

B U L L E T I N
V Ú R H V O D Ň A N Y

1

Vydává Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
ve Vodňanech

Published by University of South Bohemia České Budějovice, Research Institute of Fish Culture and
Hydrobiology, Vodňany, Czech Republic

ISSN 0007-389X

O B S A H

CONTENTS

Původní články – Original papers

- POLICAR T., KOZÁK P., HAMÁČKOVÁ J., KOUŘIL J., VORLÍČKOVÁ P. 3
 Odchov roček parmy obecné (*Barbus barbus* L.) při použití různé potravy v kontrolovaných podmínkách
Rearing of yearlings in common barbel (Barbus barbus L.) with using of different food under controlled conditions
- BUŘIČ M., KOZÁK P., KANTA J., KOUBA A., POLICAR T. 16
 Vliv teploty vody na počet svlékání a růst juvenilního raka signálního (*Pacifastacus leniusculus* D.)
The effect of water temperature on number of moults and growth of juvenile signal crayfish (Pacifastacus leniusculus D.)
- BLÁHA M., MUSIL J., PETERKA J., POLICAR T. 27
 Produkce násadového materiálu okouna říčního v rybníční akvakultuře (*Perca fluviatilis* L.)
Production of 0+ perch fingerlings (Perca fluviatilis L.) in a pond aquaculture
- HAMÁČKOVÁ J., KOZÁK P., POLICAR T., LEPIČ P., STANNY A.L. 33
 Odchov podoustve říční (*Vimba vimba* L.) ve věku 0+ a 1+ v kontrolovaných podmínkách prostředí v období mimo vegetaci
Rearing of juvenile 0+ and 1+ Vimba (Vimba vimba L.) under controlled conditions out of the growing season
- STEJSKAL V., POLICAR T., MUSIL J., KOUŘIL J. 41
 Adaptace různých velikostí plůdku okouna říčního na umělé krmivo
Feeding adaptation of 0+ Eurasian perch on artificial feed – effect of body size on weaning success

Přehledové články – A reviews

- KORTAN J., ADÁMEK Z. 47
 Sekundární škody na rybách způsobené potravní aktivitou kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo sinensis*) - Literární přehled
Secondary losses on fish production caused by feeding activity of great cormorant (Phalacrocorax carbo sinensis) - A review

Krátká sdělení – A brief communications

- KOZÁK P., BUŘIČ M., POLICAR T. 55
 Plodnost, doba vývoje vajíček a produkce juvenilů u raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) v kontrolovaných podmínkách
The fecundity, time of egg development and juveniles production in spiny-cheek crayfish (Orconectes limosus) under controlled conditions
- ADÁMEK Z., KORTAN D. 58
 Složení potravy vydry říční (*Lutra lutra* L.) na rybnících v zimním období
Winter predation of otter (Lutra lutra L.) on carp ponds in the Czech Republic
- MUSIL J., ADÁMEK Z. 61
 Asijský cyprinid, střevlička východní (*Pseudorasbora parva*) dominovala v potravě dravých ryb
Piscivorous fishes diet dominated by asian cyprinid invader topmouth gudgeon, Pseudorasbora parva

Rozhovory - Zprávy - Informace

- Vzdělávací semináře, kurzy a studium 64

**ODCHOV ROČKŮ PARMY OBECNÉ (*BARBUS BARBUS* L.) PŘI
POUŽITÍ RŮZNÉ POTRAVY V KONTROLOVANÝCH PODMÍNKÁCH**
*REARING OF YEARLINGS IN COMMON BARBEL (*BARUS BARBUS* L.) WITH USING OF
DIFFERENT FOOD UNDER CONTROLLED CONDITIONS*

POLICAR T., KOZÁK P., HAMÁČKOVÁ J., KOUŘIL J., VORLÍČKOVÁ P.

Abstract

*In the present study, the effect of different rate of natural food was tested on the growth, survival and gonad development of yearlings in common barbel (*Barbus barbus* L.). During 175-day test, three different groups were tested: the first group - 100% artificial food Carpico from Coppens firm, the second group - 22 % frozen monoculture of water fleas (*Daphnia magna*) and 78 % artificial food Carpico a the third group - 40 % frozen monoculture water fleas and 60 % artificial food Carpico. The growth (body weight BW, total length TL, individual gain IG and specific growth rate SGR), cumulative survival and food conversion ratio FCR were found in all groups of barbel during and at the end of this experiment. Final values of female's and male's GSI in all groups were compared with initial GSI stocked females and males. Beside GSI, detail histological study was performed in gonads of female and male from all groups of barbel. The developmental oocyte's and sperm's stage and their percentage frequency were determined during this histological study. In barbel females, the initial and final mean of oocyte were found in their gonads. At the end of the experiment, percentage of males with superfatted gonads was evaluated and compared with initial percentage of superfatted gonads in males of all groups.*

At the end of this barbel rearing, the different rate of natural food did not have effect on the growth and survival in barbel yearlings. However, all reared females and males had statistically more developed gonads than stocked ones at the beginning of the experiment.

Values of female's GSI were not statistically affected by different feeding regimen of reared barbel. On the other hand, females with natural food had significantly more developed gonads containing bigger oocytes than females exclusively fed with artificial food.

The positive effect of natural food on the values of male's GSI and sperm development was found in males of the second and the third groups compared to males of the first group. Higher addition of natural food positively decreased frequency of superfatted gonads in males.

Klíčová slova: *Barbus barbus* L., růst, přežití, vývoj pohlavních orgánů, kontrolované podmínky, přirozená a umělá potrava

Keywords: *Barbus barbus* L., growth, survival, development of gonads, controlled conditions, natural and artificial nutrition

ÚVOD:

V posledním desetiletí se evropské rybářství začalo více zaměřovat na intenzivní chovy ryb, v kterých jsou ryby trvale chované v řízených a kontrolovaných podmínkách (Kestemont a Dabrowski, 1996; Kestemont a Mélard, 2000). Produkce ryb z těchto chovů tvoří jednu třetinu celkového množství ryb chovaných v Evropě. Z důvodu limitované produkce ryb z moří a vnitrozemských vodních ploch se v budoucnosti předpokládá, že intenzivní chovy ryb budou mít pro produkci konzumních či násadových ryb daleko větší význam (Cahu a kol., 2004).

Jedním druhem úspěšně chovaným v intenzivních a řízených podmínkách je parma obecná (*Barbus barbus* L.), která je chovaná za účelem produkce násadového materiálu vysazovaného do volných vod především střední a západní Evropy (Philippart a kol., 1987). Intenzivní, řízené a kontrolované podmínky chovu parmy obecné (ale i jiných druhů ryb) eliminují negativní vlivy mírného pásma na růst, fyziologii a reprodukci chovaných ryb (Philippart a kol., 1989). Poncin a kol. (1985, 1987), Poncin (1989), Philippart (1982, 1986 a 1987) uvádějí propracované řízené a kontrolované podmínky intenzivního chovu parmy obecné, které vedou k úspěšnému chovu generačních ryb s následnou produkcí potomstva.

Ryby v intenzivních chovech s řízenou teplotou vody a světelným režimem se vyznačují rychlým a vyrovnaným růstem (Wolnicki, 1997; Wolnicki a Górný, 1994, 1995; Philippart a kol., 1989), dřívější pohlavní dospělostí (Poncina, 1989) a mimosezónní reprodukční aktivitou (Philippart a kol., 1989; Migaud a kol., 2004).

Parma obecná, trvale chovaná od vylíhnutí v kontrolovaných podmínkách (teplota vody 20 °C, přirozený světelný režim), pohlavně dospívá v 18 měsících věku, při celkové délce 280 – 320 mm. Pro výtěr pohlavně dospělých ryb v konstantní teplotě vody kolem 20 – 21 °C je rozhodujícím stimulačním faktorem prostředí světelný režim. Takové generační ryby parmy obecné produkují spontánně (bez předchozí hormonální stimulace) pohlavní produkty při přirozeném, anebo ustáleném světelném režimu (10 hodin světlo : 14 hodin tmy). U těchto ryb dochází k výtěru od února do července v přibližně 14 – 15denních intervalech. Od jedné takto chované jikernačky je možno získat až 10 výtěrů (Poncina, 1989; Philippart a kol., 1989).

Tímto velmi efektivním způsobem je u parmy obecné možné zajistit vysoce intenzivní produkci plůdku pro následný odchov násadového materiálu určeného k vysazení do rybářských revírů (Philippart a kol., 1989). Vedle tohoto účelu Philippart a kol. (1989) uvádí možnost využít intenzivně odchovávanou parmu i k tržním účelům.

Cílem této práce bylo popsat vliv různého podílu přirozené potravy v krmné dávce roční parmy obecné na vývoj jejích pohlavních orgánů, na její růstové a produkční schopnosti při trvalém chovu v kontrolovaných podmínkách.

MATERIÁL A METODIKA

Roční ryby parmy obecné odchovávané trvale v kontrolovaných podmínkách chovu byly 14 dní před vlastním experimentem (období adaptace ryb) nasazeny do 9 stolitrových akvárií, které byly napojeny na dílčí recirkulační systém rybochovného objektu VÚRH JU Vodňany. Tím byly vytvořeny 3 skupiny odchovávaných parem, které měly tři paralelní opakování a současně byly krmené rozdílně složenou potravou. Do každého akvária bylo nasazeno 75 kusů velikostně vyrovnaných parem ($W = 5,35 \pm 0,1$ g, $TL = 83,9 \pm 5,4$ mm) o celkové hmotnosti 401 g. Při nasazení ryb do akvárií bylo pro každé akvárium skupinově naznačeno 33 kusů reprezentativních parem pomocí podkožních fluorescenčních značek. Před nasazením ryb do akvárií byl z nasazovaných parem odebrán reprezentativní vzorek 20 kusů mlíčáků a 20 kusů jikernaček, které byly následně změřeny, zváženy, usmrceny a dále použity pro výpočet počátečního gonadosomatického indexu (GSI_1) vypočítaného podle Poncina a kol. (1996), histologické stanovení počátečního vývoje gonád ryb, u jikernaček k změření průměru oocytů (kontrolní skupina K) a u mlíčáků k stanovení frekvence přetučněných gonád.

Pro histologické stanovení vývoje gonád ryb byly zhotoveny trvalé histologické preparáty: vypreparovaná tkáň gonád ryb byla uchována v Bouinově roztoku, poté dehydratována, obalena parafinovým voskem, nařezána a obarvena pomocí heamotoxylin-eosinu. Trvalé preparáty poté byly digitalizovány pod světelným mikroskopem (Olympus BX 41) při zvětšení 4x10, 20x10, 40x10 a 100x10 a pomocí připevněného digitálního aparátu (Olympus, Camedia 4040). Z každého trvalého preparátu bylo vytvořeno 5 digitálních snímků, pomocí kterých bylo pro každou sledovanou rybu stanoveno procentuální zastoupení jednotlivých vývojových stádií oocytů a spermií. Vývojová stadia oocytů byla hodnocena podle Poncina (1996), Wallace a Semana (1981) a Melo a Sauera (1999). U každé jikernačky a každého snímku byl ještě změřen průměr jednotlivých 50 náhodně vybraných oocytů (250 oocytů pro 1 jikernačku) pomocí analýzy obrazu Microimage 40 for Windows s přesností na 1 μ m. Vývojová stadia spermií byla hodnocena podle Stoumboudiho a Abrahama (1996).

V průběhu experimentu byly ryby v 1. skupině krmeny 100 % krmné dávky umělým granulovaným krmivem Carpico (33% bílkovin a 6% tuku, velikost pelet na začátku

experimentu: 1,5 mm a na konci: 3 mm) od firmy Coppens. Druhá skupina ryb byla krmena z 22 % zmraženou monokulturou perlooček (*Daphnia magna*) a ze 78 % krmivem Carpico a třetí skupina parem ze 40 % zmraženou monokulturou perlooček a ze 60 % krmivem Carpico. Denní krmná dávka u ryb z 2. a 3. skupiny byla oproti skupině 1 zvýšena na 110 %, respektive 120 % krmné dávky skupiny č. 1. Navýšení krmné dávky u skupiny 2 a 3 eliminovalo u odchovávaných ryb přijímanou vyšší vlhkost, která byla obsažena v předkládané přirozené potravě (22 % sušiny), oproti rybám krmených 100 % suchou potravou (91 % sušina). V prvních třech obdobích byly ryby krmeny 2,5 %, ve čtvrtém období 2 % a v pátém období 1,5 % z celkové biomasy ryb v daném akváriu. Výše denní krmné dávky pro ryby byla po každém období v daném akváriu upravována podle dosažené biomasy a SGR ryb zjištěných na konci předešlého období odchovu.

Experiment probíhal 175 dní a byl rozdělen na 5 dílčích období po 35 dnech. Na konci každého období byla všechna akvária slovena, přežívající ryby spočítány (LF – live fish), stanoveno kumulativní přežití ryb (CS – cumulative survival), zvážena celková biomasa přežívajících ryb (BF – final biomass) a vypočítán absolutní kusový přírůstek (IG – individual gain). Ze všech přežívajících ryb bylo vždy vytríděno 33 kusů označených ryb, u kterých bylo provedeno detailní biometrické měření: celková délka (TL – total length), délka těla (SL – standard length) a hmotnost (BW – body weight). Dosažená průměrná hmotnost ryb, celková délka ryb a kumulativní přežití ryb bylo sledováno pro každé období daného experimentu. Ze získaných dat byla následně pro celé období experimentu vypočítána specifická rychlost růstu (SGR – specific growth rate). Současně byla pro každé akvárium a den evidována spotřeba krmiv FS – food supply, která posloužila k výpočtu koeficientu konverze krmiva (FCR – feed conversion ratio) za celé období experimentu. Při vyhodnocování výsledků experimentu bylo použito těchto vzorců:

Specifická rychlost růstu SGR (%.d⁻¹):

$$SGR = 100t^{-1} \ln (BW_{2B}W_1^{-1})$$

kde BW_1 a BW_2 – je počáteční a konečná průměrná hmotnost parem v daném období (g), t – je počet dní v daném období (Dabrowski a kol., 1985).

Koeficient konverze krmiva FCR (g.g⁻¹):

$$FCR = FS / (BF - BI)$$

kde FS – je spotřeba krmiva (g), BI a BF – je počáteční a konečná biomasa ryb (g) (Fiogbé a Kestemont, 2003 a Jobling, 2001).

Absolutní kusový přírůstek IG (g):

$$IG = (BF - BI) / LF$$

kde BI a BF – je počáteční a konečná biomasa ryb (g), LF – je počet přežívajících ryb na konci experimentu.

V průběhu odchovu byla dvakrát denně kontrolována teplota vody (průměrná hodnota za celé období $t = 21,0 \pm 0,9$ °C) a obsah rozpuštěného kyslíku ($O_2 = 7,0 \pm 0,1$ mg.l⁻¹). Jedenkrát denně bylo stanoveno pH = $6,8 \pm 0,2$. Ostatní parametry kvality vody byly hodnoceny jedenkrát v průběhu dílčího období. Parametry kvality vody po celé období odchovu roční parmy obecně odpovídaly jejich nárokům ($NH_4^{4+} < 0,02$ mg. l⁻¹, $NO_2^- < 0,02$ mg.l⁻¹).

Na konci odchovu bylo z každého akvária usmrceno 10 kusů odchovávaných mlíčáků a jikernaček za účelem stanovení hodnoty konečného gonadosomatického indexu (GSI₂). Z vypreparovaných gonád byly stejným způsobem, jako na začátku experimentu, zhotoveny histologické preparáty, které byly stejným způsobem zdigitalizovány. Poté byla stejným způsobem stanovena vývojová stádia oocytů a spermií odchovaných ryb a procentuální zastoupení jednotlivých vývojových stádií oocytů a spermií u jednotlivých ryb a jejich

digitálních snímků. U jikernaček byly dále stejným způsobem změřeny průměry jejich oocytů. Vedle mlíčáků s normálně utvářenými gonádami byli ještě zaznamenáváni mlíčáci s přetučnělou tkání gonád.

Získané růstové (W, TL a CS) a produkční (SGR, FCR a IG) ukazatele odchovávaných palem byly mezi jednotlivými skupinami odchovávaných palem statisticky porovnány pomocí ANOVA, Tuckey comparison test ($P < 0,05$).

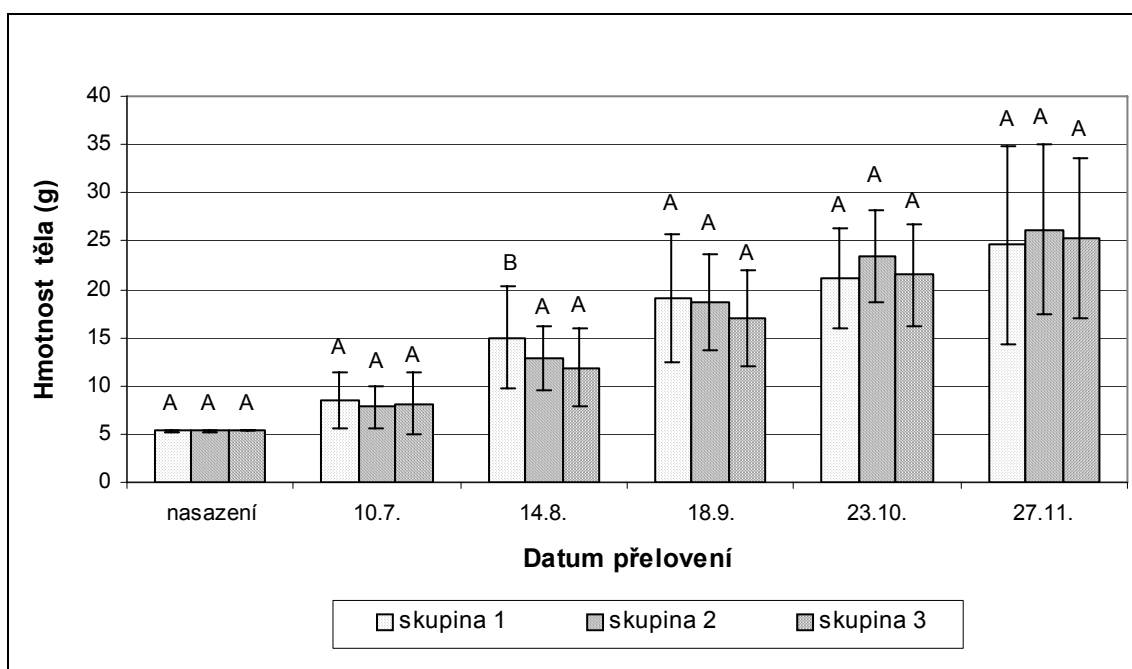
Dosažené hodnoty konečného gonadosomatického indexu (GSI_2) byly rozdělené podle pohlaví a porovnány mezi jednotlivými skupinami odchovávaných ryb a s počáteční hodnotou GSI_1 příslušného pohlaví pomocí ANOVA, Tuckey comparison test ($P < 0,05$).

VÝSLEDKY:

A) Růst a přežití odchovávaných ryb

V průběhu odchovu roční parmy obecné nebyly, s výjimkou konce druhého období, zjištěny žádné statisticky průkazné rozdíly v průměrných dosažených hodnotách hmotnosti odchovávaných ryb mezi jednotlivými skupinami (obr. 1). Stejně výsledky byly zjištěny u celkové délky odchovávaných ryb (obr. 2).

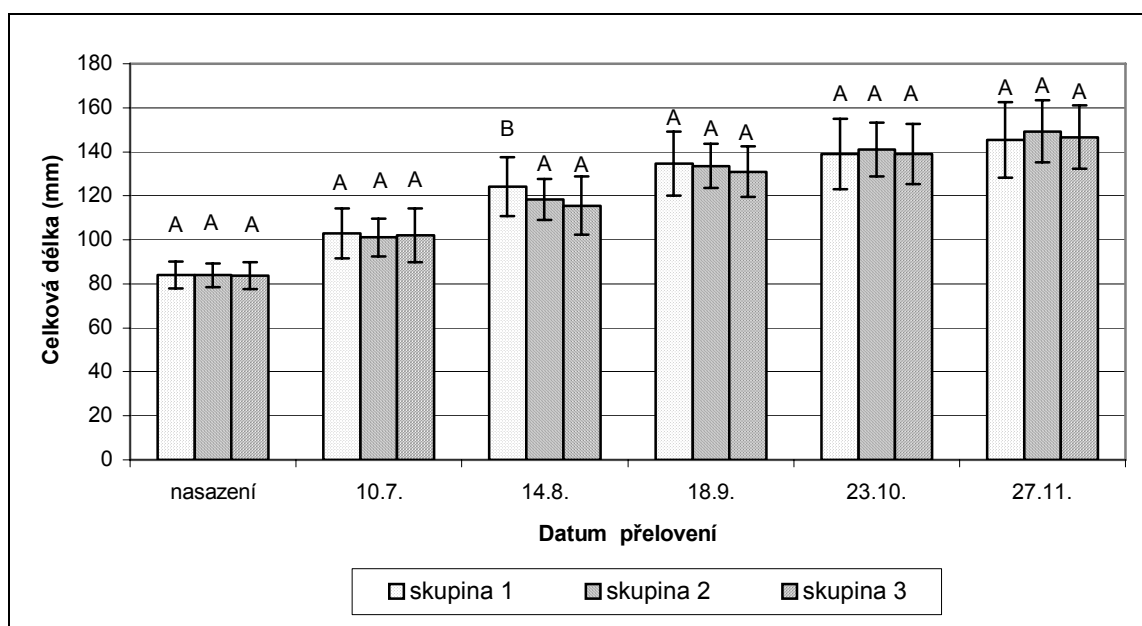
Odchované ryby na konci experimentu dosáhly hmotnosti od $24,6 \pm 10,2$ g (ryby skupiny 1) do $26,2 \pm 8,8$ g (ryby skupiny 2) a celkové délky od $145,3 \pm 17,2$ mm (ryby skupiny 1) do $149,2 \pm 14,1$ mm (ryby skupiny 2) bez statistických rozdílů mezi jednotlivými skupinami ryb. Na konci odchovu byl zjištěn největší ($20,8 \pm 0,1$ g) a nejmenší ($19,2 \pm 0,4$ g) průměrný absolutní kusový přírůstek odchovávaných ryb u skupiny 2 respektive 1 opět bez statisticky průkazných rozdílů mezi skupinami ryb. Zjištěné vyrovnané výsledky v růstu ryb u jednotlivých skupin byly také potvrzeny zjištěnou hodnotou SGR, která byla vypočítána za celé období experimentu jako stejná hodnota ($0,9 \pm 0,01$ % \cdot d $^{-1}$) pro všechny skupiny odchovávaných ryb (tab.1). Lze konstatovat, že rozdílná potrava odchovávaných ročních palem obecných neměla prokazatelně významný vliv na jejich růst.



Obr. 1: Hmotnost odchovávaných palem obecných v průběhu 175denního experimentu

Odlíšná písmena vyjadřují statisticky průkazný rozdíl v dosažené hmotnosti ryb parmy obecné mezi jednotlivými odchovávanými skupinami (ANOVA $P < 0,05$) v rámci jednoho období experimentu.

Body weight of reared common barbel during 175-day experiment



Obr. 2: Celková délka parem obecných v průběhu 175denního experimentu

Odlišná písmena vyjadřují statisticky průkazný rozdíl v dosažené celkové délce ryb parymy obecné mezi jednotlivými odchovávanými skupinami (ANOVA $P < 0,05$) v rámci jednoho období experimentu.

Total length of reared common barbel during 175-day experiment

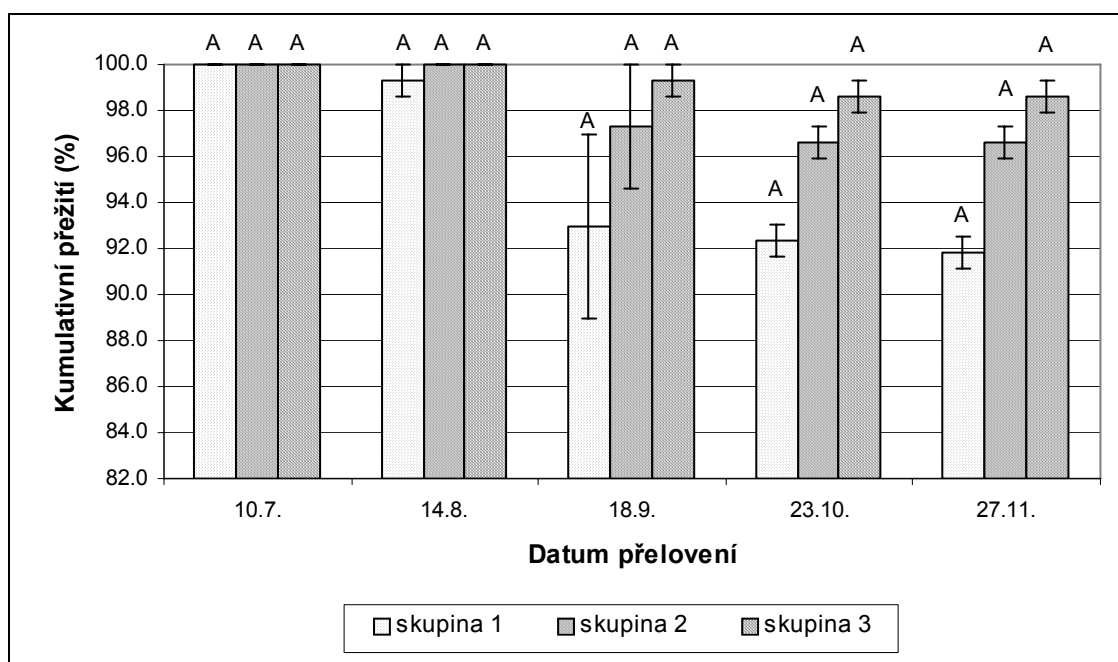
Tab. 1: Velikost, kumulativní přežití a ostatní produkční ukazatele parem obecných na konci 175denního experimentu

Body size, cumulative survival and other production indicator of reared common barbel at the end of the 175-day experiment

Produkční ukazatelé	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
Hmotnost BW (g)	24,6 ± 10,2 ^a	26,2 ± 8,8 ^a	25,2 ± 8,3 ^a
Celková délka TL (mm)	145,3 ± 17,2 ^a	149,2 ± 14,1 ^a	146,7 ± 14,5 ^a
Kumulativní přežití CS (%)	91,8 ± 0,7 ^a	96,6 ± 0,7 ^a	98,6 ± 0,7 ^a
SGR (%·d⁻¹)	0,9 ± 0,01 ^a	0,9 ± 0,01 ^a	0,9 ± 0,01 ^a
Absolutní kusový přírůstek IG (g)	19,2 ± 0,4 ^a	20,8 ± 0,1 ^a	19,8 ± 1,1 ^a
FCR (d·d⁻¹)	2,3 ± 0,6 ^a	2,9 ± 0,1 ^{ab}	3,1 ± 0,5 ^b

Pozn. Odlišná písmena v rámci jednoho řádku vyjadřují statisticky průkazný rozdíl v daném produkčním ukazateli mezi jednotlivými skupinami odchovávaných parem obecných (ANOVA $P < 0,05$).

Podobně jako u růstu, tak ani u kumulativního přežití odchovávaných ryb, nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými skupinami ryb. Obecně lze říci, že kumulativní přežití ryb bylo v průběhu celého odchovu velmi vysoké a na konci odchovu se pohybovalo od 91,8 ± 0,7 % (ryby skupiny 1) do 98,6 ± 0,7 % (ryby skupiny 2) (obr. 3). Mortalita ryb v průběhu odchovu byla z 90 % způsobena manipulací s rybami při přelovení a nebo vyskočením ryb z odchovných nádrží. Lze konstatovat, že rozdílná potrava odchovávaných ryb neměla statisticky průkazný vliv na jejich kumulativní přežití.



Obr.3: Kumulativní přežití parem obecných v průběhu 175denního experimentu

Odlíšná písmena vyjadřují statisticky průkazný rozdíl v dosaženém kumulativním přežití ryb parmy obecné mezi jednotlivými odchovávanými skupinami (ANOVA $P < 0,05$) v rámci jednoho období experimentu.

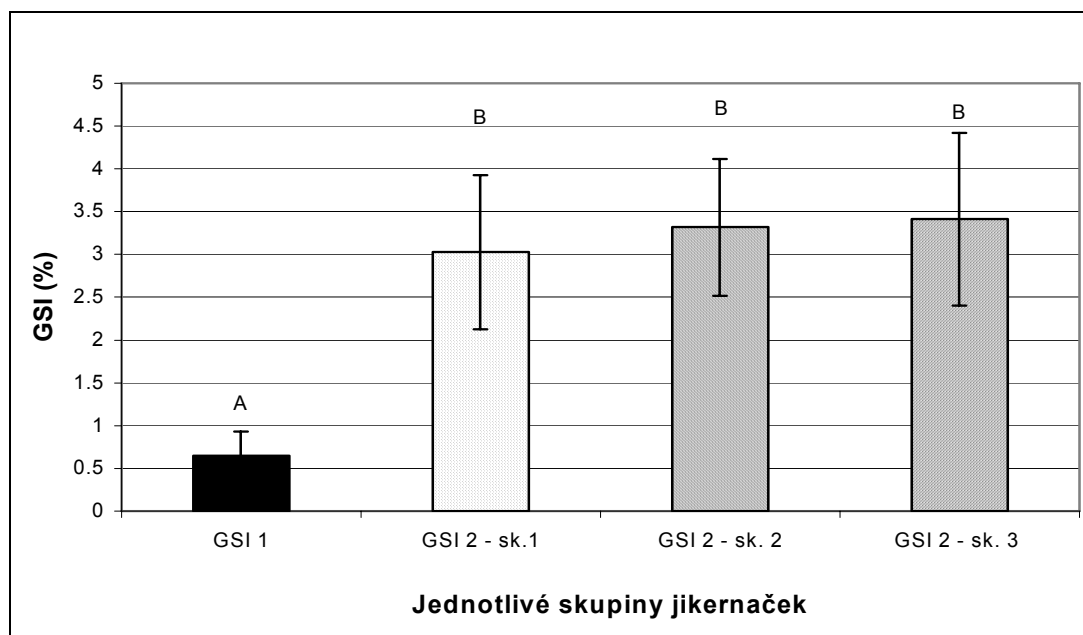
Cumulative survival of reared common barbel during 175-day experiment

B) Vývoj gonád odchovávaných jikernaček

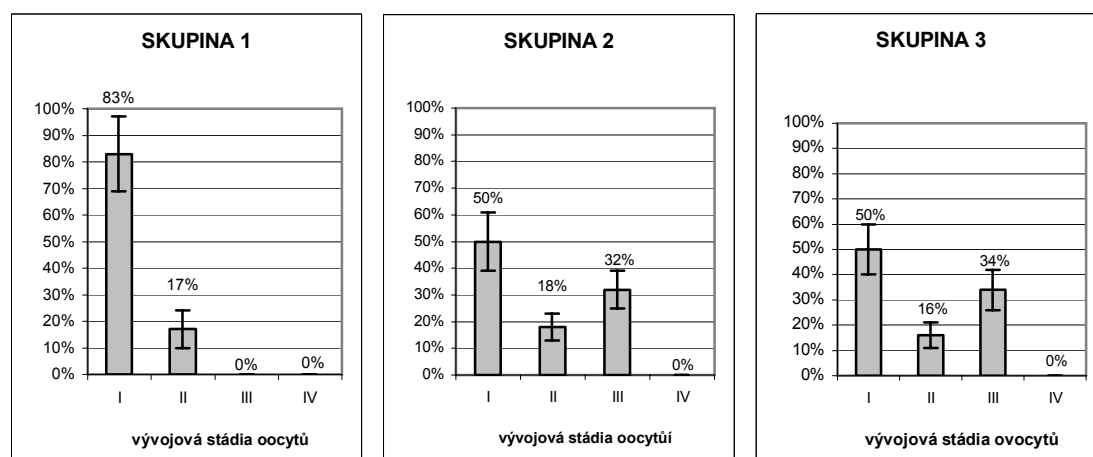
Na začátku a na konci odchovu byly zjištěny hodnoty GSI u jikernaček parmy obecné, které jsou uvedeny v obr. 4. Z výsledků je patrné, že konečná hodnota GSI_2 všech skupin odchovávaných ryb byla statisticky průkazně vyšší než počáteční hodnota GSI_1 nasazovaných ryb. Avšak na konci odchovu byly zjištěny velmi podobné hodnoty GSI_2 mezi jednotlivými skupinami odchovávaných ryb. Nejvyšších hodnot GSI_2 ($3,4 \pm 1,0$) bylo dosaženo u jikernaček skupiny 3, a nejnižší u skupiny 1 ($3,0 \pm 0,9$), ovšem bez prokázaných statistických rozdílů mezi jednotlivými skupinami odchovávaných ryb. Podle zjištěných výsledků lze konstatovat, že ani hodnoty GSI_2 u jikernaček nebyly statisticky průkazně ovlivněny rozdílnou potravou, která jim byla po dobu 175 dní podávána.

Při podrobnějším histologickém rozboru gonád jikernaček bylo zjištěno, že vaječníky jikernaček nasazovaných do experimentu obsahovaly pouze I. vývojová stádia oocytů a celkově byly tyto vaječníky jen málo vyvinuté, což odpovídalo věku nasazovaných ryb. Při histologickém šetření vaječnic jikernaček na konci experimentu bylo zjištěno, že starší jikernačky měly vaječníky více vyvinuté než jikernačky nasazované. Při detailnějším pohledu na jednotlivá vývojová stádia oocytů bylo zjištěno, že vyšší podíl mražené přirozené potravy v denní krmné dávce parem měl pozitivní vliv na výskyt pokročilejších vývojových stádií oocytů obsažených ve vaječnicích sledovaných jikernaček. Ve vaječnicích jikernaček skupiny 1 byla nalezena pouze první dvě vývojová stádia oocytů, kdy první stádium (83 ± 14 %) bylo oproti druhému stádiu (17 ± 7 %) v převaze. Vaječníky jikernaček skupiny 2 obsahovaly tři vývojová stádia oocytů. Stejně jako u jikernaček skupiny 1 ani u skupiny 2 nebylo nalezeno poslední vývojové stádium oocytů, které se ve vaječnicích jikernaček parmy obecné vyskytuje v období před ovulací oocytů. U jikernaček skupiny 2 byly opět nejdominantnější oocyty I. vývojového stádia (50 ± 11 %) ovšem s vysokým podílem oocytů III. vývojového stádia (32 ± 7 %). Velmi podobné procentické zastoupení jednotlivých vývojových stádií oocytů, jako u jikernaček skupiny 2, bylo zjištěno u jikernaček skupiny 3, kdy opět převažovaly

oocyty I. (50 ± 10 %) a III. vývojového stádia (34 ± 8 %) bez přítomnosti posledního IV. vývojového stádia oocytů (obr. 5).



