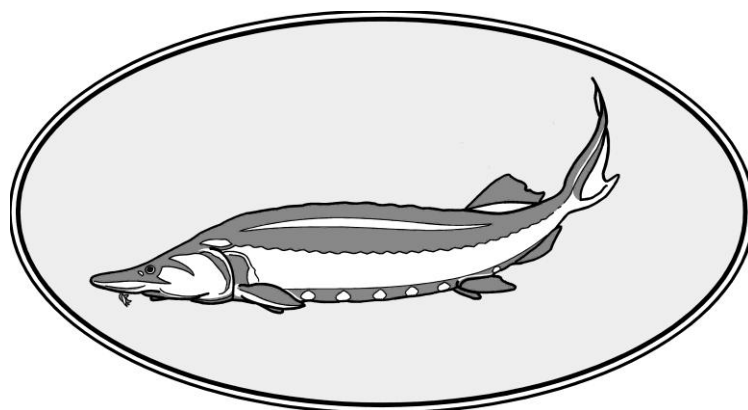


MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA V BRNĚ
ODDĚLENÍ RYBÁŘSTVÍ A HYDROBIOLOGIE
ICHTYOLOGICKÁ SEKCE ČESKÉ ZOOLOGICKÉ SPOLEČNOSTI
RYBÁŘSKÁ SEKCE MORAVSKÉHO SVAZU
VĚDECKOTECHNICKÝCH SPOLEČNOSTÍ A POBOČEK
POBOČKA AGRONOMICKÉ FAKULTY MZLU V BRNĚ



XI. ČESKÁ ICHTYOLOGICKÁ KONFERENCE

**SBORNÍK REFERÁTŮ KONFERENCE S MEZINÁRODNÍ
ÚČASTÍ, BRNO 3. A 4. PROSINCE 2008**

Brno, 2008

ISBN 978-80-7375-246-0

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Oddělení rybářství a hydrobiologie

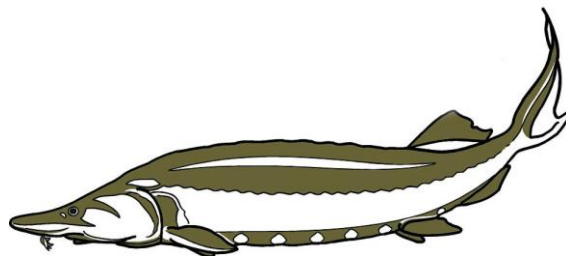
Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno
Department of Fisheries and Hydrobiology

„XI. Česká ichtyologická konference“

Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí konané v Brně 3. a 4. prosince 2008

„XI. Czech ichthyological conference“

Proceedings of the International Conference held in Brno 3. and 4. 12. 2008



Konference je věnována nedožitému 75. výročí narození Prof. Ing. Jiřího Jiráska, DrSc.,
emeritního profesora Oddělení rybářství a hydrobiologie MZLU v Brně.
V úctě organizátoři konference

Edited by: Radovan Kopp

Sborník byl vydán s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

BRNO, Czech Republic

2008

OBSAH (CONTENT)

I. Příspěvky (*Article session*)

MORFOLOGIE SPERMIÍ, SLOŽENÍ SEMINÁLNÍ PLAZMY, MOTILITA A PARAMETRY ZVLNĚNÍ BIČÍKU SPERMIE U ŠTIKY OBECNÉ (<i>ESOX LUCIUS</i>) <i>Sperm, seminal plasma composition, motility and flagellar wave parameters in pike (Esox lucius)</i>	
Alavi S. M. H., Rodina M., Gela D., Linhart O.	8
RYBY V POTRAVĚ KORMORÁNA VELKÉHO (<i>PHALACROCORAX CARBO</i>) NA ZIMOVIŠTI V PRAZE TRÓJI <i>Fish in the food of great cormorant (Phalacrocorax carbo) on wintering area in Prague—Troja</i>	
Andreska J., Rusňák Š.	14
MONITORING PLŮDKOVÉHO SPOLEČENSTVA RYB NA TOCÍCH ZEMĚDĚLSKÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ SPRÁVY <i>Monitoring of 0+ juvenile fish communities on the streams of Agricultural water management authority</i>	
Baránek V., Křížek J.	20
INDEKS ŚWIEZOŚCI MIESA KARPI TOWAROWYCH Z RÓZNYCH POZIOMÓW INTENSIFYKACJI PRODUKCJI <i>Freshness index of common carp flesh from different production intensity levels</i>	
Białowas H., Zakrzewski J., Guziur J.	26
VLIV ROZDÍLNÉ INTENZITY VÝŽIVY LÍNA OBECNÉHO (<i>TINCA TINCA L.</i>) NA PRODUKČNÍ UKAZATELE V ŘÍZENÝCH PODMÍNKÁCH AKVAKULTURY <i>The influence difference intensity nutrition of tench (Tinca tinca L.) to growth indices in the intensive rearing conditions</i>	
Brabec T., Cileček M., Mareš J.	31
VHODNOST SOND PRO ANALÝZU TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ U MASA KAPRA OBECNÉHO (<i>CYPRINUS CARPIO</i>) <i>Probe suitability for texture profile analysis in common carp (Cyprinus carpio) flesh</i>	
Cepák M., Vácha F., Vejsada P.	37
PREFERENCE MIKROHABITATU VYBRANÝCH DRUHŮ RYB V PROSTŘEDÍ MALÝCH VODNÍCH TOKŮ <i>Fish species microhabitat preferences in small streams</i>	
Daněk T., Dušek J., Moravec P., Švátora M.	44

