a W = 3,3 ± 0,3 g) ve srovnání s akvarijním odchovem, kde ryby dosáhly TL = 62,9 ± 6,8 mm a W = 2,1 ± 0,3 g (Tab. 5).

4.2.3. Doporučení pro praxi

Obecně lze k produkci juvenilních ryb parmy obecné směle doporučit využití intenzivního chovu realizovaného v kontrolovaných podmínkách RAS. Tento chov zajišťuje vysoké přežívání ryb na úrovni 83–90 % do finální velikosti TL = 63–76 mm a W = 2,1–3,3 gramů při průměrné rychlosti růstu 2,6–3,1 %.d^{-1}. Z praktického hlediska a z hlediska lepších odchovných výsledků doporučujeme k intenzivnímu chovu juvenilních parem využívat raději odchovné plastové (kruhové) nádrže, případně obdélníkové žlaby než skleněná akvária. Odchovné nádrže a žlaby se totiž lépe čistí a udržují v dobrých hygienických podmínkách oproti akváriím, zajišťují rybám optimální proudění vody, což je velmi důležité pro jejich typické chování a samočištění nádrží. Díky těmto skutečnostem budou pravděpodobně odchovávané juvenilní ryby parmy obecné dosahovat vyšší rychlosti růstu a tím i efektivnější produkce v podobě odchovaných ryb větší velikosti.

Tab. 5. *Souhrnné produkční parametry z odchovu juvenilní parmy obecné (Barbus barbus) týkající se růstu, kondice a kumulativního přežití na konci každého období.*

Ukazatel	**Odchov v akváriích**	**Odchov v nádržích**
	Začátek	
TL (mm)	26,5 ± 4,0[a]	26,5 ± 4,0[a]
W (mg)	235,8 ± 32,8[a]	235,8 ± 32,8[a]
FK	1,3 ± 0,1[a]	1,3 ± 0,1[a]
	Konec 1. období (po 21 dnech)	
TL (mm)	33,1 ± 3,5[a]	35,4 ± 4,2[a]
W (mg)	***488,8 ± 52,2[a]***	***551,2 ± 67,3[b]***
FK	1,3 ± 0,1[a]	1,2 ± 0,1[a]
SGR (%.d^{-1})	***3,5 ± 0,4[a]***	***4,0 ± 0,5[b]***
KP (%)	93,3 ± 3,0[a]	91,7 ± 3,0[a]
	Konec 2. období (po 42 dnech)	
TL (mm)	***47,2 ± 3,8[a]***	***54,5 ± 5,0[b]***
W (mg)	***926,1 ± 92,3[a]***	***1 238,4 ± 125,6[b]***
FK	0,9 ± 0,2[a]	0,8± 0,2[a]
SGR (%.d^{-1})	***3,0 ± 0,3[a]***	***3,8 ± 0,4[b]***
KP (%)	87,7 ± 2,0[a]	90,5 ± 2,7[a]
	Konec 3. období (po 63 dnech)	
TL (mm)	***58,3 ± 4,1[a]***	***70,0 ± 6,8[b]***
W (mg)	***1 649,5 ± 158,3[a]***	***2 638,4 ± 245,1[b]***
FK	0,8 ± 0,1[a]	0,8 ± 0,1[a]
SGR (%.d^{-1})	***2,7 ± 0,2[a]***	***3,6 ± 0,4[b]***
KP (%)	82,9 ± 1,0[a]	89,9 ± 1,0[a]
	Konec 4. období (po 84 dnech)	
TL (mm)	***62,9 ± 6,8[a]***	***75,9 ± 7,9[b]***
W (mg)	***2 140,8 ± 299,2[a]***	***3 298,6 ± 322,4[b]***
FK	0,9 ± 0,1[a]	0,8 ± 0,1[a]
SGR (%.d^{-1})	1,2 ± 0,1[a]	1,1 ± 0,1[a]
KP (%)	82,9 ± 0[a]	89,9 ± 0[a]
	Za celé období larválního odchovu	
SGR (%.d^{-1})	***2,6 ± 0,2[b]***	***3,1 ± 0,3[a]***

Vysvětlivky: TL: celková délka (total length); W: hmotnost (weight); FK: Fultonův koeficient kondice; SGR: specifická rychlost růstu a KP: kumulativní přežití. Různé indexy v řádcích znamenají statisticky průkazné rozdíly (hodnoty zvýrazněny tučně).

4.3. Odchov larev a juvenilních ryb v rybnících

4.3.1. Materiál a metodika

Vedle intenzivního chovu larev a juvenilních ryb parmy obecné v umělých podmínkách byl v letech 2018–2020 také testován rybniční odchov stejných věkových kategorií ryb. Tato část probíhala jen na FROV JU, konkrétně na ERPP, které disponuje areálem rybniční plochy o výměře téměř 7 hektarů s padesáti experimentálními rybníčky (Obr. 8) o velikosti 0,08–0,16 ha a průměrné hloubce 0,8 m. Základním předpokladem úspěšného chovu larev a juvenilních ryb parmy obecné byl výběr vhodných rybníků pro daný chov, jejich příprava před nasazením ryb a správné načasování jejich napouštění vodou. Cílem všech těchto úkonů byla podpora výskytu dostatečného množství velikostně vhodného (nedravého) zooplanktonu v době vysazení rozplavaných larev nebo již odkrmených juvenilních ryb parmy. Před vysazením larev a juvenilních ryb byly vždy vybírány rybníky minimálně zabahněné, s vyčištěným a nezabahněným lovištěm, které byly po zimování (rybník byl vypuštěn přes zimní období). Před napuštěním byl každý rybník jednotně pohnojen chlévskou mrvou (250 kg) a kompostem (250 kg) v poměru 1 : 1 bez ohledu na jeho výměru. Rybníky se začaly napouštět vodou z náhonu řeky Blanice 7 dní před nasazením larev a 14 dní před nasazením juvenilních ryb. Voda do rybníků přitékala potrubím, které bylo vybaveno ochranou síťovinou proti vniknutí dravých druhů ryb (např.: okouna říčního *Perca fluviatilis*, štiky obecné *Esox lucius* a dalších). Tímto způsobem byly odchovávané larvy a juvenilní ryby v rybnících chráněny před nežádoucími predátory.

V okamžiku nasazení rozplavaných larev parmy do rybníků, byly rybníky plně napuštěné vodou se zastaveným přítokem vody. Přítok vody byl obnoven cca po 40 dnech od vysazení larev do rybníků, kdy již juvenilní ryby dosahovaly velikosti TL = 25–30 mm a v tomto věku bez problémů odolávaly průtoku vody v rybnících. Zároveň byla ve výpustních zařízeních nainstalována síta zabraňující úniku juvenilních parem z rybníků.

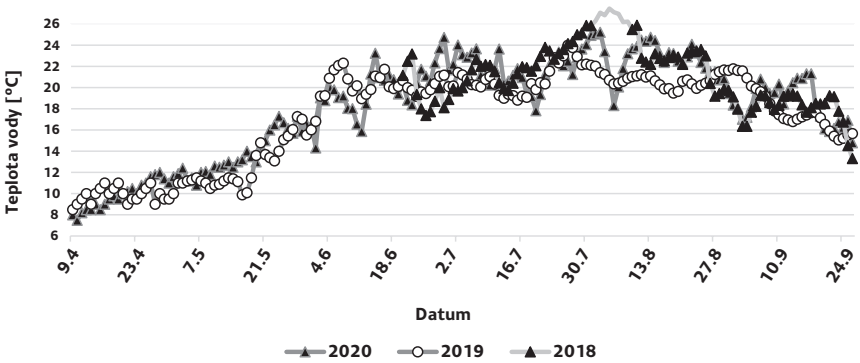
V roce 2018 byl také testován rybniční chov juvenilních ryb, kdy do dvou rybníků o rozloze 0,08 hektarů, bylo 20. 6. 2018 jednotně nasazeno 11 200 ks rozkrmených juvenilních ryb s TL = 25,1 mm a W = 196 mg z kapitoly 4.1. této publikace.

Obr. 8. *Parcelové experimentální rybníčky v ERPP FROV JU využívané na odchov všech věkových kategorií ryb parmy obecné (Barbus barbus) (Foto: archiv FROV JU).*

Biometrika larev a juvenilních ryb nasazovaných do rybníků byla provedena stejným způsobem, jak je popsáno v kapitole o odchovu larev v RAS (4.1.).

V roce 2019–2020 byl testován vliv různé rozlohy použitých rybníků (0,08 a 0,16 ha) a různé počáteční hustoty (30, 40 a 60 tisíc ks.rybník^{-1}) larev (TL = 12,3–13,1 mm a W = 11,0–12,5 mg) na efektivitu odchovu v podobě přežití a velikosti odchovaných ryb (Tab. 6).

Odchov juvenilních ryb v roce 2018 trval přibližně tři měsíce, odchov larev v letech 2019 a 2020 trval 3,5 až 5 měsíců (Tab. 6). Při jednotlivých odchovech byla denně měřena teplota vody v 10:00 h v hloubce 50 cm pod hladinou vody a v 7:00–8:00 h obsah rozpuštěného kyslíku pomocí oxymetru YSI Pro ODO (YSI Ltd., USA). Průběh denní teploty vody z jednotlivých rybníků a jednotlivých let (2018–2020) je znázorněn na Obr. 9. Z detailní analýzy teploty vody vyplynulo, že odchov juvenilních ryb v roce 2018 proběhl při vyšší průměrné teplotě vody (21,2 ± 3,0 °C) oproti teplotám vody při odchovech v roce 2019 (17,4 ± 4,4 °C) a v roce 2020 (18,1 ± 4,7 °C), kdy průběh těchto teplot vody byl srovnatelný. Nejnižší průměrný obsah rozpuštěného kyslíku v rybnících byl zaznamenán v roce 2018 (58,5 ± 6,4 %) v porovnání s rokem 2019 (67,3 ± 5,7 %) a rokem 2020 (68,9 ± 9,3 %). Tyto rozdíly jsou logické, jelikož odchov juvenilních ryb v roce 2018 byl proveden v pozdějším termínu než odchovy larev a juvenilních ryb v letech 2019 a 2020.



Obr. 9. *Průběh teploty vody při rybničním odchovu larev a juvenilních parem obecných (Barbus barbus) v průběhu let 2018–2020.*

V průběhu jednotlivých rybničních odchovů byla jedenkrát za 21 dní kontrolována hustota zooplanktonu vyskytujícího se v daném rybníku. Pomocí planktonní sítě (ø 24 cm; velikost ok 80 µm) byl odebrán směsný vzorek ze tří pětimetrových horizontálních tahů v místě výpustního zařízení rybníka. Odebrané vzorky zooplanktonu byly na místě fixovány 4% formaldehydem (Penta, s.r.o., ČR). Cca po jednom měsíci po zafixování posledního vzorku byla u jednotlivých vzorků v Laboratoři intenzivní akvakultury (LIA) FROV JU stanovena hustota zooplanktonu pomocí Sedwick-Rafterovy počítací komůrky (objem 2 ml) a mikroskopu Olympus BX51 (při zvětšení 10 x 4). Když hustota zooplanktonu poklesla pod hodnotu 75 jedinců na litr vody, bylo započato s přikrmováním odchovávaných ryb – zpočátku pšeničným šrotem v dávce 20–50 gramů na jeden rybník a následně krmnou směsí určenou pro přikrmování juvenilních ryb kapra obecného (*Cyprinus carpio*) – KP1. Tato krmná směs byla aplikována na ponořené betonové schodiště vedoucí do loviště daného rybníka s cílem jednoduše sledovat potravní aktivitu odchovávaných ryb. Jako jednotná denní krmná dávka byla zvolena dávka 100 gramů KP1 na 10 000–15 000 odchovávaných ryb v každém rybníku. Jestliže daná dávka byla předešlý den rybami zkonzumována, byla vždy druhý den aplikována stejná dávka. V opačném případě nebyla krmná směs aplikována hned druhý den, ale k aplikaci došlo obden či 1x za tři dny.