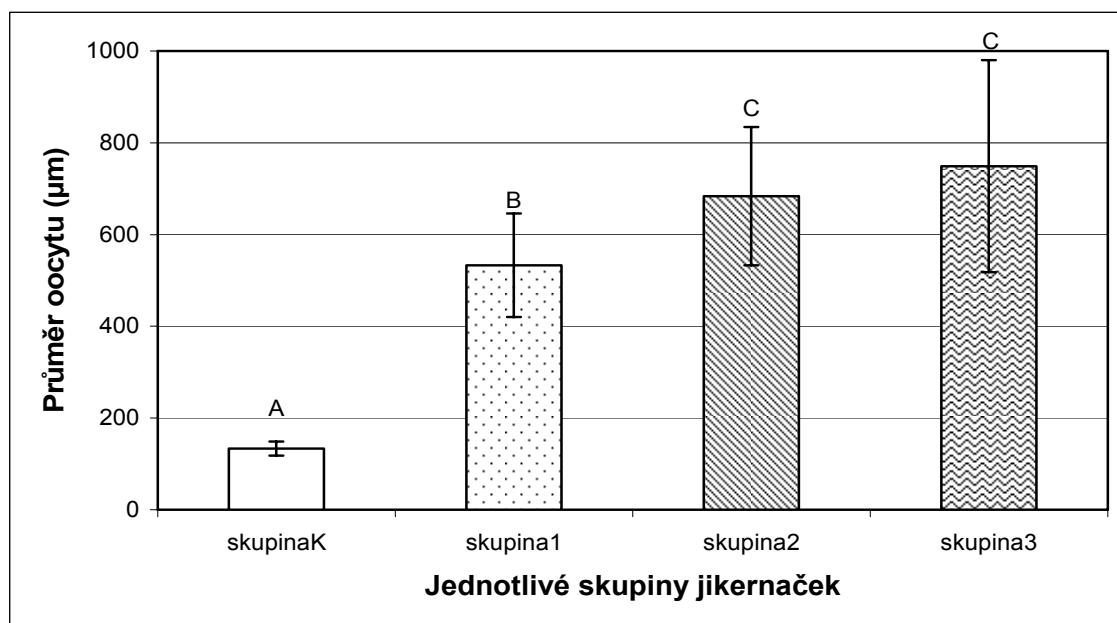
Obr.4: Gonadosomatický index (GSI_1) na začátku experimentu a konečný gonadosomatický index (GSI_2) u jednotlivých odchovávaných skupin jikernaček parmy obecné. Odlišná písmena vyjadřují statisticky průkazný rozdíl u dosaženého GSI jikernaček parmy obecné mezi jednotlivými odchovávanými skupinami (ANOVA $P < 0,05$).
Initial and final gonadosomatic index GSI_{1and2} of females in all reared groups



Obr. 5: Zastoupení jednotlivých vývojových stádií oocytů (I. - IV. stádium oocytů podle Poncin (1996)) obsažených ve vaječnicích u tří rozdílně krmených skupin jikernaček parmy obecné po ukončení 175 denním experimentu
Representation of development stage of oocyte (I. - IV. stage according Poncin (1996)) in ovary of females fed with different food at the end of the 175-day experiment

Pozitivní vliv přirozené potravy v krmné dávce odchovávaných jikernaček na vývoj oocytů v jejich vaječnicích byl potvrzen vedle samotné identifikace jednotlivých vývojových stádií oocytů i podle zjištěného průměru oocytů ve vaječnicích jikernaček. Statisticky průkazně bylo potvrzeno, že jikernačky skupiny 3 měly ve vaječnicích zastoupeny větší

oocyty ($749 \pm 231,3 \mu\text{m}$) než oocyty, které byly zjištěny u jikernaček skupiny 1 ($533,3 \pm 113,0 \mu\text{m}$) a jikernaček, které byly do experimentu nasazeny (skupina K = $133,7 \pm 15,2 \mu\text{m}$). Statisticky průkazné rozdíly však nebyly potvrzeny u velikosti oocytů mezi jikernačkami skupiny 3 a 2 ($683,7 \pm 150,7 \mu\text{m}$). Lze proto konstatovat, že vyšší podíl přirozené potravy v krmné dávce neměl pozitivní ani negativní vliv na vývoj oocytů ve vaječnicích odchovávaných jikernaček (Obr. 6).



Obr. 6: Velikost oocytů u jikernaček na začátku experimentu a u jikernaček ze tří rozdílně krměných skupin po ukončeném 175denním experimentu

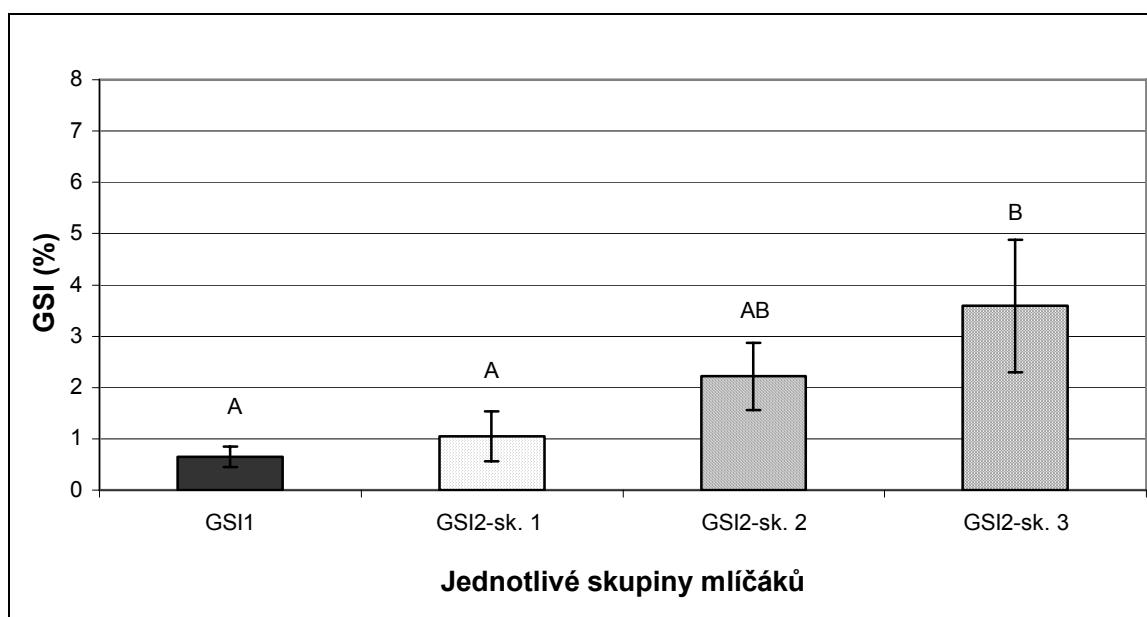
Initial and final size of oocyte in females fed with different food at the end of the 175-day experiment

Odlíšná písmena vyjadřují statisticky průkazný rozdíl v dosažené velikosti oocytů ve vaječnicích jikernaček parmy obecné mezi jednotlivými odchovávanými skupinami (ANOVA $P < 0,05$).

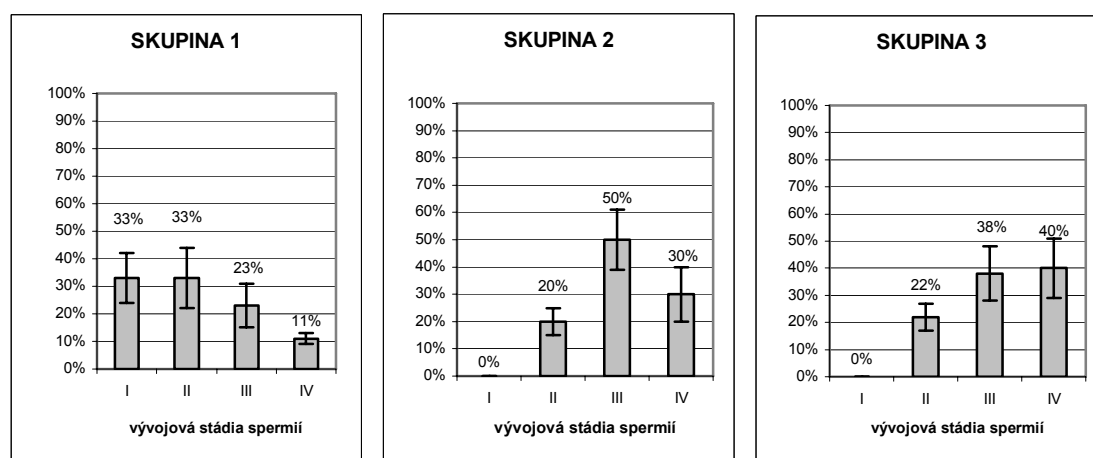
C) Vývoj gonád odchovávaných mličáků

Na obr. 7 jsou znázorněny hodnoty počátečního a konečného GSI u odchovávaných mličáků. Z výsledků je patrné, že počáteční hodnota GSI_1 nasazovaných ryb ($0,7 \pm 0,2$) se statisticky neodlišovala od konečné hodnoty GSI_2 mličáků skupiny 1 ($1,1 \pm 0,5$) a 2 ($2,2 \pm 0,7$). Hodnoty GSI_2 u druhé skupiny mličáků současně nebyly statisticky odlišné od nejvyšší hodnoty GSI_2 ($3,6 \pm 1,3$), která byla zjištěna u mličáků skupiny 3. Tyto získané výsledky ukazují na pozitivní korelaci mezi zvyšujícím se podílem přirozené potravy v denní krmné dávce mličáků a vývojem jejich GSI.

Detailní histologický rozbor varlat odchovávaných mličáků parmy obecné potvrdil zjištění, že přídavek přirozené potravy v jejich krmné dávce měl pozitivní vliv na rozvoj vývojových stádií spermií. U skupiny 2 a 3 ve všech případech dominovala poslední dvě vývojová stádia spermií oproti mličákům skupiny 1, kde byla nejpočetněji zastoupena I. a II. vývojová stádia spermií (obr. 8).



Obr. 7: Gonadosomatický index (GSI_1) na začátku experimentu a konečný gonadosomatický index (GSI_2) u jednotlivých skupin mlíčáků odchovávaných parou obecných. Odlišná písmena vyjadřují statisticky průkazný rozdíl u dosaženého GSI mlíčáků parmy obecné mezi jednotlivými odchovávanými skupinami (ANOVA $P < 0,05$).
Initial and final gonadosomatic index GSI_{1and2} of males in all reared groups



Obr. 8: Zastoupení vývojových stádií spermií ve varlatech u tří rozdílně krměných skupin mlíčáků parmy obecné po ukončeném 175denním experimentu (I: spermatogonie; II: spermatidy; III: spermatozoa; IV: predominantní spermie)
Representation of developmet stage of sperm in testes of males fed with different food at the end of the 175-day experiment (I. stage- spermatogonium, II. stage- spermatids, III. stage- spermatozoa, IV. stage- predominant sperm)

Při histologickém rozboru gonád odchovaných mlíčáků parmy obecné byla také hodnocena průtučnosť jejich varlat. U nasazované skupiny mlíčáků bylo zjištěno, že 30 % (6 ks) mlíčáků mělo své gonády průtučné a vývojová stádia spermií bylo velmi obtížné v takových gonádách mezi sebou rozlišit. Na konci experimentu bylo zjištěno, že průtučnosť gonád u mlíčáků skupiny 1 a 2 se nepatrně oproti nasazované skupině zvýšila (u obou skupin mělo shodně 36 %, tzn. 10 ks mlíčáků průtučné gonády). Naopak u mlíčáků skupiny 3 došlo oproti nasazovaným rybám k poklesu průtučností varlat. U této skupiny mlíčáků bylo

identifikováno pouze 16,7 % (5 ks) mlíčáků s přetučněnými gonádami. Z výsledků je patrný pozitivní vliv vyššího podílu přirozené potravy obsažené v krmné dávce odchovávaných mlíčáků na přirozené utváření struktury jejich gonád při odchovu parmy obecné v kontrolovaných podmínkách chovu ryb.

DISKUSE:

Parma obecná je v současné době v evropských volných vodách označena za ohrožený rybí druh vlivem degradace vodního prostředí (Lusk, 1996; Lusk a kol., 2004; Penczak a Kruk, 2000; Poncin, 1989). Snížení výskytu parmy obecné v posledních desetiletích minulého století bylo především způsobeno vlivem regulace a přehrazení vodních toků, nadměrným znečišťováním vodního prostředí, změnou přírodního charakteru tzv. parmových pásem řek, nadměrným sportovním rybolovem a také konkurenčním tlakem některých nepůvodních vodních živočichů (Jurajda, 1995; Lusk, 1996; Lusk a kol., 1998; Fiala a Spurný, 2001; Penczak a Sierakowska, 2003). Na druhé straně parma obecná je v současnosti ve střední a západní Evropě považována za velmi významný a atraktivní druh pro sportovní rybolov (Wheeler a Jordan, 1990; Penczak a Kruk, 2000; Taylor a kol., 2004).

Z těchto důvodů byl propracován způsob umělého výtěru parmy obecné (Krupka, 1987; Kouřil a kol., 1988) a následně způsob úspěšného odchovu larválních a juvenilních stádií tohoto druhu (Wolnicki a Górný, 1995; Fiala a Spurný, 2001; Policar a kol. 2004, 2005; Vorlíčková a kol. 2006a) s cílem získat vhodný násadový materiál určený pro vysazení do volných vod. Vedle larev a juvenilů byly u parmy obecné dále odchovávány i starší věkové kategorie s cílem vsadit starší ryby do volných vod (Labatzki a Fuhrmann, 1992) nebo získat generační ryby pro jejich následný intenzivní chov v kontrolovaných podmínkách (Philippart a kol., 1989; Poncin, 1989; Policar a kol., 2006). Při odchovu remontních parem Poncin (1989) uvádí, že odchovávané parmy při konstantní teplotě 20 °C a přirozeném osvětlení dosáhly ve věku 18 měsíců pohlavní dospělosti a celkové délky 280 - 320 mm. Naopak Philippart a kol. (1989) při stejné teplotě a umělém osvětlení získali pohlavně dospělé parmy obecné ve věku 22 - 25 měsíců při celkové délce 230 - 340 mm. Porovnáme-li tyto výsledky s výsledky dosaženými v našem experimentu, musíme konstatovat, že naše parmy obecné dosáhly ve věku 18 měsíců (konec experimentu) poloviční celkové délky (145 - 149 mm) ve srovnání s parmami ve studii Poncin (1989). Současně u našich odchovaných parem nebylo v tomto věku dosaženo pohlavní dospělosti jako tomu bylo u již zmíněné studie. Nižší rychlost růstu a pozdější dosažení pohlavní dospělosti u parem v našem experimentu bylo pravděpodobně způsobeno použitím krmiva s nižší energetickou hodnotou a nižším obsahem bílkovin než u krmiva, které bylo použito u Poncin (1989) nebo Philippart a kol. (1989). Použití krmiva s nižší energetickou hodnotou u našeho odchovu remontních parem bylo ze snahy snížit přetučnělost odchovávaných ryb, která byla zjištěna na začátku našeho experimentu a která by při pozdějším věku ryb mohla způsobit problémy s reprodukcí odchovaných ryb. Poncin (1989) a Philippart a kol. (1989) se ve svých publikacích nezmiňují o problémech s přetučněnými gonádami pohlavně dospělých ryb.

Předběžné výsledky z histologie gonád odchovávaných parem obecných tohoto experimentu byly prezentované v práci Vorlíčková a kol. (2006b). Tento článek již v loňském roce upozornil na zjištěný rozdílný vývoj gonád jikernaček a mlíčáků jednotlivých odchovávaných skupin ovšem bez podrobného popisu růstu, přežití, velikosti oocytů a zastoupení vývojových stádií oocytů a spermií u odchovávaných jikernaček a mlíčáků.

Detailní popis histologie vaječniců různých věkových kategorií parem obecných popisuje ve své práci Poncin (1996). Tento autor dále ve své práci popisuje charakteristiku čtyř vývojových stádií oocytů a dává ji do korelace s velikostí oocytů. Vedle oocytů si tento autor všimá i hodnot GSI u sledovaných jikernaček a dodává, že hodnota GSI u jikernaček pohlavně nezralých (pouze s I. vývojovým stádiem oocytů ve vaječnicích) se pohybuje od 0,2

do 1,3; GSI u jikernaček s vaječníky, které obsahují oocyty II. vývojového stádia mají hodnotu od 1,3 do 2,0. Vaječníky před ovulací obsahující i zralá IV. vývojová stádia oocytů jsou prezentovány GSI o hodnotě kolem 12,9. Hancock (1979) a Poncin (1996) ještě upozorňují na současný výskyt různých vývojových stádií oocytů u starších či pohlavně dospělých jikernaček parmy obecné. Tito autoři popisují, že oocyty ve vaječnicích před výtěrem jikernaček lze rozdělit do tří až čtyř velikostních skupin. Naopak po výtěru jikernaček parmy obecné lze oocyty rozdělit pouze do dvou různých velikostních skupin. Přítomnost různých vývojových stádií a tím i velikostí oocytů ve vaječnicích jikernaček parmy obecné způsobují proporcionální výtěry této ryb (Poncin, 1996). Philippart a kol. (1989) uvádí, že od jedné jikernačky parmy obecné chované v kontrolovaných podmínkách je možné získat v průměru až 10 výtěrů s 15denním intervalem v průběhu jedné výtěrové sezóny.

Struktura varlat a vývojová stádia spermií byla sledována u *Barbus longiceps* autory Stoumboudi a Abraham (1996) a pomocí těchto autorů byla rozlišena vývojová stádia spermií a sledováno jejich zastoupení ve varlatech odchovávaných mlíčáků tohoto prezentovaného experimentu.

Vliv přídatku přirozeného krmiva v krmné dávce u uměle chovaných ryb v kontrolovaných podmínkách na jejich růst, přežití a vývoj gonád nebyl zaznamenán v žádné nám dostupné odborné literatuře. Proto výsledky považujeme v tomto směru za prvotní a jejich interpretace musí být velmi opatrná. V budoucnosti je nutné tyto výsledky ještě dále ověřit prodloužením tohoto odchovu a nebo založením jiného experimentu s podobným cílem.

ZÁVĚR

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že přidavek přirozené potravy v krmné dávce uměle chovaných parem obecných v kontrolovaných podmínkách nijak neovlivnil jejich růst, přežití a hodnoty GSI odchovávaných jikernaček. Na druhé straně přidavek přirozeného krmiva pozitivně ovlivnil vývoj GSI u odchovávaných mlíčáků a rozvoj vývojových stádií oocytů a spermií ve vaječnicích a varlatech odchovávaných jikernaček a mlíčáků.

Souhrn

*V předložené studii byl hodnocen vliv rozdílného podílu přirozené potravy v krmné dávce odchovávaných roček parmy obecné (*Barbus barbus* L.) na jejich růst, přežití a vývoj gonád. Byly testovány tři skupiny různě krmených parem obecných: 1. skupina - 100% suché krmivo Carpico od firmy Coppens, 2. skupina - 22 % zmražená monokultura perlooček (*Daphnia magna*) a 78 % krmivo Carpico a 3. skupina - 40 % zmražená monokultura perlooček a 60 % krmiva Carpico. V průběhu a na konci 175denního odchovu byl sledován růst (dosazená hmotnost, celková délka, absolutní kusový přírůstek, SGR), kumulativní přežití a FCR odchovávaných ryb. Na konci experimentu byly vyhodnoceny hodnoty GSI jikernaček a mlíčáků jednotlivých skupin a tyto hodnoty byly porovnány s počáteční hodnotou GSI nasazovaných jikernaček a mlíčáků. Vedle GSI byla provedena detailní histologie vypreparovaných gonád a stanoveno procentuální zastoupení jednotlivých vývojových stádií oocytů a spermií. U odchovávaných jikernaček byly dále hodnoceny i průměry oocytů obsažených v jejich gonádách. U odchovávaných mlíčáků bylo sledováno procento mlíčáků, kteří měli na konci experimentu protučnělé gonády a tato hodnota byla poté porovnána s procentickým zastoupením protučnělých gonád u nasazovaných mlíčáků.*

Na konci odchovu roček parmy obecné bylo zjištěno, že rozdílný podíl přirozené potravy v krmné dávce parem neměl žádný vliv na jejich růst a přežití. Podobně jako u růstu a přežití, tak i u GSI jikernaček nebyl prokázán vliv rozdílné potravy na velikost hodnot jejich GSI. Naopak při detailnějším histologickém rozboru vaječnic jikernaček bylo zjištěno, že jikernačky s obohacenou krmnou dávkou o přirozené krmivo měly gonády, které obsahovaly více vyvinuté a větší oocyty než jikernačky krmené jen suchou potravou. U odchovávaných mlíčáků byl potvrzen pozitivní vliv přídatku přirozeného krmiva v jejich krmné dávce na velikost hodnot GSI i na vývoj spermií ve jejich varlatech. Současně nejvyšší podíl přirozené potravy v krmné dávce mlíčáků pozitivně snížil i procento výskytu jejich přetučnělých gonád. Statisticky bylo prokázáno, že všechny odchované jikernačky i mlíčáci měli gonády na konci odchovu vyvinutější než jikernačky a mlíčáci, kteří byli do testu nasazováni.

Poděkování:

Tato práce byla finančně podpořena výzkumným záměrem VÚRH JU Vodňany MSM 6007665809, projektem GAČR 523/06/P142 a NAZV QF3028.

Literatura:

- Cahu, C., Salen, P., de Lorgeril, M., 2004. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible difference in lipid nutritional values. *Nutrition metabolism and cardiovascular diseases*, 14 (1): 34 - 41.
- Dabrowski, K., Kaushik, S.J., Fauconneau, B., 1985. Rearing of sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt) larvae. I. Feeding trial. *Aquaculture*, 47: 185 - 192.
- Fiogbé, E. D., Kestemont, P., 2003. Optimum daily ration for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. *Aquaculture*, 216: 243 - 252.
- Fiala, J., Spurný, P., 2001. Intensive rearing of the common barbel (*Barbus barbus* L.) larvae using dry starter feeds and natural diet under controlled conditions. *Czech Journal of Animal Science*, 7: 320 - 326.
- Grier, H. J., 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *American Zoologist*, 21: 345 - 357.
- Hancock, R. S., 1979. The annual cycle of intraovarian egg size and fecundity of the barbel *Barbus barbus* in the River Severn. *Freshwater Biology*, 9: 535 - 542.
- Jobling, M., 2001. Glossary of terms. In: Food intake in fish (eds. Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M.), Blackwell Science, 377 - 415.
- Jurajda, P., 1995. Effect of channelization and regulation on fish recruitment in a flood-plain river. *Regul. Rivers Res. Manage.*, 10: 207 - 215.
- Kestemont, P., Dabrowski, K., 1996. Recent advances in the aquaculture of Percid fish. *Journal Applied Ichthyology*, 12: 137 - 200.
- Kestemont, P., Mélard, C., 2000. Aquaculture. In: Craig, J.F. Systematics, Ecology and Exploitation. In Pitcher, T.J. (ed.), Fish and Aquatic Resources Series 3, Blackwell Sciences, 191 - 224.
- Krupka, I., 1987. Umělý výtěr a odchov plůdku parmy. *Edice metodik, VÚRH Vodňany*, 23: 13 p.
- Kouřil, J., Filla, 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. *Bul. VÚRH Vodňany*, 24(3): 18-25.
- Labatzki, P., Fuhrmann, B., 1992. Satzfishaufzucht der Flußbarbe (*Barbus barbus* L.). *Fortschr. Fischereiwiss.*, 10: 69 - 73.
- Lusk, S., 1996. Development and Status of Populations of *Barbus barbus* in the Waters of the Czech Republic. *Folia Zoologica* 45 (Suppl. 1): 39 - 46.
- Lusk, S., Lusková, V., Halačka, K., Šlechta, V., Šlechtová, V., 1998. Trends and production of a fish communities of the barbel zone. *Folia Zoologica* 47 (Suppl. 1): 67-72.
- Lusk, S., Hanel, L., Lusková, V., 2004. Red List of the ichthyofauna of the Czech Republic: Development and present status. *Folia Zoologica*, 53: 215 - 226.
- Melo, Y. C., Sauer, W. H. H., 1999. Confirmation of serial spawning in the chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* off the coast of South Africa. *Marine Biology*, 135: 307 - 313.
- Migaud, H., Gardeur, J. N., Kestemont, P., Fontaine, P., 2004. Off - season spawning of Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquaculture International*, 12 (1): 87 - 102.
- Penczak, T., Kruk, A., 2000. Threatened obligatory riverine fishes in human-modified Polish rivers. *Ecol. Freshw. Fish*, 9: 109 - 117.
- Penczak, T., Sierakowska, K., 2003. Anglers' records as a tool for assessing changes in fish populations. *J. Appl. Aquac.*, 19: 250 - 254.
- Philippart, J. C., 1982. Mise au point de l'alevinage contrôlé du barbeau *Barbus barbus* (L.) en Belgique. Perspectives pour le rempoissinement des rivières. *Cah. Ethol. Appl.* 2 : 173 - 202.
- Philippart, J. C., Poncin, P., Melard, Ch., 1986. La domestication du barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.) (*Cyprinidae*) en vue de la production massive contrôlée d'alevins pour le repeuplement des rivières. Résultats et problèmes. Symposium CECPI/ FAO sur la Sélection, l'hybridation et le Génie génétique Appliqués à l'aquaculture des Poissons, Mollusques et Crustacés, pour la Consommation et le Repeuplement Bordeaux, France, 27-30 mai 1986.
- Philippart, J. C., Poncin, P., Mélard, Ch., 1987. La domestication du barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.) (*Cyprinidae*) en vue de la production massive contrôlée d'alevins pour le repeuplement des rivières. Résultats et problèmes. In: Tiews, K. (ed.): Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture, 1: 227 -237.
- Philippart, J. C., Mélard, Ch., Poncin, P., 1989. Intensive culture of the common barbel, *Barbus barbus* (L.) for restocking. In: Pauw N. De, Jaspers E., Ackefors H., Wilkins N. (Eds.): Aquaculture - a biotechnology in progress, Proceedings of the International Conference Aquaculture Europe '87, 2-5 June 1987, Bredene, Belgium, European Aquaculture Society, 483 - 491.

- Poncin, P., 1989. Effects of different photoperiods on the reproduction of the barbel, *Barbus barbus* (L.) reared at constant temperature. *Journal Fish Biology*, 35: 395 - 400.
- Poncin, P., Philippart, J., Mélard, Ch., 1985. Induction of repeated spawnings in female barbel, *Barbus barbus* (L.) (*Pisces, Cyprinidae*) reared in heated water. In: Abstract of the 7 th Conference of the European Society for Comparative Physiology and Biochemistry (Fish Culture), 3 pp.
- Poncin, P., Mélard, Ch., Philippart, J., 1987. Use of temperature and photoperiod in the control of the reproduction of 3 European cyprinids: *Barbus barbus* (L.) *Leciscus cephalus* (L.) and *Tinca tinca* (L.), reared in captivity. Preliminary results, *Bulletin Francis de la Pêche. Pisciculture*, 304: 1 - 12.
- Poncin, P., Thiry, M., Lepoint, A., Philippart, J. C., 1996. Histological and biometrical study of intraovarian oocytes in barbel (*Barbus barbus*) reared in captivity. *Folia Zoologica*, 45 (suppl. 1): 117-121.
- Policar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Lepičová, A., Lepič, P., Stanny, A., 2004. Odchov juvenilní parymy obecné (*Barbus barbus* L.) při použití různých startérových krmiv. Ve: VII. Česká ichtyologická konference (ed Vykusová, B.), sborník referátů z konference, Vodňany: 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: „New challenges in Pond Aquaculture.“ Book of Abstracts (ed. Z. Adámek), České Budějovice, April 26-28 2005, 45.
- Policar T., Kozák P., Hamáčková J., Vorlíčková P., Kouřil J. 2006. Intensywny wychów brzany (*Barbus barbus*) w warunkach kontrolowanych od początku odżywiania egzogenego do uzyskania dojrzalosci plciowej. Ve sb. z konference: "Rozrod, podchow, profilaktyka ryb karpioatych i innych gatunkow", 127 - 133.
- Stoumboudi, M.T., Abraham, M., 1996. The spermatogenetic process in *Barbus longiceps*, *Capoeta damascina* and their natural sterile hybrid (Teleostei, Cyprinidae). *Journal of Fish Biology*, 49(3): 458 – 468.
- Taylor, A. A., Britton, J. R., Cowx, I. G., 2004. Does the stock density of stillwater catch and release fisheries affect the growth performance of introduced cultured barbel? *Journal of Fish Biology* 65 (Suppl. A): 308 - 313.
- Vorlíčková P., Hamáčková J., Lepičová A., Lepič P., Kozák, P., Policar T., Stanny L. A., 2006a. Intensywny podchow larw brzany (*Barbus barbus*) przy różnym okresie początkowego zywienia pokarmem zzywym przed przejściem na starter. Ve sb. z konference: "Rozrod, podchow, profilaktyka ryb karpioatych i innych gatunkow", 121 - 126.
- Vorlíčková, P., Policar, T., Hamáčková, J., Kozák, P., 2006b: Vliv rozdílné potravy používané při odchovu palem obecných v kontrolovaných podmínkách na vývoj jejich gonád. The effect of food supply on gonadal development of females and males of barb (*Barbus barbus*) in cotrolled conditions. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 42(1): 25-32.
- Wallace, R. A., Seman, K., 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist*, 21: 325-343.
- Wheeler, A., Jordan, D. R., 1990. The status of the barbel, *Barbus barbus* (L.) (Teleostei, *Cyprinidae*), in the United Kingdom. *Journal of Fish Biology* 37: 393 – 399.
- Wolnicki, J., 1997. Intensywny podchow larwalnych i młodocianych stadiów brzany *Barbus barbus* (L.) na suchych dietach komercyjnych. *Rocz. Nauk. PZW*, 10: 7 - 14.
- Wolnicki, J., Górný, W., 1994. Termiczne optimum wzrostu młodocianej świnki, *Chondrostoma nasus* L. *Komunikaty Rybackie*, (2): 18 - 19.
- Wolnicki, J., Górný, W., 1995. Survival and growth of larval and juvenile barbel (*Barbus barbus* L.) reared under controlled conditions (Abs.). *Aquaculture*, 129: 258 - 259.

Adresa autorů:

Ing. **Tomáš Policar**, Ph.D., Ing. **Pavel Kozák**, Ph.D., Ing. **Jitka Hamáčková**, doc. Ing. **Jan Kouřil**, Ph.D. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, e-mail: policar@vurh.jcu.cz

**VLIV TEPLoty VODY NA POČET SVLÉKÁNÍ A RŮST
JUVENILNÍHO RAKA SIGNÁLNÍHO
(*PACIFASTACUS LENIUSCULUS D.*)
THE EFFECT OF WATER TEMPERATURE ON NUMBER OF MOULTS AND
GROWTH OF JUVENILE SIGNAL CRAYFISH
(*PACIFASTACUS LENIUSCULUS D.*)**

BUŘIČ M., KOZÁK P., KANTA J., KOUBA A., POLICAR T.

Abstract:

The growth rate, the frequency of moulting, and the moulting interval of juvenile *Pacifastacus leniusculus* was studied under experimental conditions. Juveniles were reared individually in small boxes (45 x 30 x 40 mm) under a light regime of 12 (dark) : 12 (light) in two different temperatures, 15 °C (cold) and 21 °C (warm). Juveniles were fed frozen chironomid larvae.

Altogether, 5 moults were observed in cold water and 7 moults in warm water. The moulting periods for cold water were much longer than for warm water. The 6th developmental stage was gained on average in 57 days (1195 day degrees) in warm water and in 94 days (1353 day degrees) in cold water. When juveniles in cold water attained the 6th stage of development, juveniles in warm water already attained 8th stage. All of the intermoult periods for cold water were significantly longer compared to warm water conditions. The temperature significantly influenced duration of intermoult periods.

The average body weight and length of individual stages was very similar in both temperatures, but juveniles in warm water attained more moults. At the same time, the higher growth rate of juveniles was significant in warm water. The juveniles in warm water had higher length and weight than in cold water at the identical age. At the end of experiment, the body weight and length were 147 mg and 18.5 mm in cold water (6th stage) and 259 mg and 22.2 mm in warm water (8th stage), respectively. Variances were largest for the oldest stages.

The specific growth rate showed a significantly higher growth *P. leniusculus* juveniles in warm water and the negative correlation with age, weight, and number of moults.

Klíčová slova: invazní rak, svlékání, vývojové stádium, specifická rychlost růstu

Key words: invasive crayfish, moulting, developmental stage, specific growth rate

ÚVOD

Severoamerický rak signální je v evropských vodách nepůvodním druhem. Hojně se vyskytuje ve střední Evropě (včetně ČR), Skandinávii, Španělsku a Velké Británii. Vyskytuje se i v mnoha zemích východní Evropy, ačkoli je jeho výskyt ohraničen Pobaltím (s výjimkou Estonska) (Holdich a kol., 2006).

Rak signální se vyznačuje typickým životním cyklem příslušníků čeledi *Astacidae*. Jeho životní cyklus tedy odpovídá druhům mírného klimatického pásma, roste však rychleji a dosahuje větší velikosti než jeho evropské příbuzné (Holdich a kol., 2006; Lewis, 2002). V laboratorních experimentech byla zjištěna větší tolerance raka signálního k vyšším teplotám a jeho rychlejší růst ve srovnání s rakem bahenním (*Astacus leptodactylus*) a rakem bělonohým (*Austropotamobius pallipes*) (Holdich a kol., 2006). Sezónní růst je regulován teplotou vody – je charakteristický pro druhy mírného pásu. Některé tyto druhy rostou nejlépe v teplotách pod 22 °C, jiné jsou adaptovány na teplejší vody, přičemž ale vyžadují vyšší obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě (Reynolds, 2002). V rámci rodu *Astacus* byly ale pozorovány různé typy strategií a adaptací (Skurdal a Taugbøl, 2002).