<p>ENDEMIC ICHTHYOFAUNA OF THE HUTOVO BLATO WETLAND (NERETVA RIVER BASIN, BOSNIA AND HERCEGOVINA) AND THEIR CONSERVATION STATUS <i>Endemická ichtyofauna mokřadu Hutovo Blato (povodí řeky Neretvy, Bosna a Hercegovina) a stav její ochrany</i></p>	52
<p>VLIV ZBARVENÍ DIETY NA ÚSPĚŠNOST PŘEVODU RYCHLENÉHO PLŮDKU CANDÁTA OBECNÉHO (<i>SANDER LUCIOPERCA</i>) <i>The effect of artificial diet coloration on successful converting juvenile pikeperch (Sander lucioperca)</i></p>	57
<p>INTENZIVNÍ ODCHOV JUVENILNÍ PODOUSTVE ŘÍČNÍ (<i>VIMBA VIMBA</i> L.) V KONTROLOVANÝCH PODMÍNKÁCH <i>Intensive rearing of the vimba (Vimba vimba L.) juveniles under controlled conditions</i></p>	62
<p>BLATNIAK TMAVÝ (<i>UMBRA KRAMERI</i>) – SÚČASNÝ STAV A PERSPEKTÍVY <i>European mudminnow (Umbra krameri): present status and perspective</i></p>	67
<p>POPULAČNÍ A GENETICKÁ STRUKTURA PSTRUHA OBECNÉHO A LIPANA PODHORNÍHO JAKO ZÁKLAD ÚSPĚŠNÉHO RYBÁŘSKÉHO OBHOSPODAŘOVÁNÍ <i>Population and genetic structure of trout (Salmo trutta) and grayling (Thymallus thymallus) as a basis for a successful fishery management</i></p>	72
<p>DRUHOVÉ BOHATSTVÍ EVROPSKÉ ICHTYOFAUNY <i>The species richness of European ichthyofauna</i></p>	77
<p>OBSAH MICROCYSTINU VE VYBRANÝCH TKÁNÍCH U RŮZNÝCH DRUHŮ RYB <i>The content of microcystin in the chosen tissues at different fish species</i></p>	83
<p>VLIV PŘÍDAVKU OLEJŮ DO KRMIVA NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN VE SVALOVINĚ KAPRA (<i>CYPRINUS CARPIO</i> L.) <i>The influence of addition of oils into the feed mixture on spectrum of fatty acids in carp muscle (Cyprinus carpio L.)</i></p>	90
<p>DIETARY LYSINE REQUIREMENT OF JUVENILE GIANT STURGEON HUSO HUSO <i>Požadavky na lyzin v dietě juvenilní vyzy velké (Huso huso)</i></p>	95