Každý rok v průběhu let 2018–2020 na konci září, kdy teplota vody poklesla pod 16–18 °C, bylo přistoupeno k odlovu odchovaných ryb. Po částečném spuštění vody v rybníku přes mřížku s oky 4–6 mm na polovinu objemu vody (většinou den před výlovem ryb) byla do loviště rybníku nainstalována podložní síť (4 x 4–6 m s velikostí ok 4–6 mm). Při vlastním výlovu rybníku byla většina

Tab. 6. *Souhrnné informace o nasazení larev a juvenilních ryb a výlovu odchovaných ryb parmy obecné (Barbus barbus) při rybničním chovu v parcelových rybnících o různé rozloze, s různým termínem nasazení a počáteční hustotě ryb.*

Rybník č.	Výměra (ha)	Nasazeno				Vyloveno					Přežití (%)
		Termín	TL (mm)	W (mg)	Počet (ks)	Termín	TL (mm)	W (g)	Min. - max. TL (mm)	Počet (ks)	
Odchov juvenilních ryb parmy obecné s počáteční hustotou 11,2 tisíc na rybník o výměře 0,08 hektarů											
1	0,08	20.6. 18	25,1	196	11 200	26.9.18	110,2	11,2	108–125	8560	76,4
2	0,08	20.6.18	25,1	196	11 200	26.9.18	108,5	10,5	106–118	8700	77,7
Odchov larev parmy obecné s počáteční hustotou 30, 40 a 60 tisíc na rybník o výměře 0,08 hektarů											
4	0,08	09.04.19	13,1	12,5	30 000	18.9.19	84,8	5,10	75–100	13 862	46,2
5	0,08	09.04.20	13,1	12,5	40 000	16.9.20	93,7	6,89	90–100	13 206	33,0
6	0,08	18.05.19	12,3	11,0	30 000	18.9.19	89,4	6,02	80–95	14 642	48,8
7	0,08	28.04.20	12,8	12,1	40 000	16.9.20	77,5	2,94	65–80	11 862	29,7
8	0,08	05.06.19	12,5	11,8	60 000	19.9.19	77,8	3,64	70–90	19 271	38,5
9	0,08	08.06.20	12,7	12,0	60 000	17.9.20	56,5	1,52	50–65	42 155	64,2
Odchov larev parmy obecné s počáteční hustotou 30, 40 a 60 tisíc na rybník o výměře 0,16 hektarů											
10	0,16	07.05.19	12,5	11,9	30 000	25.9.19	105,8	8,64	85–120	8 112	27,0
11	0,16	29.05.20	12,8	12,1	40 000	23.9.20	60,7	1,77	55–65	25 260	63,9
12	0,16	08.06.20	12,8	12,1	60 000	24.9.20	64,5	2,18	50–80	32 247	53,7

Vysvětlivky: TL: celková délka (total length); W: hmotnost (weight). Řádky představují jednotlivé rybníky.

ryb (cca 90 %) odlovena na podložní síti a zbytek byl doloven jemnými saky v lovišti (Obr. 10). Takto slovené ryby byly okamžitě naloženy do transportní bedny na terénní automobil a převezeny do průtočných žlabů. V průtočných žlabech byly odstraněny různé nečistoty, jako vodní makrovegetace, larvy vodního hmyzu, listí či štěrk. Z každého rybníka bylo změřeno a zváženo 100 ryb (viz kapitola 4.1.). Na základě hmotnosti 100 ryb byla zjištěna průměrná kusová hmotnost. Následně byla zvážena (váhy CAS PB 100/200 od firmy CAS Corporation, Jižní Korea, s přesností na 50 g) celková biomasa odlovených ryb z každého rybníka. Vydělením celkové hmotnosti odlovených ryb průměrnou hmotností jednoho odchovaného kusu bylo zjištěno přibližné množství odchovaných ryb v daném rybníku.

Obr. 10. *Konečná fáze odlovu juvenilních ryb parmy obecné (Barbus barbus) z rybníků na konci září (Foto: M. Chotěborský).*

4.3.2. Výsledky rybničního chovu larev a juvenilních ryb

Výsledky z rybničního chovu larev a juvenilních ryb jsou shrnuty v Tab. 6. Nejvyššího přežití (76–78 %) a největší velikosti odchovaných ryb (TL = 106–125 mm a W = 10,5–11,2 g) bylo dosaženo odchovem juvenilních ryb parmy obecné, které byly v rybnících odchovávány až od začátku juvenilní periody a jejichž larvy byly odchované v kontrolovaných podmínkách RAS.

U rybničního chovu parmy obecné od larev po juvenilní ryby nebyl zjištěn jednoznačný vliv hustoty obsádky či velikosti použitého rybníku na efektivitu produkce juvenilních ryb v podobě dosaženého přežití a velikosti. U tohoto odchovu bylo dosaženo přežití na úrovni 27–64 % při produkci ryb průměrné velikosti: TL = 56,5–105,8 mm a W = 1,52–8,64 g. Při rybničním odchovu larev a juvenilních ryb byl však potvrzen pozitivní vliv pozdějšího termínu vysazení larev do rybníka (ve druhé polovině května) na přežití (39–64 %) bez pozitivního vlivu na průměrnou velikost produkovaných ryb (TL = 56,5–89,4 mm a W = 1,52–6,02 g). Dosažené vyšší přežití ryb si lze vysvětlit jejich odchovem při vyšší a vyrovnanější teplotě vody, která je optimální pro příjem potravy a růst larev i juvenilních ryb parmy obecné. Tento chov produkuje menší či podobně velké odchované ryby především z důvodu, že se jedná o kratší odchov většinou o 14, 21 až 39 dní oproti odchovům, při kterých se nasazují do rybníků larvy již na začátku či konci dubna nebo začátku května.

4.3.3. Doporučení pro praxi

Obecně lze k rybničnímu chovu larev a juvenilních ryb doporučit nezabahněné rybníky s vyčištěným a nezabahněným lovištěm, které jsou zimované a následně dobře pohnojené 250 kg chlévského hnoje a 250 kg kompostu na použitý rybník v poměru 1 : 1. Rybníky by měly být také včas napuštěné vodou: 7 dní před nasazením larev a 14 dní před nasazením juvenilních ryb, aby byl rybám zajištěn dostatečný výskyt zooplanktonu jako jejich přirozené potravy. Přítoková voda do rybníků by měla protékat přes ochrannou síťovinu, která zabraňuje i vniknutí dravých druhů ryb do odchovných rybníků. K chovu larev a juvenilních ryb je možné použít rybníky o výměře 0,08 a 0,16 hektarů s počáteční hustotou 30, 40 a 60 tisíc larev na rybník bez jakéhokoliv prokázaného vlivu velikosti rybníků a počáteční hustoty na efektivitu odchovu parmy obecné, s přežíváním ryb na úrovni 27–64 %, o velikosti: TL = 56,5–105,8 mm a W = 1,52–8,64 g. Jako pozitivní chovatelský přístup, který zvyšuje přežití odchovávaných ryb, se ukázalo pozdnější vysazování larev do rybníků v termínu od poloviny května, kdy bylo dosahováno vyššího přežití ryb 39–64 %, avšak bez pozitivního vlivu na velikost produkovaných ryb (TL = 56,5–89,4 mm a W = 1,52–6,02 g). Odchov parmy obecné v rybničním prostředí až od juvenilních ryb při hustotě 11 200 ks na 0,08hektarový rybník dosahovalo vysoké přežití (76–78 %) a produkci větších ryb (TL = 106–125 mm a W = 10,5–11,2 g).

4.4. Efektivní chov a produkce remontních a mladých generačních ryb v RAS

4.4.1. Materiál a metodika

Na podzim roku 2019 po experimentálním odchovu juvenilních ryb v akváriích a kruhových nádržích bylo započato s poloprovozním testováním další fáze chovu juvenilních ryb (ve věku 139 DPV neboli po 126 dnech exogenní výživy) v RAS FROV JU a v podniku Tilapia, s.r.o. Cílem této činnosti bylo efektivně odchovat a vyprodukovat mladé generační ryby. Parmy dosáhly pohlavní dospělosti a schopnosti se poprvé rozmnožovat až po dvou letech odchovu. V první fázi této činnosti (od září 2019 do května 2020) probíhal pouze odchov remontních ryb. V druhé fázi (od května 2020 do května 2021) probíhal odchov mladých generačních ryb.

V první fázi odchovu remontních parem byly využívány dva podobné RAS na FROV JU a v podniku Tilapia, s.r.o. Pro druhou fázi se využíval RAS jen na FROV JU. RAS v obou provozech se vždy skládal z deseti kruhových nádrží o objemu 1 500 litrů, které byly napojeny na odtokové potrubí. Tímto potrubím protékala znečištěná voda z nádrží přes bubnový mechanický filtr, typ 1FB (IN-EKO TEAM, Tišnov, Česká republika) do biologického filtru s pohyblivým ložem o objemu 25–30 tisíc litrů. Následně byla voda čerpána do retenční nádrže, z které gravitačně protékala přes směšovač C–1 (Aquacultur Fischtechnik GmbH Nienburg, Německo) s průtokem 30 $m^3.h^{-1}$ zpět do odchovných nádrží. Část objemu vody (10–15 %) čerpané do retenční nádrže byla po dobu 2–4 hodin denně (v závislosti na organickém zatížení) sterilizována ozonem, který byl vyráběný na místě generátorem ozonu (model OT 10 od firmy OZONTECH, s.r.o., Zlín-Štípa, ČR). K chovu remontních a následně pak generačních ryb byly využívány jen tři nádrže daného RAS FROV JU nebo Tilapia, s.r.o. Na začátku tohoto odchovu byly ryby do nádrží nasazeny v obou provozech v počáteční hustotě 1 $ks.l^{-1}$ (celkem použito 9 000 ks). Na začátku druhého roku odchovu parem bylo celkem využito 2 250 ks (v počáteční hustotě 0,5 $ks.l^{-1}$), a to pouze na FROV JU. V prvním roce věku odchovávaných ryb byl používán konstantní světelný režim 12 hodin světla a 12 hodin tmy o intenzitě světla dopadajícího na hladinu vody na úrovni 80–120 luxů. V průběhu odchovu do druhého roku věku odchovávaných ryb byl nejprve od května do října 2020 použitý světelný režim s podmínkami delšího světelného dne (14 hodin světla a 10 hodin tma). Následně byla zkrácena světelná fáze dne od října 2020 do ledna 2021 na 8 hodin světla a 16 hodin tmy a poté (od začátku února 2021) byla prodloužena světelná část dne na 14 hodin světla a 10 hodin tmy. Takto řízený světelný režim byl využit jako vhodná environmentální stimulace vývoje gonád

a následné přípravy generačních ryb parmy obecné na výtěr bez hormonální stimulace (Philippart a kol., 1989; Poncin, 1989). Jako zdroj světla byly použity klasické zářivky nainstalované na stropě využívaných hal s celkovým jednotným příkonem 100 W.

V obou obdobích bylo využito ke krmení ryb krmivo od firmy Biomar (Inicio plus, velikost pelet 1,5 mm a Inicio 918, velikost pelet 2,0 mm) a firmy Skretting (Europa F-15, velikost pelet 2,0–3,0 mm) s počáteční a konečnou denní krmnou dávkou 5 a 2,5 % a 1,5–1,0 % biomasy odchovávaných ryb. Pro sledování celkové biomasy odchovávaných ryb byly ryby v pravidelných měsíčních intervalech hromadně přeloveny v odchovných nádržích a byla zjištěna jejich celková hmotnost pomocí váhy CAS PB 100/200 od firmy CAS Corporation, Jižní Korea s přesností na 50 g. Ostatní podmínky prostředí, jako je teplota vody (22,2–22,9 °C); průtok vody nádržemi (50 $l.min^{-1}$); nasycení vody kyslíkem (95,5–97,8 %); pH (6,8–7,0); TAN (0,5–0,6 $mg.l^{-1}$); NO_2^- (0,5–0,6 $mg.l^{-1}$), byly v obou fázích odchovu srovnatelné. Detailní informace o vytvořených a využívaných podmínkách prostředí včetně denní krmné dávky, použitého krmiva a počáteční hustoty ryb jsou uvedeny v Tab. 7. Nutriční složení použitých krmiv je pak uvedeno v Tab. 8.

Parametry kvality vody byly při tomto odchovu sledovány stejně jako u intenzivního odchovu larev a juvenilních ryb. Při nasazení ryb do odchovu bylo celkem 150 ks ryb detailně změřeno a zváženo stejným způsobem jako u juvenilního odchovu (kapitola. 4.2.). Na konci první i druhé fáze odchovu remontních, potažmo generačních ryb, byly všechny ryby z daného chovu sloveny a spočítány. Na konci první fáze odchovu bylo 300 reprezentativních jedinců zváženo a změřeno pro účely stanovení: TL, W, FK, SGR a kumulativního přežití, podobně jako tomu bylo kapitole 4.1. Na konci odchovu byly získány mladé generační dvouleté ryby. Tyto ryby byly v anestezii (Obr. 11) roztříděny podle pohlaví na samice, samce a na prozatím neurčené ryby (ještě nebylo možné determinovat pohlaví). Samci byli identifkováni podle spontánně uvolňovaného spermatu a samice podle zvětšené břišní partie případně podle přítomnosti vytlačeného oocytu či oocytů. Jednotlivé ryby byly dále spočítány a následně zváženy a změřeny (stejný způsobem jako v kapitole 4.2.) jednak pro účely zmíněných produkčních parametrů, ale také pro statistické porovnání dosažené velikosti, kondice a růstu jednotlivých identifikovaných skupin ryb pomocí stejného matematicko-statistického zpracování jako u juvenilního odchovu v RAS (viz kapitola 4.2.).

Obr. 11. *Odchované mladé generační ryby parmy obecné (Barbus barbus) ve věku dvou let v anestezii hřebíčkového oleje (Foto: T. Policar).*

4.4.2. Výsledky odchovu remontních (jednoletých) a mladých generačních (dvouletých) ryb

Informace o růstu, kondici a míře přežití odchovávaných remontních (jednoletých) a mladých generačních (dvouletých) ryb parmy obecné v kontrolovaných podmínkách chovu za celou délku odchovu od začátku září 2019 do konce května 2021 (638 dní) jsou uvedeny v Tab. 9.