Růst raků lze charakterizovat jako diskontinuální proces složený z jednotlivých po sobě jdoucích procesů svlékání (Ackefors a kol., 1995; Lowery, 1988). Zatímco vnitřní fyziologický růst raků je kontinuální, k velkému přírůstku délky a hmotnosti dochází pouze při svlékání. Proces svlékání raků je řízen hormonálně (Aiken a Waddy, 1992). Za jeho regulaci je zodpovědná žláza s vnitřní sekrecí zvaná Y-orgán (Lowery, 1988). Pakliže růst je

způsoben procesem svlékání, rychlost růstu je výsledkem přírůstků za svlékání a frekvence svlékání (Reynolds, 2002; Lowery, 1988). Frekvence svlékání může být ovlivněna teplotou, dostupností potravy (Lowery a Holdich, 1988; Price a Payne, 1984) a individuální rychlostí růstu jedince (Price a Payne, 1984). Frekvence svlékání je rovněž závislá na stáří jedince (Lewis, 2002). Svlékání jsou velmi početná v prvním roce života raků, a jejich počet se postupně zmenšuje až do dosažení pohlavní dospělosti (Reynolds, 2002). Holdich a kol. (2006) uvádí, že rak signální může během prvního roku života prodělat až 11 svlékání. Od třetího roku života se pak obvykle svléká dvakrát do roka (Shimizu a Goldman, 1983) a od čtvrtého roku pouze jedenkrát za rok (Lewis, 2002; Shimizu a Goldman, 1983). Hamr (2002) uvádí, že juvenilní raci z čeledi *Cambaridae* se v prvním létě svlékají více než desetkrát. Ačkoli dvě a méně svlékání do roka mohou zvětšit šance na přežití, tři a více svlékání do roka se vyskytují u několika druhů z čeledi *Cambaridae* (Price a Payne, 1984). Dospělí raci všech druhů vyskytujících se v ČR se svlékají během teplejší periody roku s dvěma hlavními vrcholy: v květnu - červnu a srpnu – září. Svlékání juvenilů a nedospělých raků se odehrává také zejména v letních měsících (Stucki, 2002).

Cílem tohoto experimentu bylo zjistit frekvenci svlékání, délkové a hmotnostní přírůstky jednotlivých vývojových stádií, specifickou rychlost růstu a délku trvání jednotlivých stádií během prvních měsíců života ráčat raka signálního odchovávaného ve dvou různých teplotách.

MATERIÁL A METODIKA

Experiment byl proveden v experimentálním rybochovném objektu Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického JU ve Vodňanech od května do září 2005.

V dubnu byly odloveny v rybnících nedaleko Velkého Meziříčí samice raka signálního s vajíčky. Samice byly umístěny individuálně v uzavřených úkrytech do 2 odchovných žlabů (5 ks samic do každého žlabu) s teplotou vody 15 °C a 21 °C. Samice zde byly umístěny do doby, než došlo k líhnutí ráčat. Následně po líhnutí byli juvenilové v 1. vývojovém stádiu separováni od samic a umístěni do plastových boxů vyrobených z průhledného plastu. Každý plastový box obsahoval 18 oddělených komůrek o rozměrech 45 x 30 x 40 mm, kam byla ráčata individuálně umístěna. Boxy byly vloženy do žlabů, kde byly předtím chovány samice. Celkem bylo do každého žlabu nasazeno 36 ks ráčat v 1. vývojovém stádiu.

Juvenilové byli denně krmeni mraženými patentkami *ad libitum*. Nespotřebované krmivo z předchozího dne bylo při krmení odstraněno. Během experimentu byla fotoperioda udržována na úrovni 12 hodin světlo a 12 hodin tma. Denně probíhalo měření rozpuštěného kyslíku ve vodě a pH. Hodnoty obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě dosahovaly průměrně 9,5 mg.l⁻¹ (vždy nad 7,5 mg.l⁻¹) a pH 7,4 (v rozmezí 7,1 - 7,6). Teplota byla denně měřena pomocí teplotních čidel. Juvenilové byli odchováni, stejně jako samice, ve dvou různých teplotách tj. 15 °C (chlad) a 21 °C (teplo). Průměrná teplota ve žlabech byla 14,3 ± 0,64 °C a 20,5 ± 0,69 °C.

Juvenilové byli denně kontrolováni. Sledován byl počet a doba svlékání, hmotnost, celková délka a přežití ráčat. Hmotnost a délka raků byly měřeny dva dny po každém svlékání z důvodu ztvrdnutí krunyře a dosažení konečné hmotnosti. Každý juvenil byl před vážením opatrně osušen položením na filtrační papír. Hmotnost byla zjišťována na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Celková délka byla měřena od vrcholku rostra po konec telsonu s přesností na 0,5 mm. Při vyhodnocování výsledků experimentu bylo použito několika vzorců:

Vzorec pro zjištění specifické rychlosti růstu (SGR):

$$SGR = (\ln(W_t) - \ln(W_i)) \times 100/T \quad (\% \text{ za den})$$

kde W_t = hmotnost (g) v čase t , W_i = počáteční hmotnost (g) a T = čas (dny).

Vzorec k určení intervalu mezi svlékáními:

$$T_{im} = T_{n+1} - T_n \text{ (dny)}$$

kde T_n = doba svlékání n a T_{n+1} = doba svlékání $n + 1$ (Jussila a Evans, 1996).

Vzorec k určení procentního hmotnostního přírůstku za svlékání:

$$W_m = (W_b - W_a) \times 100 / W_b \text{ (% za svlékání)}$$

kde W_a = hmotnost před a W_b = po svlékání (Brewis a Bowler, 1982) a jeho

modifikace pro procentní délkový přírůstek:

$$L_m = (L_b - L_a) \times 100 / L_b \text{ (%)}$$

kde L_a = délka po s L_b = před svlékáním.

Pro porovnání SGR bylo použito Levenova testu ($F = 12,077432$; $p = 0,0000$) na zjištění shody rozptylů a poté Kruskal-Wallisova testu ($H = 193,1285$; $p = 0,0000$) a vícenásobného porovnání. Pro porovnání hmotnosti jednotlivých stádií, kdy byla ráčata přibližně stejně stará, bylo použito Levenova testu ($F = 2,496679$; $p = 0,033684$) na zjištění shody rozptylů, poté jednofaktorové ANOVY ($F = 65,17710$; $p = 0,000000$) a následně Tukeyeho HSD testu. Pro hodnocení rozdílů mezi délkami stádií mezi teplotami byly použity t-testy nezávislých vzorků. Pro všechny testy byla použita hodnota $\alpha = 0,05$. Pro statistické vyhodnocení výsledků bylo použito programu Statistika 6.0 (StatSoft, Inc.).

VÝSLEDKY**Líhnutí a frekvence svlékání**

Chladná voda. Líhnutí ráčat probíhalo od 23. do 27. května. Juvenilové prodělali první proces svlékání mezi 3. a 9. červnem. Druhé svlékání se odehrálo 21. - 26. června, třetí potom v období 10. - 19. července, čtvrté od 29. července do 12. srpna a páté svlékání proběhlo mezi 22. srpnem a 13. zářím. Na konci experimentu všechna ráčata v chladné vodě dosáhla 6. vývojového stádia.

Teplá voda. Líhnutí ráčat probíhalo od 23. do 24. května. Všichni juvenilové se poprvé svlékali 30. května. Druhé svlékání probíhalo 8. - 12. června, třetí pak mezi 19. a 21. červnem, čtvrté od 30. června do 5. července, páté 17. - 23. července, šesté mezi 31. červencem a 10. srpnem a poslední sledované sedmé svlékání probíhalo od 20. srpna do 8. září. Na konci experimentu všechna ráčata v teplé vodě dosáhla 8. vývojového stádia.

Proces svlékání byl rychlejší v teplé vodě. V době, kdy všichni juvenilové v teplé vodě již dosáhli 8. vývojového stádia, nedosáhli ještě všichni juvenilové v chladné vodě 6. stádia. Teplota vody měla významný vliv na frekvenci svlékání.

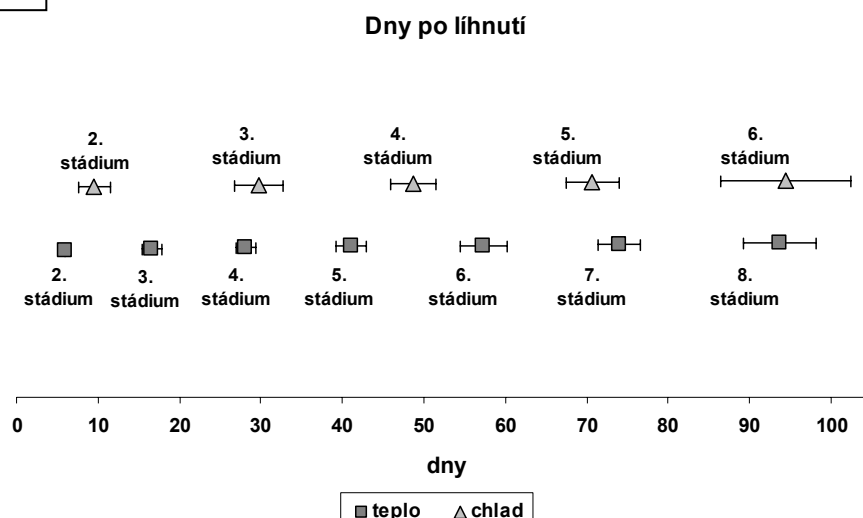
Délka trvání stádia

Byly zjištěny výrazně kratší intervaly mezi jednotlivými svlékáními (délky trvání stádií) u ráčat odchovávaných na teplé vodě (tab. 1). V obou teplotách se doba trvání stádia postupně prodlužovala. Délka všech stádií na chladné vodě byla statisticky významně delší. Počet dnů potřebných pro dosažení 8. vývojového stádia byl zjištěn u ráčat v teplé vodě průměrně $90,9 \pm 4,48$ dní (v rozmezí od 83 do 97 dní). Šestého vývojového stádia dosáhla ráčata v teplé vodě v průměru ve stáří $57,3 \pm 2,96$ dní (1195 d°), v chladné vodě tomu tak bylo ve stáří průměrně $94 \pm 7,76$ dní (v rozmezí od 81 do 110 dní) (1353 d°). Rozptýly hodnot rostly s každým dalším vývojovým stádiem. Na studené vodě byl rozptyl dat vyšší než na teplé. Teplota vody má významný vliv na trvání intervalů mezi svlékáními. Délky jednotlivých vývojových stádií a dobu ve dnech nutnou k jejich dosažení uvádí obr. 1.

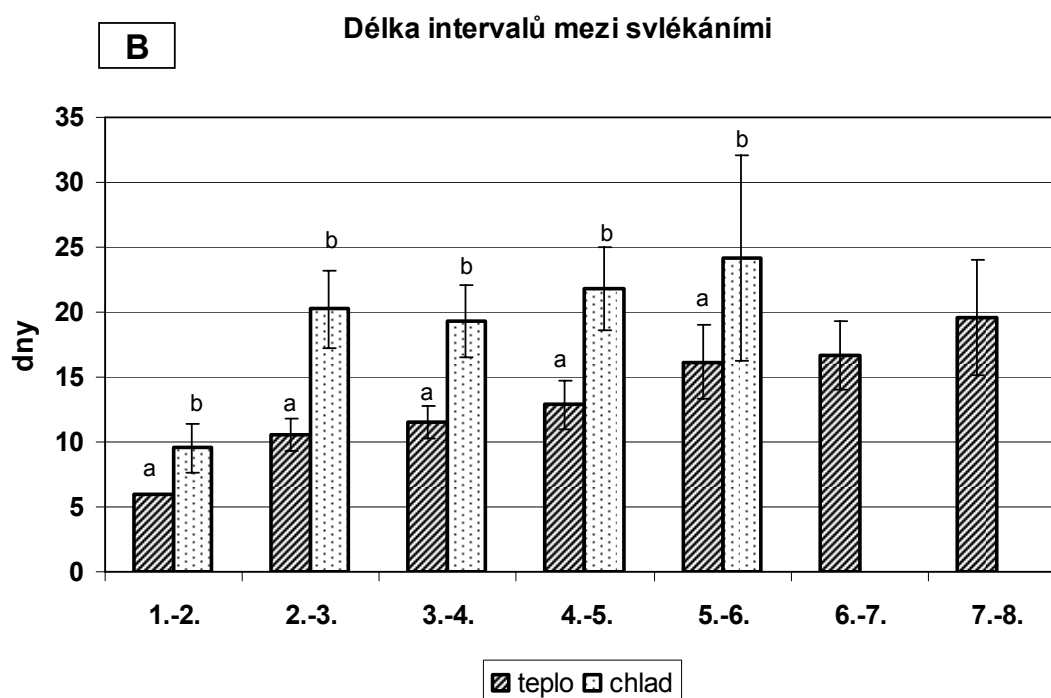
Tab. 1. Délka trvání jednotlivých vývojových stádií juvenilů raka signálního
Length of consecutive developmental stages in juvenile Pacifastacus leniusculus

		Délka trvání stádia						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
chlad	dny	9,6±1,9 ^a	20,2±2,9 ^a	19,2±2,8 ^a	21,8±3,2 ^a	24,2±7,9 ^a		
	(d°)	137,4±28,7	293,4±42,6	271,7±40,3	318,6±46	337,3±87,6		
teplo	dny	6±0 ^o	10,6±1,2 ^o	11,6±1,6 ^o	12,9±2 ^o	16,2±3 ^o	16,6±4,2	19,6±4,5
	(d°)	125,7±0	212,6±24,6	239,7±25,7	269,9±39,3	347,5±82,1	344,6±54,6	410,2±112,8

A



B



Obr. 1: Doba do dosažení jednotlivých vývojových stádií ve dnech od vylíhnutí (A) a délka trvání jednotlivých svlékání (B) pro ráčata raka signálního. V grafech jsou uvedeny průměrné hodnoty se směrodatnou odchylkou.

Time from hatching to reach of consecutive developmental stages (A) and intermoult periods (B) for P. leniusculus juveniles in their first 3 months of life. Average values and standard deviation are shown.

Hmotnostní a délkový přírůstek za svlékání

Chladná voda. Průměrný procentní přírůstek hmotnosti byl zjištěn na úrovni 68,5 % pro první svlékání a 60,6 - 61,2 % pro svlékání druhé, třetí a čtvrté. Pro páté svlékání byl vypočten průměrný procentní přírůstek hmotnosti 33,2 %. Průměrný procentní přírůstek délky dosahoval hodnot okolo 20 % (20,1 a 20,5 %) pro druhé a třetí svlékání, 16,7 % pro čtvrté a 11,7 % pro svlékání páté. Průměrný absolutní přírůstek hmotnosti za svlékání byl zjištěn $11,6 \pm 2,9$ mg po prvním svlékání a postupně narůstal až na $41,3 \pm 16,2$ mg po pátém svlékání. Průměrný absolutní přírůstek délky za svlékání byl zjištěn 1,89 mm a 1,97 mm po druhém resp. pátém svlékání a 2,23 mm a 2,34 mm po třetím a čtvrtém svlékání.

Teplá voda. Průměrný procentní přírůstek hmotnosti byl zjištěn na úrovni 89,9 % pro první svlékání a 63,4 % pro druhé. Od třetího do pátého svlékání se procentní přírůstek hmotnosti pohyboval v rozmezí 34 - 58% a při šestém a sedmém svlékání se stabilizoval na 33,6 - 34%. Průměrný procentní přírůstek délky byl pro druhé a třetí svlékání zjištěn na úrovni 21,4 %, resp. 14,8 %. Po všech dalších svlékáních byl přírůstek podobný a pohyboval se v rozpětí od 10,5 % do 13,5 %. Průměrný absolutní přírůstek hmotnosti postupně narůstal z $15 \pm 4,4$ mg (pro první svlékání), přes $26,2 \pm 11,9$ mg (čtvrté svlékání), až do $70 \pm 37,8$ mg (sedmé svlékání). Průměrné absolutní přírůstky délky se pohybovaly v rozmezí 1,59 - 1,85 mm (pro třetí, čtvrté a páté svlékání) a 2,19 - 2,34 (pro svlékání druhé, šesté a sedmé).

Průměrné procentní přírůstky hmotnosti a délky těla postupně klesaly s přibývajícím počtem svlékání, zvyšující se délkou, hmotností a věkem. Na teplé vodě byly počáteční hodnoty přírůstků vyšší a jejich uváděný pokles prudší, přesto byly konečné hodnoty velice podobné hodnotám dosaženým v chladné vodě. Absolutní přírůstky hmotnosti i délky těla raků a jejich rozptyl postupně narůstaly se zvyšujícím se počtem prodělaných svlékání, větší délkou, hmotností a věkem. Průměrné absolutní přírůstky hmotnosti a délky pro obě teploty byly velmi podobné a rozdíly mezi nimi nebyly statisticky významné. Přehledné znázornění vývoje procentních a absolutních přírůstků hmotnosti uvádí obr. 2.

Růst

Průměrná hmotnost a délka těla jednotlivých vývojových stádií v obou teplotách byly velmi podobné a signifikantně se nelišily. Juvenilové v teplé vodě se ale častěji svlékali a dosáhli tak za stejnou dobu vyšší hmotnosti i délky. Signifikantně rychlejší růst vykazovala tedy ráčata raka signálního odchovávaná na teplé vodě. Hmotnost a délka juvenilů dosažená na konci experimentu (ve stáří průměrně 93 dní) byla 147 mg a 18,5 mm v chladné vodě a 259 mg a 22,2 mm v teplé vodě. Ráčata na teplé vodě ve stáří cca. 57 dní (6. stádium) a 72 dní (7. stádium) byla signifikantně větší ($p = 0,002071$; $p = 0,000020$) než ráčata v 5. stádiu (72 dní) na chladné vodě. Ve stáří 72 dní (7. stádium) a 91 dní (8. stádium) byla ráčata na teplé vodě signifikantně větší než ráčata ve stáří 94 dní (6. stádium) na chladné vodě ($p = 0,002740$; $p = 0,000020$). Podrobné zpracování studia růstu juvenilů raka signálního v našem experimentu uvádí tab. 2. Rozptyly hodnot byly větší s každým dalším vývojovým stádiem. Lineární závislost hmotnosti na stáří ráčat ve dnech a průměrnou hmotnost ráčat v jednotlivých vývojových stádiích znázorňuje obr. 3. Lineární korelace délky a hmotnosti se stářím ve dnech od líhnutí lze vyjádřit regresními rovnicemi:

Lineární závislost hmotnosti na stáří ráčat ve dnech:

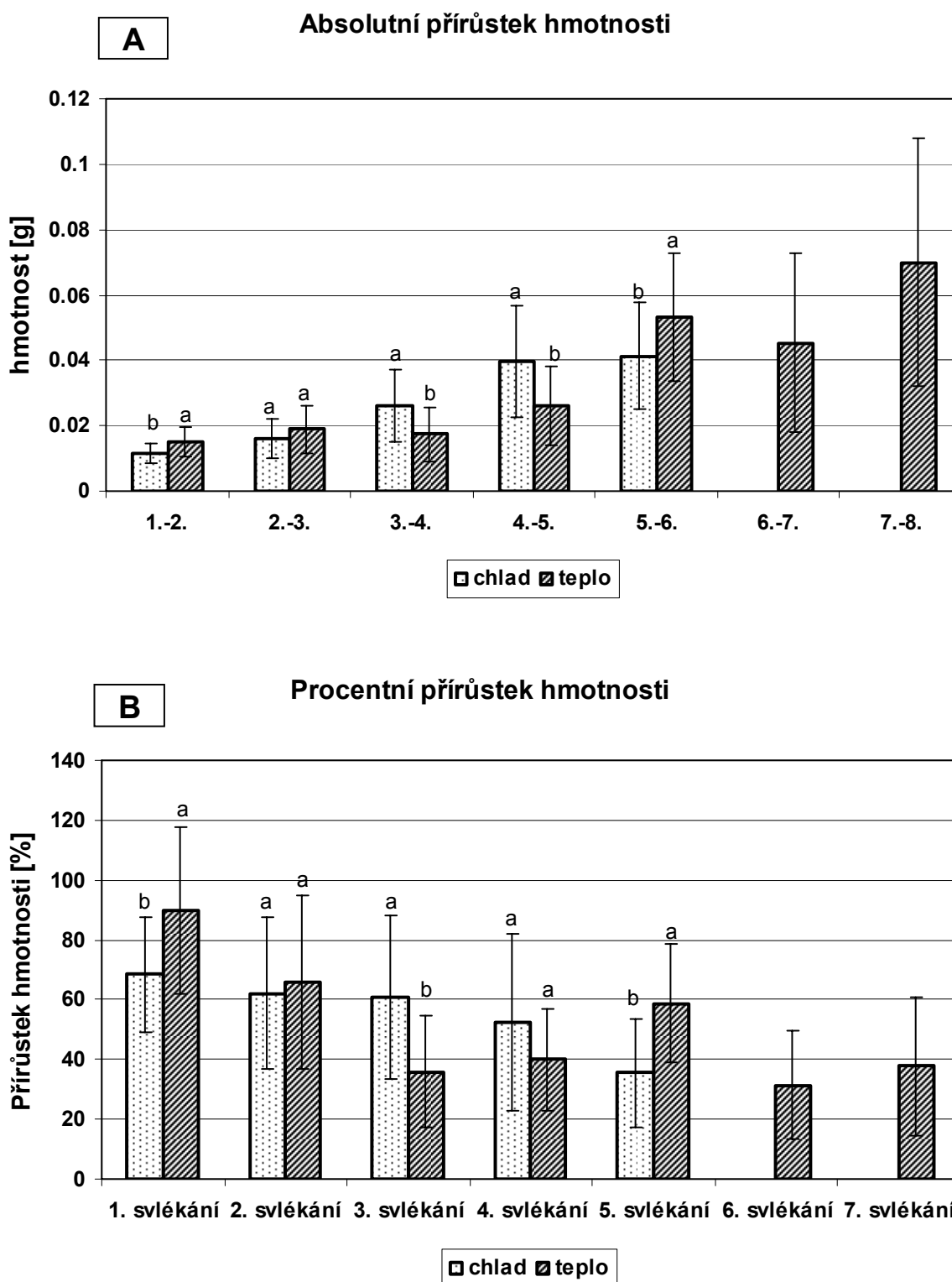
$$y = 0,0014x + 0,0095; R^2 = 0,9819 \quad \text{- pro } 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$y = 0,0026x + 0,0043; R^2 = 0,9772 \quad \text{- pro } 21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Lineární závislost délky na stáří ráčat ve dnech:

$$y = 0,1048x + 8,8685; R^2 = 0,995 \quad \text{- pro } 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$y = 0,1353x + 10,03; R^2 = 0,9929 \quad \text{- pro } 21 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Obr. 2: Absolutní přírůstky hmotnosti (A) a procentní přírůstky hmotnosti (B) v jednotlivých vývojových stádiích juvenilů raka signálního. Zobrazeny jsou průměrné hodnoty a směrodatné odchylky.

*The absolute body wet weight increments (A) and percent weight increments (B) in individual developmental stages for *P. leniusculus* juveniles. Average values and standard deviation are shown.*

Specifická rychlost růstu

Specifická rychlost růstu (SGR) byla statisticky průkazně nejvyšší v obou teplotách v době do prvního svlékání, 10,45 %·den⁻¹ v teplé vodě a 5,62 %·den⁻¹ ve vodě chladné (pro obě p = 0,0000). V období do druhého svlékání se významně snížila (příčemž na teplé byla SGR statisticky průkazně vyšší; p = 0,000069). Stejně tak klesala i do 3. svlékání, kde se u obou teplot ustálila na 2,1 - 2,99 %·den⁻¹ (95% interval spolehlivosti). Na studené vodě v 5. stádiu poklesla až na 1,44 ± 0,87 %·den⁻¹. Na teplé vodě se SGR ve 4. a 5. stádiu ustálila a signifikantně se nelišila od SGR ve stádiu třetím (p = 1,0000). Čtvrtá a pátá vývojová stádia na teplé vodě měla hodnoty SGR statisticky vyšší (p = 0,026948 a p = 0,0000) než 4. a 5. stádia na studené vodě. Nižších hodnot SGR, kterých dosáhla ráčata na studené vodě již v 5. stádiu, bylo dosaženo na teplé vodě až v 6. a v 7. stádiu. Tyto hodnoty se signifikantně neliší (pro obě stádia p = 1,0000) od hodnoty dosažené na studené vodě v 5. stádiu a ani od sebe navzájem (p = 1,0000). Hodnoty SGR pro všechna vývojová stádia a obě teploty uvádí tab. 2.

Hodnoty SGR vykazují negativní mocninovou korelaci s rostoucím věkem raků, zvyšující se hmotností, délkou a počtem svlékání. Vztah SGR s hmotností a po sobě jdoucími vývojovými stádii uvádí obr. 4. Mocninné korelace SGR s různými veličinami lze vyjádřit regresními rovnicemi:

Mocninná korelace SGR a počtu svlékání:

$$y = 5,1362x^{-0,7521}; R^2 = 0,9099 \quad \text{- pro } 15^\circ\text{C}$$

$$y = 9,5084x^{-0,9376}; R^2 = 0,921 \quad \text{- pro } 21^\circ\text{C}$$

Mocninná korelace SGR a stáří ráčat ve dnech:

$$y = 17,943x^{-0,5368}; R^2 = 0,9332 \quad \text{- pro } 15^\circ\text{C}$$

$$y = 31,991x^{-0,6719}; R^2 = 0,9231 \quad \text{- pro } 21^\circ\text{C}$$

Mocninná korelace SGR a hmotnosti:

$$y = 0,4177x^{-0,6588}; R^2 = 0,8318 \quad \text{- pro } 15^\circ\text{C}$$

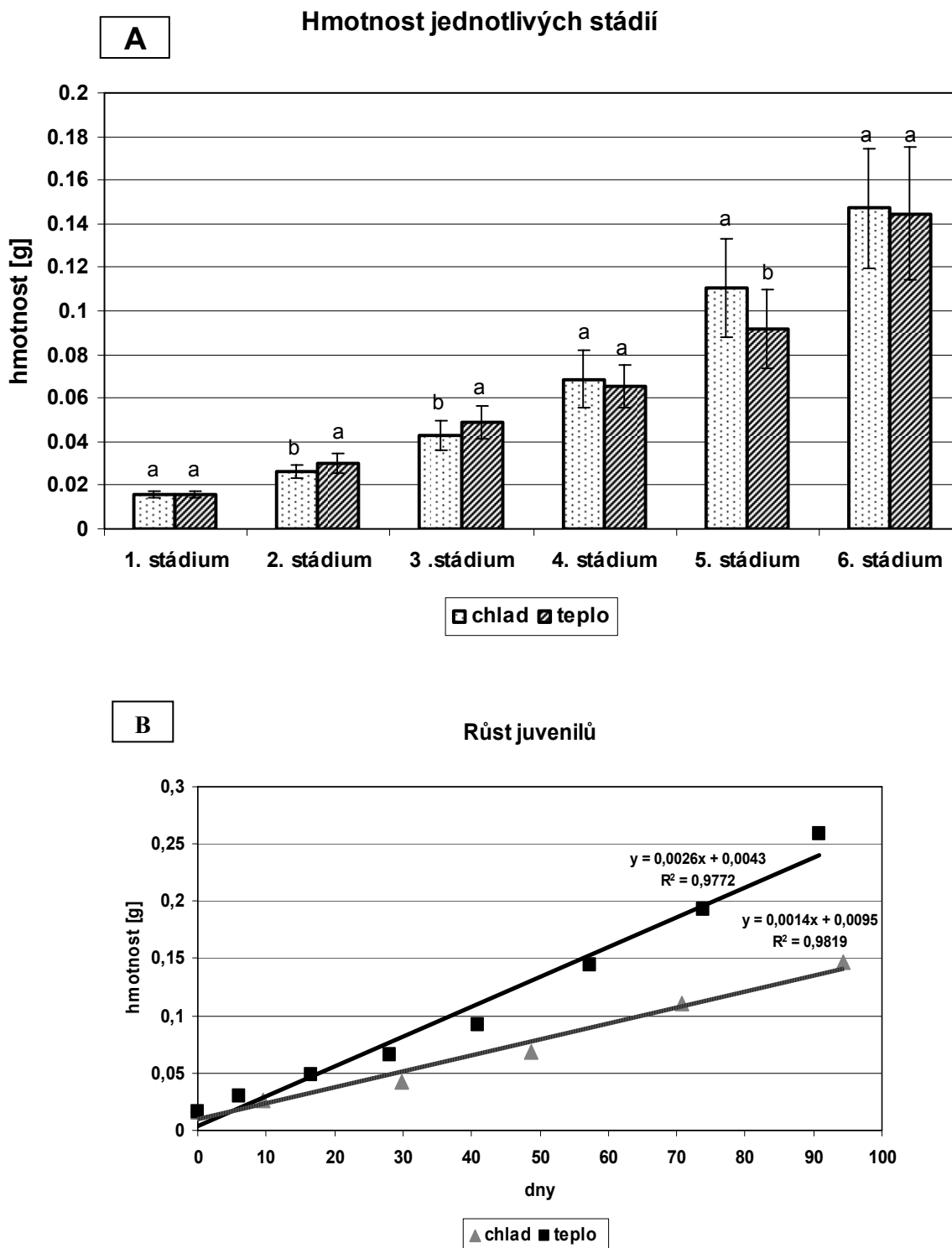
$$y = 0,4697x^{-0,788}; R^2 = 0,8326 \quad \text{- pro } 21^\circ\text{C}$$

Ze zjištěných údajů vyplývá, že rak signální je schopen na teplé vodě udržet růstovou schopnost delší dobu na vyšší úrovni. To vede společně s vyšším počtem svlékání na teplé vodě k jeho statisticky významně vyšší rychlosti růstu v teplé vodě.

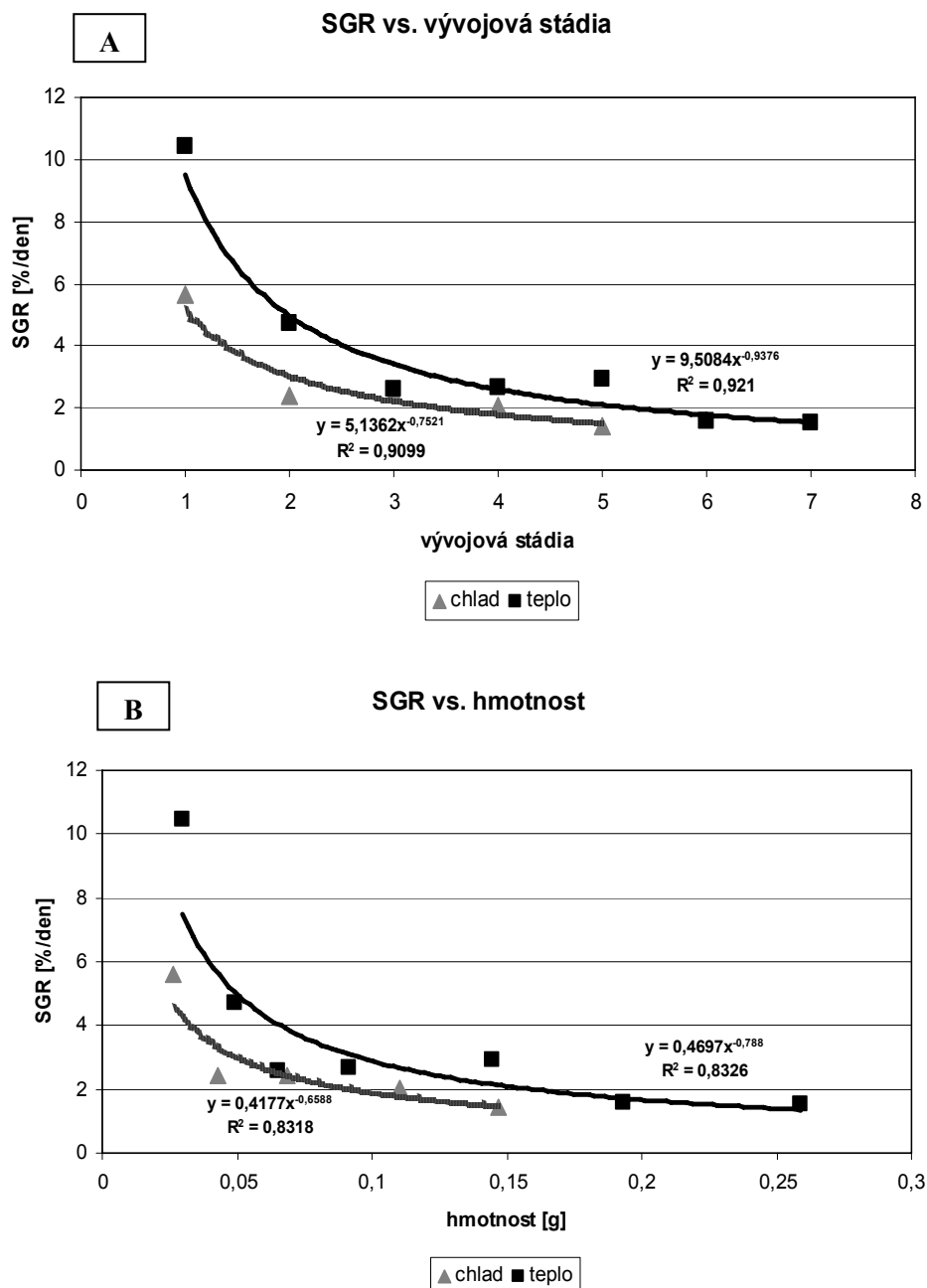
Tab. 2: Hmotnost, délka těla a specifická rychlost růst pro jednotlivá vývojová stádia juvenilních raků signálních odchovávaných ve dvou různých teplotách s udáním jejich stáří ve dnech.

Body wet weight, length, specific growth rate and age in days for consecutive developmental stages of juvenile Pacifastacus leniusculus reared under two different temperatures.

stádium	stáří (dny)		délka (mm)		hmotnost (mg)		SGR (%/den)	
	15°C	21°C	15°C	21°C	15°C	21°C	15°C	21°C
I.	0	0			15,76	15,7	5,62	10,45
II.	9,6	6	9,82	10,25	26,54	29,91	2,41	4,71
III.	29,8	16,6	11,79	12,44	42,77	48,87	2,44	2,6
IV.	48,8	28,1	14,2	14,29	68,72	65,4	2,05	2,66
V.	70,7	41	16,57	15,91	110,35	91,51	1,44	2,94
VI.	94,4	57,3	18,5	17,59	147,01	144,68		1,56
VII.		73,9		19,97		193,28		1,52
VIII.		90,9		22,23		258,59		



Obr. 3: Průměrná hmotnost jednotlivých vývojových stádií raka signálního s uvedením směrodatných odchylek (A). Hmotnostní růst juvenilů raka signálního odchovávaných ve dvou různých teplotách s uvedením rovnic lineární korelace (B).
*The average body wet weight in individual developmental stages of juveniles *Pacifastacus leniusculus*. Average values and standard deviation are shown (A). The growth of *P. leniusculus* juveniles reared at two different temperatures. The equations of linear correlation are shown (B).*



Obr. 4: Závislost specifické rychlosti růstu (SGR) na počtu svlékání (A) a hmotnosti ráčat (B) raka signálního odchovávaného ve dvou různých teplotách. Z grafů je patrná významná mocnná korelace s uvedením regresních rovnic.