INDIKAČNÍ VÝZNAM RYBÍHO SPOLEČENSTVA V PŘÍPADĚ CHEMICKÉHO ZNEČIŠTĚNÍ TOKU <i>Indicative value of fish community in a case of persistent chemical pollution in rivers</i>	
Jurajda P., Janáč M., Valová Z., Streck G.	100
CHOV RYB V PROVINCII BIÉ, ANGOLA (PROJEKT MEZINÁRODNÍ ROZVOJOVÉ SPOLUPRÁCE ČESKÉ REPUBLIKY) <i>Freshwater Aquaculture in Bié, Angola (Project of the Czech Republic Development Cooperation)</i>	
Kalous L., Musilová Z., Petrtýl M., Holíková P., Trefil P.	106
ÚČINNOST METODY OPAKOVANÝCH ODLOVŮ RYB <i>Accuracy of successive removal method</i>	
Konečná G., Janáč M., Jurajda P.	109
MODULACE SINIC VODNÍHO KVĚTU A OBSAH MICROCYSTINŮ V RYBNÍCÍCH JIŽNÍ MORAVY V ZÁVISLOSTI NA INTENZITĚ HOSPODAŘENÍ. <i>Diversity and microcystins content of cyanobacteria in fish ponds (South Moravia, Czech Republic) related to fishery management intensity</i>	
Kopp R., Ziková A., Adamovský O., Brabec T., Straková L., Mareš J.	115
ZMĚNY SPOTŘEBY KYSLÍKU, pH VODY A EXKRECE AMONIAKÁLNÍHO DUSÍKU U TILAPIE NILSKÉ (<i>OREOCHROMIS NILOTICUS</i>) V ZÁVISLOSTI NA MNOŽSTVÍ PROTEINU V KRMIVU <i>The influence of feed protein intake on Nile tilapia (Oreochromis niloticus) ammonia production and consumption of oxygen</i>	
Kopp R., Lang Š., Ziková A., Mareš J.	121
DIURNÁLNE ZMENY V SPOLOČENSVÁCH RÝB NÍŽINNÝCH RIEK VÝCHODNÉHO SLOVENSKA <i>Dial changes in the fish assemblages in Eastern Slovakian lowland rivers</i>	
Koščo J., Pekárik L., Nowak M., Košuthová L.	126
DRUHOVÉ ZLOŽENIE ICHTYOFAUNY V BOKORIDORE VD ŽILINA <i>Diversity of ichthyofauna in the by-pass of the Žilina dam</i>	
Krajč T., Chládecký B.	132
VLIV PŘÍDAVKU RYBÍHO, LNĚNÉHO A ŘEPKOVÉHO OLEJE DO KRMIVA NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN VE SVALOVINĚ KAPRA OBECNÉHO BĚHEM POSTUPNÉHO SNIŽOVÁNÍ TEPLoty PROSTŘEDÍ <i>Influence of fish, linseed and rapeseed oil addition to the diet on the fatty acid spectrum of common carp muscle during gradual decrease of environmental temperature</i>	
Kukačka V., Fialová M., Mareš J.	137

<p>OBNOVA PODÉLNÉ MIGRAČNÍ PROSTUPNOSTI FRAGMENTOVANÉ ŘÍČNÍ SÍTĚ POVODÍ ŘEKY MORAVY <i>Renewal of migration permeability in the fragmented river network of the Morava River drainage area</i></p>	144
<p>Lusk S., Lusková V., Klíma O.....</p>	
<p>PLOIDNÍ A SEXUÁLNÍ STATUS KOMPLEXU (CARASSIUS AURATUS) VE VODÁCH ČESKÉ REPUBLIKY <i>Ploidy and sexual status of the "Carassius auratus" complex in the waters of the Czech Republic</i></p>	150
<p>Lusková V., Lusk S., Halačka K., Vetešník L., Papoušek I.....</p>	
<p>MODELOVANIE PREFERENCIE NIEKTORÝCH ABIOTICKÝCH PARAMETROV HABITATU RÝB NA HORSKÝCH TOKOCH SLOVENSKA <i>Modeling of preference of some abiotic parameters of aquatic habitat on Slovak mountain streams by fish</i></p>	156
<p>Macura V., Škrinár A., Jalčovníková M.....</p>	
<p>ÚROVEŇ ORGANICKÉ ZÁTĚŽE STŘEDNÍHO TOKU ŘEKY JIHLAVY DLE INDEXU SAPROBITY A TROFICKÉHO POTENCIÁLU <i>The level of organic pollution of middle course of the Jihlava river according to saprobic index and trophic potential</i></p>	161
<p>Makovský J., Spurný, P., Kopp R.....</p>	
<p>NEJNOVĚJŠÍ POZNATKY O DRUHOVÉ PESTROSTI HROUZKA RODU GOBIO A ROMANOGOPIO NA ÚZEMÍ ČR A SR <i>The latest findings concerning the species diversity of gudgeon of the genera Gobio and Romanogobio in the territory of the Czech Republic and Slovakia</i></p>	166
<p>Mendel J., Lusk S., Lusková V., Koščo J., Vetešník L., Halačka K.....</p>	
<p>POROVNÁNÍ REPRODUKCE UMĚLE AKLIMATIZOVANÉ A PŘIROZENĚ CHOVANÉ FORMY JIKERNAČEK OKOUNA ŘÍČNÍHO (PERCA FLUVIATILIS L.) PŘI JEJICH VÝTĚRU V KONTROLOVANÝCH PODMÍNKÁCH <i>Comparison of the reproduction between artificially naturalized and natural reared forms of perch female (Perca fluviatilis L.) during their spawning under controlled conditions</i></p>	174
<p>Policar T., Trnka P., Hamáčková J.....</p>	
<p>RŮST A MIGRACE KAPRA OBECNÉHO (CYPRINUS CARPIO) V ÚN BRNO A DALEŠICE <i>Common carp (Cyprinus carpio) growth and distribution in the Brno and Dalešice reservoirs</i></p>	180
<p>Prokeš M., Baruš V., Mareš J., Habán V., Peňáz M.....</p>	