Intenzivní chov ryb parmy obecné v RAS do věku jednoho či dvou let byl poměrně efektivní s vysokým průměrným procentem přežití ryb na úrovni 93 a 88 %. Ryby během 9měsíčního odchovu do věku jednoho roku dosáhly SGR 1,0 $\%.d^{-1}$, průměrné kusové hmotnosti W = 43,6 g a celkové délky TL = 173,5 mm s kondicí v podobě Fultonova koeficientu FK = 0,83. Ryby od prvního do druhého roku věku dosáhly podstatně nižší SGR (0,19 $\%.d^{-1}$), průměrné kusové hmotnosti W = 86,7 g a celkové délky W = 220,6 mm s kondicí FK = 0,81 (Tab. 9).

Na konci odchovu, kdy ryby dosáhly věku dvou let, bylo zjištěno, že celkem téměř polovina ryb (49,7 % z celkového počtu 2 115 odchovaných ryb) byla ještě pohlavně nedospělých (tj., nebylo možné rozpoznat pohlaví). Kromě těchto ryb bylo ve výtěrovém období (od začátku února do konce května) celkem identifikováno 685 ks samic (32,4 %) a 379 ks samců (17,9 %) (Tab. 10). Nižší počet zjištěných samců byl pravděpodobně zapříčiněn tím, že někteří

Tab. 7. *Podmínky prostředí, denní krmná dávka, velikost použitých pelet a počáteční hustoty ryb během intenzivního chovu parmy obecné (Barbus barbus) do dosažení pohlavní dospělosti ve věku dvou let.*

Období	Teplota vody (°C)	Světelný režim (hod.den^{-1})	Průtok vody (l.min^{-1})	Nasycení vody kyslíkem (%)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	Použité krmivo; velikost pelet (mm)	Denní krmná dávka (% biomasy)	Počáteční hustota ryb (ks.l^{-1})
září 2019 ↓ květen 2020	22,2 ± 3,0	12L/12D	25	95,5 ± 6,5	6,8 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,5 ± 0,3	Inicio plus 1,5 Inicio 918 2,0	5,0 2,5	1,0
květen 2020 ↓ květen 2021	22,9 ± 3,4	květen – říjen: 14 L/10 D říjen – leden: 8 L/16 D leden – květen: 14 L/10 D	25	97,8 ± 7,9	7,0 ± 0,2	0,5 ± 0,3	0,6 ± 0,2	Skretting Europa F–15 2,0-3,0	1,5 – 1,0	0,5

Vysvětlivky: L: světlo (light); D: tma (dark).

Tab. 8. *Nutriční složení krmiv používaných v odchovu remontních a mladých generačních ryb parmy obecné (Barbus barbus) v RAS.*

Ukazatel	Biomar		Skretting
	Inicio plus	Inicio 918	Europa F-15
Velikost částic (mm)	1,5	2,0	2,0–3,0
Bílkoviny (%)	54,0	46,0	55,0
Tuk (%)	21,0	23,0	16,0
Uhlohydráty (NFE %)	7,2	16,6	16,5
Vláknina (%)	0,4	1,3	0,6
Popeloviny (%)	11,0	0,9	10,0
Stravitelná energie (MJ.kg^{-1})	20,0	20,2	19,4

*Vysvětlivky: *Nitrogen-free extract (NFE), tj. bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), jejich obsah se stanovuje výpočtem a jsou tvořeny převážně sacharidy, malou část mohou tvořit i organické kyseliny.*

samci bez hormonální stimulace produkovali velmi malý objem spermatu, který nebyl při kontrole ryb patrný a tito samci byli pravděpodobně určeni a zařazeni jako pohlavně nedospělé ryby. Touto nepřesností v určení pohlaví lze vysvětlit rozpor s obecně platným faktem, že samci parmy obecné pohlavně dospívají dříve než samice (Philipart a kol., 1989; Policar a kol., 2011). Z Tab. 10 je také patrné, že samice ve věku dvou let dosahují statisticky větší tělesné velikosti (W = 100,3 g a TL = 234,5 mm) a vyšší rychlosti růstu (SGR = 0,57 %.d^{-1}) než stejně staří samci (W = 48,8 g, TL = 182,5 mm a SGR = 0,45 %.d^{-1}) a také než pohlavně nedospělé ryby (W = 64,9 g, TL = 196,8 mm a SGR = 0,50 %.d^{-1}). Tímto byl u parmy obecné potvrzen výskyt sekundárního pohlavního dimorfizmu v podobě vyššího růstu samic oproti samcům (Philipart a kol., 1989).

4.4.3. Doporučení pro praxi

Intenzivní chov juvenilních ryb parmy obecné od věku 139 DPV v RAS při teplotě vody 22–23 °C s optimálními podmínkami prostředí a využitím vhodného peletovaného krmiva je poměrně efektivní. Ryby na konci takovéhoto 638denního odchovu ve věku dvou let dosáhly přežití na úrovni 88 % a velikosti u samic W = 100,3 g a TL = 234,5 mm a u samců W = 48,8 g a TL = 182,5 mm. Na konci odchovu při produkci dvouletých ryb pohlavně dospívá přibližně 50 % odchovaných jedinců, kterým stačí k dozrání gonád a realizaci výtěru environmentální stimulací pomocí prodlužujícího se světla (14 hodin denně) při stabilní teplotě vody 22–23 °C. Na konci tohoto odchovu bylo zajímavé, že z 50,3 % pohlavně dospělých ryb bylo 32,4 % samic a pouze 17,9 % samců, což neodpovídá skutečnosti, že samice pohlavně dospívají o rok později než samci. Naše zjištění pravděpodobně souvisí s horší rozlišovací schopností rozpoznat mladé samce, neboť produkují jen malé množství spermatu, které lze lehce přehlédnout. Samci jsou tak mylně řazeni do nepohlavně dospělých ryb.

4.5. Postup při vysazování různých věkových kategorií vyprodukovaných ryb do rybníků případně do volných vod

4.5.1. Materiál a metodika

Cílem této části práce bylo v letech 2019–2021 ověřit možnost vysazovat vyprodukované podzimní (tohoroční), remontní (roční) a mladé generační (dvouleté) ryby do rybníků s cílem odhadnout jejich adaptabilitu ve volných vodách po jejich vysazení. V rámci kontinuálního chovu parmy obecné na ERPP FROV JU se každoročně vysazovaly na podzim tohoroční juvenilní ryby a v květnu/červnu roční a mladé generační (dvouleté) ryby do 2–3 rybníků o rozloze 0,08–0,16 hektarů s počáteční obsádkou 5 000 ks tohoročních ryb

Tab. 9. *Biometrické a kondiční parametry a přežití parmy obecné (Barbus barbus) v kontrolovaných podmínkách intenzivního chovu na konci dvou období tzn. do kategorie jednoletých ryb a do kategorie dvouletých generačních ryb, kdy některé ryby dosáhly již pohlavní dospělosti.*

Období	Délka odchovu (dny)	Začátek			Konec			SGR (%.d^{-1})	Kumulativní přežití (%)
		W (g)	TL (mm)	FK	W (g)	TL (mm)	FK		
září 2019 ↓ květen 2020	273	2,7 ± 0,3	69,4 ± 7,4	1,1 ± 0,1	43,6 ± 23,8	173,5 ± 86,3	0,83 ± 0,1	1,0 ± 0,3	93,2 ± 5,5
květen 2020 ↓ květen 2021	365	43,6 ± 23,8	173,5 ± 86,3	0,83 ± 0,1	86,7 ± 59,4	220,6 ± 112,5	0,81 ± 0,1	0,19 ± 0,01	87,6 ± 4,5

Vysvětlivky: TL: celková délka (total length); W: hmotnost (weight); FK: Fultonův koeficient kondice; SGR: specifická rychlost růstu.

Tab. 10. *Porovnání dosažené hmotnosti, celkové délky, kondice a SGR mezi odchovanými pohlavně dospělými samicemi, samci a prozatím pohlavně nedospělými rybami parmy obecné (Barbus barbus) v kontrolovaných podmínkách ve věku dvou let.*

Pohlaví	Délka odchovu (dny)	Začátek				Konec				SGR (%.d^{-1})
		Počet kusů	W (g)	TL (mm)	FK	Počet kusů (%)	W (g)	TL (mm)	FK	
Obsádka celkem	638	9 000	2,7 ± 0,3	69,4 ± 7,4	1,1 ± 0,1	2 115 (100)	86,7 ± 59,4^{ab}	220,6 ± 112,5^{ab}	0,81 ± 0,1	0,54 ± 0,05^{ab}
Nedospělé ryby						1 051 (49,7)	64,9 ± 29,4^{a}	196,8 ± 65,2^{a}	0,85 ± 0,1	0,50 ± 0,05^{a}
Samice						685 (32,4)	100,3 ± 33,1^{b}	234,5 ± 25,4^{b}	0,78± 0,1	0,57 ± 0,06^{b}
Samci						379 (17,9)	48,8 ± 10,6^{a}	182,5 ± 19,0^{a}	0,8 ± 0,1	0,45 ± 0,02^{a}

Vysvětlivky: TL: celková délka (total length); W: hmotnost (weight); FK: Fultonův koeficient kondice; SGR: specifická rychlost růstu. Rozdílná písmena ve sloupcích naznačují významné rozdíly mezi celou obsádkou, samicemi, samci a nedospělými rybami (P < 0,05).

nebo 2 000 ks remontních či mladých generačních ryb. Ryby se vždy týden před nasazením do rybníků adaptovaly na teplotu a kvalitu vody ve venkovní průtočné žlabovně zmíněného pracoviště FROV JU. Následně byly takovéto ryby vysazeny do předem napuštěných a připravených rybníků (viz kapitola 4.3.) a odchovávány v podobných podmínkách, které jsou popsány v kapitolách 4.3. a 4.8. této technologie, do následujícího jarního období. Na jaře byly ryby z rybníků vyloveny a spočítány s cílem vyhodnotit jejich přežití a adaptabilitu na nové podmínky.

4.5.2. Výsledky odchovu tohoročků, jedno- a dvouletých ryb v rybnících

Po zhruba půlročním odchovu tohoročních juvenilních parem v rybnících bylo zjištěno poměrně rozkolísané přežití ryb na úrovni 13–60 %. U ročních ryb bylo přežití 35–65 %, zatímco u dvouletých ryb bylo přežití vyšší a vyrovnanější (40–85 %).

4.5.3. Doporučení pro praxi

Obecně při vysazování parmy obecné z kontrolovaného chovu do rybníků či volných vod doporučujeme vysazovat starší kategorie ryb ve věku minimálně 6 měsíců, optimálně jednoho až dvou let.

4.6. Výtěr mladých (dvouletých) pohlavně dospělých generačních ryb v RAS

4.6.1. Materiál a metodika

V průběhu odchovu mladých generačních ryb ve chvíli, kdy některé z nich pohlavně dospěly a začaly produkovat gamety (od 1. 2. 2021), byl proveden výběr (podobně jako v kapitole 4.4.) a prostorová izolace 60 ks pohlavně dospělých samic (W = 98,9 ± 28,5 g a TL = 225,8 ± 22,4 mm) a samců (W = 45,8 ± 10,0 g a TL = 176 ± 18,5 mm). Tyto ryby byly individuálně označeny pasivními integrovanými čipy – PIT (DATA MARS SA, USA, Obr. 12), změřeny, zváženy a následně všechny vysazeny do jedné kruhové nádrže (1 500 litrů) ve stejném RAS na ERPP FROV JU jako v kapitole 4.4. V nádrži byly ryby chovány za stejných podmínek prostředí a výživy jako u ostatních stejně starých ryb (viz kapitola 4.4.). U separovaných, pohlavně dospělých, mladých generačních ryb byla v průběhu 119denního výtěrového období (od 1. 2. do 31. 5. 2021) sledovaná jejich pohlavní aktivita (frekvence výtěru).

Obr. 12. *Individuální značení odchovaných mladých generačních ryb parmy obecné (Barbus barbus) pomocí PIT čipů (Foto: T. Policar).*

Obr. 13. *Individuální identifikace mladých generačních ryb parmy obecné (Barbus barbus) pomocí skeneru PIT čipů (Foto: T. Policar).*

Výtěrová aktivita ryb byla sledována individuálně, jednotlivé ryby byly identifikovány pomocí skeneru iMAX plus (DATA MARS SA, USA, Obr. 13) jedenkrát za týden. Úroveň výtěrové aktivity byla sledována během výtěrového období ve třech různých periodách (každá perioda trvala 5–6 týdnů): počáteční (od 1. 2. do 15. 3.), prostřední (od 16. 3. do 26. 4.) a konečná perioda (od 27. 4. do 31. 5.).