*The relationship of specific growth rate and number of moults (A) and weight (B) of the *P. leniusculus* juveniles reared at two different temperatures. The equations of power function correlation are shown.*

DISKUZE

Naše výsledky potvrzují očekávaný rychlejší růst a vyšší frekvenci svlékání ráčat raka signálního v teplejší vodě. Tento výsledek kladně koreluje s výsledky různých autorů a je uváděn u různých druhů raků (Reynolds, 2002; Lowery, 1988; Tamkeviciene, 1988; Lowery a Holdich, 1988; Price a Payne, 1984). Ráčata raka signálního v našem pokusu dosáhla během 3 měsíců 6. stádia (při hmotnosti 147 mg a délce 18,5 mm) a 8. vývojového stádia (při

hmotnosti 259 mg a délce 22,2 mm) v chladné resp. teplé vodě. Ackefors a kol. (1995) udává dosažení 8. vývojového stádia u raka říčního mezi 78 a 83 dny (při teplotě udržované na 20 °C) a jeho hmotnost v 7. vývojovém stádiu 170 - 220 mg. To zhruba odpovídá námi zjištěné hmotnosti raka signálního 177 - 210 mg v témže stádiu při teplotě vody 21 °C. Ackefors a kol. (1995) ale uvádí vysoké hodnoty hmotnosti pro raka říčního i ve 2. vývojovém stádiu 29 - 38 mg, což je nepatrně více než u našich hodnot pro raka signálního - 26,5 mg (chladná voda), 29,9 mg (teplá voda). Tulonon a kol. (1995) uvádí rychlejší růst raka signálního než raka říčního s průměrnou délkou hlavohruďi po jedné vegetační sezóně 17,9 mm. Tamkevicene (1988) uvádí rovněž rychlejší růst juvenilního raka signálního (při teplotě 17 - 23 °C). V této studii raci signální během prvních 4 měsíců života prodělali 8 - 9 svlékání a dosahovali délky těla 29 - 34 mm a hmotnosti 560 - 740 mg. Podle Tamkevicene (1988) rak signální ve stáří 68 dnů dosahuje hmotnosti přibližně 279 mg a délky 22 mm. Téměř stejných hodnot dosáhl rak signální v našem pokusu ve stáří 91 dnů (21 °C). Savolainen a kol. (2004) uvádí hmotnost raka signálního přibližně ve 100 dnech věku (odchovávaného při teplotách mezi 16,1 - 19,4 °C) ve velmi širokém rozmezí 294 - 690 mg. Raci v našem experimentu však byli prostorově omezeni, což podle Ackeforse a kol. (1995) negativně ovlivňuje růst raků.

Ackefors a kol. (1995) uvádí prodlužování intervalů mezi svlékáním u raka říčního od 3. do 7. vývojového stádia z 11 na 21 dnů při teplotě vody 20 °C (3. - 4. stádium 9,9 - 11,6 dní, 4. - 5. stádium 11,7 - 13,7 dní; 5. - 6. stádium 15,8 - 17,3 dní; 6. - 7. stádium 18,5 - 21,5 dní). Tyto údaje zhruba odpovídají nám zjištěným intervalům pro raka signálního při teplotě 21 °C: 11,6 ± 1,6 dní (3. - 4. stádium), 12,9 ± 2 dní (4. - 5. stádium), 16,2 ± 3 dní (5. - 6. stádium) a 16,6 ± 4,2 dní (6. - 7. stádium).

Námi zjištěný průměrný procentní přírůstek délky těla raků v chladné vodě dosahoval hodnot okolo 20 % pro druhé i třetí svlékání, 16,7 % pro čtvrté a 11,7 % pro svlékání páté, v teplé vodě pak pro druhé a třetí svlékání na úrovni 21,4 %, resp. 14,8 %. Při dalších svlékáních až do posledního 7. svlékání byl přírůstek podobný a pohyboval se v rozpětí od 10,5 % do 13,5 %. Ackefors a kol. (1995) udává u raka říčního průměrný procentní přírůstek délky těla 16 - 19 % pro druhé svlékání a od 3. do 7. svlékání 10 - 14 %. Námi zjištěné délkové přírůstky byly velmi podobné. Jinak tomu bylo u procentního přírůstku hmotnosti, kdy naše hodnoty (68,5 % pro 1. svlékání, 60,6 - 61,2 % pro svlékání 2., 3. a 4. a 33,2 % pro 5. svlékání v chladné vodě; 89,9 % pro 1. svlékání, 63,4 % pro 2., od 3. do 5. svlékání v rozmezí 34 - 58 % a při 6. a 7. svlékání 33,6 - 34%) byly vyšší než u Ackeforse a kol. (1995) - po každém svlékání 33 - 65%, přičemž většina hodnot se pohybovala okolo 40 %.

Ze zjištěných údajů a jejich porovnání s dostupnými informacemi vyplývá, že rak signální je schopen dosáhnout na teplé vodě rychlého růstu (vyvolaného častějším svlékáním), přestože je jeho růst ovlivněn menším prostorem.

ZÁVĚRY

Proces svlékání u raka signálního je rychlejší v teplé vodě. Vyšší teplota vody má významný vliv na frekvenci svlékání, protože se významně zkracuje doba trvání jednotlivých stádií. Juvenilní raci v teplé vodě vykazovali rychlejší růst. Hmotnost a velikost jednotlivých stádií na teplé a studené vodě se od sebe ale nelišily. Proto je jasné, že růst ráčat je přímo ovlivněn vyšší frekvencí svlékání. Částečný vliv na růst může mít individuální růstová schopnost jedinců způsobující velký rozptyl dat.

Průměrné absolutní přírůstky raků za svlékání se mezi teplotami významně nelišily, ale nebylo tomu tak u procentních přírůstků. Ty vykazovaly v teplé vodě vyšší počáteční hodnoty a jejich strmější pokles. Procentní přírůstky v teplé vodě zároveň klesly na nižší hodnoty v pozdějších stádiích než ve vodě chladné. Z toho vyplývá i vyšší specifická rychlost růstu (SGR) ráčat na teplé vodě po celou dobu odchovu. Zjištěné hodnoty SGR vykazovaly

negativní mocninou korelaci s rostoucím věkem, zvyšující se hmotností, délkou a počtem svlékání.

Z výsledků vyplývá, že rak signální je schopen na teplé vodě udržet růstovou schopnost delší dobu na vyšší úrovni. To vede společně s vyšším počtem svlékání na teplé vodě k jeho statisticky významně rychlejšímu růstu v teplé vodě.

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla finančně podpořena výzkumným záměrem MSM 600766809 a projekty MŠMT ME 855 a GAAV IAA601870701.

LITERATURA

- Aiken, D. E., Waddy, S. L. 1992. The growth process in crayfish. *Reviews of Aquatic Sciences*, 6: 335 - 381.
- Ackefors, H., Gydemo, R., Keyser, P. 1995. Growth and moulting in confined juvenile noble crayfish *Astacus astacus* (L.) (Decapoda, Astacidae). *Freshwater crayfish*, 10. Geddes, M. C., Fiedler, D. R. & Richardson, A. M. M. (eds): 396 - 409.
- Brewis, J. M., Bowler, K. 1982. Growth of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* in Northumbria. *Freshwater Biology*, 12: 187 - 200.
- Hamr, P. 2002. *Orconectes*. *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich D.M.(ed) Blackwell Science Ltd., London: 585 - 608.
- Holdich, D. M., Haffner, P., Noël, P., Carral, J., Füderer, L., Gherardi, F., Machino, Y., Madec, J., Pöckl, M., Šmietana, P., Taugbol, T., Vigneux, E. 2006. Species files. *Atlas of Crayfish in Europe*. Souty-Groset, C., Holdich, M., Noël, P., Reynolds, J. D., Haffner, P. (eds) Publications Scientifiques du MNHN, Paris : 49 – 130.
- Jussila, J., Evans, L. H. 1996. On the factors affecting marron, *Cherax tenuimanus*, growth in intensive culture. *Freshwater crayfish*, 11, Momot, W. T.(ed): 428 - 440.
- Lewis, S. D. 2002. *Pacifastacus*. *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich D. M. (ed), Blackwell Science Ltd., London.: 511 - 540.
- Lowery, R. S. 1988. Growth, Moulting and Reproduction. *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Holdich D. M. & Lowery R. S. (eds), Croom Helm, London: 83 - 113.
- Lowery, R. S., Holdich, D. M. 1988. *Pacifastacus leniusculus* in North America and Europe, with details of the distribution of introduced and native crayfish species in Europe. *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Holdich, D. M. & Lowery, R. S. (eds), Croom Helm, London: 283 - 308.
- Price, J. O., Payne, J. F. 1984. Postembryonic to adult growth and development in the crayfish *Orconectes neglectus chaenodactylus* Williams, 1952 (Decapoda, Astacidea). *Crustaceana* 46 (2). Brill E. J. (ed) Leiden: 177 - 194.
- Reynolds, J. D. 2002. Growth and reproduction. *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich D. M. (ed) Blackwell Science Ltd., London: 152 - 191.
- Savolainen, R., Ruohonen, K., Railo, E. 2004. Effect of stocking density on growth, survival and cheliped injuries of stage 2 juvenile signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana. *Aquaculture*, 231: 237 - 248.
- Shimizu, S. J., Goldman, C. R. 1983. *Pacifastacus leniusculus* (Dana) production on the Sacramento river. *Freshwater crayfish*, 5: 210 - 228.
- Skurdal, J., Taugbøl, T. 2002. *Astacus*. *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich D. M. (ed) Blackwell Science Ltd., London: 467 - 510.
- Stucki, T. P. 2002. Differences in live history of native and introduced crayfish species in Switzerland. *Freshwater crayfish*, 13: 463 - 476.
- Tamkeviciene, E. A. 1988. Growth and development of juveniles of the native and introduced species of freshwater crayfish. *Freshwater crayfish*, 7: 396 - 400.
- Tulonen, J., Erkamo, E., Kirjavainen, J. 1995. Growth rate, survival and reproduction of noble crayfish (*Astacus astacus* (L.)) and signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana). *Freshwater crayfish* 10. Geddes, M. C., Fiedler, D. R. & Richardson, A. M. M. (eds): 623 - 629.

Adresa autorů:

Ing. **Miloš Buřič**, Ing. **Pavel Kozák**, Ph.D., Ing. **Tomáš Polícar**, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany e-mail: buric@vurh.jcu.cz

J. Kanta, **A. Kouba**, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra Rybářství, Studentská 13, 370 05 České Budějovice

**PRODUKCE NÁSAĐOVÉHO MATERIÁLU OKOUNA ŘÍČNÍHO
V RYBNÍČNÍ AKVAKULTUŘE (*PERCA FLUVIATILIS* L.)
PRODUCTION OF 0+PERCH FINGERLINGS (*PERCA FLUVIATILIS* L.) IN A POND
AQUACULTURE**

BLÁHA M., MUSIL J., PETERKA J., POLICAR T.

Abstract

*The experiment were carried out in four ponds at Fish farm Nové Hrady s.r.o. Two monoculture techniques of pond 0+ perch rearing were compared. In the first treatment, prey fish, topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*, Temminck & Schlegel, 1842) was stocked into two ponds in the middle of June. In the second treatment, perch was reared without prey fish. The growth of perch was significantly highest in pond with prey fish. Perch grew slower in ponds without prey fish, but the growth was well-balanced. This experiment also shows, that littoral vegetation had positive effect on perch growth, organisms fixed on/into the vegetation respectively.*

Klíčová slova: okoun, *Perca fluviatilis*, střevlička východní, *Pseudorasbora parva*, růst, piscivorie

Key words: perch, *Perca fluviatilis*, topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva*, growth, piscivory

ÚVOD

Okoun říční se v posledních letech dostává do popředí zájmu rybářských chovů v celé Evropě. Ještě donedávna byla produkce okouna v akvakultuře omezena pouze na Českou republiku, Maďarsko, Polsko a Francii. Ovšem v posledních letech vzrostl zájem o chov této ryby i v ostatních státech Evropy - Belgii, Irsku či Švýcarsku. Důvodem je předně kvalita masa a poměrně dobré růstové vlastnosti. Roční produkce tržního okouna v naší republice činí 20,4 tun (průměr za 7 let 1998 - 2004). Toto množství tvoří 0,10 % z celkové roční produkce tržních ryb v České Republice (19 435 tun) (Brožová, 2005).

Nárůst poptávky a tedy navýšení současné produkce okouna vyžaduje dokonalé zvládnutí techniky umělého výtěru a následného odchovu okouna.

Cílem tohoto experimentu proto bylo srovnat a vyhodnotit možnosti odchovu 0+ okouna v monokultuře v rybníčních podmínkách. Zvoleny byly dvě experimentální varianty: (1) s přítomností a (2) nepřítomností potravní ryby, střevličky východní. Předpokladem bylo, že střevlička se bude během vegetační sezóny několikrát vytírat, takže lze očekávat, že se její potomstvo stane vítanou kořistí plůdku okouna. Na druhé straně bylo zapotřebí zkontrolovat, zda-li predačním tlakem omnivorní střevličky nedojde k výrazné redukci pro okouna dostupných potravních zdrojů a nebude tak naopak působit výrazně kontraproduktivně.

MATERIÁL A METODIKA

Do 4 rybníků (podrobnosti uvádí tab. 1) v Rybářství Nové Hrady s.r.o. byly 27. dubna 2005 nasazeny rozplavané larvy okouna říčního (14 - 17 dní po vylíhnutí, SL - $6,0 \pm 0,5$ mm) v experimentální obsádce 120 tis. ks.ha⁻¹. Do 2 rybníků (Kamenný a Dvorčák) byla navíc v polovině sezóny (17. června 2005) přisazena k okounům generační střevlička východní (SL - $51,1 \pm 6,8$ mm, W - $2,33 \pm 0,94$ g) v biomase 40 kg.ha⁻¹. Od konce dubna byla sledována potravní nabídka (zooplankton a zoobentos) nejprve v týdenních intervalech a od poloviny května v měsíčních intervalech až do ukončení experimentu v polovině září 2005. Ve stejných intervalech byl ve všech pokusných rybnících hodnocen růst a složení potravy plůdku okouna v závislosti na přítomnosti střevličky východní. Při všech odběrech byla měřena koncentrace kyslíku, pH a teplota vody. Podrobné chemické analýzy vody (KNK_{4,5}, CHSK_{Mn}, NO₂-N, NO₃-N, N-NH₄⁺, P-PO₄³⁻ a P-celk.) byly prováděny v měsících květnu, červenci, srpnu a září.

Obsádka 0+ okouna byla vzorkována nejprve v týdenních, později v měsíčních intervalech v prvotní fázi experimentu vlečnou ichtyoplanktonní sítí. Od června, kdy byla do 2 rybníků (Kamenný a Dvorčák) k okounovi přisazena střevlička východní, byla pro odchyt plůdku okouna a střevličky používána záťahová síť (10 x 3 m, oka 2 mm). Zátahy byly provedeny ve dvou opakováních. Ulovený plůdek byl pro pozdější potravní analýzy fixován 4 % roztokem formaldehydu. Z každého odběru bylo zváženo alespoň 20 jedinců plůdku okouna, změřena jejich celková délka těla (TL) a délka těla (SL), na jejichž základě byla spočtena relativní rychlost růstu ($(L_{\text{konečná}} - L_{\text{počáteční}})/\Delta t$). Laboratorní zpracování potravy bylo prováděno dle metodiky Hyslopa (1980). Jednotlivé potravní složky byly determinovány do rodu popřípadě do druhu, spočítány a jednotlivě zváženy.

K statistickému vyhodnocení dat byl použit program Statistika 7.0. Normální rozdělení dat bylo zjišťováno Kolmogorov-Smirnov testem a homogenita variance Bartlett's testem. Růst okouna v rybnících se střevličkou východní a bez byl porovnán hierarchickou ANOVOU (faktor s pevným efektem: přítomnost střevličky, náhodný faktor: rybník) (Lepš, 1996).

Tab. 1: Základní charakteristika pokusných rybníků
Basic characteristics of experimental ponds

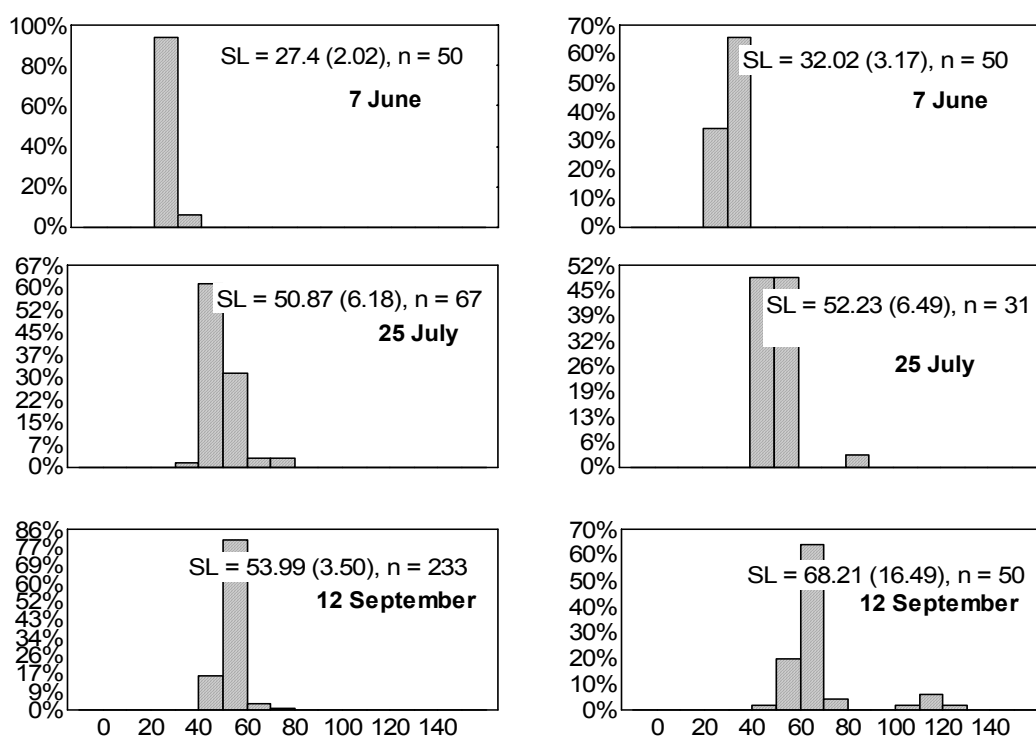
Rybník	Hejškův	Kudla	Kamenný	Dvorčák
Obsádka	okoun (120 tis. ks.ha ⁻¹)		okoun (120 tis. ks.ha ⁻¹), střevlička (40 kg.ha ⁻¹)	
Zeměpisná poloha [d, š]	14°47' 48°45'	14°42' 48°44'	14°48' 48°46'	14°52' 48°47'
Nadmořská výška [m n.m.]	540	600	520	500
rozloha [ha]	0,88	0,39	1,54	0,48
Hloubka u výpusti [m]	1,5	1,7	1,8	1,5
Přítomnost vodních rostlin	ano	ano	Ano	Ne
Dominantní druhy vodních rostlin	<i>Typha latifolia</i> , <i>Carex</i> sp. <i>Sparganium emersum</i>	<i>Glyceria fluitans</i> , <i>Eleocharis acicularis</i> , <i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Phragmites australis</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Elatine hydropiper</i>	-

VÝSLEDKY

Růst okouna

Plůdek okouna rostl nejrychleji a dosáhl v čase výlovu největší průměrné délky těla (SL) a průměrné váhy (W) v rybníku Kamenný (relativní průměrná rychlost růstu GR = 0,40 mm.den⁻¹, SL = 68,18 ± 10,54 mm, W = 6,62 ± 7,07 g). Naopak v rybníku Dvorčák rostl okoun nejpomaleji (GR = 0,30 mm.den⁻¹) a dosáhl nejmenší průměrné délky (SL = 53,84 ± 6,91 mm, W = 3,02 ± 3,75 g). V rybnících bez střevličky (Kudla a Hejškův) byl růst vyrovnanější. V rybníku Kudla rostl okoun rychlostí 0,33 mm.den⁻¹ a dosáhl průměrné velikosti (SL) 57,65 ± 4,21 mm a hmotnosti (W) 3,75 ± 9,26 g. V rybníku Hejškův byl růst mírně rychlejší (GR = 0,34 mm. den⁻¹) a okoun zde dosáhl na konci sezóny průměrné velikosti (SL) 59,27 ± 5,50 mm a průměrné hmotnosti (W) 3,66 ± 0,95 g.

V průběhu experimentu bylo možno pozorovat dvě odlišné fáze ve strukturalizaci a dynamice obsádky okouna vzhledem k přechodu na piscivorii 0+ okouna v rámci jednotlivých způsobů odchovu. V rybnících bez střevličky byla na konci sezóny (30.9.) obsádka okouna stanovena na 41 000 ks.ha⁻¹; 130,31 kg.ha⁻¹, zatímco v rybnících se střevličkou byla hustota obsádky na konci sezóny pouze 14 000 ks.ha⁻¹; 95,59 kg.ha⁻¹. Růst okouna se statisticky významně lišil mezi jednotlivými rybníky před nasazením střevličky ($F_{2,5668} = 282,7$; $p < 0,001$) a také po jejím nasazení ($F_{2,5036} = 937,2$; $p < 0,001$). Růst okouna mezi rybníky se střevličkou a bez ní se též statisticky významně lišil ($F_{1,5036} = 328,3$; $p < 0,001$) (tab. 2). Velikostní distribuce okouna v průběhu vegetační sezóny byla rozdílná v rybnících bez a se střevličkou (obr. 1). Výskyt piscivorie, podporovaný přísazením střevličky východní, vedl z původně unimodální velikostní distribuce okouna až k bimodální velikostní distribuci trvající do konce sezóny. Nejrychleji rostoucí piscivorní okouni dosáhli velikosti těla (SL) mezi 70 až 158 mm, zatímco ostatní dosáhli SL pouze mezi 40 až 68 mm. V rybnících bez střevličky byla velikostní distribuce okouna po celou sezónu unimodální, ačkoli bylo zaznamenáno několik kanibalisticky se živících 0+ okounů.



Obr. 1: Velikostní distribuce a průměrná délka okouna (SL). (vlevo) pouze okoun, (vpravo) okoun s potravní rybou.
Length distribution and mean standard length (SL) of perch. (left) only perch, (right) perch with prey fish

Potrava okouna

Celkem bylo analyzováno 262 trávicích traktů 0+ okouna. V přítomnosti submerzní vegetace tvořil hlavní potravní složku makrozoobentos. Zooplankton se významně uplatňoval v potravě 0+ okouna pouze v lokalitách prostých vegetace, kde tvořil v průběhu sezóny hlavní potravní složku. V menší míře se v potravě objevil také makrozoobentos (Chironomidae) a na konci sezóny rovněž ryby (střevlička a také menší okouni). V rybnících bez střevličky tvořil v průběhu sezóny podstatnou část přijaté potravy právě makrozoobentos (Chironomidae, Ephemeroptera, Odonata). V menší míře okouni konzumovali rovněž zooplankton. Ojediněle bylo zaznamenáno několik kanibalisticky se živících jedinců (SL > 70 mm).

V rybnících s potravní rybou byl téměř ihned po jejím nasazení pozorován přechod na piscivorii a okouni konzumovali střevličku až do konce sezóny. Potrava okounů (SL > 60 mm) byla tvořena téměř výhradně střevličkou, ke konci sezóny se v potravě objevili také menší okouni. Potrava nedravých okounů (a začínajících dravců) byla podobná jako u okounů bez přisazené střevličky, pouze podíl makrozoobentosu byl nižší ve srovnání s podílem zooplanktonu.

DISKUZE A ZÁVĚRY

Okoun říční obvykle nebývá považován v průběhu prvního roku života za piscivora (např. Persson a kol., 2000), ovšem několik studií ukazuje, že již v průběhu první sezóny je 0+ okoun schopen konzumovat ryby (např. Mehner a kol., 1996; Beeck a kol., 2002). V utváření velikostně rozdílných skupin v průběhu prvního roku života hrají u okouna významnou roli dvě skutečnosti. První z nich je rozdílná rychlost růstu u piscivorních a nepiscivorních jedinců a s tím související druhá skutečnost - mortalita u pomaleji rostoucích nepiscivorních okounů.

Zrychlení růstu při přechodu na dravý způsob života ukazují studie Mehnera a kol. (1996) a Beecka a kol. (2002). Podobně i v Nových Hradech rostl plůdek okouna rychleji v rybnících s přisazenou potravní rybou střevličkou východní (rybníky Kamenný a Dvorčák), ačkoliv délka a rychlost růstu ryb v rybníku Dvorčák byla nejnižší ze všech rybníků. Příčinou mohla být nejnižší početnost zooplanktonních organismů ze všech rybníků, a také absence litorální makrovegetace. Litorální vegetace má totiž v případě přítomnosti pozitivní vliv na růst okouna (Hargeby a kol., 2005) a také snižuje vnitrodruhovou konkurenci mezi okouny (Diehl, 1993; Hargeby a kol., 2005), která může mít negativní dopad na růst okouna (Horpilla, 2000). I když tyto údaje pocházejí ze severských jezer, zdá se, že jsou obecně platné také v rybničním prostředí, neboť právě to by mohlo vysvětlovat situaci v rybníku Dvorčák.

Přechod k dravému způsobu života je spojen s rozdílným růstem dravých a nedravých jedinců a tím pádem vytvářením velikostně rozdílných skupin v rámci populace. Rozdílnost ve vytváření těchto velikostně diverzifikovaných skupin v rámci jedné populace a speciálně bimodální velikostní distribuce je velmi dobře známa u typických piscivorů jako jsou candát obecný (*Sander lucioperca* (L.)); např. Buijse a Houthuijzen, 1992, Van Densen a kol., 1996, Musil a Peterka, 2005), okoun žlutý (*Perca flavescens* Mitchill; Post a Prankevicus, 1987) anebo okounek pstruhový (*Micropterus salmoides* Lacepede; Post, 2003). U okouna říčního byl tento jev poměrně nedávno poprvé dokumentován v práci Beeck a kol. (2002). V průběhu experimentu byly pozorovány dvě rozdílné tendence v růstu a formování velikostních skupin okouna právě s ohledem na dravý způsob života. V nepřítomnosti potravní ryby se pouze málo jedinců začalo živit dravě, kanibalisticky. Zároveň piscivorie, podmíněná přisazením střevličky do rybníků s okounem, měla nedlouho po přisazení pozitivní vliv na jeho růst, ovšem negativní vliv ve smyslu kanibalismu na nedravých okounech, kteří rostli pomaleji a stávali se tak kořistí rychleji rostoucích dravců.

Produkce násadového materiálu 0+ okouna říčního v monokultuře se jeví, podobně jako v případě odchovu candáta obecného (Musil a Peterka, 2005, Musil, 2006, Musil a Kouřil, 2006), jako mimořádně výhodná. Pro odchov se jeví vhodné rybníky s výskytem litorální makrovegetace, která zvyšuje rozmanitost rybničního prostředí a dovoluje plůdku okouna orientovat se kromě zooplanktonu také na další potravní zdroje, především fytofilní bentos, který dokáže okoun velmi dobře využívat. Přisazením střevličky východní lze, podobně jako v případě chovu candáta (Musil, 2006), docílit větších přírůstků okouna, ovšem je třeba počítat s vyšší pravděpodobností vnitrodruhového kanibalismu, a tedy s nižším počtem slovených okounů.

Tab. 2: Délkový růst okouna v průběhu sezóny 2005 [průměr ± S.D. (n)] v jednotlivých rybnících
Length growth of perch [mean ± S.D. (n)] in the individual experimental ponds during the season 2005

RYBNÍK/ DATUM	KAMENNÝ	DVORČÁK	KUDLA	HEJŠKŮV
	se střevličkou		bez střevličky	
28.4.	6,40 ± 0,42 (20)	5,98 ± 0,20 (20)	6,95 ± 0,15 (20)	6,03 ± 0,41 (20)
3.5.	7,32 ± 0,78 (11)	7,33 ± 0,61 (6)	8,44 ± 0,39 (20)	6,95 ± 0,39 (9)
10.5.	11,47 ± 0,71 (34)	10,77 ± 1,12 (31)	12,02 ± 0,64 (62)	9,69 ± 1,18 (71)
7.6.	32,02 ± 3,17 (50)	33,02 ± 1,57 (50)	27,40 ± 2,02 (50)	27,88 ± 2,81 (67)
29.6.	41,73 ± 6,08 (26)	37,16 ± 3,10 (56)	39,14 ± 2,17 (64)	38,15 ± 4,62 (71)
25.7.	52,23 ± 6,45 (31)	45,13 ± 6,64 (71)	50,87 ± 6,18 (67)	48,52 ± 4,27 (63)
24.8.	57,86 ± 2,77 (22)	52,30 ± 10,93 (73)	52,50 ± 6,36 (162)	51,68 ± 4,10 (270)
12.9.	68,12 ± 16,48 (50)	58,53 ± 7,10 (115)	53,93 ± 3,33 (233)	57,92 ± 6,24 (24)
30.9.	68,18 ± 10,54 (897)	53,84 ± 6,91 (989)	57,65 ± 4,21 (989)	59,27 ± 5,50 (984)
Průměrná rychlost růstu [mm. měsíc ⁻¹]	12,16	9,42	9,98	10,48
ROZDÍLY	*	*	*	*

Vysvětlivky: * p < 0,001

Souhrn

V rámci tohoto pokusu, který probíhal na 4 rybnících v rybníkářství Nové Hrady s.r.o., byly srovnávány dvě potenciální metody odchovu tohoročka okouna říčního. V jedné variantě byla do dvou rybníků v polovině měsíce června přisazena potravní ryba - střevlička východní (*Pseudorasbora parva*, Temminck & Schlegel, 1842), ve druhé variantě byl plůdek okouna odchovávan samostatně v monokultuře. Růst okouna byl signifikantně nejvyšší v rybníku s přisazenou potravní rybou. Bez přisazené střevličky byl růst okouna pomalejší, ale vyrovnanější. Významný vliv na růst okouna měla také litorální vegetace - resp. potravní organismy na ní vázané. Přisazením střevličky východní lze docílit větších přírůstků okouna, ovšem je třeba počítat s vyšší individuální mortalitou v důsledku vnitrodruhového kanibalismu.

Poděkování:

Studie byla vypracována v rámci výzkumného záměru MŠMT ČR č. MSM6007665809.

Literatura:

- Beeck, P., Tauber, S., Kiel, S., Borcharding, J., 2002. 0+ perch predation on 0+ bream: a case study in an eutrophic gravel pit lake. *Freshwater Biology*, 47: 2359 - 2369.
 Brožová, M., 2005. Situační a výhledová zpráva - Ryby. Mze ČR: 15-19.
 Buijse, A., D. & Houthuijzen, R., P., 1992. Piscivory, growth, and size-selectivity mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 49: 894 - 902

- Diehl, S., 1993. Effects of habitat structure on resource availability, diet and growth of benthivorous perch, *Perca fluviatilis*. *Oikos*, 67: 403 - 414.
- Hargeby, A., Blom, H., Blindow, I., Andersson, G., 2005. Increased growth and recruitment of piscivorous perch, *Perca fluviatilis*, during a transient phase of expanding submerged vegetation in a shallow lake. *Freshwater Biology*, 50: 2053 - 2062.
- Horppila, J., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Karppinen, C., Nyberg, K., Olin, M., 2000. Seasonal changes in the diets and relative abundance of perch and roach in the littoral and pelagic zones of a large lake. *Journal of Fish Biology*, 56: 51 - 72.
- Hyslop, E. J., 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17 (4): 411 - 429.
- Lepš, J., 1996. Biostatistika. Jihočeská Univerzita České Budějovice. pp. 166
- Mehner, T., Schultz, H., Bauer, D., Herbst, R., Voigt, H. & Benndorf, J., 1996. Intraguild predation and cannibalism in age 0 perch (*Perca fluviatilis*) and age 0 zander (*Stizostedion lucioperca*): interaction with zooplankton succession, prey fish availability and temperature. *Annales Zoologici Temnici*, 33: 353 - 361.
- Musil J., Peterka J., 2005. The diet of 0+ perch and pikeperch – some of aspects of transition from planktivory to piscivory. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 41 (3): 99 - 106.
- Musil J., 2006. Střevlička východní (*Pseudorasbora parva*, Temminck & Schlegel, 1842) – hodnocení nepůvodního druhu v podmínkách České republiky. In: Bolha, P. a Hausel, J. (eds.): Sborník referátů z konference o rybářství, kvalitě vody a právních předpisech souvisejících s rybářstvím: 33 - 47.
- Musil J., Kouřil J., 2006. Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících. *Edice metodik VÚRH JU Vodňany*, 76: 1 - 14.
- Persson, L., Byström, P. & Wahlström, E., 2000. Cannibalism and competition in Eurasian perch: population dynamics of an ontogenetic omnivore. *Ekology*, 81: 1058 - 1071.
- Post, D., M., 2003. Individual variation in the timing of ontogenetic niche shift in largemouth bass. *Ekology*, 84 (5): 1298 - 1310.
- Post, D., M. & Prankevicus, A., B., 1987. Size-selectivity mortality in one-of-the-year yellow perch (*Perca flavescens*): evidence from otholith microstructure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 122: 481 - 491.
- Van Densen, W., L., T., Ligvoet, W. & Roozen, R., W., M., 1996. Intra-cohort variation the individual size of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, and perch, *Perca fluviatilis*, in relation to the size spectrum of the food items. *Annales Zoologici Fennici*, 33:495 - 506.

Adresa autorů:

Ing. **Martín Bláha**, Ing. **Jiří Musil**, Ing. **Tomáš Policar**, Ph.D., Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, e-mail: blaha@vurh.jcu.cz

Mgr. **Jiří Peterka**, Ph.D., Biologické centrum AVČR, Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice

ODCHOV PODOUSTVE ŘÍČNÍ (*VIMBA VIMBA* L.) VE VĚKU 0+ A 1+ V KONTROLOVANÝCH PODMÍNKÁCH PROSTŘEDÍ V OBDOBÍ MIMO VEGETACI

REARING OF JUVENILE 0+ AND 1+ *VIMBA* (*VIMBA VIMBA* L.) UNDER CONTROLLED CONDITIONS OUT OF THE GROWING SEASON

HAMÁČKOVÁ J., KOZÁK P., POLICAR T., LEPIČ P., STANNY A.L.

Abstract

The comparison of growth performance and survival rates of one- and two-year-old vimba (*Vimba vimba* L.) originating from pond culture was performed under controlled conditions out of the growing season. This rearing was carried out in two 700-liter tanks with available water volume of 500 l for 245 days, i.e. for eight month periods. The average water temperature was 15.8 ± 3.5 °C during the whole rearing period. As a result of the culture, the stocking biomass of one- and two-year-old fish was increased 2.4 and 1.8 times, respectively, after the whole rearing period. At the end of the rearing, SWGR of one- and two-year-old fish achieved 0.45 and 0.39 %·d⁻¹, respectively. Final Fulton's coefficient of one- and two-year-old fish achieved 0.68 and 0.88, respectively. Average body weight of one- and two-year-old fish after the 245-day rearing period was 2.61 and 32.76 g, respectively.

Klíčová slova: podoustev, kontrolní podmínky prostředí, růst, přežití

Key words: vimba bream, controlled environmental conditions, growth, survival

ÚVOD

Podoustev říční (*Vimba vimba*) je původní rybou větších řek, proniká až do parmových úseků některých říček (Pokorný a kol., 2004). V minulosti patřila u nás k základním druhům rybích společenstev parmového a cejnového pásma (Dyk, 1956). Lusk a Halačka (1995) na konci minulého století zjistili úzkou korelaci mezi poklesem úlovků a poklesem početnosti populací ryb. Lusk a kol. (1996) uvádějí, že současný stav výskytu a stavu populací podoustev říční lze souhrnně označit jako „katastrofální“. Baruš a kol. (1989) uvádí, že v částech toků v povodí Moravy, Odry a Dyje tento rybí druh téměř vymizel. Červený seznam (RL) z roku 1989 navrhuje stabilizaci existující populace zavedením umělého chovu a vysazováním odchovaných násad. Podle Luska a Hanela (2000) je podoustev říční zařazena v povodí Labe jako druh zranitelný (*Vulnerable*) a v povodí Moravy a Odry jako druh kriticky ohrožený (*Critically Endangered*). V současné době patří podoustev v České republice do kategorie zranitelných druhů ryb (Lusk a kol. 2004). Z toho důvodu je potřebné tomuto druhu věnovat zvýšenou péči, včetně zavedení aktivních opatření týkajících se umělé reprodukce, odchovu a vysazování násad s cílem posílení stávajících populací a případného rozšíření na místa původního výskytu.

Cílem naší práce bylo jednak ověřit možnost odchovu dvou věkových kategorií podoustev říční v kontrolovaných podmínkách prostředí mimo vegetační období a porovnat jejich růst a přežití s údaji týkajícími se přirozených populací. Dále bylo cílem porovnat růst a přežití tří různých velikostních skupin dvouletých podoustev, které byly v minulém zimním období odchovávány v různých podmínkách.

METODIKA

Odchov podoustev říční byl proveden na experimentálním rybochovném zařízení VÚRH JU Vodňany. Zahájen byl koncem září 2005 a ukončen koncem května 2006. Délka celého odchovu byla 245 dnů (cca 8 měsíčních období). Odchovány byly 2 věkové kategorie juvenilní podoustev říční: jednoletá podoustev (ve věku P₀₊ až P₁) a 3 velikostní skupiny dvouleté podoustev (ve věku P₁₊ až P₂).

Sledování probíhalo ve dvou 700 l nádržích začleněných do velkého recirkulačního systému s biologickou a mechanickou filtrací, ohřevem a prokysličováním vody. Z důvodu zabránění vyskočení ryb z nádrže byl užitný objem snížen jen na 500 l a nádrže byly přikryty.

Pro odkrm bylo použito krmivo ASTA polské výroby (metabolizovatelná energie 18,7 MJ.kg⁻¹; 53,01 % NL; 7,64 % tuku). Krmivo bylo předkládáno ručně 4 krát denně (v 7, 11, 15 a 19 h). Zvolen byl světelný režim 13 hodin světlo, 11 hodin tma. Dvakrát denně v 7 a 15 hodin byla měřena teplota vody a množství rozpuštěného kyslíku ve vodě oximetrem WTW Oxi330i. Přibližně ve dvoutýdenních intervalech byl prováděn rozbor vody v chemické laboratoři VÚRH JU.

Při zahájení experimentu a dále vždy přibližně v měsíčních intervalech byly ryby přeloveny. Zjišťována byla celková hmotnost obsádky za účelem stanovení výše krmné dávky a provedena biometrika u reprezentativního vzorku 33 ks ryb, resp. u skupiny II starší věkové kategorie pak u všech kusů ryb (15 ks). Stanovována byla individuální hmotnost (W) a celková délka (LT) ryb. Po každém přelovení ryb bylo vypočítáváno přežití, specifická rychlost hmotnostního resp. délkového růstu (SWGR, SLWR) a Fultonův koeficient vyživenosti (FC) odchovávaných podouství.

Kvalita vody

Průměrná teplota vody během odchovu byla $T = 15,8 \pm 3,4$ °C (8,7 – 20,5 °C). Za celou dobu odchovu dosahovaly průměrné hodnoty množství ve vodě rozpuštěného kyslíku u mladších ryb $O_2 = 7,2 \pm 0,45$ mg.l⁻¹ (6,1 - 8,8 mg.l⁻¹) a u podouství starších pak $O_2 = 7,0 \pm 0,54$ mg.l⁻¹ (6,0 - 8,2 mg.l⁻¹). Průměrné hodnoty dalších sledovaných parametrů chemismu vody v průběhu odchovu byly následující: pH $6,98 \pm 0,21$, NH₄-N $1,02 \pm 2,71$ mg.l⁻¹, NO₃-N $19,9 \pm 10,4$ mg.l⁻¹, NO₂-N $0,042 \pm 0,033$ mg.l⁻¹, PO₄-P $2,87 \pm 1,74$ mg.l⁻¹ a CHSK_{Mn} $10,5 \pm 1,83$ mg.l⁻¹.

Odchov podouství jednoletých

Nasazeny byly ryby, které od váčkového plůdku do podzimu byly chovány v rybníčních podmínkách. Při nasazení byla jejich průměrná počáteční kusová hmotnost $0,85 \pm 0,24$ g.ks⁻¹ a průměrná celková délka $50,36 \pm 4,17$ mm.ks⁻¹. Koeficient vyživenosti dle Fultona byl na úrovni $0,65 \pm 0,059$. Do nádrže bylo vysazeno 3 600 ks o celkové biomase obsádky 3 095 g.

Odchov podouství dvouletých

Do nádrže byly vysazeny tři skupiny ryb. Jednak dvě skupiny ryb, které byly již minulou zimu (2004 - 2005) chovány v kontrolovaných podmínkách prostředí a krmeny dvěma různými krmivy - polským krmivem ASTA (skupina I) a krmivem KarpiCo START PREMIUM EX od holandské firmy Coppens International (skupina II). Bližší informace o tomto zimním odchovu jsou uvedeny v publikaci Hamáčková a kol. (2006). Po komorování (2004 - 2005) v kontrolovaných podmínkách prostředí byly tyto ryby skupinově označeny a v roce 2005 v průběhu vegetačního období chovány v rybníku. Na podzim 2005 byly do experimentu zahrnuty všechny ryby obou skupin, které v rybníčních podmínkách přežily. Dále k těmto rybám byly přisazeny neznačené ryby stejné věkové kategorie, které byly chovány po celou dobu života jen v rybníčních podmínkách (skupina III).

Celkem do nádrže byly společně vysazeny značené ryby skupiny I v počtu 134 ks, o následujících parametrech $W = 21,01 \pm 5,31$ g.ks⁻¹; $LT = 137,84 \pm 10,89$ mm.ks⁻¹ a $FC = 0,785 \pm 0,047$, dále značené ryby skupiny II v počtu 15 ks, $W = 12,75 \pm 0,92$ g.ks⁻¹, $LT = 117,5 \pm 3,5$ mm.ks⁻¹ a $FC = 0,785 \pm 0,013$ a neznačené ryby skupiny III v počtu 550 ks, $W = 7,26 \pm 1,26$ g.ks⁻¹, $LT = 100,63 \pm 5,00$ mm a $FC = 0,707 \pm 0,034$. Celková biomasa obsádky v této nádrži byla 7 001 g.

Porovnání růstu obou věkových kategorií

Pro porovnání růstu obou věkových kategorií byly ze starších ryb (Př₁₊₂) použity podoustve skupiny III, které byly shodně jako mladší ryby (Př₀₊₁) až do zahájení experimentu po celou dobu chovány v rybníčních podmínkách.

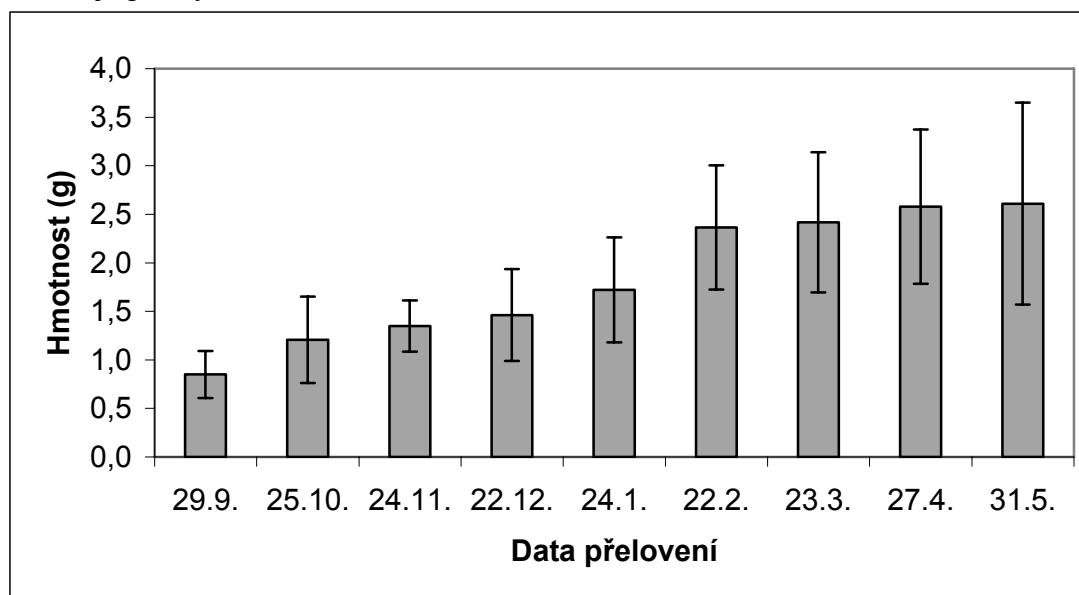
Statistické vyhodnocení

Hmotnostní i délkový růst a koeficienty konverze jednotlivých skupin, v každém období zvláště, byly statisticky porovnávány jednofaktorovou analýzou Anova, Tukey's multiple comparison test ($P < 0,05$).

VÝSLEDKY

Odchov podouství jednoletých

Na konci odchovu, po 8 měsících, bylo sloveno 2 882 ks o celkové hmotnosti 7 525 g. To znamená, že přežití za celou dobu odchovu činilo 96,07 % a celková biomasa se zvýšila 2,4krát. Za dobu odchovu došlo k trojnásobnému zvýšení průměrné kusové hmotnosti na $W = 2,61 \pm 1,04 \text{ g.ks}^{-1}$. Průměrná celková délka se zvýšila 1,4krát a dosáhla hodnoty $LT = 68,96 \pm 8,80 \text{ mm}$. U koeficientu kondice došlo jen k mírnému navýšení $FC = 0,68 \pm 0,10$. Průměrná specifická rychlost růstu za celou dobu odchovu dosáhla u jednoletých ryb hodnoty $0,45 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Průběh individuálního hmotnostního růstu v měsíčních intervalech je patrný z obr. 1.



Obr. 1. Individuální hmotnostní růst jednoletých ryb v průběhu experimentu
Individual weight growth of one-year-old fish during the experiment

Odchov podouství dvouletých

Po 8 měsících odchovu dosáhla celková biomasa této věkové skupiny 12 951 g, tzn. že se biomasa zvýšila 1,8krát. Celkový přírůstek dvouletých podouství za sledované období byl 7 080,4 g. Hodnota celkového přežití činila 71,9 %, specifická rychlost růstu dosáhla hodnoty $0,459 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$.

Porovnání tří velikostních skupin dvouletých ryb

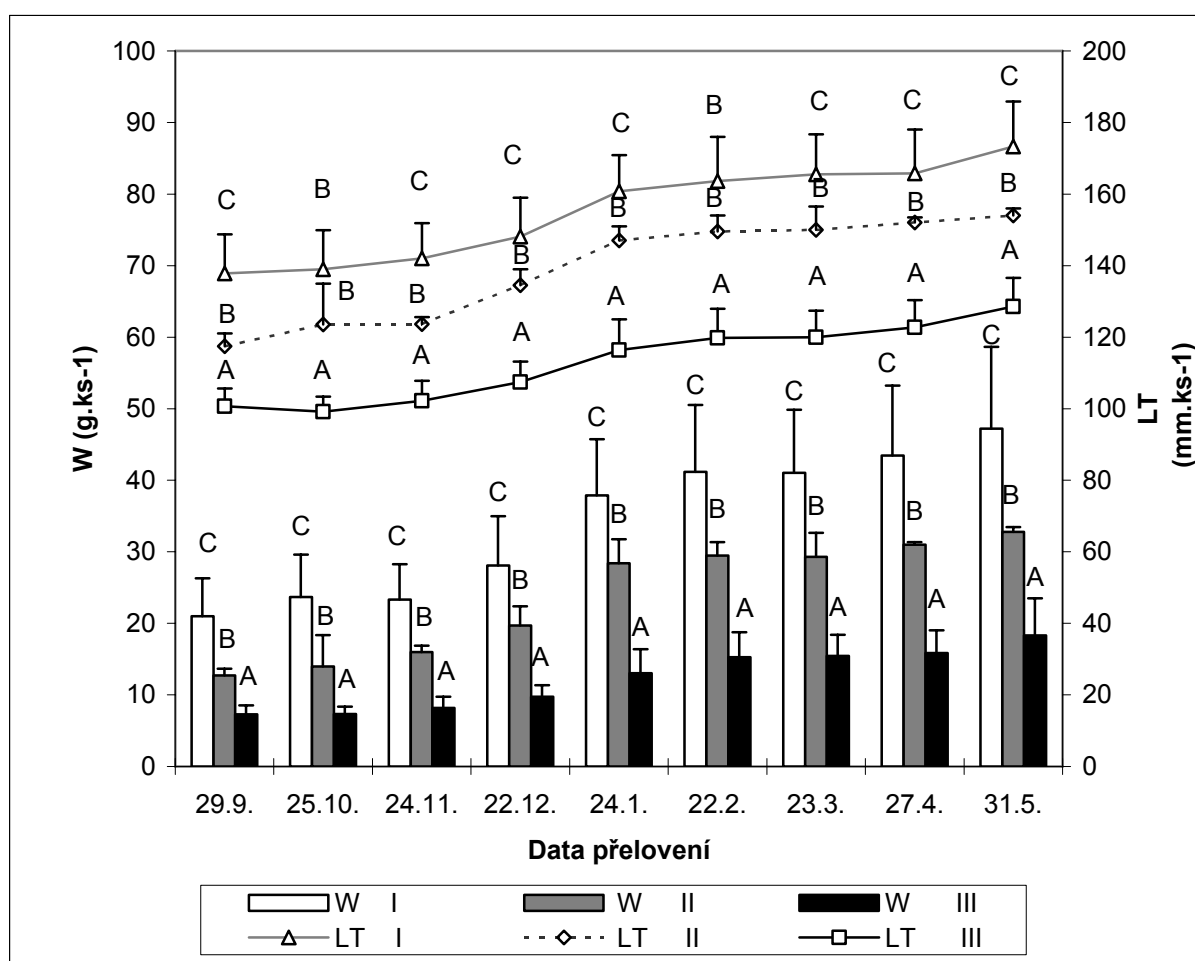
Na konci experimentu bylo sloveno ze skupiny I 129 ks podouství o celkové hmotnosti 5 840g, tzn. že u této skupiny došlo ke zvýšení biomasy 2,07krát. Přežití této skupiny dosáhlo hodnoty 96,3 % a celkový přírůstek biomasy byl 3 025,0 g. Při individuálním biometrickém měření odchovávaných ryb byly zjištěny tyto průměrné hodnoty růstu

$W = 47,20 \pm 11,46 \text{ g.ks}^{-1}$; $LT = 173,3 \pm 12,58 \text{ mm.ks}^{-1}$; $FC = 0,889 \pm 0,071$ a $SWGR 0,331 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. U kusové hmotnosti došlo ke zvýšení 2,25krát.

Ze skupiny II pak bylo sloveno 15 ks o průměrné hmotnosti $32,78 \pm 0,68 \text{ g.ks}^{-1}$, tzn. zvýšení počáteční kusové hmotnosti 2,38krát. Průměrná celková délka ryb dosáhla $154,0 \pm 2,00 \text{ mm.ks}^{-1}$ a koeficient kondice byl $0,897 \pm 0,016$. Specifická rychlost růstu činila $0,354 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. Přežití za celou dobu odchovu u této skupiny dosáhlo hodnoty 100 % a celkový přírůstek biomasy byl u této skupiny 366,9 g. Celková biomasa této skupiny byla na konci experimentu 560 g, tzn. zvýšení 2,9krát.

Ryby III. skupiny byly sloveno v počtu 358 ks o celkové hmotnosti 6 551,4 g, jejich průměrná kusová hmotnost činila $18,30 \pm 2,61 \text{ g.ks}^{-1}$, průměrná celková délka ryb $128,51 \pm 8,02 \text{ mm}$, FC dosáhl hodnoty $0,847 \pm 0,161$ a $SWGR 0,378 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$. I přesto, že přežití u této skupiny bylo pouze 65,1 %, došlo ke zvýšení počáteční biomasy 1,6krát.

Průměrný hmotnostní a délkový růst jednotlivých skupin dvouletých ryb v průběhu odchovu je patrný z obr. 2.



Obr. 2: Průměrný individuální hmotnostní (W) a délkový (LT) růst jednotlivých skupin dvouletých podouství
Average individual weight (W) and length (LT) growth of two-year-old vimba bream groups

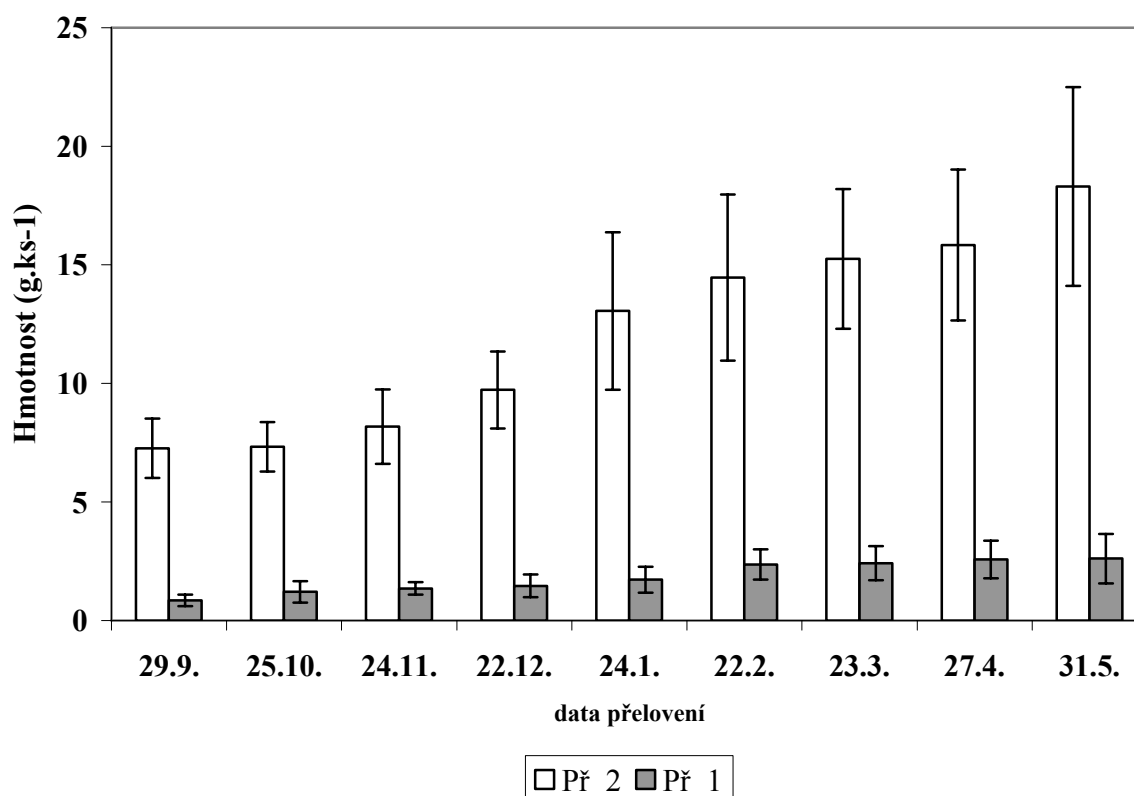
Při porovnávání stejně starých ryb různých velikostních skupin (I – III) byly zjištěny následující průměrné kusové přírůstky za celou dobu odchovu. Nejvyšší u skupiny I, a to $26,2 \text{ g.ks}^{-1}$, u skupiny II pak $19,0 \text{ g.ks}^{-1}$ a skupiny III $11,0 \text{ g.ks}^{-1}$. I přes vyšší průměrné kusové

přírůstky u obou skupin podouství chovaných již druhé mimovegetační období v kontrolovaných podmínkách prostředí, byla u skupiny III zjištěna nejvyšší specifická rychlost růstu a to $0,378 \% \cdot d^{-1}$. U skupiny I byla dosažena SWGR nejnižší $0,331 \% \cdot d^{-1}$ a u skupiny II pak $0,354 \% \cdot d^{-1}$. To znamená, že největší ryby skupiny I si počáteční růstový náskok neudržely. A nejmenší ryby nasazené do experimentu pouze z rybničního chovu se v kontrolovaných podmínkách prostředí začaly hmotnostním růstem ostatním skupinám přibližovat.

Hodnoty celkové délky ryb skupiny III si po dobu osmi měsíců udržely statisticky průkazné rozdíly od ostatních dvou skupin. Mezi skupinami podouství I a II byly též zjištěny statisticky průkazné rozdíly kromě dvou přelovení (25.10. a 22.2.). U skupiny I došlo k nárůstu celkové délky průměrně o 35,4 mm, u skupiny II o 36,5 mm a skupiny III o 28,0 mm. Z toho vyplývá, že specifická rychlost délkového růstu za celou dobu experimentu byla nejvyšší u skupiny II a to $0,11 \% \cdot d^{-1}$, následovala skupina III $0,10 \% \cdot d^{-1}$ a u první skupiny byla nejnižší a to $0,093 \% \cdot d^{-1}$.

Porovnání obou věkových kategorií

Celková biomasa obsádky jednoletých podouství se za trvání experimentu zvýšila 2,4krát a u dvouletých podouství pak 1,8krát. Specifická rychlost hmotnostního růstu mladších podouství byla vyšší ($0,45 \% \cdot d^{-1}$), u starších ryb dosáhla v průměru hodnoty $0,39 \% \cdot d^{-1}$. Koeficient kondice na konci pokusu byl u starších ryb lepší (0,88), u ryb mladších pouze 0,68. Průměrná konečná hmotnost jednoletých ryb po 245 dnech odchovu byla 2,6 g a ryb dvouletých 33,6 g. Průměrná celková délka ryb Př₂ (ze všech třech skupin) na konci pokusu byla 152,5 mm a u Př₁ 69,0 mm. Ke zvýšení celkové délky došlo v průměru u Př₂ o 32,4 mm, tj. specifická rychlost délkového růstu byla $0,101 \% \cdot d^{-1}$ a u Př₁ došlo v průměru k nárůstu celkové délky o 18,6 mm (tj. $0,128 \% \cdot d^{-1}$).



Obr. 3: Porovnání hmotnostního růstu obsádek jednoletých a dvouletých podouství
Comparison of weight growth in one- and two-year-old vimba bream stocks

U dvouleté podoustve již při nasazení jednotlivých skupin do experimentu byly zjištěny statisticky průkazně odlišné hodnoty hmotnosti i celkové délky. Tyto průkazné rozdíly se u průměrných hmotností držely po celou dobu odchovu.

Z obr. 3 je patrný průměrný individuální hmotnostní růst podouství obou věkových kategorií v jednotlivých obdobích odchovu v kontrolovaných podmínkách prostředí v mimovegetační období při průměrné teplotě vody 15 °C.

Ke ztrátám u obou věkových kategorií došlo hlavně na počátku experimentu, kdy ryby z nádrže i přes snížení hladiny vody a zakrytí, vyskočily malými otvory mezi krytem a přívodem vody.

DISKUSE

Podoustev říční (Př₀₊) původem z rybníčních podmínek, která byla použita v našem experimentu měla průměrnou počáteční celkovou délku 50,36 ± 4,17 mm. Údaje některých autorů zabývajících se růstem podouství v tekoucích vodách uvádějí, že podzimní plůdek podoustve nedosahuje větší délky těla než 3,5 - 5,5 cm (Bontemps 1960, Bryliška 1986). Jurkiewicz a kol. (1953) uvádějí celkovou délku plůdku podoustve na podzim prvního roku života okolo 5 cm. Bontemps (1971) porovnával délku těla podouství z dolního a středního toku Visly. V dolním toku dosahovaly ryby v prvním roce života 48 - 52 mm, oproti 51 - 56 mm u ryb ze středního toku. Podle Baruše a kol. (1995) roste podoustev v závislosti na toku a stanovišti s různou intenzitou a dorůstá na našem území v prvním roce průměrně do velikosti 47 - 84 mm. Z uvedených literárních údajů je patrné, že velikost plůdku z tekoucích vod se výrazně neliší od velikosti plůdku chovaného v rybníčních podmínkách. Lepší rychlost růstu podouství (LT 70 mm) uvádí Bontemps (1960) u ryb z brakických vod Gdaňské zátoky.

Rovněž počáteční hodnoty celkové délky Př₁₊ jednotlivých skupin podouství při nasazení našeho experimentu (100,6 - 137,8 mm) jsou v souladu s údaji Baruše a kol. (1995), kteří uvádějí hodnoty CD podouství na našem území ve druhém roce života 80 - 129 mm. Bontemps (1971) uvádí u dvouletých ryb z řeky Visly celkové délky 88 - 97 mm, u podouství z jiných míst Polska pak od 60 - 130 mm.

Podoustev jednoletá na jaře, na konci odchovu v kontrolovaných podmínkách prostředí, se hodnotou celkové délky přibližovala rybám dvouletým z tekoucích vod. Rovněž tak průměrné celkové délky ryb tří skupin Př₂ po ukončení experimentu, které se pohybovaly od 128,6 do 173,3 mm, dosahovaly hodnot tříletých ryb (103 - 166 mm) odlovených v řekách na českém území (Baruš a kol. 1995).

Wolnicki (1996) uvádí, že lze s dobrými výsledky provádět v kontrolovaných podmínkách odchov larev a juvenilních stádií podoustve říční. Myszkowski a kol. (2000a) porovnávali v kontrolovaných podmínkách prostředí s použitím komerčně dostupných krmných směsí růst podoustve, parmy a tlouště od počátku příjmu potravy do pohlavní zralosti. Podoustev rostla první měsíc života rychleji než ostatní ryby. V následujícím období se její růst mírně zpomalil, ale i přesto byl rychlejší než v přírodních podmínkách.

Námi zvolené krmivo ASTA polské výroby bylo použito i na jiných pracovištích s kladnými výsledky, které se kromě podouství týkají též juvenilních stádií dalších druhů kaprovitých ryb. Výsledky jsou uvedeny například v publikacích autorů Wolnicki (2000), Wolnicki a kol. (2000, 2006), Myszkowski a kol. (2000b, 2002, 2006), Policar a kol. (2004), Hamáčková a kol. (2004, 2005, 2006 a v tisku), Lepičová a kol. (2004), Kamler a kol. (2006), Vorlíčková a kol. (2006) aj. Při odchovech juvenilních kaprovitých ryb pomocí krmiva ASTA nebyly zjištěny žádné deformace těla (Myszkowski a kol. 2002, Kaminski a kol. 2005, Wolnicki a kol. 2006). Na základě námi získaných výsledků můžeme konstatovat, že krmivo ASTA pro kaprovité ryby se též osvědčilo pro chov obou věkových kategorií podoustve říční v kontrolovaných podmínkách v mimovegetačním období.

ZÁVĚR

Při odchovu plůdku i násady podoustve říční v kontrolovaných podmínkách prostředí bylo dosaženo dobrého přežití i růstu. Odchovem podoustve v kontrolovaných podmínkách prostředí s vyšší teplotou vody v mimovegetačním období v kombinaci s odchovem v rybníčních podmínkách v průběhu vegetační sezóny lze dosáhnout rychlejšího růstu násady při zachování vysokého přežití ve srovnání s přirozenými podmínkami. Lze předpokládat i zkrácení doby pro dosažení pohlavní zralosti. Po jejím dosažení a provedení umělého výtěru bude možné pomocí této technologie zvýšit početní stavy tohoto druhu ryby na našem území. Při odchovu podouství v kontrolovaných chovech je velmi nutné zabezpečit odchovné nádrže před možným vyskočením ryb z nádrží.

Souhrn

V kontrolovaných podmínkách prostředí bylo provedeno srovnání růstu a přežití jednoletých a dvouletých ryb podoustve říční (*Vimba vimba* L.) v období mimo vegetaci. Odchov probíhal ve dvou 700 l nádržích s užitným objemem 500 l po dobu 245 dnů, tj. 8 cca měsíčních období, při průměrné teplotě vody $15,8 \pm 3,5$ °C. Za celou dobu odchovu se biomasa obsádky jednoletých ryb zvýšila 2,4krát a u dvouletých 1,8krát. SWGR jednoletých podouství byla 0,45 %·d⁻¹ a u dvouletých ryb dosáhla v průměru hodnoty 0,39 %·d⁻¹. Koeficient kondice na konci pokusu byl u mladších podouství 0,68 a u starších ryb 0,88. Průměrná kusová hmotnost jednoletých ryb po 245 dnech odchovu byla 2,61 g a ryb dvouletých 32,76 g.

Poděkování

Tato práce byla finančně podpořena výzkumným záměrem VÚRH JU č. MSM6007665809 a projektem MZe QF3028.

Literatura:

- Baruš, V., Bauerová, Z., Kokeš, J., Král, B., Lusk, S., Pelikán, J., Sládek, J., Zejda, J., Zima, J., 1989. Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČSSR (2). Kruhoústí, ryby, obojživelníci, plazi, savci. SZN Praha, 1989, 133 s.
- Baruš, V., Oliva, O. (red.), 1995. Mihulovci a ryby (2), Fauna ČR a SR, Academia Praha. 698 s.
- Bontemps, S., 1960. Ocena stanu pogłowia certy z systemu rzeki Wisly. Roczniki Nauk Rolniczych, 75 B,2: 179 - 211.
- Bontemps, S., 1971. Certa. Panstwowe wydawnictwo rolnicze i lesne, Katowice, 216 p.
- Bryllińska, M., 1986. Ryby słodkowodne Polski, PWN Warszawa, p. 281.
- Dyk, V., 1956. Naše ryby. SZN Praha, 339 s.
- Hamáčková, J., Lepič, P., Kozák, P., Policar, T., Stanny, A.L., 2006. Odchov ročního plůdku podoustve říční (*Vimba vimba* L.) v kontrolovaných podmínkách prostředí. Ve: Vykusová, B. (red.): IX. Česká ichtyologická konference, Vodňany 4.-5. května 2006. s. 22 - 25.
- Hamáčková, J., Lepič, P., Stanny, L.A., Policar, T., Kozák, P., 2004: Podchów wylęgu jazia (*Leuciscus idus* L.) paszami starterowymi. Streszczenia III. Konferencji „Karpíowate ryby reofilne“ 30.06.-02.07.2004 Warszawa, SGGW, p. 9.
- Hamáčková, J., Lepičová, A., Lepič, P., Kozák, P., Policar, T., Stanny, L. A., 2005. Odkrm larev podoustve říční (*Vimba vimba*) naupliemi žabronožky solné a startérovým krmivem v experimentálních podmínkách – předběžné výsledky. Ve: Spurný, P. (red.): VIII. Česká ichtyologická konference, MZLU Brno 14.-15. září 2005. s. 209 - 214.
- Hamáčková, J., Lepičová, A., Prokeš, M., Lepič, P., Kozák, P., Policar, T., Stanny, L.A. Success of nursing the ide (*Leuciscus idus*) fry related to the period of feeding with live food, Aquaculture International. (v tisku).
- Jurkiewicz, A., Pliszka, F., Terlecki, W., 1953. Sztuczne rozmazanie certy, podchów jej potomstwa i zarybienie wód. Gospodarka Rybna 5: 5 - 7.
- Kamiński, R., Korwin-Kossakowski, M., Kusznierek, J., Myszkowski, L., Stanny, L. A., Wolnicki, J., 2005: Response of a juvenile cyprinid, lake minnow *Eupallasella perenurus* (Pallas), to different diets. Aquacult. Internat. 13: 479 - 486.
- Kamler, E., Myszkowski, L., Kamiński, R., Korwin-Kossakowski, M., Wolnicki, J., 2006. Does overfeeding affect juvenile tench *Tinca tinca* (L.)? Aquacult. Internat. 14: 99 - 111.
- Lepičová, A., Hamáčková, J., Kozák, P., Policar, T., Lepič, P., Stanny, L. A., 2004. Podchów wylęgu jelce (*Leuciscus leuciscus* L.) przy karmieniu starterami. Streszczenia III. Konferencji „Karpíowate ryby reofilne“ 30.06.-02.07.2004 Warszawa, SGGW, p. 9.
- Lusk, S. Hanel, L., 2000. Červený seznam mihulí a ryb České republiky - verze 2000. Ve: Lusk, S., Halačka, K. (red.): Biodiverzita ichtyofauny České republiky (III), Brno, Ústav biologie obratlovců AV ČR, s. 5 - 13.