Při jednotlivých výtěrech samic a samců byla stanovována plodnost absolutní (na jedince) a relativní (na kg hmotnosti generační ryby) v podobě průměrného počtu a hmotnosti všech získaných jiker u samic a u samců v podobě objemu a hustoty spermatu, potažmo počtu miliard spermií. Tyto parametry byly zjišťovány v jednotýdenních intervalech a vztaženy na stejné periody výtěrového období jako tomu bylo u výtěrové aktivity ryb. U jednotlivých uměle vytíraných samic byly získané jikry zváženy pomocí váhy Mettler AE 2000 (Mettler Toledo, s.r.o., ČR) s přesností 0,01 g. Dále u získaných jiker od každé samice byl zjištěn přesný počet jiker ve třech odebraných a zvážených vzorcích o přesné hmotnosti jednoho gramu jiker, který byl zvážen s přesností na 0,1 mg pomocí váhy KERN-ABT 220-SDM (KERN & SOHN GmbH, Německo). Zvážené a spočítané vzorky jiker byly následně odděleně oplodněny spermatem od tří samců, s celkovým objemem spermatu přibližně 300–500 µl, přímým vytlačením na jikry (Obr. 14). Následně byla směs jiker a spermatu promíchána a aktivována 10 ml vody z RAS o teplotě vody 21,0 °C (Obr. 15). Po dvou minutách klidu byla směs jiker a spermatu třikrát propláchnuta vodou a 3 gramy oplozených neslepených jiker (přibližně 310 ks) od každé samice byly inkubovány v jednom plastovém obdélníkovém inkubátoru (200 x 100 x 150 mm, objem 3 litry) s konstantním průtokem vody 1 litr.min^{-1}. Odtok vody z inkubátoru byl zabezpečen proti odplavení jiker mřížkou o rozměrech ok 0,5 x 0,5 mm.

U takto inkubovaných jiker byla zjišťována míra oplozenosti jiker (%). A to tak, že byl vždy třikrát hodnocen stav jiker (oplozené = nažloutlé a živé versus neoplozené = bílé a odumřelé jikry) u 100 ks náhodně vybraných jiker z každého inkubátoru. Výsledkem byla míra oplozenosti v podobě: Opl. (%) = (Oplj / 100) x 100 (Oplj = počet oplozených jiker 24 hodin po oplození ze 100 ks hodnocených jiker). Na konci inkubace cca 5 dní po oplození, kdy se z živých jiker vylíhla všechna embrya, byla spočítána míra líhnivosti (Lh), v podobě Lh (%) = (Že / 100) x 100, kdy z inkubátoru byla náhodně třikrát odebrána směs 100 ks živých embryí a odumřelých jiker. U odebraných vzorků byl spočítán počet živých embryí (Že).

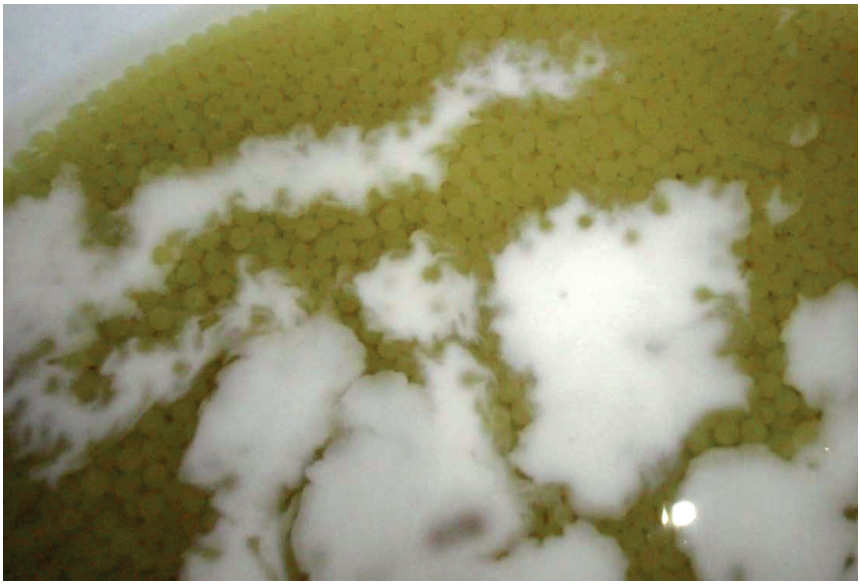
U 50 ks embryí ve věku 5 DPV (Obr. 16) od každé samice byla zjištěna jejich průměrná hmotnost podobně jako v kapitole 4.1. U dalších 50 ks stejně starých embryí (Obr. 16) od dané samice byl proveden osmotický šok po dobu 120 minut, přičemž embrya byla vysazena do 1 litru roztoku vody

a chloridu sodného (NaCl) v koncentraci 20 ppt (20 $g.l^{-1}$). Po 120 minutách byla vyhodnocena míra přežití (MP) embryí v podobě MP (%) = (Pe / Ne) x 100, kde Pe je počet přeživších embryí a Ne je počet nasazených embryí.

Získaná data o oplozenosti jiker, líhnivosti a velikosti embryí, a jejich míře přežití byla matematicky zpracována a prezentována jako průměr ± směrodatná odchylka z jednotlivých výtěrů ryb v daném týdnu, potažmo pro danou periodu výtěrového období (začátek, střed a konec). Takto zpracovaná data byla statisticky vyhodnocena v programu Statistika pomocí jednofaktorové ANOVY a T-testu. Výsledky mezi jednotlivými termíny výtěru či periodami výtěrového období byly porovnány a hodnoceny na hladině významnosti $P < 0,05$.

Některé jikry získané z vybraných termínů výtěrů byly následně také využity k testování a ověření technologického postupu hromadné inkubace jiker, líhnutí embryí v kontrolovaných podmínkách líhně ERPP FROV JU, které jsou popsány v kapitole 4.9.

Obr. 14. *Umělé oplození jiker od jedné samice parmy obecné (Barbus barbus) vytlačením spermatu od tří samců přímo na jikry (Foto: T. Policar).*



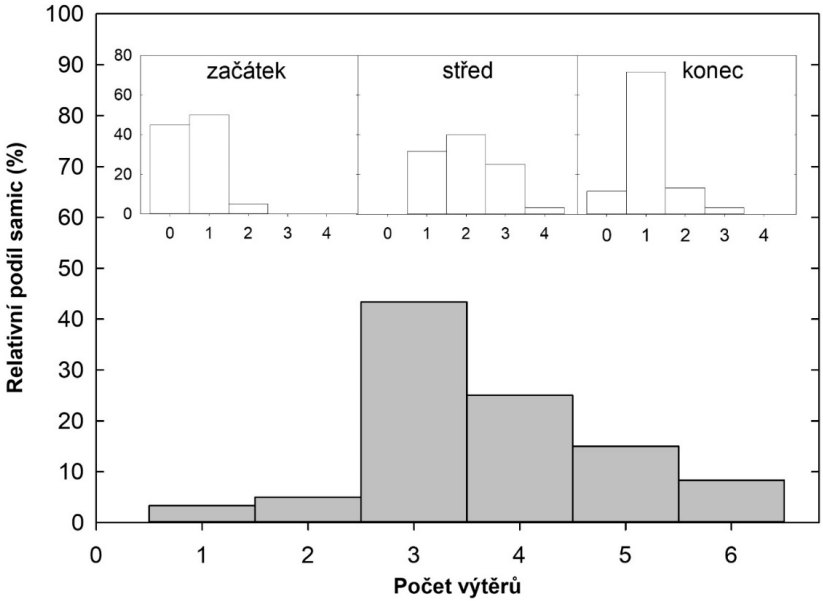
Obr. 15. *Aktivace směsi jiker a spermií při umělém oplozování jiker parmy obecné (Barbus barbus) (Foto: T. Policar).*

Obr. 16. *Vylíhnutá embrya parmy obecné (Barbus barbus) pátý den po vylíhnutí, u kterých bylo provedeno biometrické měření a vážení a současně otestována jejich odolnost (míra přežití) vůči osmotickému šoku (Foto: T. Policar).*

4.6.2. Výsledky výtěru generačních ryb

Při výtěru mladých generačních ryb od začátku února do konce května 2021 bylo zjištěno, že generační ryby, i když jsou drženy obě pohlaví dohromady, se v umělých podmínkách bez přirozeného výtěrového substrátu (štěrk) odchovných nádrží napojených na RAS nedokážou spontánně vytírat. Při teplotě vody 22–23 °C dochází u generačních samic po ovulaci oocytů k jejich postupnému přezrávání, kdy přibližně za 5–7 dní od ovulace oocyty ztrácí svoji životaschopnost a schopnost být oplozené. Zvolený jednotýdenní interval byl proto hraničním efektivním intervalem, který umožňoval získávat poměrně velké množství kvalitních oocytů od samic, které oocyty postupně ovulovaly. Kratší interval není při intenzivním chovu a výtěru generačních ryb parmy obecné možné realizovat z důvodu časové a technické náročnosti pro obsluhu, a také z důvodu negativního vlivu manipulace na samotné generační ryby. U těchto ryb totiž vlivem jejich časté manipulace může dojít k snížení jejich reprodukčních schopností. Dále bylo obecně potvrzeno, že už jednoměsíční prodloužená světelná perioda na úrovni 14 hodin světla denně oproti původní světelné periodě na úrovni 8 hodin denně postačuje k efektivní environmentální indukci vývoje gamet a zahájení reprodukční aktivity u chovaných ryb. Takto stimulované ryby začnou ovulovat oocyty a uvolňovat sperma. Výtěrové období v kontrolovaných podmínkách chovu u generačních ryb parmy obecné může probíhat několik měsíců v závislosti na věku a stavu používaných ryb, a také na podmínkách prostředí.

Průběh reprodukční aktivity mladých generačních ryb je sumarizován v Tab. 11. U jikernaček na začátku výtěrového období došlo v průměru k šesti výtěrům za týden neboli k 36 výtěrům za celé 6týdenní období. V tomto období se polovina (50 %) samic vytřela jednou, zatímco 45 % samic neovulovala. Jen pět procent samic ovulovalo v tomto období dvakrát (Obr. 17 nahoře). V prostřední periodě výtěrového období se frekvence výtěrů zvýšila, přičemž za týden se v průměru vytřelo 20 samic a celkově za 6týdenní období došlo ke 120 výtěrům. V tomto období se vytřely všechny samice alespoň jedenkrát a dokonce 40 % samic se vytřelo dvakrát, 25 % třikrát a 3 % čtyřikrát (Obr. 17 nahoře). V průběhu konečné periody výtěrového období (5 týdnů) se výtěrová aktivita generačních samic snížila, přičemž za týden se vytřelo 13 samic a celkově za 5týdenní období došlo k 65 výtěrům. V tomto období se většina samic (72 %) vytřela jednou, 13 % dvakrát a 3 % třikrát. Nicméně některé samice (12 %) již v tomto období jikry neovulovaly (Obr. 17 nahoře). Za celé výtěrové období se tedy minimálně jednou vytřely všechny samice, přičemž 8 % samic se vytřelo šestkrát, 15 % pětkrát, 25 % čtyřikrát, 44 % třikrát, 5 % dvakrát a 3 % jedenkrát (Obr. 17 dole).



Obr. 17. *Relativní podíl samic parmy obecné (Barbus barbus) u různě dosaženého počtu výtěrů v jednotlivých výtěrových období (začátek, střed a konec) (nahoře) a za celé výtěrové období (dole).*

Průměrná absolutní a relativní plodnost samic se mezi jednotlivými periodami výtěrového období statisticky lišila. Na začátku byla plodnost samic nejnižší (485 ks jiker na jednu samici neboli 4 904 ks jiker na jeden kilogram živé hmotnosti samic). V prostřední periodě výtěrového období byla plodnost samic naopak nejvyšší (695 ks jiker na jednu samici neboli 7 027 ks jiker na jeden kilogram živé hmotnosti samic). Na závěr se plodnost samic snížila, ale byla stále vyšší než na začátku výtěrového období (532 ks jiker na jednu samici neboli 5 379 ks jiker na jeden kilogram živé hmotnosti samic) (Tab. 11).

Celkově za celé výtěrové období, které trvalo 4 měsíce, bylo z 221 výtěrů získáno 135 440 ks jiker. To znamená, že na každý výtěr jedné ryby bylo získáno 613 ks jiker. Z tohoto výsledku je zřejmé, že výtěr mladých generačních ryb je velice pracný a časově náročný. Generační ryby je nutné velmi často kontrolovat a vytírat s poměrně malou efektivitou v podobě nízké plodnosti samic na jednotlivé výtěry. Časté procházení a kontrola generačních ryb je nutná, jelikož ovulované oocyty musí být z těla samic pravidelně vytlačovány. V opačném případě samice oocyty v těle resorbují. V takovém případě samice postupně ztrácí svou plodnost.