- Lusk, S., Hanel, L., Lusková, V., 2004. Red List of the ichthyofauna of the Czech Republic: Development and present status. *Folia Zool.* 53(2): 215 - 226.
- Lusk, S. Halačka, K., 1995. Anglers' catches as an indicator of population size of the nase, *Chondrostoma nasus*. *Folia Zool.*, 44: 185 - 192.
- Lusk, S., Lusková, V. Halačka, K., 1996. Podoustev říční (*Vimba vimba*) – současný stav. Ve: Kozák, P., Hamáčková, J. (red.): II. Česká ichtyologická konference, Vodňany 2.-3. května 1996, s. 17 - 22.
- Myszkowski, L., Kamiński, R., Kamler, E., 2006. Compensatory growth and matter or energy deposition in *Vimba vimba* juveniles fed natural food or a formulated diet. *Folia Zool.* 55(2): 211 – 222.
- Myszkowski, L., Kamiński, R., Quiros, M., Stanny, L.A., Wolnicki, J., 2002. Dry diet-influenced growth, size variability, condition and body deformities in juvenile crucian carp *Carassius carassius* (L.) reared under controlled conditions. *Arch. Pol. Fish.* 10: 51 – 61.
- Myszkowski, L., Wolnicki, J., Kamiński, R., 2000a. Wzrost i dojrzewanie brzany, certy i klenia w warunkach kontrolowanych. *Komunikaty rybackie*, 3: 6 - 8.
- Myszkowski, L., Wolnicki, J., Kamiński, R., 2000b. Przyspieszony wychów tarlaków brzany *Barbus barbus* (L.) w warunkach kontrolowanych. Ve: Jakucewicz, H., Wojda, R. (red): Karpíowate ryby reofilne – II. Krajowa konferencja hodowców karpíowatych ryb reofilnych, Brwinów 2-3 lutego 2000, Wydawnictwo PZW Warszawa, s. 141 - 148.
- Pokorný, J., Lucký, Z., Lusk, S., Pohunek, M., Jurák, M., Štědrónský, E., Prášil, O., 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník, Nakladatelství Fraus Plzeň, 649 s.
- Polícar, T., Kozák, P., Hamáčková, J., Lepičová, A., Lepič, P., Stanny, L. A., 2004. Odchov juvenilní parmy obecné (*Barbus barbus* L.) při použití různých startérových krmiv. Ve: Vykusová, B. (red.): VII česká ichtyologická konference, Vodňany 6.-7.5.2004, VÚRH JU Vodňany, s. 234 - 238.
- Vorlíčková, P., Hamáčková, J., Lepičová, A., Lepič, P., Kozák, P., Polícar, T., Stanny, L. A., 2006. Intensywny podchów larw brzany (*Barbus barbus*) przy różnym okresie początkowego żywienia pokarmem żywym przed przejściem na starter. Ve: Zakes, Z., Demska-Zakes, K., Wolnicki, J. (reds): Rozrod, podchow, profilaktyka ryb karpíowatych i innych gatunków. s. 121 - 126.
- Wolnicki, J., 1996. Intensive rearing of larval and juvenile vimba, *Vimba vimba* (L.), fed natural and formulated diets. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 43: 447 – 454.
- Wolnicki, J., 2000. Możliwości produkcji materialu obsadowego karpíowatych ryb reofilnych w warunkach kontrolowanych (Podsumowanie wyników badan z lat 1992-1999). Ve: Jakucewicz, H., Wojda, R. (eds) Karpíowate ryby reofylne, II krajowa konferencja hodowców i producentów karpíowatych ryb reofylnych Brwinów. s. 165 - 173.
- Wolnicki, J., Myszkowski, L., Kamiński, R., Kwiatkowski, S., 2000. Kontrolowany podchów stadiów larwalnych i młodocianych certy (*Vimba vimba* L.). Ve: Jakucewicz, H., Wojda, R. (eds): Karpíowate ryby reofylne, II krajowa konferencja hodowców i producentów karpíowatych ryb reofylnych Brwinów. s. 111 - 116.
- Wolnicki, J., Myszkowski, L., Korwin-Kosakowski, M., Kamiński, R., Stanny, L. A., 2006. Effect of different diets on juvenile tench, *Tinca tinca* (L.) reared under controlled conditions, *Aquaculture International* 14: 89 - 98.

Adresa autorů:

Ing. **Jitka Hamáčková**, Ing. **Pavel Kozák**, Ph.D, Ing. **Tomáš Polícar**, Ph.D, Ing. **Pavel Lepič**. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, Česká Republika, e-mail: hamackova@vurh.jcu.cz

Mgr. Inż. **Leon Andrzej Stanny**, Zakład Ichtiobiologii i Gospodarki Rybackiej PAN w Gołyszcu, 43-520 Chybie, Poland

ADAPTACE RŮZNÝCH VELIKOSTÍ PLŮDKU OKOUNA ŘÍČNÍHO NA UMĚLÉ KRMIVO

FEEDING ADAPTATION OF 0+ EURASIAN PERCH ON ARTIFICIAL FEED – EFFECT
OF BODY SIZE ON WEANING SUCCESS

STEJSKAL V., POLICAR T., MUSIL J., KOUŘIL J.

Abstract

*This work was targeted on feeding adaptation of the three massic groups Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) fry on commercially feed (Biomar Bio-optimal Start) on intensive conditions. Fingerlings were reared in pond culture conditions and than were separated on caregory S ($0,35 \pm 0,10$), M ($0,62 \pm 0,08$) and L ($1,00 \pm 0,19$). Numbers in parentheses represent arithmetic mean and standard deviation. Each variant was in four duplication. Conclusive indicator for evaluation adaptability was total survival at the end of adaptation. Further was calculated cumulative survival, estimation of cannibalism, rate of heterogeneity, relative growth rate and feed efficiency. Lowest total survival was found in a group M (79.0 ± 2.4), higher values were found at bands S and L (87.3 ± 1.9 , if you like 86.8 ± 2.0 %). Statistically significant difference on significance level $p=0,05$ was found only among group S and M.*

Klíčová slova: polovlhká směs, počáteční hmotnost, celkové přežití, okoun

Key words: semi-moist mixture, initial body weight, total survival, perch

ÚVOD

V současné době lze praktikovat odchov plůdku hospodářsky významných okounovitých ryb (Ca, Oř.) dvojím způsobem. První, ne zcela dořešenou metodou, je produkce larválních a následně juvenilních stádií výhradně v kontrolovaných podmínkách. Mezi nevýhody tohoto postupu patří vyšší nároky na obsluhu, optimalizaci prostředí a kvalitu startérových směsí. Proběhly některé experimenty zaměřené na odchov okouna s využitím startérových krmiv s různými, většinou nepřesvědčivými výsledky (Hillerman a kol., 2001; Kestemont a kol., 1996; Kestemont a kol., 2003; Mélard a kol., 1996; Mareš a kol., 2002). Nedostatečný vývoj trávicích enzymů podmiňuje příjem endogenních enzymů v potravě a tudíž nutnost počátečního rozkrmu živou potravou. Dalšími negativními faktory jsou citlivost larev k podmínkám prostředí, malý průměr jícnu a tzv. syndrom nenaplnování plynového měchýře (NGB). Tento problém se vyskytuje jak v intenzivních chovech (Czesny, 2005; Jacquemond, 2004), tak ve volných vodách (Egloff, 1996). Plavání takových jedinců se stává energeticky náročné, což se projeví retardací růstu. Navíc plynový měchýř poskytuje oporu pro ostatní orgány dutiny tělní a jeho absence se projeví skoliózou páteře (Jacquemond, 2004). Všechny tyto aspekty mají za následek nižší přežití a růst a tím i horší ekonomiku chovu (Czesny, 2005; Jacquemond, 2004). Některé další studie byly zaměřeny na polointenzivní produkci plůdku v hnojených betonových nádržích. Tato metoda spojuje počáteční rozkrmění vířníkem (3 - 5 dní) s následnou dotací živé artémie (*Artemia salina*) a postupným přechodem na suchá krmiva (Fiogbé a Kestemont, 2003; Kestemont a kol., 1996; Mélard a kol., 1996).

Druhou metodou adaptace plůdku okouna říčního na umělé podmínky chovu je kombinace počátečního odchovu larev v rybníčních podmínkách a následného převodu na peletované krmivo. U tohoto postupu lze ocenit nižší náročnost na obsluhu. Důraz je kladen především na pozornou přípravu rybníka, správný režim napouštění umožňující optimální rozvoj potravy a dezinfekci dna, případně likvidaci mezihostitelů přenášejících parazity. Rybník by měl být technicky vybaven tak, aby bylo možno provést výlov „pod hrází“. Obecně zde tedy platí stejné předpoklady a základy jako při odchovu 0+ candáta (Musil a Kouřil, 2006). Kritickým bodem této metody je převod plůdku do intenzivních podmínek recirkulačního systému. Některé dřívější studie byly zaměřeny na využití polovlhkých směsí

s přidavkem atraktantů, jako např. larev pakomárů (Molnár a kol., 2004; Baránek a kol., 2004) nebo rybiho masa (Mareš a Hillerman, 2002; Stejskal a Kouřil, 2006). Tato fáze je vždy spojena s určitými ztrátami (Baránek a kol., 2004; Stejskal a Kouřil, 2006; Szcpekowski a kol., 1999). Navíc příprava těchto směsí je velice pracná, nezaručuje dostatečnou hygienu a optimální složení krmiva z hlediska nutričních požadavků okouna říčního. Při rybniční produkci plůdku ve vysokých hustotách (až 200 000 ks.ha⁻¹) je nutno počítat, s narůstající biomasou, s vyčerpáním zásob potravy a následným rozvojem kanibalismu podobně jako u candáta (Klimeš a Kouřil, 2003). S tím je spojené větší velikostní rozrůstání obsádek takto odchovávaného plůdku. Správně načasovaným výlovem optimální velikosti plůdku lze pozitivně ovlivnit stupeň heterogenity vstupního materiálu.

V následujícím příspěvku jsme se zaměřili na schopnost adaptace různých velikostních skupin plůdku okouna na intenzivní chov a příjem inertního krmiva.

MATERIÁL A METODIKA

Váčkový plůdek okouna získaný umělým výtěrem byl vysazen v počtu 200 000 ks.ha⁻¹ do experimentálního rybníka, kde byl 60 dní odchovávan výhradně na přirozené potravě. V 15denních intervalech byly prováděny kontrolní odlovy revidující růst průměrné hmotnosti obsádky. Po výlovu 20. 6. 2006 byla obsádka velikostně roztříděna mechanickými sítí na 3 různé skupiny S (small – malá hmotnostní kategorie), M (medium – střední hmotnostní kategorie) a L (large – největší hmotnostní kategorie) (tab. 1) a ve 4 opakováních pro každou skupinu byly ryby následně nasazeny do 12 nádrží o užitečném objemu 100 l, napojených na recirkulační systém. V každém opakování bylo 300 ks ryb. Počáteční obsádka byla stanovena na 3 ks.l⁻¹. Jako preventivní protiplišňové opatření byl aplikován chlorid sodný v množství 0,3 g.l⁻¹ a při každé výměně vody byl tento obsah doplňován.

Celý experiment trval 18 dní. Nasazení bylo provedeno 21. 6. 2006, tento datum byl označen jako D1. Následně proběhlo období hladovění (D1 – D3). Čtvrtý den byla zahájena fáze převodu ryb na komerční krmivo aplikací vlhčené směsi ad libitum (D4 – D6). Krmivo bylo zkrápěno vodou z postřikovače a po cca 3 minutách manuálně aplikováno do nádrží. Během tohoto období bylo rybám podáváno krmivo Biomar Bio-optimal Start (P 56, L 18) o velikosti částic 1,1 mm. Ostatní nutriční údaje krmiva jsou uvedeny v tab. 2. Frekvence krmení byla v této fázi 12x denně. Během dalších 3 dnů (D7 – D9) bylo rybám podáváno neupravované suché krmivo ad libitum. Frekvence krmení byla stejná jako v předchozí fázi. Po zbývající část adaptace (D10 – D18) byla frekvence krmení upravena na 5x denně. Krmné dávky jednotlivých skupin v této fázi byly: S - 7 % B.W., M - 6 % B.W., L - 5 % B.W. (B.W. = hmotnost těla) byly stanoveny podle Fiogbé a Kestemont (2003). Uhynulé ryby byly denně evidovány. Hodnoty environmentálních parametrů (obsahu kyslíku, teplota a pH) byly sledovány 2x denně v 8.00 a 15.00 h. Současně byla provedena chemická analýza vody a to 6., 12. a 18. den odchovu. Světelný režim byl nastaven na 10L:14D (světlo : tma), ostatní fyzikálně-chemické parametry prostředí byly udržovány v optimálních hodnotách pro okouna (Kestemont a kol. 1996; Kestemont a kol., 2003; Mélard a kol. 1996) (tab. 3).

Směrodatnými ukazateli pro vyhodnocení tohoto pokusu byly:

- celkové přežití na konci adaptace TS (%) = $(N_i - N_f) \cdot (100/N_i)$
- kumulativní evidované přežití CS (%) = suma evidovaných úhynů
- odhad kanibalismu (%) = TS – CS
- relativní rychlost růstu RGR (%) = $100(\ln W_f - \ln W_i) \cdot t$
- koeficient konverze krmiva FCR = $FS (B_f + B_{df} - B_i)$,

Legenda: N_i a N_f počáteční a konečný počet jedinců, $\ln W_f$ a $\ln W_i$ přirozený logaritmus průměrné hmotnosti na konci a na začátku pokusu, B_f konečná biomasa, B_{df} biomasa uhynulých ryb, B_i počáteční biomasa (Fiogbé a Kestemont, 2003).

Cílem pokusu bylo odhadnutí vlivu velikosti v rybníčních podmínkách odchovávaného plůdku při jeho převodu na umělou dietu v intenzivních podmínkách. Hlavním hodnotícím měřítkem bylo celkové přežití obsádky na konci adaptace. Tento údaj zahrnuje procento jedinců adaptovaných na příjem komerčně vyráběného krmiva a ztráty způsobené kanibalismem a neadaptováním plůdku na suchou směs. Ztráty kanibalismem byly odhadnuty z rozdílu celkového přežití na konci adaptace a evidovaných úhynů (Fiogbé a Kestemont, 2003). Pro statistické porovnání byla použita jednofaktorová analýza variance (ANOVA). Rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny Tukeyho testem.

Tab.1. Průměr a směrodatná odchylka celkové délky, standardní délky a hmotnosti ryb na začátku pokusu

Mean \pm SD length, and weight of perch juveniles at first day of experiment

	S - malá	M - střední	L - velká
TL	31,9 \pm 2,2	38,0 \pm 1,9	44,7 \pm 3,0
Sl	26,8 \pm 1,8	32,3 \pm 1,9	38,5 \pm 2,5
W	0,35 \pm 0,10	0,62 \pm 0,08	1,00 \pm 0,19

Tab. 2. Nutriční složení krmiva Biomar Bio-optimal Start

Content of nutrients on feed Biomar Bio-optimal Start

Vláknina (%)	Popeloviny (%)	Celkový P (%)	Vitamin A (I.U.kg ⁻¹)	Vitamin E (mg.kg ⁻¹)	Etoxyquin	BHT
0,4	10,5	1,6	9000	350	ano	ano

Tab. 3. Základní chemické a fyzikální parametry prostředí

Basic chemical and physical characteristics

T (°C)	O ₂ (mg.l ⁻¹)	pH	Cl (mg.l ⁻¹)	NH ₄ -N (mg.l ⁻¹)	NO ₂ -N (mg.l ⁻¹)	NO ₃ -N (mg.l ⁻¹)
22,9 \pm 1,1	6,89 \pm 1,03	6,67 \pm 0,12	204 \pm 4,8	0,46 \pm 0,24	0,12 \pm 0,00	26,7 \pm 2,49

VÝSLEDKY A DISKUZE

Potravní adaptabilita okouna z rybníčních podmínek byla studována u tří velikostních skupin plůdku. Dosažené hodnoty celkového přežití shrnuje tab. 4. Statisticky významný rozdíl v celkovém přežití byl zjištěn mezi experimentálními skupinami L a M ($p < 0,01$) a S a M ($p < 0,01$). Těžko vysvětlitelné je nejnižší celkové přežití u prostřední skupiny M (79,0 \pm 2,4 %). Vzhledem k tomu, že ve větší i menší velikostní skupině bylo dosaženo vyšších hodnot přežití, není zde naznačen žádný trend vlivu počáteční velikosti na celkové přežití v těchto hmotnostních intervalech. Fiogbé a Kestemont (2003) ve své práci zaměřené na stanovení optimálních krmných dávek uvádějí hodnoty přežití pro plůdek (0,22 g) 47 - 76 % podle použité krmné dávky po 14 dnech odchovu. Větší plůdek (0,73 g) vykázal přežití po 21 dnech 59 - 79 %. Pro svoje pokusy však používali ryby získané polointenzivní metodou (Kestemont a kol., 1996). Szcepkowski a kol. (1999) uvádí vyšší přežití u skupiny s menší počáteční hmotností (0,25 g - 47,6 %) proti skupině s vyšší počáteční hmotností (0,45 g - 34,1 %) při délce odchovu 35 dní. Rovněž výsledky Stejskala a Kouřila (2006) vykazují za stejnou dobu odchovu jako v našem experimentu (18 dní), nižší přežití (38 - 55 %). Výsledky přežití dosažené během adaptace v našem pokusu jsou celkově vyšší (79 - 87,3 %) příslušně podle skupin (obr. 1). Kestemont a kol. (2001) udávají, že výsledky odchovu při použití krmiv bez ohledu na různý obsah lipidů (6, 12 a 18 %) závisí především na použití ethoxyquinu jako antioxidantu. Obsah ethoxyquinu statisticky průkazně ovlivnil přežití ryb v pokusu. Ukazatel kumulativního evidovaného přežití poukazuje na ztráty způsobené neadaptováním se na

inertní krmivo, ale nezahrnuje kanibalismus. Rovněž v tomto ukazateli byly nalezeny prokazatelné rozdíly pouze mezi var. M a L, S ($p < 0,05$).

Odhad ztrát způsobených kanibalismem u jednotlivých skupin je uveden v tab. 4. Fiogbé a Kestemont (2003) neuvádějí rozdíly mezi velikostními skupinami s průměrnou počáteční hmotností 0,22 g a 0,73 g, krmených optimální krmnou dávkou. Vyšší kanibalismus byl v této práci pozorován u skupiny s počáteční hmotností 1,56 g. V našich výsledcích nebyla prokázána spojitost mezi ztrátami způsobenými kanibalismem a počáteční velikostí plůdku. Fiogbé a Kestemont (2003) demonstrují, že propuknutí kanibalismu v intenzivních podmínkách je závislé na úrovni výživy.

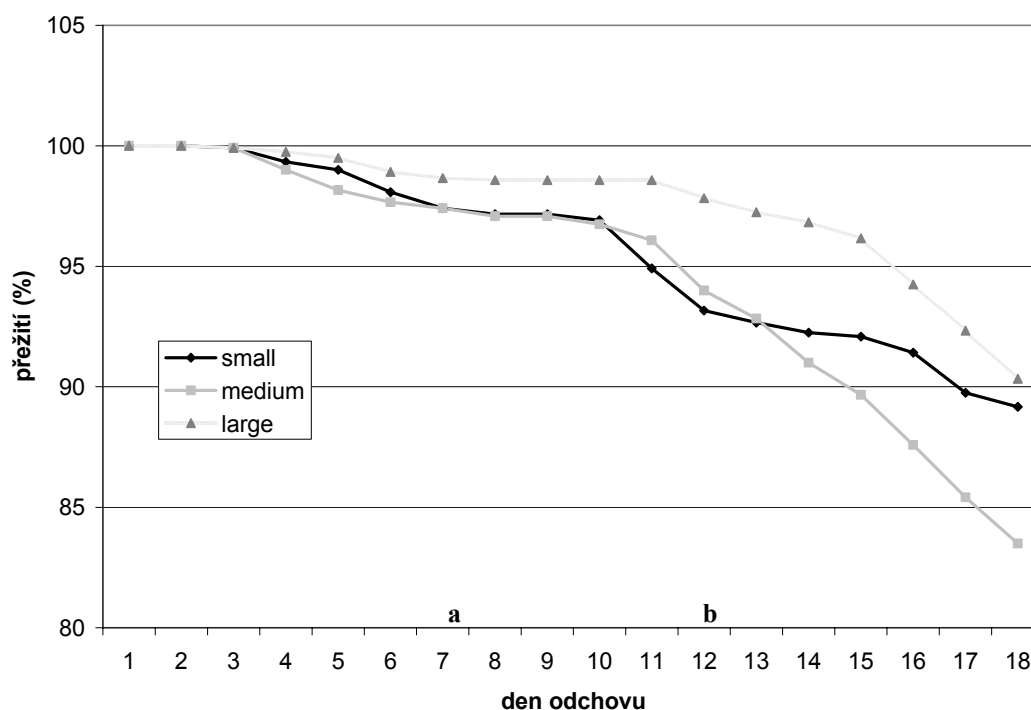
Největšího hmotnostního růstu bylo dosaženo u skupiny M (průměrný kusový přírůstek $0,60 \pm 0,08$ g).

Tab. 4. Produkční ukazatele (průměr \pm směrodatná odchylka)

Mean \pm SD weight, and estimated total and cumulative survival, rate of cannibalism, relative growth ratio (RGR), and food coefficient ratio (FCR - amount of food eaten per 1 kg of fish mass production) of juveniles perch.

	Small	Medium	Large
Kumulativní přežití (%)	$89,1 \pm 3,7^a$	$83,5 \pm 2,0^b$	$90,3 \pm 2,7^a$
Celkové přežití (%)	$87,3 \pm 1,9^a$	$79,0 \pm 2,4^b$	$86,8 \pm 2,0^a$
Kanibalismus (%)	$3,0 \pm 0,8^a$	$4,5 \pm 1,3^a$	$3,5 \pm 0,8^a$
Konečná hmotnost (g)	$0,70 \pm 0,31$	$1,22 \pm 0,96$	$1,54 \pm 0,52$
RGR ($\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$)	$3,89 \pm 0,45$	$6,67 \pm 1,31$	$4,15 \pm 0,96$
FCR	$1,22 \pm 0,06$	$0,94 \pm 0,07$	$1,01 \pm 0,06$

Pozn. Mezi údaji s různými indexy (a, b) byl zjištěn statisticky významný rozdíl



Obr. 1. Kumulativní přežití tří kategorií (small, medium, large) plůdku okouna během adaptace

Cumulative survival of three size classes (small, medium and large) of juvenile perch during adaptation

ZÁVĚR

K převodu plůdku okouna na granulované krmivo lze použít menší hmotnostní kategorie, což umožňuje zkrátit dobu odchovu v rybnících. Tato doba je ovlivněna potravní nabídkou v daném prostředí. Rovněž manipulace s plůdkem (0,35 g) je bezpečná a ztráty během ní nejsou vyšší než u ostatních velikostí. Výhodou adaptace velikostně menšího plůdku je větší využití kapacity odchovného zařízení s možností negativní selekce.

Na základě dosažených výsledků však nelze jednoznačně potvrdit závislost celkového i kumulativního evidovaného přežití na počáteční hmotnosti plůdku.

Souhrn

Tato práce měla za cíl odhalit významnost různé velikosti (délkové a hmotnostní) plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) při jeho přechodu na umělou dietu a podmínky intenzivního chovu. Tři velikostně rozdílné skupiny plůdku ($n=4$, skupiny: S - $0,35 \pm 0,10$, M - $0,62 \pm 0,08$ a L - $1,00 \pm 0,19$) (průměrná hmotnost \pm S.D.) byly postupně adaptovány a následně krmeny komerčně vyráběnou směsí krmiva Biomar Bio-optimal Start a odchovávány po dobu 18 dní ve 100 l akváriích v kontrolovaných podmínkách recirkulačního systému. Směrodatným ukazatelem vyhodnocení adaptability bylo stanovení celkového přežití na konci adaptace, ale kalkulovány byly i ostatní charakteristiky jako jsou: kumulativní přežití, odhad kanibalismu, stupeň heterogenity obsádky, relativní rychlost růstu a koeficient konverze živin. Celkové přežití bylo statisticky významně nižší ($P < 0,01$) pouze u prostřední ($79,0 \pm 2,4\%$) sledované skupiny. Naopak mezi velikostně nejmenší a největší skupinou nebyly pozorovány žádné rozdíly. Statisticky významný rozdíl nebyl nalezen ani v odhadu kanibalismu. Tento se pohyboval od 3 do 4,5 % příslušně dle skupiny. Největší hmotnostní růst byl zaznamenán u skupiny M ($0,6 \pm 0,08$ g)

Poděkování

Tato práce byla finančně podpořena výzkumným záměrem MŠMT ČR č. 600765809 a projektem MZE QF 4118 Rozvoj produkce ryb s využitím technických akvakultur a jejich kombinace s rybníčními chovy.

Literatura

- Baránek, V., Mareš, J., Spurný, P., Prokeš, M., Baruš, V., Němec, R., 2004. Chov násadového materiálu candáta obecného (*Sander lucioperca*) v kontrolovaných podmínkách. In: Spurný, P. (ed.), Sborník ref. „55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“, Brno: 99 – 104.
- Czesny, S.J., Graeb B.D.S., Dettmers J.M., 2005. Ecological consequences of swim bladder noninflation for larval yellow perch. Transactions of the American Fisheries Society, 134 (4): 1011 – 1020.
- Egloff, M., 1996. Failure of swim bladder inflation of perch, *Perca fluviatilis* L. found in natural populations. Aquatic Sciences, 58: 15 – 23.
- Fiogbé, E. D., Kestemont, P., 2003. Optimum daily ratio for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. Aquaculture, 216: 234 – 252.
- Hillerman, J., Mareš, J., Kouřil, J., 2001. Odchov plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis*) - Přehled. Buletin VÚRH Vodňany, 37(4): 107 – 113.
- Jacquemond, F., 2004. Separated breeding of perch fingerlings (*Perca fluviatilis* L.) with and without initial inflated swim bladder: comparison of swim bladder development, skeleton conformation and growth performances. Aquaculture, (1-4): 261 – 273.
- Kestemont, P., Mélard, Ch., Fiogbe, E., Vlavourou, R., Mason, G., 1996. Nutritional and animal husbandry aspects of rearing early life stages of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*), J. Appl. Ichthyol., 12: 157 - 165.
- Kestemont, P., Jourdan, S., Houbart, M., Mélard, Ch., Paspatis, M., Fontaine, P., Cuvier, A., Kentouri, M., Baras, E., 2003. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. Aquaculture, 27: 333 - 356.
- Kestemont, P., Vandeloise, E., Mélard, Ch., Fontaine, P., Brown P. B., 2001. Growth and nutritional status of Eurasian perch *Perca fluviatilis* fed graded levels of dietary lipid with or without added ethoxyquin. Aquaculture, 203: 85 – 99.
- Klímeš, J., Kouřil, J. 2003. Odchov rychleného plůdku a ročka candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. Bull. VÚRH Vodňany, 39(1,2): 43 - 48.
- Mareš, J., Hillerman, J., 2002. Použití polovlhkých směsí v chovu okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). In: Spurný, P. (ed.), Sborník ref. V. České ichtyologické konference, Brno: 187 – 191.
- Mareš, J., Hillerman, J., Kouřil, J., 2002. Zkušenosti s odchovem raného plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis* L) v kontrolovaných podmínkách. In: Vykusová, B. (ed.), Produkce násadového materiálu ryb a raků, Vodňany: 13 – 18.

- Mélard, C., Baras, E., Mary, L., Kestemont P. 1996. Relationships between stocking density, growth, cannibalism and survival rate in intensively cultured larvae and juveniles of perch (*Perca fluviatilis*). *Annales Zoologici Fennici*, 33: 645 - 651.
- Molnár, T., Hancz, Cs., Bódis, M., Müller, T., Bercsényi, M., Horn, P., 2004. The effect of initial stocking density on growth and survival of pike-perch fingerlings reared under intensive conditions. *Aquaculture International*, 12: 181 – 189.
- Musil, J., Kouřil, J., 2006: Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících. *Edice metodik VÚRH JU Vodňany* 76: 1 - 14.
- Stejskal, V., Kouřil, J., 2006. Potravní adaptace plůdku okouna na podmínky intenzivního chovu. *Buletin VÚRH Vodňany*, 42 (1):18 – 24.
- Szczepkowski, M., Szczepkowska, B., Ulikowski, D., 1999. Podchow narybku letniego okonia (*Perca fluviatilis*) w obiegu recykulacyjnym. *Komunikaty Rybackie*, 5: 27 - 28.

Adresa autorů:

Ing. *Vlastimil Stejskal*, Ing. *Tomáš Polícar*, Ph.D., Ing. *Jiří Musil*, doc. Ing. *Jan Kouřil*, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, e-mail: stejskal@vurh.jcu.cz

SEKUNDÁRNÍ ŠKODY NA RYBÁCH ZPŮSOBENÉ POTRAVNÍ AKTIVITOU KORMORÁNA VELKÉHO (PHALACROCORAX CARBO SINENSIS) - LITERÁRNÍ PŘEHLED

SECONDARY LOSSES ON FISH PRODUCTION CAUSED BY FEEDING ACTIVITY OF
GREAT CORMORANT (PHALACROCORAX CARBO SINENSIS) – A REVIEW

KORTAN J., ADÁMEK Z.

Abstract:

An increasing occurrence of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* L. associated with increased nesting in the Czech Republic has been recorded since the end of 80's. This is considered as consequence of permanent expansion of this species over the whole of Europe. Predation of migrating northern cormorant populations on commercial fishponds is considered to be a serious problem especially during the periods of spring and autumnal migration. The damage to fisheries caused by cormorant predation pressure consists of losses due to direct predation and subsequent indirect losses elicited by cormorant feeding activities resulting in fish wounding and stress. Stricken fish, which have escaped from cormorant attack or which cannot be swallowed due to their size, suffer from various deep and/or surface injuries, which are a frequent precursor to subsequent infection and mortality. Healed wounds reduce the commercial value of afflicted fish. Extend of these injures has been evaluated by the image analysis, but more data about number of wounded and dead fish are needed. Economical losses due to secondary losses can reach about 25 % to 100 % of losses caused by direct predation, but these figures are not supported by scientific data. Many authors proved that mainly bigger fish above 0.5 kg are threatened by wounding.

Key words: Cormorant, *Phalacrocorax carbo sinensis*, fish wounding, fish predators

Klíčová slova: kormorán velký, *Phalacrocorax carbo sinensis*, zraňování ryb, rybožraví predátoři

ÚVOD

Zvýšený výskyt kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo sinensis*) na území České republiky je registrován již od 80. let. Neustále se zvyšující početnost populace vyvolává ostré spory mezi ochranou přírody a rybářstvím, a to především díky tomu, že tento druh je stále zařazen na seznamu zvláště chráněných živočichů a možnosti ochrany obsádky jsou většinou omezené. Jediným fungujícím prostředkem proti útokům kormoránů je překrytí rybníků sítěmi, což je v praxi v podstatě nemožné, zvláště u větších rybníků. Nejčastěji praktikovanou metodou, která může vést jak k účinnému plašení kormoránů, tak i částečné redukci stavů, je odstřel v mimohnízdni době. Kormorán velký působí největší škody v období jarních a podzimních migrací, kdy přes naše území přetahují až tisícikusová hejna. Škody, které kormorán působí v rybničním hospodářství, dosahují stovek milionů korun ročně a tento trend neustále stoupá. V roce 2003 dosáhly škody způsobené kormoránem velkým v ČR 402,1 mil. a v roce 2005 až 651,78 mil. korun (Mze ČR 2006). O kompenzaci těchto ztrát je sice možno žádat na základě zákona (115/2000 Sb. a pozměňovacího zákona 476/2001 Sb.) (MŽP ČR 2007), ovšem její výše není uspokojivá.

Ze závěrů celoevropského projektu REDCAFE, jehož úkolem bylo sjednotit dostupné informace o konfliktech mezi rybářstvím a kormorány, vyplývá, že nejčastějšími konfliktními situacemi způsobenými kormorány jsou přímé ztráty nasazených ryb a s tím spojený pokles výdělků, dále úbytek juvenilních ryb a snížená reprodukční schopnost populace ryb. Ve sportovním rybářství je hlavním problémem vedle negativního vlivu na populační dynamiku a strukturu také pokles úlovků a následné snížení atraktivity rybářských revírů (Carss, 2003).

Ke kvantifikaci způsobovaných ztrát na obsádkách je důležitá znalost početních stavů a potravní biologie těchto ptáků. Škoda vyvolaná predacním tlakem kormorána je tvořena nejen ztrátou vzniklou přímou predací kormorány, ale také škodami vyvolanými potravní

aktivitou kormoránů, při níž dochází ke zraňování a stresování rybích obsádek včetně následných úhynů.

Ryby, které se kormoránovi nepodaří ulovit, protože mu unikly ze zobáku, nebo které nedokázal polknout kvůli velikosti, mají různě hluboká poranění, která jsou následně častou příčinou infekce a úhynu. Při lovu ryb využívá kormorán k uchopení kořisti ostře zahnutý konec vrchní části zobáku. Pokud je kořist nadměrně velká, nebo se jí podaří nějakým způsobem uniknout, způsobí špička zobáku často velmi rozsáhlá a různě hluboká poranění. Další vývoj zranění takto napadených jedinců ryb může vést ke zhoršené kondici, napadení různými mikroorganismy (popř. k bakteriálním, virovým a parazitárním onemocněním) a následnému úhynu. Takto vyvolané ztráty na obsádkách dosahují v závislosti na ostatních okolnostech (početnost kormoránů, velikost, druhové složení a hustota obsádky, plocha rybníka) od 20 do 100 % ztrát způsobených přímou predací na rybách. Například Poór (2005) uvádí množství poraněných ryb 0,3 – 0,4 kg na jednoho ptáka denně.

Diskutovanou otázkou je také přenos rybích parazitů, kteří jsou v hojném počtu nacházeni v žaludcích kormoránů (Moravec, 1992; Sitko a Polčák, 1997). Na místech vzniku kolonií dochází k destrukci hnízdních stromů vlivem působení exkrementů, za negativní efekt je také považován hluk v oblastech, kde se k redukci škod využívá intenzivní střelba (Carss, 2003).