Tab. 11. *Frekvence výtěru a parametry plodnosti mladých dvouletých generačních ryb parmy obecné (Barbus barbus) trvale chovaných v kontrolovaných podmínkách RAS.*

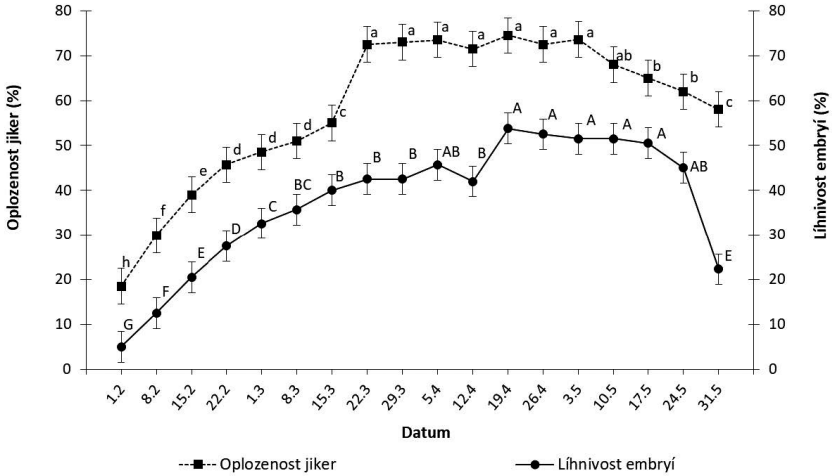
Periody výtěr. sezóny	Samice							Samci						
	Počet kusů	Frekvence výtěru		Absolutní plodnost		Relativní plodnost		Počet kusů	Frekvence výtěru		Objem spermatu (ml)	Hustota spermatu (mld. spz. na ml^{-1})	Absolutní produkce spermatu (mld. spz.)	Relativní produkce spermatu (mld. spz. kg^{-1})
		Za týden	Za celé období	Počet jiker (ks)	Hmotnost jiker (g)	Počet jiker ($ks.kg^{-1}$)	Hmotnost jiker ($g.kg^{-1}$)		Za týden	Za celé období				
Začátek	60	6	36	485 ± 232[a]	4,5 ± 3,3[a]	4 904 ± 1 854[a]	45,5 ± 14,8[a]	60	60	360	0,38 ± 0,06[b]	17,8 ± 0,8[b]	6,8 ± 0,07[c]	171,7 ± 8,2[c]
Střed	60	20	120	695 ± 323[c]	7,4 ± 11,2[c]	7 027 ± 4 887[c]	74,8 ± 27,5[c]	60	60	360	0,25 ± 0,04[ab]	12,3 ± 0,7[a]	3,1 ± 0,06[b]	67,6 ± 3,9[b]
Konec	60	13	65	532 ± 285[b]	5,6 ± 6,2[b]	5 379 ± 2 770[b]	56,6 ± 41,3[b]	60	60	300	0,14 ± 0,03[a]	12,1 ± 1,1[a]	1,7 ± 0,05[a]	38,1 ± 2,0[a]

Vysvětlivky: spz.: spermatozoa. Rozdílná písmena ve sloupcích naznačují významné rozdíly mezi periodami výtěrové sezóny (P < 0,05).

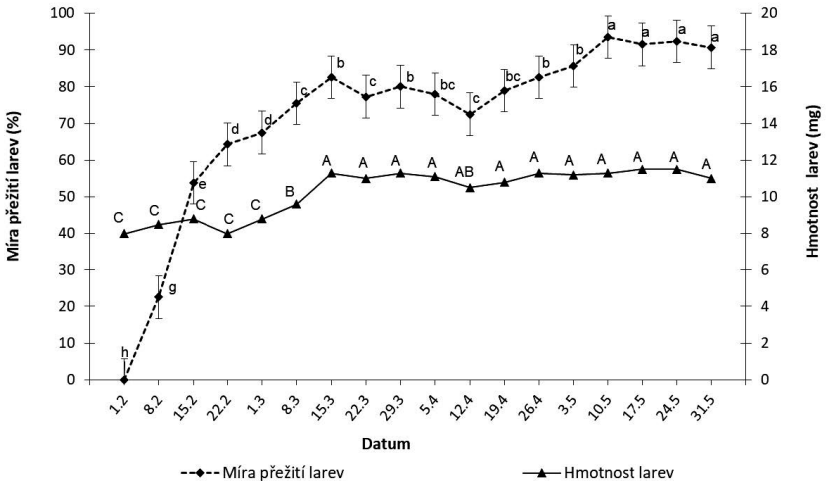
U vybraných a testovaných samců bylo zjištěno, že jejich spermiace (spontánní uvolňování spermatu) je bezproblémová. Samci produkovali sperma po celou dobu výtěrového období. Nejvíce spermatu samci produkovali na začátku výtěrového období, ať už z hlediska nejvyššího získaného objemu spermatu (0,38 ml), tak i hustoty spermatu (17,8 miliard spermatozií na jeden mililitr) či absolutní (6,8 miliard spermatozií na jednoho samce) nebo relativní produkce spermatu (171,7 miliard spermatozií na jeden kilogram živé hmotnosti samců). Nejnižší plodnost samců byla zjištěna na konci výtěrového období v podobě objemu spermatu (0,14 ml), hustoty spermatu (12,1 miliard spermatozií na jeden mililitr), absolutní a relativní produkce spermatu (1,7 miliard spermatozií na jednoho samce neboli 38,1 miliard spermatozií na jeden kilogram živé hmotnosti samců). Ovšem je nutné konstatovat, že obecně s produkcí a kvalitou spermatu u parmy obecné nebyl zaznamenán žádný problém. Limitujícím faktorem pro výtěr a produkci embryí a larev bylo dostatečné množství kvalitně ovulujících samic, jejich plodnost a výtěrová aktivita (Tab. 11).

Po oplození vzorků jiker bylo v průběhu výtěrové sezóny zjištěno, že míra oplození jiker se průměrně pohybuje od 19 do 73 %, kdy nejnižší byla na začátku výtěrové sezóny (v únoru) a nejvyšší byla v prostřední periodě výtěrové sezóny od konce března do začátku května. Od poloviny května se oplozenost jiker začala snižovat. Velmi podobný trend jako oplozenost jiker měla líhnivost embryí, která se pohybovala od 5 % (na začátku a na konci výtěrového období) do 54 % (v prostřední periodě výtěrového období) (Obr. 18).

Nejnižší kvalita larev v podobě nejnižší hmotnosti larev (8,0 mg) a jejich nejnižší odolnosti vůči osmotickému šoku (0–22 %) byla zjištěna na začátku výtěrového období. Kvalita larev se s pokračujícím výtěrovým obdobím zvyšovala a dosahovala dobrých a vyrovnaných hodnot (9,5–11,3 mg a 55–94 %) (Obr. 19).



Obr. 18. *Průběh oplozenosti jiker a líhnivosti embryí během výtěrového období u mladých generačních ryb parmy obecné (Barbus barbus) dlouhodobě chovaných v RAS. Rozdílná písmena nad body v rámci jedné křivky znamenají statisticky významné rozdíly mezi hodnotami.*



Obr. 19. *Průběh míry přežití larev při osmotických šocích a jejich průměrné kusové hmotnosti během výtěrového období u mladých generačních ryb parmy obecné (Barbus barbus) dlouhodobě chovaných v RAS. Rozdílná písmena nad body v rámci jedné křivky znamenají statisticky významné rozdíly mezi hodnotami.*

4.6.3. Doporučení pro praxi

V rybářských provozech je možné do reprodukce parmy obecné zařazovat již mladé (20–24měsíční) generační ryby, které lze k výtěrům stimulovat světelným režimem s prodlužující se světelnou délkou dne (14 hodin světla denně s intenzitou 80–120 luxů). Ovšem je nutné konstatovat, že výtěr těchto mladých generačních samic je poměrně pracný a náročný na čas. Samice se musí v pravidelných jednotýdenních intervalech kontrolovat a vytírat, jinak dochází k přezrávání ovulovaných oocytů v těle samice. Generační parmy nejsou totiž schopné se v kontrolovaných podmínkách odchovných nádrží v RAS spontánně vytírat s přítomnými samci. Situaci poměrně komplikuje fakt, že takto chované ryby, které nejsou hormonálně stimulované, se mohou vytírat v průběhu 4–6 měsíců opakovaně, jelikož parma je typickým druhem s porcovým výtěrem. Některé ryby se za toto období vytírají až 5 či 6krát. Poměrně velká neefektivita tohoto způsobu výtěru je podtržena nízkou absolutní plodností, která se u mladých generačních ryb pohybuje na úrovni 613 ks vytlačených jiker za jeden výtěr na jednu samici. Plodnost samic je také ovlivněna obdobím výtěru, kdy samice mají největší plodnost v prostřední periodě výtěrové sezóny (od 16. 3. do 26. 4.), kdy i v této periodě je dosahováno nejvyšší oplozenosti, líhnivosti larev a také vyšší kvality získaných embryí, potažmo larev. Časté procházení a kontrola generačních ryb je nutná, jelikož ovulované oocyty musí být z těla samic pravidelně vytlačovány. V opačném případě samice oocyty v těle resorbují. Samice v takovémto případě postupně ztrácí svou plodnost. Při výtěru mladých generačních ryb parmy obecné není problém se samci, kteří po celou dobu výtěrového období produkují dostatečné množství kvalitního spermatu. Limitujícím faktorem pro výtěr a produkci embryí a larev parmy obecné jsou tedy hlavně samice, jejich plodnost a výtěrová aktivita. Z hlediska nejvyšší oplozenosti jiker, líhnivosti a kvality embryí či larev je nejvhodnější vytírat mladé generační ryby od začátku/poloviny března do začátku či poloviny května.

4.7. Příprava a výtěr starších generačních ryb trvale chovaných v RAS s hormonální stimulací a bez ní

4.7.1. Materiál a metodika

Jak je zřejmé z kapitoly 4.6., tak první výtěrová sezóna mladých generačních ryb nemusí být úplně efektivní pro produkci jiker, potažmo embryí a larev. Z tohoto důvodu na FROV JU bylo chováno a v průběhu 77denního výtěrového období (16. 3. – 1. 6. 2021) vytíráno celkem 192 samic (W = 500–1 200 g, s průměrnou W = 850 g) a 192 samců (W = 300–500 g, s průměrnou W = 400 g) ve věku 3–5 let. Tyto ryby byly chovány ve starším RAS („Model“), který se nachází na ERPP FROV JU. Tento systém disponuje osmnácti laminátovými nádržemi o objemu 800 litrů a jednou nádrží o objemu 3 000 litrů. Dalšími součástmi tohoto systému jsou mikrosítový bubnový filtr typ 1FB (IN-EKO TEAM, Tišnov, ČR) a tři biologické fluidní filtry o celkovém objemu 15 000 litrů (SDK Sp. Z o.o. Ostróda, PL). RAS pak doplňují dvě retenční nádrže o objemu 3 000 a 1 500 litrů, tři směšovače kyslíku (EKORY s.r.o. Luka nad Jihlavou, ČR), dvě ponorné UVC lampy série AM/90W CNSDIN (UV Technics, ČR) a přímotopný ohřev (Sladký Vodňany, ČR) zajišťující stálou teplotu vody. Pohyb vody v celém systému je zajištěn jedním čerpadlem (HCP) o výkonu 10,5 $l.s^{-1}$. Celkový objem vody v tomto RAS je 37 000 litrů vody. Ve zmíněném RAS byla udržována podobná kvalita vody a světelný režim, jak je uvedeno v kapitolách 4.4. a 4.6. Všechny sledované parametry byly monitorovány stejným způsobem jako v kapilote 4.1.

Celkový počet 192 ks samců a 192 ks samic byl rozdělen do čtyř 800litrových nádrží o společné obsádce (48 ks samců a 48 ks samic v poměru pohlaví 1 : 1) s celkovou biomasou 30 kg na nádrž, tzn. 37,5 $kg.m^{-3}$. Ryby v tomto systému byly chovány od podzimu do začátku června (tj. do konce výtěrového období). Světelné podmínky byly nastaveny podobně jako v kapitolách 4.4. a 4.6. této publikace. Před nasazením ryb do RAS (v období od června do podzimu) byly ryby chovány v malých parcelových rybníčcích o výměře 0,08 hektarů, kde byly postupně připravovány na zimní a jarní reprodukční období. V rybnících byly generační parmy přikrmovány krmnou směsí KP v denní dávce 0,5 % z biomasy ryb. Ryby vysazené a chované v RAS byly krmeny jednotnou krmnou denní dávkou 0,5–1 % z biomasy podle potravní aktivity ryb krmivem Aller Sturgeon REP EX, které je učeno pro výživu generačních ryb jeseterů. Nutriční složení toho krmiva je uvedeno v Tab. 12.

Tab. 12. *Nutriční složení krmiva Aller Sturgeon REP EX používaného k výživě generačních ryb parmy obecné (Barbus barbus) v RAS v předvýtěrovém a výtěrovém období.*

Ukazatel	Aller Sturgeon REP EX
Velikost částic (mm)	6
Bílkoviny (%)	52
Tuk (%)	12
Uhlohydráty (NFE* %)	17,9
Vláknina (%)	1,6
Popeloviny (%)	8,5
Stravitelná energie (MJ.kg^{-1})	17,8

*Vysvětlivky: *Nitrogen-free extract (NFE) tj. bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV) jejich obsah se stanovuje výpočtem a jsou tvořeny převážně sacharidy, malou část mohou tvořit i organické kyseliny.*

V podmínkách RAS při stabilní teplotě vody 22–23 °C a s prodlužující se světelnou částí dne (14 hodin světla denně) došlo postupně k dozrávání gamet u chovaných ryb, u kterých ve dvou nádržích byly realizovány výtěry bez hormonální stimulace a ve dvou nádržích výtěry s hormonální stimulací pomocí přípravku Ovopel v dávce 1 peleta.kg^{-1} živé hmotnosti generačních ryb s účinnými látkami: 20 µg syntentického analogu GnRHa a 2 mg inhibitoru dopominu – metoklopramidu (Kouřil a kol., 2020; www.ovopel.hu).