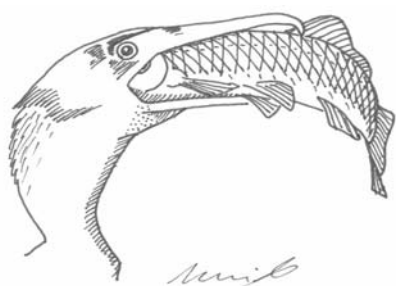
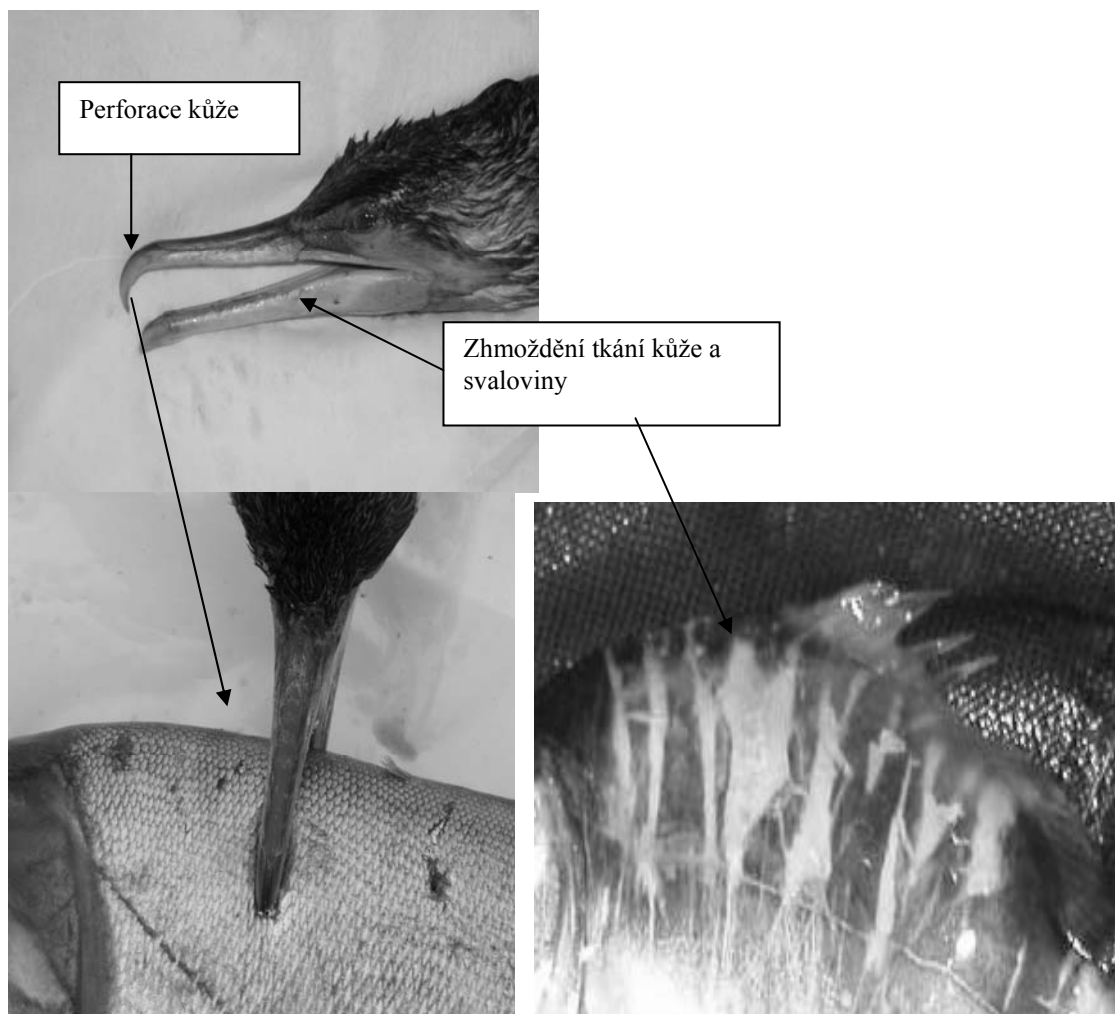
Charakteristika poranění u ryb

Kormorán velký způsobuje charakteristická zranění (obr. 1). Vrchní částí zobáku způsobuje perforaci kůže, přičemž zranění má trojúhelníkový tvar, zatímco spodní část zobáku odírá ostrými hranami šupiny a epitel, aniž by došlo k průniku do svaloviny. Poranění způsobené volavkou lze s určitou přesností odlišit od poranění způsobeného útokem kormorána, protože volavka nemá zobák zakončený ostrou špičkou a neproniká do svaloviny (obr. 2). Zranění jsou vstupní branou pro bakteriální onemocnění, která se často již nevyлečí nebo pouze částečně, pokud má voda nižší teplotu. Infekce se rychle šíří a proniká hluboko do svaloviny ryb, ve výsledku vede k odumření epitelu a v některých případech k perforaci dutiny tělní (Carss, 1990).

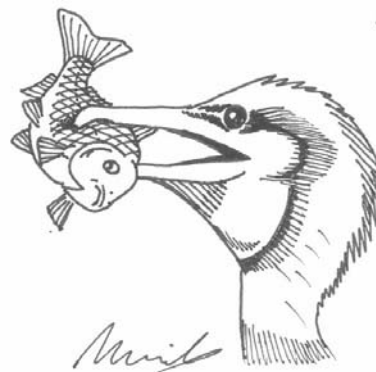
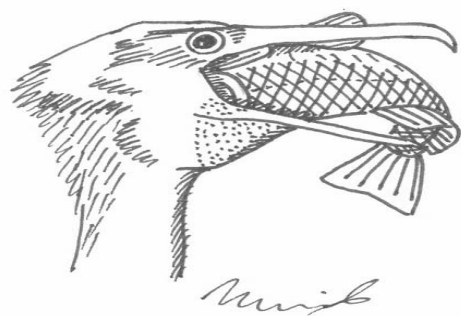
Charakteristické znaky poranění způsobených při neúspěšném lovu kormorána a volavky popisují také Adámek a kol. (2005). Špička zobáku kormorána proniká kůži, čímž je zajištěno relativně bezpečné držení kořisti – ryby. Tlak dolní části zobáku způsobuje ztrátu šupin a zhmoždění tkání kůže a svaloviny.

Stresování ryb

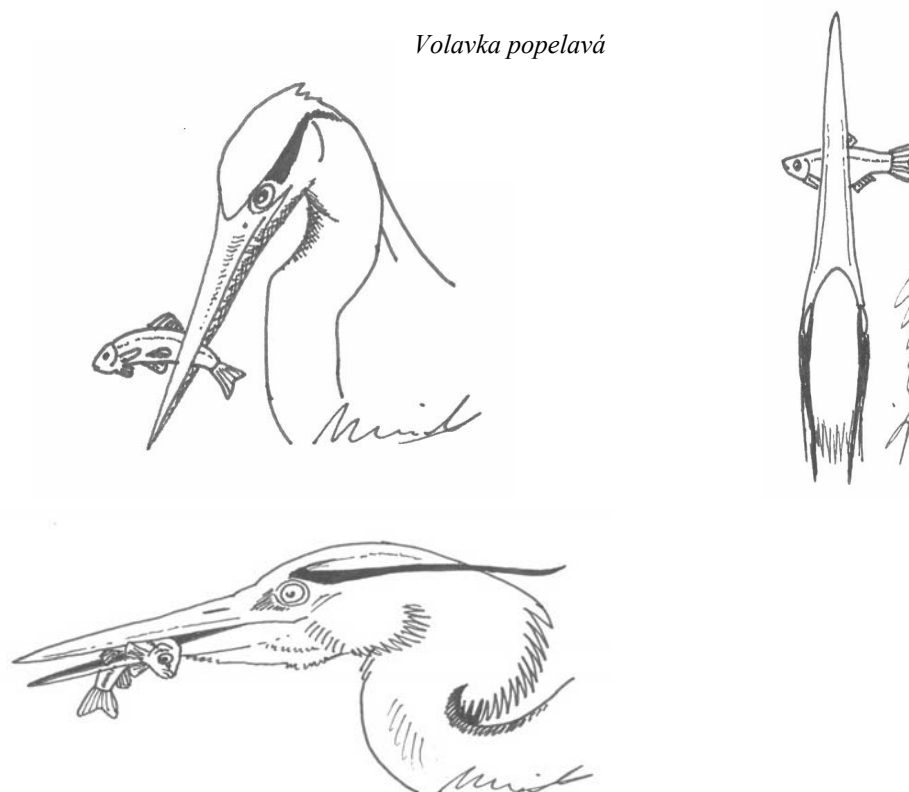
Četným pozorováním bylo zjištěno, že ryby reagují na přítomnost kormoránů především únikem do litorálu, kde se snaží ukrýt. Předpokládá se, že u těchto ryb bude zvýšená hladina stresových hormonů, ale to je zatím kvantitativně nepodloženo a v současné době ve fázi výzkumu. Stresované ryby natlačené do okrajových partií rybníka, kde se voda doslova „vařila“, byly pozorovány např. na rybníce Holašovický, který obhospodařuje Rybníkářství Hluboká a.s., na rybníce Starý (Rybníkářství Pohořelice a.s.) nebo na rybníce Vilický velký (Rybářství Tábor a.s.). Kormoráni nejdříve nalétávali na hladinu, poté na ni postupně sedali a údery křídly o hladinu postupně tlačili ryby ke břehu (Brejcha *in verb.*, 2006). Panické reakce ryb na přítomnost kormoránů v dané lokalitě jsou rovněž zaznamenávány také u jiných rybářských firem. Např. Šútovský (*in verb.*, 2007) na rybnících Rybníkářství Pohořelice a.s. na jižní Moravě zaznamenal podobné chování ryb, když na tomto obhospodařovaném území bylo napočítáno v podzimním období 2006 rybářskými subjekty přibližně 700 kusů kormoránů.



Uchopení a manipulace s kořistí –
Kormorán velký



Obr. 1: Uchopení kořisti kormoránem velkým (*Phalacrocorax carbo sinensis*)



Obr. 2: Uchopení kořisti volavkou popelavou (*Ardea cinerea*), (ilustroval Musil, M., 2007)

Zraňování ryb

Zraňování ryb v klecových chovech

Poranění ryb v klecových chovech jsou velmi častá. Vznikají při snaze kormoránů ulovit kořist a protáhnout ji skrz oka klecí. Zraňováním ryb v klecovém chovu se zabýval Carss (1990). Ve své studii na farmě v Agryll v západním Skotsku označuje za nejnebezpečnější rybí predátory způsobující poranění kromě kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*), také volavku popelavou (*Ardea cinerea*) a kormorána chocholatého (*Phalacrocorax aristotelis*). Velkou pozornost ve své studii věnuje ochraně obsádky před predátory pomocí tzv. antipredačních sítí umístěných v určité vzdálenosti od vlastních klecí ze všech jejích stran. Popisuje zde chování volavky a kormorána při lovu kořisti z klecí. Volavky, které váží průměrně 1,75 kg, usedají na vrchní stěnu klece, přičemž ta se pod jejich vahou prohne a potrava je pak pro ptáky snadno dostupná. Limitujícím faktorem je zde velikost ryb a ok klece. Ryby, které pak volavka uchopí, buď zkonsumuje, nebo, pokud jsou příliš velké, poraní. Naopak kormoráni loví ryby z klecí pod vodou. Potápí se v blízkosti klecí a snaží se ryby vyprostít skrz síť. Bylo zde prokázáno, že z klecí, které byly chráněny těmito sítěmi, bylo od kormoránů poraněných 38 % ryb, zatímco v případě nechráněných klecí to bylo až 80 % (Marquiss a Carss 1992). V podobné studii z Dánska se uvádí, že ze 140 pstruhů o velikosti 25 – 45 cm nasazených do klece bylo během 8 hodin poraněno kormorány 3,5 % ve velikosti od 32 do 45 cm (C. Diepering, nepublikováno). Problematikou zraňování pstruhů (*Oncorhynchus mykiss*) v klecovém chovu ve Skotsku se zabývali i Ransom a Beveridge (1983), kteří zde zjistili, že 0,5 % ryb (o velikosti 5 - 9 cm) ze všech klecí mělo na těle známky po útoku kormoránů.

Zraňování ryb ve volných vodách

Sekundární vlivy kormorána na rybí obsádku byly rovněž pozorovány na přítoku řeky Ribble ve Skotsku, kam najíždějí velká hejna kaprovitých ryb přezimovat. Říčka je široká v průměru 3 m a hloubka je průměrně 1 m. Část toku (35 m) byla v únoru 1993 přehrazena pomocí sítí (původně k odběru matečného hejna ryb). Zjistilo se, že mnoho odlovených ryb neslo citelné známky poranění od kormoránů. Poraněné ryby byly změřeny. Odlov se opakoval v březnu 1994 na úseku dlouhém 15 m, a opět zde bylo nalezeno množství poraněných ryb. Z výsledků je patrné, že v roce 1993 bylo z tohoto úseku poraněných 14,1 % (26 ze 185 ks) jelců tloušťů o průměrné velikosti 25,7 – 29,4 cm; 2,3 % (29 ze 1238 ks) jelců proudníků průměrné délky 22 cm a 6,7 % (1 z 15 ks) odlovených plotic obecných (*Rutilus rutilus*). V roce 1994 bylo nalezeno zranění od kormoránů u 40 (7 %) z 569 odlovených proudníků (*Leuciscus leuciscus*) o průměrné velikosti 22 cm a 12 (18,2 %) z 66 kusů tloušťů (*Leuciscus cephalus*) o průměrné délce 24,6 cm. Ze závěrů této studie lze vyvozovat, že velikost ryb je jedním z limitujících faktorů náchylnosti k poranění (Davies a kol., 1995). Např. Moerbeek a kol. (1987) zjistil u sádkovaných ryb, že rozsah poranění byl největší u tržních kaprů, vzhledem k tomu, že velké ryby není kormorán schopen spolknout.

Zraňování ryb kormoránem velkým studoval také Gremillet a kol. (2006), který testoval úspěšnost při lovu a množství poraněných ryb pomocí podvodních kamer. Pokus byl prováděn se 6 kormorány velkými (*Phalacrocorax carbo*) a 9 kormorány chocholatými (*Phalacrocorax aristotelis*). Celkem bylo zaznamenáno 676 pokusů ulovení kořisti. Výsledkem byla méně než padesátiprocentní úspěšnost při lovu. Detailní studie lovu kořisti však ukázala, že pouze 0,4 % kořisti mělo poranění. Na švédských jezerech pozoroval zraňování ryb lovicími kormorány Engström (1998), který potvrdil velikostní rozdíly u ryb poraněných (ryby > 0,5 kg) a zkonsumovaných (průměrně 0,2 kg). Van Dobben (1989) popisuje náchylnost úhořů k predaci kormoránů, která je největší během horkých letních dnů, kdy úhoři vystrkují hlavu z úkrytů v bahně na dně a vydatně dýchají a stávají se tak snadněji dostupnými pro kormorány. Kořist je však pro kormorány obtížně ulovitelná, především větší jedinci, kteří pak mají na těle mnoho šrámů a zřídka i otevřené rány. Pravděpodobně však tato zranění nezpůsobují úhyn ani ztrátu tržní hodnoty. Kirby a kol. (1995) zmiňují zraňování ryb v souvislosti se snížením atraktivnosti sportovních vod pro rybáře na Chew Valley Lake ve Velké Británii, kde bylo během rybářských závodů v roce 1992 zjištěno z celkem 1 023 ulovených ryb 21,3 % pstruhů s povrchovým poraněním a 5,8 % pstruhů s hlubokými ranami způsobenými potravní aktivitou kormorána. Zraňování ryb je zmiňováno vždy v souvislosti s velikostí kořisti, kterou kormorán loví. Např. Sutter (1997) ve své studii potravy kormoránů ve Švýcarsku uvádí, že nejmenší jedinci nalezení v potravě kormoránů měřili 5,9 cm a vážili 0,8 g, naopak největší pozřený jedinec, úhoř říční (*Anguilla anguilla*) měřil 68,7 cm. Průměrná velikost kořisti (konkrétně u lipana a tlouště) se pohybovala kolem 45,5 cm. Tyto ryby měly šířku hřbetu průměrně 8 – 10,4 cm, což odpovídá limitující šířce dané schopností kormorána rozevřít zobák. Ryby větších rozměrů, které kormorán napadl, měly četná poranění, a některé byly nalezeny uhynulé, plovoucí na hladině (max. 50,8 cm, výška hřbetu 12,1 cm, váha 1 030 g).

Zraňování ryb na rybnících

O zraňování ryb na rybnících existuje jen velice málo publikovaných údajů. Moerbeek a kol. (1987) sledoval vliv kormoránů na obsádku kapra (*Cyprinus carpio*) na rybnících v Holandsku. Při svém pokusu zjistil, že kormorán konzumuje nejčastěji jedince do hmotnosti 550 g, ale zraňoval kapry až do hmotnosti 700 g. Jedinci o velikosti nad 1 kg byli údajně již mimo ohrožení kormorány. Velice zajímavá je také studie z Ray Meads v Hertfordshire v Anglii. McKay a kol. (1999) porovnával celkové ztráty a množství poraněných ryb na dvou rybnících. Hlavním cílem práce bylo vyhodnocení účinnosti speciálních umělých úkrytů na

bázi drátěných klecí válcovitého tvaru umístěných do různých částí rybníka. Pokus byl prováděn ve dvou fázích. V první fázi byly porovnávány ztráty ryb a poranění na rybníce překrytém sítěmi po celé ploše a na rybníce nechráněném. Při druhém pokusu se do obou rybníků instalovaly umělé úkryty. Obsádka byla složena ze tří kategorií kapra *Cyprinus carpio* L., průměrná velikost největších jedinců (1) byla 27 – 29 cm, středních (2) 12 – 14 cm a nejmenších (3) 7 – 8 cm. Z výsledků je patrné, že při použití umělých úkrytů byla úspěšnost lovu kormoránů prokazatelně menší než v případě, kdy úkryty nebyly instalovány. Na rybníce s úkryty bylo zaznamenáno celkem 38 % poraněných ryb (1), zatímco bez úkrytů to bylo 77 % (1), 11 % (2), 1 % (3). Rozdíl mezi oběma pokusy byl prokazatelný ($\chi^2 = 5.6$, $P < 0,05$). Z těchto údajů jasně vyplývá pozitivní účinek instalace umělých úkrytů pro ryby, a to zejména u větších velikostních kategorií.

V České republice se zraňováním ryb v rybníčních oblastech zabývali Adámek a kol. (in press). Studie byla zaměřena především na vyhodnocení škod způsobených kormoránem na neúspěšně napadených jedincích využitím digitální analýzy obrazu. Pomocí počítačové analýzy lze s velkou přesností určit rozsah poranění, popř. procento poranění u jednotlivců. K dokumentaci a analýze poranění bylo použito ryb získaných na pohořelických kaprových rybnících v průběhu jarní sezony (březen – květen 2004). Předmětem vyhodnocení bylo celkem šest druhů ryb - kapr obecný *Cyprinus carpio* L.), tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella* Val.), okoun říční (*Perca fluviatilis* L.), štika obecná (*Esox lucius* L.) a sumec velký (*Silurus glanis* L.). Věk ryb, počet a velikosti zraněných ryb jsou uvedeny tab. 1.

Tab. 1. Věk, počet a velikosti zraněných ryb na pohořelických rybnících

druh (forma)	věk	n	TL (mm)	W (g)
<i>Cyprinus carpio</i> (lysec)	1	8	187 ± 29.6	145.0 ± 49.37
<i>Cyprinus carpio</i> (lysec)	2	19	247 ± 28.4	206.9 ± 66.57
<i>Cyprinus carpio</i> (šupináč)	2	12	234 ± 36.8	296.7 ± 88.27
<i>Hypophthalmichthys</i> <i>molitrix</i>	3	14	357 ± 22.0	630.0 ± 85.46
<i>Ctenopharyngodon</i> <i>idella</i>	2	2	243 ± 37.5	300.0 ± 60.00
<i>Perca fluviatilis</i>	4	2	265 ± 10.0	310.5 ± 35.00
<i>Esox lucius</i>	2	2	398 ± 2.5	416 ± 23.5
<i>Silurus glanis</i>	3	3	640 ± 32.6	1880.0 ± 262.8

Výsledky této studie poukazují na vysoké hodnoty poranění u jednoleté násady kapra lysce, kde bylo zjištěno pohmoždění průměrně 27,53 ± 10,92 % těla, ale nekrotická poranění nebyla nalezena vůbec, na rozdíl od kapra lysce dvouletého, kde se nekrotická zranění vyskytovala v průměru na 1,73 ± 1,12 % těla, celkové poranění na 4,31 ± 2,40 % těla. U šupinatého dvouletého kapra bylo poranění na 15,13 ± 12,48 %, tolstolobiků 9,54 ± 4,33 %, amura 6,23 ± 1,28 %, okounů 9,22 ± 3,91 % (bez nekroz), štik 7,40 ± 3,49 % a konečně u sumců 4,87 ± 3,87 % povrchu těla. V tomto případě by jistě neměla ujít pozornosti průměrná velikost poraněných sumců (1 880 ± 262,8 g), která vyvrací tvrzení Moerbeeka a kol. (1987), že ryby o hmotnosti větší než jeden kilogram jsou mimo nebezpečí útoku kormoránů. Z výpovědí sportovních rybářů v severozápadní Anglii je také patrné ohrožení ryb přesahujících hmotnost 1 000 g. Kormoráni zde údajně prokazatelně zraňovali množství

kaprovitých ryb, mimo jiné i kapra (*Cyprinus carpio*) o velikostech 33 – 53 cm, tj. i ryby vážící přes dva kilogramy (Davies a kol., 1995).

Kondice poraněných ryb

Velmi důležitým aspektem při hodnocení ztrát na obsádkách jsou změny probíhající v poraněných tkáních po určitém čase. Expanzi a prohlubování poraněných míst lze vypočítat pomocí porovnání indisponovaných jedinců bezprostředně po útoku a dále v pozdějších časových intervalech. Zraněné ryby rovněž trpí špatným kondičním stavem, v důsledku stresu a nemocí nepřijímají potravu a oslabené hynou (Adámek a kol., in press). Kondiční stav ryb poraněných a zdravých můžeme srovnávat pomocí koeficientu kondice (tzv. Fultonův koeficient).

Ve své práci použil tento výpočet Kortan a kol. (in press), když zjišťoval, zda je mezi rybami poraněnými a zdravými nějaký rozdíl v jejich kondičním stavu. Koeficient byl vypočten pro 19 kusů zdravých a stejné množství zraněných kaprů (K_2) z lokality Nohavice (8,37 ha) na Pohořelicku v ČR. Z výchozích hodnot Fultonova koeficientu byl zjištěn statisticky vysoce průkazný rozdíl ($P = 0,0011$) mezi rybami zdravými a poraněnými.

Přežití poraněných ryb je závislé na druhu a věku ryby. Např. kapr obecný je mnohem odolnější než lipan, který je známý svou náchylností k bakteriálním a plísňovým onemocněním po manipulaci a mechanickém poškození (Lusk a kol., 1987). Sutter (1995) zjistil na řece Rhine ve Švýcarsku, že pouze 10 – 16 % lipanů (*Thymallus thymallus*) poznamenaných predačním chováním kormoránů přežilo zimní období.

Další vlivy kormorána na zdravotní stav ryb

Rybožraví ptáci jsou také významnými přenašeči nejrůznějších chorob. Mnoho druhů helmintů, kteří působí onemocnění u ryb, má dospělá stadia v rybožravých ptácích. Problémem přenosu helmintů kormorány se zabývala studie prováděná na lokalitě Záhlinice v okrese Přerov v roce 1996. Bylo zde zjištěno 14 druhů helmintů, z nichž 5 druhů patří mezi epizootologicky významné (*Petasiger phalacrocoracis*, *Paryphostomum radiatum*, *Hystermorpha triloba*, *Ligula intestinalis* a *Contracoecum* sp.). Vývojová stadia motolic *Petasiger phalacrocoracis*, *Paryphostomum radiatum*, *Hystermorpha triloba* cizopasí pod kůží ryb a mohou vyvolávat hnisavé vředy. Ve stadiu dospělců cizopasí u kormorána velkého, který je v našich podmínkách jejich typickým hostitelem. Kormorán velký je rovněž přenašečem dospělých forem hlístic rodu *Contracoecum*, které cizopasí ve svalovině ryb a působí jejich úhyn. Také dospělci tasemnice *Ligula intestinalis* cizopasí u mnoha druhů rybožravých ptáků, přičemž kormorán velký velmi napomáhá jejímu rozšíření (Sitko a Polčák, 1997).

Naopak van Dobben (1952) popisuje vliv kormoránů na ryby jako pozitivní ve smyslu odstraňování infikovaných oslabených ryb. V potravě kormoránů našel nadměrné množství tasemnic *Ligula intestinalis*, které cizopasily na rybách. Takto napadené ryby jsou deformované, mají omezenou pohyblivost a stávají se tak snadnou kořistí kormoránů.

ZÁVĚR

Velmi důležitým faktorem, na který se však v současnosti klade malý důraz při výpočtu ztrát na obsádkách, je zraňování ryb. To má za následek nejen úhyny ryb, ale také snižování tržní hodnoty a atraktivnosti sportovních vod. Při zohledňování takovýchto škod se v současné době vychází pouze z odhadů a kvantitativně nedostatečně podložených dat. Proto by se další studie věnované tomuto problému měly věnovat evidenci takto způsobených ztrát s cílem dosažení určitého koeficientu, který by se při výpočtu škod dal použít. Vyhodnocení sekundárních škod je však velmi obtížné především z hlediska dostupnosti dat a jejich vyhodnocování. K vyhodnocení ztrát způsobených potravní aktivitou kormorána velkého

bude dále používána analýza obrazu, dále pak monitoring chování obsádky v reakci na přítomnost kormoránů pomocí echolokace, histologický rozbor poranění u ryb a jejich změny v časových intervalech, případně kontrola hladiny stresových hormonů u těchto jedinců.

Poděkování

Práce je součástí řešení projektu MSM 6007665809. Rád bych poděkoval za kritické připomínky Dr. Davidu Kortanovi a za ilustraci ing. Martinu Musilovi.

Literatura

- Adámek Z., Kortan J., Flašhans M., 2005. Computer-assisted image analysis in evaluation of fish injuries caused by cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) attacks. In: Adámek Z. (Ed.): New Challenges in Pond Aquaculture. Book of Abstracts, České Budějovice: 23.
- Adámek Z., Kortan J., Flašhans M., in press. Computer-assisted image analysis in evaluation of fish wounding by cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)) attacks. Aquaculture Internacional.
- Carss, D. N. (eds), 2003. Reducing the conflict between cormorants and fisheries on a pan- European scale: REDCAFE. Final Report to the EU, contract No. Q5CA-2000-31387, pp 169.
- Carss, D. N., 1990. Beak prints help in war against aerial invaders. Fish Farmer 13: 46 – 47.
- Davies, J.M., Feltham, M.J. and Walsingham, M.V. 1995. Fish wounding by cormorants, *Phalacrocorax carbo* L. Fisheries Management and Ekology 2: 321 – 324.
- Engström H. 1998. Conflicts between Cormorants (*Phalacrocorax carbo* L.) and fishery in Sweden. Nordic Journal of Freshwater Research 74: 148 - 155.
- Gremillet, D., Enstipp, MR., Boudiffa, M., Liu, H., 2006. Do cormorants injurie fish without eating them? An underwater video study. Marine Biology 148 (5): 1081 – 1087.
- Kirby, J. S., Holmes, J. S., Sellers, R. M., 1995. Cormorants *Phalacrocorax carbo* as fish predators: An appraisal of their conservation and management in Great Britain. Biological conservation 75 (1996): 191 – 199.
- Lusk, S., Skácel, L. and Sláma, B. 1987: Grayling, *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758). Czech Anglers' Union, Prague, 155 p.
- Marquiss, M. & Carss, D. N., 1992. Avian predation at farmed and natural fisheries. Proceeding of the Annual Institute of Fisheries Management Study Course 22, Aberdeen 1991.
- McKay, H. V., Russell, I. C., Packer, J., Parrot, D., I.C., Rehfish, M. M. and Armitage, M., 1999. Pilot trials to assess the efficacy of fish refuges in reducing the impact of cormorants on inland fisheries. In: Interactions between fish and birds: Implications for Management. 278 – 287.
- Moerbeek, D. J., Van Dobben, W. H., Osieck, E. R., Boere., G. C., Bungenberg de Jong, C. M., 1987. Cormorant damage prevention at fish farm in The Netherlands. Biol. Conserv. 39: 23 – 38.
- Moravec, F., 1992. Zpráva o dosavadních výsledcích výzkumu helmintů kormorána velkého na Pohořelicku v letech 1989 – 1992. PAÚ AV ČR, České Budějovice. Rukopis 2 pp.
- MZe ČR, 2006. Ryby. Situační a výhledová zpráva, říjen 2006. 34 s.
- MŽP ČR. Legislativa, Zákon 115/2000 Sb. [online]. [cit.2007-01-14]. <<http://www.env.cz/www/zakon.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/32bd32b1f08ca4fcc125690b0026dc41>>
- Poór, C., 2005. The influence of cormorant (*Phalacrocorax carbo* Linné, 1758) on fish population in open waters in Hungary. In: Topical problems in water ecosystems protection, Abstract Book, Průhonice, Czech republic, 6.
- Ransom, K. & Beveridge, M., 1983. Raiders from the skies. Fish Farmer 6: 22 – 23.
- Sitko, J., Polčák, J., 1997. Biologické hodnocení kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na rybnících Závíš a Křivoš v katastrálním území Hustopeče nad Bečvou, okres Přerov. Rukopis, 5 pp.
- Sutter, W., 1995. The effect of predation by wintering cormorants *Phalacrocorax carbo* on grayling *Thymallus thymallus* and trout (Salmonidae) populations: Two case studies from Swiss rivers. Journal of Applied Ekology 32: 29 – 46.
- Sutter, W., 1997. Roach rules: shoaling fish are a constant factor in the diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Switzerland. Ardea 85: 9- 27.
- van Dobben, W.H. 1989. The food of the cormorant: 51 years later. The Second International Workshop on Cormorants, Lelystadt, The Netherlands, Rijkswaterstaat.
- van Dobben, W. H., 1952. The food of the Cormorant in the Netherlands. Ardea 40: 1-63. Management, The Netherlands

Adresa autorů:

Ing. Jiří Kortan, doc. RNDr. Zdeněk Adámek, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, e-mail: kortan@vurh.jcu.cz

**PLODNOST, DOBA VÝVOJE VAJÍČEK A PRODUKCE JUVENILŮ
U RAKA PRUHOVANÉHO (ORCONECTES LIMOSUS)
V KONTROLOVANÝCH PODMÍNKÁCH**

*THE FECUNDITY, TIME OF EGG DEVELOPMENT AND JUVENILES PRODUCTION IN
SPINY-CHEEK CRAYFISH (ORCONECTES LIMOSUS) UNDER CONTROLLED
CONDITIONS*

KOZÁK P., BUŘIČ M., POLICAR T.

(Rozšířený abstrakt práce: Kozák, P., Buřič, M., Policar, T., 2006: The fecundity, time of egg development and juveniles production in spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) under controlled conditions. Bull. Fr. Peche Piscic, 380-381:1171-1182.)

Rak pruhovaný je u nás nepůvodní, středně velký rak s nápadnými bočními trny na hlavohrudí. Ke kopulaci dochází u raka pruhovaného, stejně jako u ostatních druhů, na podzim (Brink a kol., 1988; Hager, 1996). U raka pruhovaného bylo však opakovaně pozorováno i druhé, jarní období kopulace (Ulikowski a Borkowska, 1999). Hamr (2002) uvádí také u populací v Quebecu páření v září - říjnu a podruhé v březnu - dubnu. Stucki (2002) pozoroval páření od konce srpna až do začátku dubna.

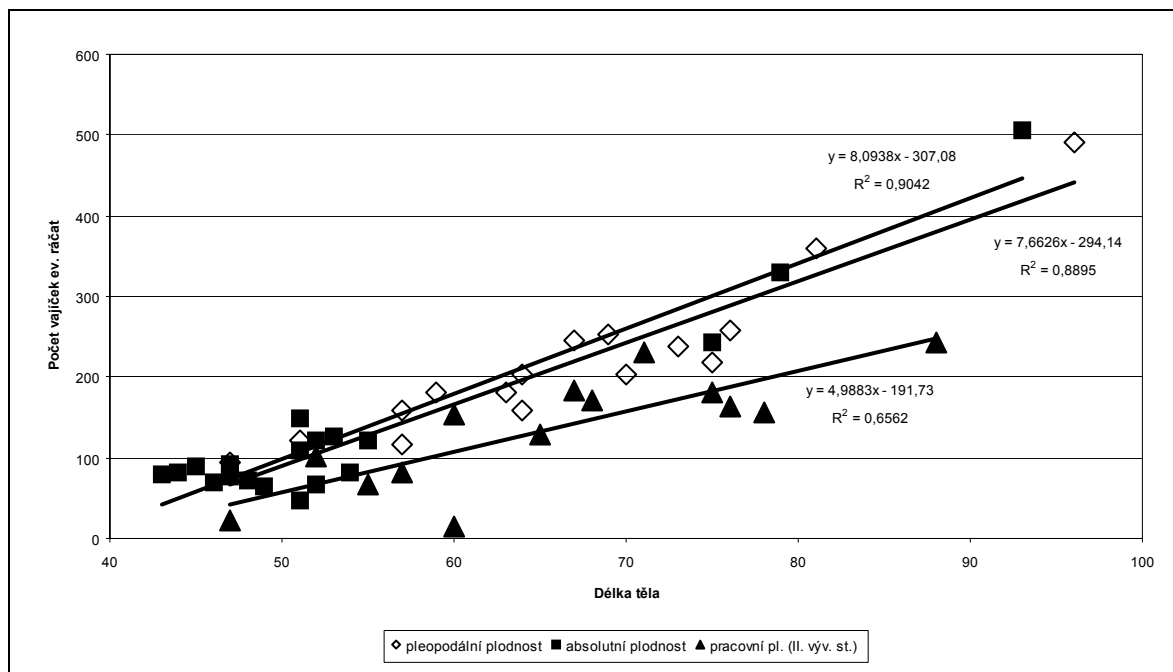
Plodnost raků můžeme hodnotit několika ukazateli. Potenciální (*ovariální*) plodnost raků je dána počtem *oocytů* ve vaječnicích. *Pleopodální* plodnost raků je dána počtem oplodněných a upevněných vajíček na *pleopodech* samic. Pracovní plodnost je dána počtem ráčat většinou ve II. vývojovém stádiu. *Pleopodální* plodnost je hodnocena různým způsobem: těsně po kladení vajíček (Abrahamsson, 1971), v průběhu inkubace (Lewis a Horton, 1997) a také těsně před vlastním líhnutím ráčat (Söderbäck, 1995; Savolainen a kol., 1996). *Pleopodální* plodnost je obvykle více variabilní a nižší než *ovariální* plodnost. To je dáno neúplnou ovulací vajíček, neoplozenými vajíčky, špatně přichycenými vajíčky na pleopodech samic a ztrátou vajíček při inkubaci (Savolainen a kol., 1996). Ke ztrátě vajíček při inkubaci dochází z důvodu redukce, která nastává při zvětšování velikosti vajíček. Bylo však zjištěno, že větší samice dokáží vajíčka při inkubaci lépe ochránit před predátory (Taugbøl a kol., 1987).