U každé ze zmíněných skupin generačních ryb bylo přistoupeno k realizaci indukce umělých výtěrů s jinou strategií. U první skupiny byla využita jen zmíněná environmentální stimulace s konstantní teplotou vody a prodlužující se světelnou fází dne (14 hodin světla za 24 hodin). V sedmidenním intervalu došlo ke kontrole a případnému umělému výtěru ovulujících samic (Obr. 20) a vybraných samců, kteří v tu dobu spontánně uvolňovali sperma. U samců nebyly evidovány žádné parametry reprodukce. U samic byla evidována frekvence výtěru. Dále byly jednotlivé samice zváženy a po umělém vytlačení jiker byla stanovena celková hmotnost jiker a počet jiker ve třech vzorcích (1 vzorek = 1 g jiker), viz kapitola 4.6 této publikace. Tak byla stanovena absolutní plodnost v podobě celkového počtu jiker na vytřenou samici či na kg její živé hmotnosti.

U druhé skupiny ryb bylo přistoupeno k hormonální indukci ovulace jiker u samic pomocí přípravku Ovopel v 21denním intervalu, kdy v daném termínu byly hormonálně injikovány všechny ještě nevytřené samice. Po období latence 32–36 hodin (Kouřil a kol., 2020) od hormonálního ošetření došlo k výtěru některých samic a následně ke sledování stejných parametrů plodnosti vytřených samic jako u předchozí skupiny.

Některé získané jikry z vybraných termínů výtěrů byly následně využity k testování a ověření technologického postupu hromadné inkubace jiker a líhnutí embryí v kontrolovaných podmínkách líhně ERPP FROV JU, které jsou popsány v kapitole 4.9. této publikace.

Obr. 20. *Umělý výtěr generační samice parmy obecné (Barbus barbus) (Foto: P. Lepič).*

4.7.2. Výsledky umělého výtěru hormonálně ošetřených a neošetřených ryb

Všechny samice z hormonálně neošetřených ryb byly vytřeny za 77 dní, během kterých se ryby musely kontrolovat a vytírat celkem ve 12 termínech. U hormonálně ošetřených samic se ryby stimulovaly a vytíraly v průběhu 56 dní pouze ve třech termínech. Ani u jedné skupiny (hormonálně ošetřených i neošetřených samic) nebyl zjištěn opakovaný výtěr.

Celkem od 96 úspěšně vytřených samic, které nebyly hormonálně ošetřeny, bylo získáno 55 080 ks jiker s absolutním počtem jiker na jednu samici od 3 500 do 7 000 ks a relativním počtem jiker na jeden kilogram živé hmotnosti samice od 4 117 do 7 647 ks.kg^{-1}. U stejného počtu vytřených a předem hormonálně ošetřených samic bylo celkem získáno 60 300 ks jiker. Při jednotlivých výtěrech hormonálně stimulovaných samic byla zjištěna nepatrně vyšší absolutní (5 000–7 000 ks na jednu samici) a relativní plodnost (5 600–8 235 ks.kg^{-1} živé hmotnosti samic). Lze konstatovat, že hormonální stimulace samic přispěla k větší synchronizaci jejich výtěru a získání nepatrně většího množství jiker v průběhu pouze tří termínů výtěru (Tab. 13 a 14).

4.7.3. Doporučení pro praxi

Obecně je výhodnější k reprodukci parmy obecné používat starší 3–5leté ryby, které mají vyšší plodnost než ryby dvouleté. Takovéto ryby je možné vytírat i s použitím hormonální stimulace. Hormonální ošetření ryb zajišťuje vyšší synchronizaci jejich výtěrů, snadnější práci při realizaci výtěrů a nepatrně vyšší produkci jiker za menší počet realizovaných výtěrů. Vyšší produkce jiker samicemi je především zajištěna mírně vyšší plodností hormonálně ošetřených ryb oproti neošetřeným. Ovšem je nutné mít na paměti, že použití hormonálního ošetření přináší také zvýšené produkční náklady. Z tohoto důvodu si každý chovatel musí zkalkulovat, co je pro něho výhodnější, jestli investovat do pracovního úsilí zaměstnanců či do hormonálního ošetření ryb.

4.8. Příprava a výtěr generačních ryb chovaných v rybnících

4.8.1. Materiál a metodika

Vedle 3–5letých generačních ryb chovaných v intenzivní akvakultuře nebo kombinací rybníků a RAS jsou na FROV JU běžně také chovány 4–6leté generační ryby, které se chovají jen v rybničních podmínkách. Takovéto ryby byly celoročně chovány v 0,08 ha a 0,16 ha rybnících s přirozenými environmentálními podmínkami a přirozenou potravou, která byla doplňována přikrmováním KP směsí v denní krmné dávce 0,5 % z nasazené biomasy ryb. Přikrmování bylo realizováno jen při teplotě vyšší než 15 °C. Na jeden rybník s výměrou 0,08 ha bylo po výtěrovém období (většinou na konci května nebo začátku června) nasazeno cca 200 kg ryb, na rybník s výměrou 0,16 ha cca 400 kg ryb o kusové hmotnosti 400–1 200 g (samci W = 400–600 g byli vždy menší než samice W = 800–1 200 g). Ryby byly na začátku dubna při zvýšené teplotě vody (kolem 12 °C) vyloveny a přemístěny do sádek (Obr. 21) nebo gumových vaků, kde byly roztřízeny podle pohlaví a podle kondice, tzn. podle stupně připravenosti na výtěr (různě zvětšené partie břicha u samic a spontánní uvolňování spermatu u samců). Ryby, které nebyly připravené na výtěr, byly vysazeny zpět do rybníků k dalšímu chovu a k případné reprodukci v dalším roce. Ryby, které byly připravené na výtěr, se držely roztříděné podle pohlaví. Tyto připravené a kvalitní samice a samci byli separátně vysazeni do sádek (10 m x 5 m x 1 m, objem 50 000 litrů, Obr. 21) s kontinuálním přítokem vody 2,5 $l.s^{-1}$ z náhonu řeky Blanice. V těchto podmínkách se ryby začaly přikrmovat peletovaným krmivem Aller Sturgeon REP EX určeným pro generační ryby jeseterů (podobně jako v kapitole 4.7.) v denní krmné dávce 0,5–1 % z biomasy ryb v závislosti na teplotě vody a potravní aktivitě ryb.

Tab. 13. *Souhrn výtěrové aktivity, absolutní a relativní plodnosti a celkového počtu získaných jiker u hormonálně neindukovaných výtěrů starších (3–5letých) samic parmy obecné (Barbus barbus) chovaných kombinací rybniční a intenzivní akvakultury.*

Výtěr	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**	**11.**	**12.**
Datum	**16. 3.**	**23 .3.**	**30 .3.**	**6. 4.**	**13. 4.**	**20. 4.**	**27 .4.**	**4. 5.**	**11. 5.**	**18. 5.**	**25. 5.**	**1. 6.**
Počet vytřených ryb	3	1	5	5	12	5	9	10	17	11	10	8
Relativní počet vytřených ryb (%)	3,1	1	5,2	5,2	12,5	5	9,4	10,4	17,7	11,5	10,4	8,3
Absolutní počet jiker (ks na rybu)	3 500 ± 350	4 000 ± 0	4 800 ± 450	4 800 ± 500	5 000 ± 500	5 000 ± 500	6 500 ± 550	6 500 ± 500	7 000 ± 550	6 500 ± 500	6 000 ± 500	5 000 ± 400
Relativní počet jiker (ks.kg^{-1} živé hmotnosti)	4 117 ± 412	4 706 ± 0	5 647 ± 530	5 647 ± 588	5882 ± 648	5 882 ± 485	7 647 ± 600	7 647 ± 650	8 235 ± 700	7 647 ± 538	7 647 ± 538	5 882 ± 408
Celkový počet získaných jiker	9 800	4 000	22 000	23 000	60 000	25 000	58000	62 000	117 000	70 000	60 000	40 000
Celkový počet získaných jiker ze všech výtěrů	550 800											

Tab. 14. *Souhrn výtěrové aktivity, absolutní a relativní plodnosti a celkového počtu získaných jiker u hormonálně indukovaných výtěrů starších (3–5letých) samic parmy obecné (Barbus barbus) chovaných kombinací rybniční a intenzivní akvakultury.*

Výtěr	**1.**	**2.**	**3.**
Datum	**18. 3.**	**15. 4.**	**13. 5.**
Počet vytřených ryb	12	39	45
Relativní počet vytřených ryb (%)	12,5	40,6	46,9
Absolutní počet jiker (ks na rybu)	5 000 ± 2 050	7 000 ± 3 500	6 000 ± 3 550
Relativní počet jiker (ks.kg^{-1} živé hmotnosti)	5 600 ± 2 400	8 235 ± 4 100	7 060 ± 4 000
Celkový počet získaných jiker	60 000	273 000	270 000
Celkový počet získaných jiker ze všech výtěrů	603 000		

V sádce byly ryby drženy až do období, kdy se teplota vody postupně zvýšila na 16–18 °C a byla delší dobu (2–4 dny) stabilní. V tomto období se u generačních ryb pravidelně v týdenním intervalu kontroloval stav břišních partií a urogenitální papily, popřípadě přítomnost ovulovaných jiker či uvolňovaných spermií. Na výtěr se postupně používaly připravené ryby (samice s měkkým břichem a samci spontánně uvolňující sperma) v týdenním nebo několikadenním intervalu. V rámci těchto výtěrů byla vždy vybrána skupina 20–30 samic se stejným počtem samců.

Takto vybrané ryby připravené k výtěru byly přemístěny do nádrží (800 litrů) RAS (viz kapitola 4.7.) s teplotou vody 20 °C. Vždy byla nasazena jedna skupina samic do jedné nádrže a jedna skupina samců do druhé nádrže. Následně den po nasazení ryb byly samice hormonálně ošetřeny přípravkem Ovopel v dávce 1 peleta.kg^{-1} živé hmotnosti. Samci hormonálně ošetřeni nebyli. Cca po 24–36hodinové latenci byly ryby kontrolovány (Obr. 22) případně rovnou vytírány. V 8–12hodinových intervalech docházelo postupně k umělému výtěru samic a samců. U jednotlivých samic byla zjištěna celková hmotnost všech získaných jiker a u třech vzorků jiker (1 vzorek = 1 g jiker) byly spočítány jikry s cílem zjistit celkový počet jiker od jedné samice. U samců nebyl zjišťován žádný parametr reprodukce a ani plodnosti. Od jednotlivých samců bylo separátně odebíráno čisté, ničím nekontaminované sperma, které bylo následně využito na oplození získaných jiker. Jikry od jedné samice byly oplozovány spermatem od tří samců v poměru 0,4 ml spermatu na 10 gramů jiker (Obr. 23). Samice a samci po výtěru byli vysazeni zpět do rybníků.

Obr. 21. *Sádka využívaná k chovu a k finální environmentální stimulaci rybničně chovaných generačních parem obecných (Barbus barbus) (Foto: P. Lepič).*

Některé získané jikry z vybraných termínů výtěrů byly následně využity k testování a ověření technologického postupu hromadné inkubace jiker a líhnutí embryí v kontrolovaných podmínkách líhně ERPP FROV JU, které jsou popsány v kapitole 4.9. této publikace.

Obr. 22. *Kontrola ovulace u generačních samic parmy obecné (Barbus barbus) (Foto: P. Lepič).*

Obr. 23. *Umělé oplození jiker parmy obecné (Barbus barbus) (Foto: P. Lepič).*

4.8.2. Výsledky umělého výtěru hormonálně ošetřených ryb z rybníků

Dne 12. 4. 2021 bylo z jednoho rybníku o výměře 0,16 ha vyloveno celkem 218 ks generačních parem: 146 ks samic (TL = 578,2 ± 84,5 mm, W = 1 568,4 ± 192,7 g) a 72 ks samců (TL = 468,5 ± 64,2 mm, W = 681,3 ± 122,4 g) s celkovým přežitím ryb od nasazení v roce 2020 (na konci května) na úrovni 93 %.

Po postupném chovu a finální stimulaci ryb do výtěrového období v sádce díky zvyšující se teplotě vody a prodlužujícímu se světelnému období dne bylo na výtěr vybráno celkem 80 samic a 70 samců. Tyto ryby byly postupně vytírány ve čtyřech termínech: 4. 5., 11. 5., 18. 5. a 25. 5. 2021. Výsledky úspěšnosti výtěrů a parametry plodnosti samic jsou uvedeny v Tab. 15.

Tab. 15. *Souhrn výtěrové aktivity, absolutní a relativní plodnosti a celkového počtu získaných jiker u hormonálně indukovaných výtěrů 4–6letých samic parmy obecné (Barbus barbus L.) trvale chovaných v rybničních podmínkách.*

Výtěr	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**
Datum	**4. 5.**	**11. 5.**	**18. 5.**	**25. 5.**
Počet použitých samic	20	20	20	20
Počet úspěšně vytřených samic	8	10	12	8
Úspěšnost výtěru (%)	40	50	60	40
Absolutní počet získaných jiker na samici (ks)	17 800 ± 8 755	24 300 ± 13 589	28 000 ± 15 897	16 500 ± 8 000
Relativní počet získaných jiker na kg živé hmotnosti samice (ks.kg^{-1} ž. hm.)	11 352 ± 5 583	15 497 ± 8 666	17 857 ± 10 138	10 522 ± 5102
Celkový počet získaných jiker	140 000	240 000	330 000	130 000
Celkový počet získaných jiker ze všech výtěrů	840 000			

Z Tab. 15 je patrné, že u jednotlivých výtěrů hormonálně ošetřených samic parmy obecné pocházejících z rybničního chovu, bylo dosaženo úspěšnosti u 40–60 % použitých ryb, což je podstatně méně než u výtěru samic trvale chovaných v RAS, kde byly vytřeny všechny ryby. Vyšší procento úspěšnosti výtěru rybničně použitých ryb bylo dosaženo v polovině výtěrového období oproti začátku či konci tohoto období. Absolutní plodnost vytřených samic pocházejících z rybníků se pohybovala od 16 500–28 000 jiker na jednu samici, což je více jak trojnásobek až čtyřnásobek absolutní plodnosti samic trvale chovaných v RAS. U parametru relativní plodnosti samic trvale chovaných v rybnících byla zjištěna variabilita od 10 522–17 857 ks. kg^{-1} živé hmotnosti samic, což je přibližně dvojnásobek relativní plodnosti samic pocházejících z RAS. Z tohoto vyplývá, že větší plodnost samic z rybníků byla dána jak chovem v rybnících, tak i jejich větší velikostí. Celkem ze čtyř termínů výtěrů a celkem od 80 použitých samic bylo získáno poměrně velké množství jiker (840 000 ks).

4.8.3. Doporučení pro praxi

Jestliže má chovatel parmy obecné dostatečné množství malých a vhodných rybníků, je velmi výhodné se věnovat chovu generačních ryb parmy obecné v rybnících s jejich následnou předvýtěrovou stimulací a finální hormonální indukcí výtěrů. Takto realizovaný chov je jednoduší a samotná realizace výtěrů se vyznačuje vyšší produkcí jiker s nižší pracností.

4.9. Inkubace jiker a líhnutí embryí

4.9.1. Materiál a metodika

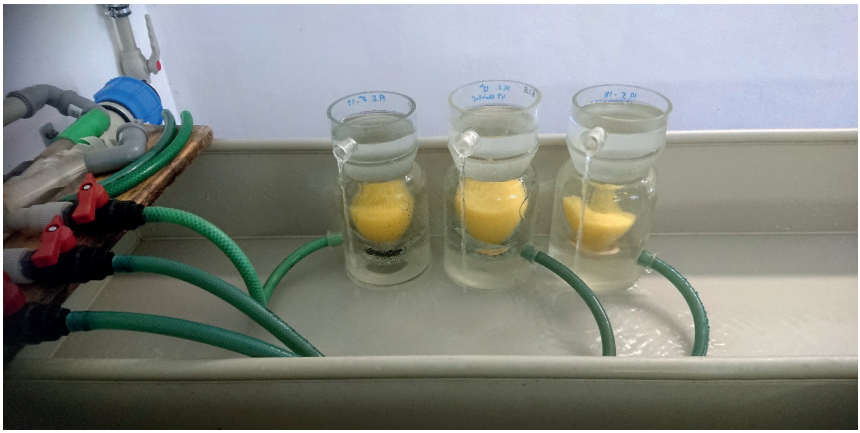
Po realizaci výtěrů různě starých a různě chovaných generačních ryb parmy obecné byla postupně realizována a testována masová inkubace jiker z vybraných výtěrů v kontrolovaných podmínkách při použití Kannengieterových lahví (objem 2 litry; Obr. 24) a Zugských lahví (objem 10 litrů; Obr. 25) podle počtu inkubovaných jiker. Na jednu Kannengieterovu lahev bylo nasazováno 5 000 jiker a na jednu Zugskou lahev bylo nasazováno 50 000 jiker s jednotným průtokem vody 1–2 $l.min^{-1}$. Jikry byly vždy inkubovány na ERPP FROV JU a jednotlivé použité inkubační lahve byly napojeny na místní RAS (popsaný v kapitole 4.1.), kde byla držena optimální kvalita vody pro inkubaci jiker parmy obecné (Policar a kol., 2009) s teplotou vody 18–20 °C a obsahem rozpuštěného kyslíku na úrovni 100–120 %. Informace popisující termín, počet a typ použitých inkubačních lahví u provedených jednotlivých inkubací jiker včetně jejich zdroje jsou uvedeny v Tab. 16.

Tab. 16. *Termín, zdroj jiker, typ a počet použitých inkubačních lahví při inkubaci jiker parmy obecné (Barbus barbus).*

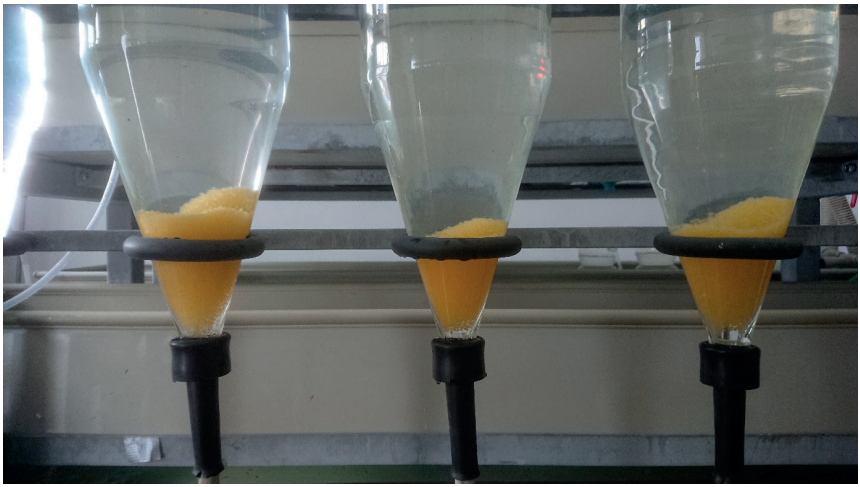
Termín	Zdroj jiker	Lahve	
		Typ	Počet
22. 3.; 5. 4.; 19. 4.	mladé generační ryby z RAS	Kannengieterova	3
13. 4; 27. 4.; 11. 5.; 25. 5.	3–5leté ryby z RAS bez hormonální stimulace	Zugská	5
18. 3.; 15. 4.; 13. 5.	3–5leté ryby z RAS s hormonální stimulací		8
4. 5.; 11. 5.; 18. 5.; 25. 5.	4–6leté generační ryby z rybníků s hormonální stimulací		10

U jednotlivých inkubací jiker byla denně měřena teplota vody a obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě pomocí oxymetru Pro ODO (YSI Ltd., USA). Na konci inkubace, kdy bylo vylíhnuto cca 100 % přeživších embryí, byla spočítána délka inkubace ve dnech, v denních stupních (°d) a líhnivost embryí.

Líhnivost embryí byla zjištěna pomocí tří odebraných vzorků směsi odumřelých jiker a vylíhnutých embryí v jednotném počtu 100 ks stejným způsobem popsaným v kapitole 4.6. Výsledky jednotlivých inkubací byly následně mezi sebou matematicky porovnány.



Obr. 24. *Umělá inkubace jiker parmy obecné (Barbus barbus) v Kannengieterových lahvích (Foto: P. Lepič).*



Obr. 25. *Umělá inkubace jiker parmy obecné (Barbus barbus) v Zugských lahvích (Foto: P. Lepič).*

4.9.2. Výsledky inkubace embryí

Výsledky týkající se délky inkubace, líhnivosti a počtu vylíhnutých embryí parmy obecné z různých výtěrů od generačních ryb různého původu a věku jsou uvedeny v Tab. 17. Výsledky ukazují, že při teplotě vody 18–20 °C trvá inkubace jiker parmy přibližně 4–6 dní tj. 80–120 °d. Nejnižší líhnivost byla po výtěru intenzivně chovaných mladých dvouletých ryb (36 %), což souviselo pravděpodobně s jejich nízkým věkem a nižší kvalitou jejich jiker. Po výtěru starších generačních ryb (3–5letých) trvale chovaných v RAS byla zjištěna nižší líhnivost embryí (43–44 %) v porovnání s líhnivostí 4–6letých ryb chovaných v rybničních podmínkách (63 %). Tyto ryby také zajistily poměrně solidní produkci čerstvě vylíhnutých embryí na úrovni 530 000 ks. Výsledky ukazují, že hormonální ošetření ryb chovaných v RAS nemělo na zisk embryí významný vliv.

Tab. 17. *Délka inkubace jiker, líhnivost a počet vylíhnutých embryí u parmy obecné (Barbus barbus) v průběhu výtěrů různě starých a různě chovaných generačních ryb.*

Zdroj jiker	Délka inkubace		Líhnivost (%)	Počet vylíhnutých larev
	ve dnech	v denních stupních (°d)		
Mladé generační ryby z RAS	4–5	80–100	35,5 ± 22,5	11 000
3–5leté ryby z RAS bez hormonální stimulace	4–6	80–120	42,8 ± 30,0	235 000
3–5leté ryby z RAS s hormonální stimulací	5–6	100–120	44,0 ± 27,5	265 000
4–6leté generační ryby z rybníků s hormonální stimulací	4–5	80–100	63,2 ± 17,5	530 000

4.9.3. Doporučení pro praxi

Obecně nedoporučujeme chovatelům ryb spoléhat se při produkci parmy obecné na reprodukci malých dvouletých ryb odchovaných v RAS. Tyto ryby se vyznačují nízkou plodností a inkubace jiker je realizována s relativně nízkou líhnivostí embryí. Využití starších generačních ryb z RAS především spojené s hormonální stimulací přináší lepší výsledky v podobě vyšší produkce embryí a larev s vyšší líhnivostí a tedy i efektivitou reprodukce ryb. Jako nejefektivnější se zdá být odchovávat generační ryby parmy obecné ve vhodných malých rybnících, následně je těsně před výtěrem držet a stimulovat k výtěru v sádkách, s následným přesunem do RAS a hormonálním ošetřením. Tento postup přináší nejefektivnější produkci embryí a larev. Ovšem současným největším problémem při tomto chovu a reprodukci parmy může být získání dostatečného množství vhodných rybníků.

5. EKONOMICKÝ PŘÍNOS

Odhadem se v ČR ročně vyprodukuje cca 500 000 ks juvenilních ryb parmy obecné o velikosti TL = 80–120 mm při průměrné ceně za jeden kus na úrovni 6–12 Kč. Hlavním současným problémem v chovu parmy obecné je nedostatek kvalitních a ovulujících samic, které následně produkují kvalitní oocyty určené k umělému oplození a produkci kvalitních embryí a larev.

Tato ověřená technologie umožní rybářské praxi efektivně získávat generační ryby z RAS či rybníků a následně je v těchto podmínkách i rozmnožovat. Díky této technologii může dojít k výraznému zvýšení stavu generačních ryb u chovatelů parmy obecné, což může vést až k zdvojnásobení současné produkce embryí, potažmo larev tohoto druhu v ČR.

Následně díky efektivnímu odchovu larev a juvenilních ryb parmy obecné do velikosti TL = 80–120 mm může dojít k zvýšení každoroční produkce takovýchto juvenilních ryb řádově o statisíce jedinců. Díky takovéto zvýšené produkci parmy obecné může v ČR dojít ke zvýšeným tržbám při prodeji juvenilních ryb tohoto druhu řádově na úrovni několika miliónů korun. Tímto způsobem může být výrazně zvýšena konkurenceschopnost a rentabilita rybářských podniků v ČR, které se zabývají reprodukcí a chovem parmy obecné.

U rybářského podniku BioFish, s.r.o., dojde v průběhu tří až pěti let k postupnému navýšení produkce parmy obecné ve všech věkových kategorií s cílovou roční produkcí 30 000–50 000 ks juvenilních ryb s TL= 80–120 mm, které budou určeny na vysazení do volných vod. Díky této produkci dojde k navýšení ročních tržeb cca o 180 000–600 000 Kč bez DPH.

6. UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE V PRAXI

Tato ověřená technologie najde praktické uplatnění u produkčních rybářských podniků či sportovních rybářských svazů, které se zabývají reprodukcí a chovem larev, juvenilních či starších kategorií ryb parmy obecné. Autoři této publikace doufají, že ověřené a popisované technologické postupy a chovatelské metody pomohou lépe zvládnout reprodukci a chov parmy obecné v ČR. Výsledky z této publikace budou především uplatněny v rybářské praxi podniku BioFish, s.r.o., s cílem více diverzifikovat jeho současnou produkci ryb.

7. SEZNAM LITERATURY

Alavi, S.M.H., Pšenička, M., Policar, T., Linhart, O., 2008a. Morphology and fine structure of *Barbus barbus* (Teleostei: Cyprinidae) spermatozoa. Journal of Applied Ichthyology 24: 378–381.

Alavi, S.M.H., Pšenička, M., Rodina, M., Policar, T., Linhart, O., 2008b. Changes of sperm morphology, volume, density and motility and seminal plasma composition in *Barbus barbus* (Teleostei: Cyprinidae) during the reproductive season. Aquatic Living Resources 21: 75–180.