Existuje několik publikací zaměřených na plodnost raka pruhovaného. Kozák a Policar (2006) udávají potenciální plodnost raka pruhovaného 140 vajíček v rozmezí od 76 do 290 vajíček na jednu samici (délka těla 52 - 82 mm) a velikost oocytů v rozmezí 0,2 - 1,8 mm v závislosti na reprodukčním cyklu. Stypińska (1973) zjistila průměrnou potenciální plodnost od 315 do 440 vajíček v závislosti na velikostní skupině (délka těla 75 - 104 mm). Holdich a Lowery (1988) udávají pleopodální plodnost samic s délkou hlavohrudí 45 mm cca 400 vajíček. Naproti tomu Momot (in Holdich a Lowery, 1988) uvádí průměrnou pleopodální plodnost 163 vajíček. Stucki (2002) stanovil průměrnou pleopodální plodnost 139 vajíček s minimálním počtem 31 a maximálním počtem 555 vajíček na jednu samici. Průměrnou velikost vajíčka udává 1,8 mm. Hamr (2002) shrnuje ve své práci údaje několika autorů a udává pleopodální plodnost mezi 57 a 440 vajíčky na samici, přičemž u populace v Quebecu stanovuje průměrnou plodnost na 309 vajíček na samici.

Cílem experimentu bylo stanovit potenciální, pleopodální a pracovní plodnost samic raka pruhovaného a jejich závislost na velikosti samic.

Potvrzena byla lineární závislost mezi velikostí samic a ovarialní, pleopodální plodností a počtem ráčat ve III. vývojovém stádiu. Průměrná ovarialní plodnost byla $130,8 \pm 107,6$ (46 - 505) oocytů. Hodnota gonadosomatického indexu těsně před kladením dosáhla $4,2 \pm 1,8$ % (0,8 - 7,7 %). Pleopodální plodnost byla zjištěna na úrovni $217,8 \pm 94,9$ (95 - 492) vajíček o průměru $1,8 \pm 0,2$ mm (1,45 - 2,15 mm). Statisticky významný rozdíl byl nalezen mezi počtem vajíček na jednotlivých párech pleopodů. Průměrná doba od nakladení

do vylíhnutí byla $46 \pm 3,8$ dní (37 - 56 dní), tzn. $647 \pm 39,9$ denních stupňů. Průměrná produkce ráčat ve III. vývojovém stádiu činila $135,7 \pm 67,24$ (15 - 243) ráčat. Studie prokázala větší plodnost a kratší dobu embryonálního vývoje ve srovnání s evropskými druhy ráků, což řadí raka pruhovaného mezi tzv. r-stratégy. Dřívější pohlavní dospělost a větší počet ráčat na jednu samici skýtá tomuto druhu dobrou predispozici k osídlování nových lokalit.



Obr. 1: Potenciální, pleopodální a pracovní plodnost samic raka pruhovaného (*Orconectes limosus*)

The ovarian and pleopodal fecundity and production of juveniles at the 3rd stage in spiny-cheek crayfish (Orconectes limosus)

Poděkování

Práce byla finančně podpořena výzkumným záměrem MSM 600766809 a GAČR 206/03/0532 a 206/03/D064.

Literatura

- Abrahamsson, S. A. A., 1971. Density, growth and reproduction in populations of *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in an isolated pond. *Oikos*, 22: 373 – 380.
- Brink, F. W. B., Velde, G., Geelen, J. F. M., 1988. Life history parameters and temperature-related activity of an American crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea, Decapoda), in the area of the major rivers in The Netherlands. *Arch. Hydrobiol.*, 114, 2: 275 – 289.
- Hager, J., 1996. Edelkrebse. Graz: 128 s.
- Hamr, P. 2002. *Orconectes*. In: Holdich, D. M. (ed): *Biology of Freshwater Crayfish.*, Blackwell Science Ltd., London, pp. 585 - 608.
- Holdich, D. M., Lowery, R. S., 1988. *Freshwater Crayfish Biology, Management and Exploitation*. Chapman & Hall, London & Sydney, Timber Press, Portland, Oregon, 498 s.
- Kozák, P., Polícar, T., 2006: Annual course of gonad development in *Orconectes limosus*. *Freshwater Crayfish* 15: 126 - 129.
- Lewis, S. D., Horton, H. F., 1997. Life history and population dynamics of signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in Lake Billy Chinook, Oregon. *Freshwater Crayfish* 11: 34 - 53.
- Savolainen, R., Westman, K., Pursiainen, M., 1996. Fecundity of Finnish noble crayfish, *Astacus astacus* L., and signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in various natural habitats and in culture. *Freshwater Crayfish* 11: 319 – 338.
- Söderbäck, B., 1995. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a Swedish lake: possible causes and mechanisms. *Freshwater Biology*, 33: 291 - 304.

- Stucki, T. P., 2002. Differences in live history of native and introduced crayfish species in Switzerland. *Freshwater crayfish* 13: 463 - 476.
- Stypińska, M., 1973. The fecundity of three types of crayfish inhabiting Polish waters. *Rocz. Nauk Rol.* 95 (1): 147 - 156 (in Polish).
- Taugbøl, T., Wærvågen, S. B., Linløkken, A.N., Skurdal, J., 1987. Post-molt exoskeleton mineralisation in adult noble crayfish, *Astacus astacus*, in three lakes with different calcium levels. *Freshwater Crayfish* 11: 219 - 226.
- Ulikowski, D., Borkowska, I. 1999. Mating of spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus* Raf.) – spring or autumn? *Komun. Ryb.* 3: 4 - 6 (in Polish).

Adresa autorů:

Ing. **Pavel Kozák**, Ph.D., Ing. **Miloš Buřič**, Ing. **Tomáš Polícar**, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, e-mail: kozak@vurh.jcu.cz

SLOŽENÍ POTRAVY VYDRY ŘÍČNÍ (LUTRA LUTRA L.) NA RYBNÍCÍCH V ZIMNÍM OBDOBÍ

WINTER PREDATION OF OTTER (LUTRA LUTRA L.) ON CARP PONDS IN THE CZECH REPUBLIC

ADÁMEK Z., KORTAN D.

(Rozšířený abstrakt práce předložené k publikaci v Journal of the World Aquaculture Society)

Populace vydry v České republice pokrývají více než 40 % území a jejich početnost byla v roce 2005 odhadována na 1 200 – 1 500 jedinců. Největší výskyt je v oblasti jižních Čech a na Českomoravské vysočině. Tyto dvě původně oddělené populace mají rostoucí tendenci a spojily se výběžkem polské populace vyder na severu. Na severovýchodní Moravu do Beskyd se rozšířila populace ze Slovenska a Polska, menší populace je také na Bruntálsku, Jesenicku a na severovýchodě Čech. Na zvyšování početnosti má vliv zákonná ochrana, snížení znečištění a zvýšení potravní nabídky v řekách.

Přítomnost vydry lze rozpoznat podle pobytových znaků. Vydry si svá teritoria značkují trusem, který zanechávají na viditelných místech jako jsou kameny, kmeny nebo písek. V zimě jsou rovněž často vidět nezkonsumované zbytky ryb na břehu nebo na ledě, zejména u větších kusů vydra často požívá pouze břišní partie nebo zanechá na ledě hlavy ryb. Nestrávené části ryb (kosti, šupiny) v trusu a části nezkonsumovaných ryb na březích jsou nejvýznamnějšími podklady pro studium potravní ekologie vydry. Rozdíly dosažené s použitím těchto dvou přístupů se však diametrálně odlišují. Předností analýz založených na zanechaných zbytcích je, že tímto způsobem lze vyhodnotit zejména predaci na větších rybách, protože vydry malé ryby konzumují celé, zatímco z větších ryb (> 15 cm) často oddělí hlavu nebo zkonsumují pouze část těla. Zbytky ryb však bývají někdy velmi těžko dostupné v důsledku rychlé sekundární predace ostatními masožravými druhy živočichů, případně rozkladu v teplé části roku. Neposkytují také objektivní obraz o podílu menších ryb, které byly vydrou zkonsumovány celé.

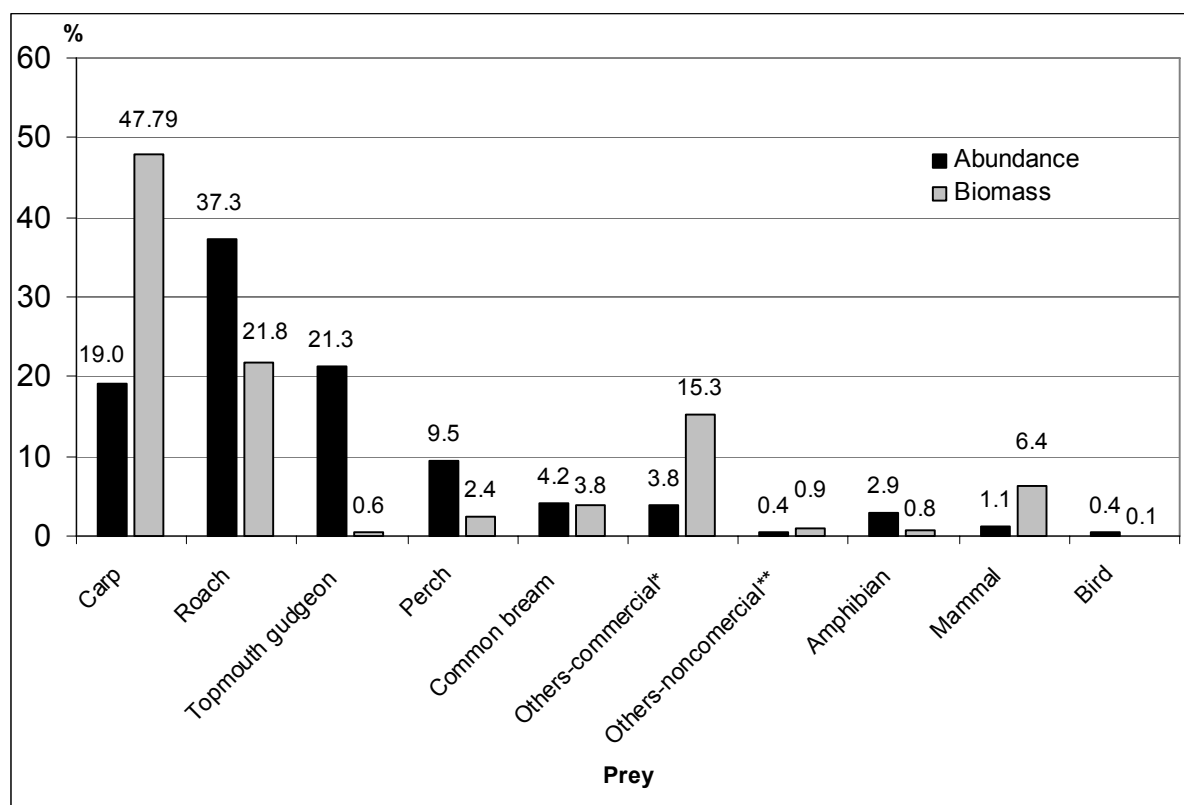
Nejpoužívanější metodou studia potravy vyder je analýza trusu. Tato metoda je využívána většinou autorů zabývajících se složením potravy vyder. Výhodou této metody je snadná dostupnost velkého počtu vzorků, ze kterých je možno rozbořením nestrávených zbytků kořisti relativně snadno určit druhové a velikostní spektrum potravy. Jeho výsledky však jsou zkresleny v důsledku chyb, které mohou nastat v průběhu analýzy. Hlavním problémem je nadhodnocení malých ryb a podhodnocení velkých ryb v potravě vůči celkovému rozložení velikostního spektra, protože kosti a šupiny velkých ryb nemusí být v trusu vůbec obsaženy. Pokusy se zajatými jedinci potvrdily, že návratnost klíčových kostí používaných k identifikaci kořisti a k rekonstrukci velikosti se snižuje se stoupající velikostí konzumovaných ryb. Zbytky malých ryb jsou proto v trusu nalézány častěji. Na druhou stranu může být podhodnocen význam velmi malých ryb (< 4 cm) z důvodu kompletního strávení kostí.

Výsledky studií ovlivňuje také způsob interpretace výsledků. Podíl jednotlivých druhů může být vyjádřen jako frekvence výskytu určité složky kořisti v trusu, založené na přítomnosti či absenci druhu. Kořist s vysokým podílem malých nestrávených zbytků, jako jsou kosti a šupiny malých ryb, je tímto způsobem nadhodnocována, zatímco zbytky velkých ryb nebo kořist s větším podílem stravitelného materiálu bude podhodnocena.

Někteří autoři přistupují k vyjádření relativní abundance a biomasy jednotlivých složek založené na určení minimálního počtu a hmotnosti jedinců každého druhu kořisti. Počet jedinců je určován především na základě počtu klíčových kostí, většinou párových kostí hlavy, kde je opět problém v návratnosti těchto klíčových kostí v trusu. Chyby mohou také vznikat díky rozdílnému průchodu zbytků kořisti trávicím traktem, například šupiny okouna

byly nalezeny v šedesáti vzorcích trusu až deset dní po konzumaci. Skladba potravy vyder může být také značně ovlivněná rozdíly v potravním chování a výběru kořisti u jednotlivých jedinců. Nalezený vydrčí trus také nemusí obsahovat zbytky kořisti z lokality sběru, protože vydry mohou za noc urazit až 16 km. Zásadní rozdíly v prezentaci složení potravy vydry pak může vyvolat způsob interpretace – nejčastěji prezentované výsledky ve formě procentického podílu založeného na počtu jedinců se mohou zásadně odlišovat od hodnot prezentovaných ve formě hmotnostního podílu. Ačkoliv analýza trusu není dostatečně přesnou metodou k určení skutečného podílu skladby potravy, lze ji úspěšně využít přinejmenším k určení pořadí významnosti jednotlivých složek kořisti.

Cílem studie na rybnících Českobudějovicka a Hlubocka proto bylo porovnání dat o potravě vydry v zimním období, získaných oběma výše uvedenými postupy. Je totiž třeba zdůraznit, že zatímco vědecká a ochránářská komunita argumentuje takřka výlučně výsledky analýz trusu, rybářská praxe akcentuje spíše poznatky o nálezech zbytků nezkonsumovaných, často poměrně velkých ryb. Ty také jsou, spolu s argumentem o rušení a stresování komorovaných ryb, hlavním předmětem konfliktu mezi rybářstvím a ochranou vydry.



Obr.1. Podíl jednotlivých potravních složek zjištěných analýzou trusu

Pozn.: abundance – početnost, biomass – hmotnost, prey - kořist

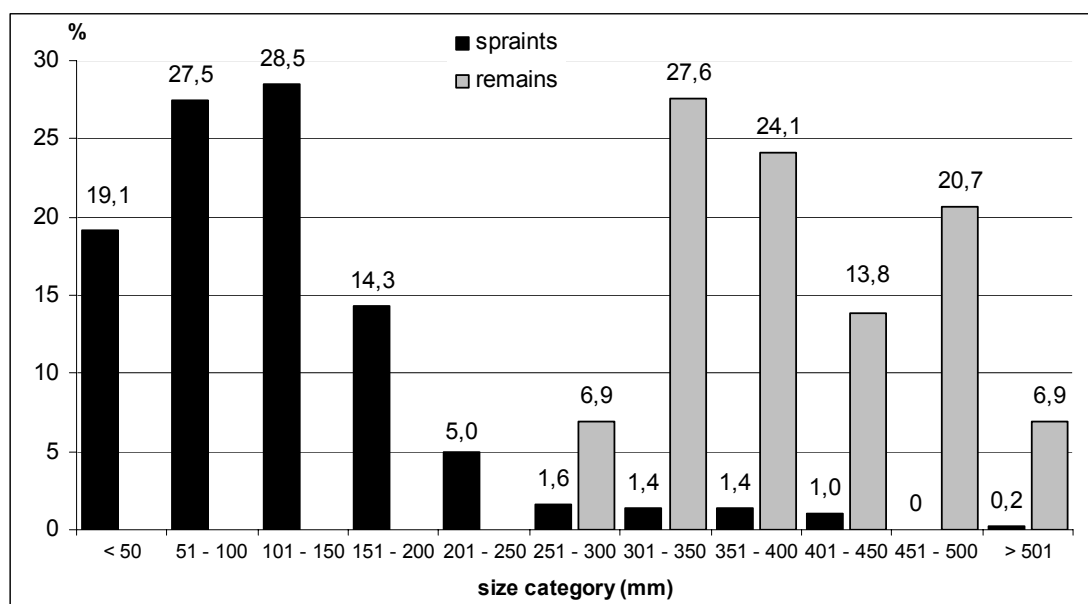
Carp – kapr, roach – plotice, topmouth gudgeon – stěvlička, perch – okoun, common bream – cejn velký, others commercial – ostatní hospodářské ryby (karas stříbrný, ježdík), others non-commercial – ostatní méně významné ryby, amphibian – obojživelníci, mammal – savci, bird - ptáci

Podle analýz trusu tvořily ryby 95,6 % zkonsumované kořisti. Nejčastěji lovenými rybami podle počtu zkonsumovaných jedinců byla plotice obecná, *Rutilus rutilus* s 37,3 %, následovaná stěvličkou východní, *Pseudorasbora parva* s 21,3 % a kaprem obecným, *Cyprinus carpio* s 19,0 %. Podle hodnocení hmotnostního podílu však dominoval kapr, který tvořil 47,8 % biomasy zkonsumovaných ryb. Podíl plotice představoval 21,8 % a ostatní

komerční druhy ryb (štika, *Esox lucius*, candát, *Sander lucioperca*, lín, *Tinca tinca*, tolstolobik pestrý, *Aristichthys nobilis* a tolstolobik bílý, *Hypophthalmichthys molitrix*) tvořily celkem 15,3 %. Podíl druhé nejpočetnější se vyskytující kořisti - střevličky (obr.1) na hmotnosti zkonsumovaných ryb však byl zanedbatelný, neboť představoval pouze 0,6 %. Ve vzorcích trusu byly zastoupeny ponejvíce ryby do 200 mm celkové délky (89,4 %), zatímco ryby nad 300 mm tvořily pouze 4 % všech ulovených ryb (obr. 2).

Naproti tomu charakteristika ryb, zanechaných ve formě nezkonsumovaných zbytků na břehu či na ledě, se od analýz trusu diametrálně lišila. Kapr tvořil 86 % těchto zbytků (v kusech), v menším množství se vyskytla i štika a cejn velký, *Abramis brama*. Původní (rekonstruovaná) délka ulovených kaprů se pohybovala od 283 do 530 mm, přičemž z nich bylo zkonsumováno od 5,0 do 90,1 % jejich hmotnosti. Původní délka ulovených štik činila 386 – 754 mm, z čehož vydra zkonsumovala v průměru 84,0 % biomasy.

Je tedy velmi zřejmé, že při prezentaci výsledků složení rybí kořisti vydry je potřeba přesně interpretovat také způsob, jakým byly tyto výsledky získány. Nejčastější forma, kdy je jako potrava vydry prezentováno kusové zastoupení jednotlivých druhů ryb či velikostních kategorií není úplně přesná, pokud není doplněna o adekvátní údaj zohledňující biomasu zkonsumovaných ryb a o poznatky o druhovém a velikostním složení zbytků ryb zanechaných nezkonsumovaných na březích, příp. na ledě. Tito jedinci se totiž v potravních analýzách založených na složení trusu objeví jen výjimečně nebo vůbec ne, protože z těchto ryb jsou přednostně konzumovány především měkké části bez kostí (vnitřnosti, svalovina).



Obr.2.: Velikostní složení rybích kořistí vydry na rybnících v zimě – srovnání výsledků získaných analýzou trusu a nezkonsumovaných zbytků ryb

Pozn. *spraints* – trus, *remains* – zbytky ryb, *size category* – velikostní kategorie v mm

Poděkování

Práce byly vykonány za finanční podpory výzkumného záměru č. MSM6007665809.

Adresa autora:

Doc. RNDr. **Zdeněk Adámek**, CSc. Jihočeská univerzita, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Vodňany, pracoviště Brno, Květná 8, 603 65 Brno, e-mail: adamek@ivb.cz

ASIJSKÝ CYPRINID, STŘEVLIČKA VÝCHODNÍ (*PSEUDORASBORA PARVA*) DOMINOVALA V POTRAVĚ DRAVÝCH RYB
PISCIVOROUS FISHES DIET DOMINATED BY ASIAN CYPRINID INVADER TOPMOUTH GUDGEON, PSEUDORASBORA PARVA

MUSIL J., ADÁMEK Z.

(Rozšířený abstrakt práce Musil, J., Adámek, Z. (in press): *Piscivorous fishes diet dominated by asian cyprinid invader topmouth gudgeon, Pseudorasbora parva. Biologia*)

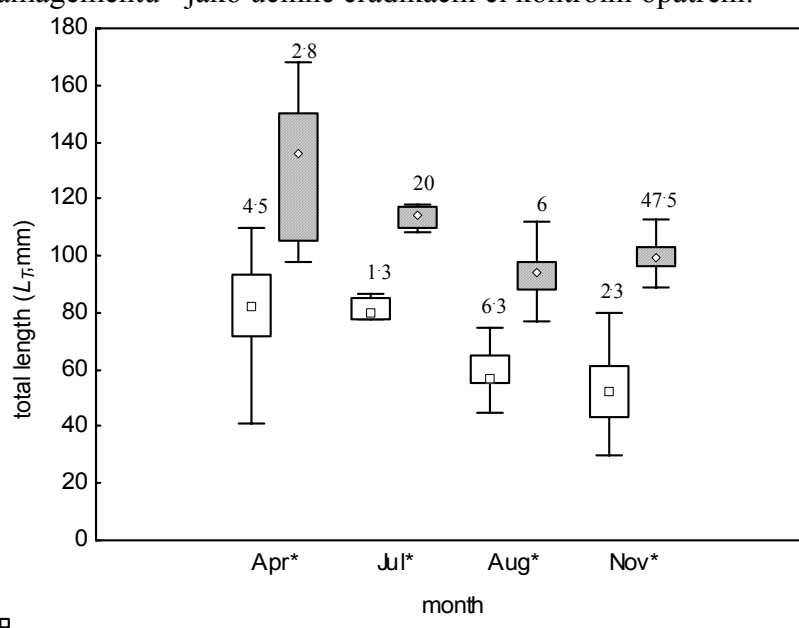
Střevlička východní, *Pseudorasbora parva* (Temminck a Schlegel, 1842), je nepůvodním asijským druhem, který v průběhu 20. století kolonizoval téměř celý evropský kontinent. Tento rybí druh obývá různé typy stojatých i tekoucích vod s výjimkou pstruhového a lipanového pásma, ale nejčastěji se vyskytuje v rybniční akvakultuře – ve výtažnicích a spojovacích stokách, kde tvoří dominantní velice početné populace (např. Adámek a Siddiqui, 1997). Za její úspěšnou kolonizaci stojí někdy zcela specifické rysy její biologie jako jsou: výrazný reprodukční potenciál, velká fyziologická tolerance, krátká generační perioda, velká potravní plasticita a péče o potomstvo. Úspěšnost přežití každého druhu v novém (invadovaném) prostředí je obecně výsledkem řady interakcí, mezi něž patří také predace – interakce s původními či nepůvodními predátory (např. Gido a Brown, 1999).

Monitoring rybího společenstva v typickém biotopu výskytu tohoto nepůvodního druhu - rybničních stokách na Jižní Moravě (Pohořelicko), byl tedy unikátní příležitostí stanovit roli střevličky v potravě dravých ryb.

Složení rybího společenstva rybničních stok bylo sledováno v průběhu roku 2003 v měsíčních periodách bodovým odlovem ryb elektrickým agregátem za časový interval 10 s (Copp a Peňáz, 1988). Detailně jsou lokality a metodika vzorkování včetně celého složení rybího společenstva popsány v publikaci Musil a kol. (in press). Všechny potenciálně piscivorní rybí druhy chycené během monitoringu byly usmrceny předávkovanou narkozou anestetika, změřeny a zváženy a jejich trávicí trakt byl konzervován 4% roztokem formaldehydu a následně v laboratoři analyzován. Jednotlivé potravní složky byly počítány, váženy a měřeny. K rekonstrukci jejich původní velikosti (u již částečně natrávené kořisti) byl použit regresní vztah mezi délkou obratle (V_D , mm, Adámek a kol., 2003) a celkovou délkou těla pro jednotlivý druh kořisti (*Pseudorasbora parva*, $L_T = 60,79$, $V_D + 12,39$, $n = 35$, délkový interval – 34 – 84 mm). U ostatních rybních druhů byla zaznamenávána délka jejich těla a byly následně vráceny zpět.

Z celkem 81 ryb patřících k 3 potenciálně piscivorním druhům byla v potravě nalezena rybí složka u 23 individuí (u okouna říčního, *Perca fluviatilis*, $L_T < 130$ mm, 5,6 %, $n=54$; $L_T > 130$ mm, 55,6%, $n=18$, u candáta obecného, *Sander lucioperca*, 75 %, $n=8$, a štiky obecné, *Esox lucius* – 100%, $n=1$). Sumárně ukazuje složení potravy dravých ryb a počty analyzovaných jedinců tab. 1. V případě okouna (fakultativní piscivor) byla potrava piscivorních jedinců tvořena kromě nejvýznamější rybí složky (98,5 % hmotnostního podílu potravní složky) také bezobratlími živočichy – buchankami, klešťankami a náletovým hmyzem (< 2 %). V potravě byly zaznamenány celkem dva rybí druhy – střevlička východní, která dominovala v potravě numericky i hmotnostně po celé sledované období a plotice obecná nalezená v zažívadlech pouze v měsíci listopadu. U candáta (85 – 126 mm L_T) a štiky (218 mm, L_T) byla v potravě nalezena výhradně střevlička východní, která tvořila 100 % celkové biomasy jejich potravy. Relativní početnost rybní kořisti (obr. 1) se sezónně měnila – s dominancí střevličky východní v jarním období a postupně narůstající početností plotice obecné. Statistické porovnání (t-test) délky těla obou druhů nalezených v potravě predátorů odhalilo průkazně menší velikost (L_T) střevličky v celém sledovaném období.

Výsledky studie dokladují silný predáční tlak na nepůvodní rybí druh - střevličku východní, která současně byla velikostně nejdominantnější a dominantní kořistí candáta obecného (*Sander lucioperca*) i piscivorního okouna říčního (*Perca fluviatilis*) v průběhu celého roku. Sledovaný modifikovaný habitat - rybníční stoky - byl potvrzen také jako "rezervoárový" biotop umožňující přežití a následné potenciální šíření nejen střevličky, ale rovněž některých dalších nepůvodních invazních druhů jako např. karase stříbřitého (*Carrasius gibelio*) (Musil a kol., in press). Populace střevličky východní může tedy být predací velmi výrazně limitována a tato okolnost by měla být brána v potaz rovněž v rybářském managementu - jako účinné eradikační či kontrolní opatření.



Obr. 1. Abundance a velikostní distribuce rybích druhů (boxy bez výplně - *Pseudorasbora parva*, šrafované – *Rutilus rutilus*) nalezených v zažívadlech dravých ryb

Číslo nad boxy udává průměrný počet ryb odlovených za 10s interval elektrolovu (box and whiskers diagram ukazuje median, kvartily a maximální a minimální hodnoty). Hvězdička signalizuje signifikantní průkaznost ($P < 0,001$) odlišné délky těla jednotlivých druhů kořisti (t-test) v každém sledovaném časovém období (duben -Apr, $df = 27$; červenec-Jul, $df = 11$; srpen-Aug, $df = 47$ a listopad - Nov, $df = 197$).

Tab. 1. Měsíc odlovu, predátor, počet dravých ryb (N), počet (n), frekvence výskytu (F), podíl biomasy (B) a délka kořisti (L_T , mm).

Měsíc odlovu	Predátor	N	rybí druh	n	F(%)	B (%)	Délkové rozpětí (PPR)
duben	<i>Perca fluviatilis</i>	3	bezobratlí	X	50	1,5	
červenec		4	plotice	2	14,3	14,5	80-89 (0,46-0,48)
srpen		2	střevlička	12	42,9	67,7	43-65 (0,29-0,42)
listopad		5	*ryby celkem	22	100	98,5	
Celkem		14					
červenec	<i>Esox lucius</i>	1	střevlička	1		100	96 (0,45)
červenec	<i>Sander lucioperca</i>	3(2)	střevlička	5	100	100	44-53 (0,40-0,44)
srpen		3(1)					
Celkem		6(3)					

Pozn. Čísla v závorkách vyjadřují počet ryb s prázdnými zažívadly a poměr kořisti k délce predátora. X symbolizuje kategorii kořisti, u které nebyla počítána její abundance.

*Celkový počet zkonsumovaných ryb zahrnuje také neidentifikovanou rybí potravní složku.

Data jsou založena na 18 rybách, u kterých byla v trávicím traktu nalezena rybí kořist.

Poděkování:

Studie byla realizována za finanční podpory výzkumného záměru MŠMT ČR č. MSM 6007665809.

Literatura

- Adámek, Z. & Siddiqui, M.A., 1997. Reproduction parametres in a natural population of topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva*, and its condition and food characteristics with respect to sex dissimilarities. Pol. Arch. Hydrobiol. 44 (1-2): 145 – 152.
- Adámek, Z., Kortan, D., Lepič, P. & Andreji, J., 2003. Impacts of otter (*Lutra lutra* L.) predation on fishponds: A study of fish remains at ponds in the Czech Republic. Aquaculture International, 11: 389 - 396
- Copp, G.H. & Peňáz, M., 1988. Ecology of fish spawning and nursery zones in the flood plain, using a new sampling approach. Hydrobiologia, 169: 209 - 224.
- Gido, K.B. & Brown, J.H., 1999. Invasion of North American drainages by alien fish species. Freshwater Biol. 42: 387 - 399.
- Musil, J., Adámek, Z. & Baranyi, Ch. (in press). Seasonal dynamics of fish assemblage in a pond canal. Aquaculture International

Adresa autorů:

Ing. **Jiří Musil**, doc. RNDr. **Zdeněk Adámek**, CSc., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Zátíši 728/II, 389 25, Vodňany, e-mail: musil@vurh.jcu.cz

Rozhovory – Zprávy – Informace**Vzdělávací semináře, kurzy a studium
spolufinancované Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky:****PORADENSKÉ, INFORMAČNÍ A ŠKOLÍCÍ RYBÁŘSKÉ CENTRUM PŘI VÚRH JU VODŇANY
(CZ.04.1.03/3.3.03.3/0002)**

Odpovědný řešitel: Ing. Blanka Vykusová, CSc.

Poskytovatel: Krajský úřad Jihočeského kraje

V rámci řešení projektu byl ve dnech 20. - 21.3.2007 uspořádán první z plánovaných šesti seminářů. Dvoudenní akce na téma **Řízená reprodukce ryb** konané v multimediálně vybavené zasedací místnosti VÚRH JU se zúčastnilo celkem 18 z 26 řádně přihlášených účastníků. Všichni obdrželi kompletní sylaby jednotlivých přednášek (Reprodukční fyziologie ryb; Vývoj gonád u ryb; Environmentální a hormonální indukce rozmnožování ryb; Hormonální přípravky pro indukci rozmnožování ryb a způsoby jejich aplikace; Interval latence a vlastní umělý a poloumělý výtěr jednotlivých druhů ryb; Manipulace s gametami, osemnění a odlepkování jiker, krátkodobé a dlouhodobé uchovávání rybího spermatu, jiker a embryí; Metody inkubace a protiplísňové koupele jiker; Technické vybavení rybích líhní; Lektorské dovednosti). Na závěr semináře se uskutečnila odborná exkurze na rybí líheň VÚRH JU. V průběhu celého semináře probíhala rozsáhlá diskuse o řešené problematice. V pracovním duchu se uskutečnila i společná večeře účastníků semináře a lektorů. Učební materiály (přednášky v plné verzi) budou také k dispozici na webových stránkách VÚRH JU - www.vurh.jcu.cz.

Nyní již probíhají intenzivní přípravy na druhý seminář cyklu, který kromě teoretických přednášek bude opět zahrnovat i praktické exkurze:

Seminář 2: Odchov plůdku ryb včetně jeho výživy**Termín a místo konání:** 2. - 3. 5. 2007, MěÚ Vodňany (zasedací místnost)**Předběžný program:**

- Raný ontogenetický vývoj ryb
- Zásady odchovu larev ryb včetně jejich přechodu z přirozené na umělou výživu
- Výživa, fyziologie trávení, nutriční požadavky
- Kultivace živé potravy
- Technické vybavení odchoven, recirkulační systémy
- Domestikace vybraných druhů ryb
- Odchov plůdku dravých druhů ryb v rybníčních a kontrolovaných podmínkách
- Intenzivní odchov plůdku
- Choroby plůdku ryb
- Exkurze na experimentální rybochovné zařízení VÚRH JU
- Návštěva výstavy FISHTECH konané v rámci Vodňanských rybářských dnů

BULLETIN VÚRH VODŇANY č. 1/2007 – Vychází čtvrtletně jako účelový tisk Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech - © -JU VÚRH Vodňany 389 25 Vodňany – Registr. č. MK ČR E 12997. IČO 600 76 658. Redaktor: Ing. B. Vykusová, CSc. – Redakční rada Bulletinu VÚRH Vodňany: prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc., Ing. Pavel Kozák, Ph.D., Ing. Martin Flajšhans, Dr.rer.agr., Ing. Tomáš Randák, Ph.D., Ing. Blanka Vykusová, CSc.
Technická realizace: PTS Vodňany. Předáno do tisku: 31. 7. 2007.