Alavi, S.M.H., Pšenička, M., Policar, T., Rodina, M., Hamáčková, J., Kozák, P., Linhart, O., 2009a. Sperm quality in male *Barbus barbus* L. fed different diets during the spawning season. Fish Physiology and Biochemistry 35: 683–693.

Alavi, S.M.H., Rodina, M., Policar, T., Linhart, O., 2009b. Relationships between semen characteristics and body size in *Barbus barbus* L. (Teleostei: Cyprinidae) and effects of ions and osmolality on sperm motility. Comparative Biochemistry and Physiology – Part A 153: 430–437.

Baruš, V., Černý, K., Gajdůšek, J., Hensel, K., Holčík, J., Kálal, L., Krupauer, V., Kux, Z., Libosvárský, J., Lom, J., Lusk, S., Moravec, F., Oliva, O., Peňáz, M., Pivnička, K., Prokeš, M., Ráb, P., Špinar, Z., Švátora, M., Vostradovský, J., 1995. Mihulovci (Petromyzontes) a Ryby (Osteichthyes) (2), Fauna ČR a SR, ACADEMIA, Praha, 693 s.

Cowx, I.G., Broughton, N.M., 1986. Changes in the species composition of anglers catches in the River Trent (England) between 1969 and 1984. Journal of Fish Biology 28: 625–636.

De Leeuw, J.J., Winter, H.V., 2008. Migration of rheophilic fish in the large lowland rivers Meuse and Rhine, the Netherlands. Fisheries Management and Ecology 15: 409–415.

De Santis, V., Roberts, C.G., Britton, J.R., 2019. Influences of angler subsidies on the trophic ecology of European barbel *Barbus barbus*. Fisheries Research 214: 35–44.

Fiala, J., Spurný, P., 2001. Intensive rearing of the common barbel (*Barbus barbus* L.) larva using dry starter feeds and natural diet under controlled conditions. Czech Journal of Animal Science 7: 320–326.

Hochman, L., 1955. Příspěvek k poznání růstu a potravy parmy obecné (*Barbus barbus* L.) v řece Svratce. Sborník VŠZL (Brno), řada A (2): 147–159.

Hochman, L. 1963. Zkusme získat vlastní plůdek parmy. Československé rybářství 2: 23–24.

Hugla, J.L., Thomé, J.P., 1999. Effects of polychlorinated biphenyls on liver ultrastructure, hepatic monooxygenases, and reproductive success in the barbel. Ecotoxicology and Environmental Safety 42: 265–273.

Kamiński, R., Wolnicki, J., Sikorska, J., Garcia, V., 2013. Effects of temperature on growth, survival and body composition in larvae of barbel, *Barbus barbus* (L.). Aquaculture International 21: 829–841.

Kamler, E., Kamiński, R., Wolnicki, J., Sikorska, J., Wałowski, J., 2012. Effects of diet and temperature on condition, proximate composition and three major macro elements, Ca, P and Mg, in barbel *Barbus barbus* juveniles. Reviews in Fish Biology and Fisheries 22: 767–777.

Kolkovski, S., 2001. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles – implications and applications to formulated diets. Aquaculture 200: 181–201.

Kouba, A., Hamáčková, J., Kozák, P., 2009. Dekapsulace, líhnutí a odkrm žábronožek rodu *Artemia*. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 94, 35 s.

Kouba, A., Velíšek, J., Stará, A., Masojídek, J., Kozák, P., 2014. Supplementation with sodium selenite and selenium-enriched microalgae biomass show varying effects on blood enzymes activities, antioxidant response, and accumulation in common barbel (*Barbus barbus*). Biomed Research International: 408270.

Kouřil, J., Fila, V., Šandera, K., Barth, T., Flegel, M., 1988. Hormonálně indukovaný umělý výtěr jikernaček parmy obecné (*Barbus barbus* L.) pomocí kapří hypofýzy a analogu LH-RH. Bulletin VÚRH Vodňany 3: 18–25.

Kouřil, J., Hájek, J., Barth, T., 2006. Indukovaná ovulace a umělý výtěr jikernaček parmy říční (*Barbus barbus*) při použití různých dávek analogu GnRH. In: Vykusová, B. (Ed.), IX. Česká ichtyologická konference, VÚRH JU, Vodňany, s. 63–65.

Kouřil, J., Policar, T., Podhorec, P., Stejskal, V., 2020. Hormonální stimulace vybraných druhů ryb k umělému a poloumělému výtěru. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 176, 110 s.

Krupka, I., 1982. Umelý odchov mreny obyčajnej. Poľovníctvo a rybárstvo 34: 32–33.

Krupka, I., 1983. Rozšírenie, systematická príslušnosť, vybrané části biológie a biotechnológie umelej reprodukcie mreny obyčajnej (*Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)). Kandidátská dis. práca. Laboratórium rybárstva a hydrobiologie Slovenskej poľnohospodárskej akadémie, Bratislava, 142 s.

Krupka, I., 1985. Umelé rozmnožovanie a odchov plôdika mreny obyčajnej (*Barbus barbus* Linnaeus, 1758). Práce Laboratória rybárstva a hydrobiologie Slovenskej poľnohospodárskej akadémie, Bratislava 5, s. 178–197.

Krupka, I., 1987. Umělý výtěr a odchov plůdku parmy. Edice Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 23, 13 s.

Kubečka, J., Boukal, D., Hladík, M., 2015. Rybářské hospodaření na mimopstruhových revírech. In: Randák, T., Slavík, O., Kubečka, J., Adámek., Z., Horký, P., Turek, J., Vostradovský, J., Hladík, M., Peterka, J., Musil, J., Prchalová, M., Jůza, T., Kratochvíl, M., Boukal, D., Vašek., M., Andreji, J., Dvořák, P., Just, T., Blabolil, Říha, M., 2015. Rybářství ve volných vodách. 2. upravené vydání, FROV JU, Vodňany, s. 172–179.

Lusk, S., 1996. Development and status of populations of *Barbus* in the waters of the Czech Republic. Folia Zoologica, 45, 39–46.

Lusk, S., Lusková, V., Šlechta, V., Šlechtová, V., 1995. Násady a populační genetika divoce žijících druhů ryb. In: Spurný, P. (Ed.), Produkce násad perspektivních druhů ryb, MZLU Brno 1995, s. 20–25.

Morina, A., Morina, F., Djikanovic, V., Spasic, S., Krpo-Ćetković, J., Kostić, B., Lenhardt, M., 2016. Common barbel (*Barbus barbus*) as a bioindicator of surface river sediment pollution with Cu and Zn in three rivers of the Danube River Basin in Serbia. Environmental Science and Pollution Research 23: 6723–6734.

Myszkowski, L., 2013. Compensatory growth, condition and food utilization in barbel *Barbus barbus* juveniles reared at different feeding periodicities with a dry diet. Journal of Fish Biology 82: 347–53.

Nowosad, J., Dryl, K., Kupren, K., Kucharczyk, D., 2020. Inhibiting the influence of ovarian fluid on spermatozoa activation and spermatozoa kinetic characteristics in the common barbel *Barbus barbus*. Theriogenology 158: 250–257.

Nowosad, J., Kucharczyk, D., Sikora, M., Kupren, K., 2021a. Optimization of barbel (*Barbus Barbus* L.) fertilization and effects of ovarian fluid when there are controlled conditions for gamete activations. Animal Reproduction Science 224: 106652.

Nowosad, J., Kupren, K., Biegaj, D., Kucharczyk, D., 2021b. Allometric and ontogenetic larval development of common barbel during rearing under optimal conditions. Animal 15: 100107.

Peňáz, M., Baruš, V., Prokeš, M., Svobodová, Z., 2002. Změny některých atributů populace parmy obecné v řece Jihlavě během posledních 25 let a jejich příčiny. In: Spurný, P. (Ed.), V. Česká ichtyologická konference, MZLU, Brno 2002, s. 5–10.

Peňáz, M., Pivnička, K., Baruš, V., Prokeš, M., 2003. Temporal changes in the abundance of barbel, *Barbus barbus* in the Jihlava River, Czech Republic. Folia Zoologica 52: 441–448.

Philippart, J.C., Mélard, Ch., Poncin, P., 1989. Intensive culture of the common barbel, *Barbus barbus* (L.) for restocking. In: De Pauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H, Wilkins, N. (Ed.), Aquaculture – a biotechnology in progress. European Aquaculture Society, Breden, pp. 483–491.

Pivnička, K., Švátora, M., Křížek, J., Humpl, M., Sýkora, P., 2005. Fish assemblages in the Berounka River and its tributaries (Úhlava and Mže) in 1975–2004, environmental parameters, fishery statistics, and electroshocker data. Acta Universitatis Carolinae – Environmentalica 19: 33–90.

Policar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Lepičová, A., Lepič, P., Stanny, A., 2004. Odchov juvenilní parmy obecné (*Barbus barbus* L.) při použití různých startérových krmiv. In: Vykusová, B. (Ed.), VII. Česká ichtyologická konference. VÚRH JU, Vodňany, s. 234–238.

Policar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Lepičová, A., Lepič, P., Kouřil, J., Stanny, L.A., 2005. Intensive rearing of common barbel (*Barbus barbus* L.) juvenile for stocking purpose. In: Adámek, Z. (Ed), New Challenges in Pond Aquaculture, České Budějovice, 2005, p. 45.

Policar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Vorlíčková, P., Kouřil, J., 2006. Intensywny wychów brzany (*Barbus barbus*) w warunkach kontrolowanych od poczatku odzywiania egzogennego do uzyskania dojrzalosci plciowej. In: Zakes, Z., Demska-Zakes, K., Wolnicki, J. (Ed.), Rozrod, podchow, profilaktyka ryb karpiowatych i innych gatunkow, Niedzica k. Czorsztyna, Polsko, pp. 127–133.

Policar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Kouřil, J., Vorlíčková, P., 2007a. Odchov ročků parmy obecné (*Barbus barbus*) při použití různé potravy v kontrolovaných podmínkách. Bulletin VÚRH Vodňany 43: 3–15.

Policar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Lepičová, A., Musil J., Kouřil, J., 2007b. Effects of short-time *Artemia* spp. feeding in larvae and different rearing environments in juveniles of common barbel (*Barbus barbus*) on their growth and survival under intensive controlled conditions. Aquatic Living Resources 20: 175–183.

Policar, T., Drozd, B., Kouřil, J., Hamáčková, J., Alavi, S.M.H, Vavrečka, A., Kozák, P., 2009. Současný stav, umělá reprodukce a odchov násadového materiálu parmy obecné (*Barbus barbus* L.). Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 95, 43 s.

Policar, T., Podhorec, P., Stejskal, V., Hamackova, J., Alavi, S.M.H., 2010. Fertilization and hatching rates and larval performance in captive common barbel (*Barbus barbus* L.) throughout the spawning season. Journal of Applied Ichthyology 26: 812–815.

Policar, T., Podhorec, P., Stejskal, V., Kozák, P., Švinger, V., Alavi, S.M.H., 2011. Growth and survival rates, puberty and fecundity in captive common barbel (*Barbus barbus* L.) under controlled conditions. Czech Journal of Animal Science 56: 433–442.

Policar, T., Křišťan, J., Hampl, J., Blecha, M., Kolářová J., 2018. Provozní manuál sloužící k efektivnímu provozu intenzivní akvakultury využívající RAS. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 169, 54 s.

Poncin, P., 1989. Effects of different photoperiods on the reproduction of the barbel, *Barbus barbus* (L.) reared at constant temperature. Journal of Fish Biology 35: 395–400.

Prusińska, M., Nowosad, J., Jarmołowicz, S., Mikiewicz, M., Duda, A., Wiszniewski, G., Sikora, M., Biegaj, M., Samselska, A., Arciuch-Rutkowska, M., Targońska, K., Otrocka-Domagala, I., Kucharczyk, D., 2020. Effect of feeding barbel larvae (*Barbus barbus* L., 1758)) *Artemia* sp. nauplii enriched with PUFAs on their growth and survival rate, blood composition, alimentary tract histological structure and body chemical composition. Aquaculture Reports 18: 100492.

Wolnicki, J., Górny, W., 1995. Survival and growth of larval and juvenile barbel (*Barbus barbus* L.) reared under controlled conditions. Aquaculture 129: 258–259.

Interní odborný oponent
MVDr. Jitka Kolářová, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

Externí odborný oponent
Ing. Miroslav Blecha, Ph.D., Dvůr Lnáře, spol. s r.o. Lnáře 18, 387 42, www.dvurlnare.cz

Adresy autorského kolektivu
doc. Ing. Tomáš Policar, Ph.D., Ing. Pavel Lepič, Ph.D., Mgr. Tomáš Pěnka a Ing. Jiří Hajíček, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

doc. RNDr. Irena Šetlíková, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 1668, 370 01 České Budějovice, www.zf.jcu.cz

V edici Metodik (Technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, odborný editor: dr hab. Ing. Josef Velíšek, Ph.D., redaktorka Zuzana Dvořáková, Náklad: 400 ks, vydáno v r. 2021, Grafický design a technická realizace: Jesenické nakladatelství Jena Šumperk.