WPLYW ZYWIENIA PSTRAGA ŹRÓDLANEGO (SALVELINUS FONTINALIS MITCHILL, 1814) WYBRANYMI PASZAMI PRZEMYSLOWYMI NA PODSTAWOWE WSKAŹNIKI JEGO CHOWU W SADZACH W WODZIE POCHŁODNICZEJ <i>Effect of feeding brook trout (Salvelinus fontinalis Mitchill, 1814) reared in cooling water with chosen commercial feeds on basic rearing rates</i> Sadowski J., Wielopolska M., Bartłomiekczyk M., Kielpiński M., Kutaj K., Marczak K.	187
AKTYWNE ŹRÓDŁO SKAŻENIA INSEKTYCYDAMI CHLOROORGANICZNYMI A POZOSTAŁOŚCI W RYBACH <i>Active source of chloroorganic insecticides pollution and its residues in fish</i> Skibniewska A.,K., Zakrzewski J., Szarek J., Guziur J.	196
VLIV DLOUHODOBÉ PREDACE ZIMUJÍCÍCH KORMORÁNŮ NA ROZVOJ SALMONIDNÍHO SPOLEČENSTVA ŘEKY DYJE V NÁRODNÍM PARKU PODYJÍ <i>Influence of the long-term predation of overwintering cormorants on the salmonid fish community development in the Dyje River National Park</i> Spurný P., Sukup J.	200
PRODUKČNÍ SCHOPNOSTI CELOSAMIČÍ OBSÁDKY OKOUNA ŘÍČNÍHO V SYSTÉMU KOMBINUJÍCÍM RYBNIČNÍ A TECHNICKOU AKVAKULTURU <i>Production capability of monosex perch stock under system combined pond and technical aquaculture</i> Stejskal V., Kouřil J., Polícar T., Hamáčková J.	206
ICHTYOFAUNA VYBRANÝCH PRÍTOKOV HORNEJ ČASTI HRONA S VÝSKYTM PSTRUHA POTOČNÉHO (SALMO TRUTTA M. FARIO) <i>Ichthyofauna of selected tributaries of upper Hron River with occurrence of brown trout (Salmo trutta m. fario)</i> Stráňai I., Andreji, J.	212
ZOOBENTOS ŘÍČKY FRYŠÁVKY V ROCE 2007 <i>Zoobenthos of the Fryšávka Rivulet in 2007 year</i> Sukop I., Šťastný J., Brabec T., Vítek T.	219
ZALEŽNOST OBRAZU MORFOLOGICZNEGO WĄTROBOTRZUSTKI KARPI ŻYWIONYCH NA RÓŻNYM POZIOMIE INTENSYWNOŚCI <i>Dependence of morphologic pattern of hepatopancreas of Carp on different intensity level of feeding</i> Szarek J., Skibniewska A.K., Andrzejewska A., Guziur J., Babinska I., Mieszczyński T., Gesek M.	224
STRUKTURA PLŮDKOVÉHO SPOLEČENSTVA V PODÉLNÉM PROFILU ŘEKY LABE <i>Young of the year fish assemblage structure of the Czech Elbe river</i> Švanyga J.	229

VRANKA PRUHOPLOUTVÁ: DOMINANTNÍ DRUH ŘEKY FRYŠÁVKY <i>Alpine bullhead: Dominant species of the Fryšávka River</i> Vítek T., Spurný, P.	235
WPŁYW ŻYWIENIA PSTRĄGA TĘCZOWEGO (<i>ONCORHYNCHUS MYKISS</i> WALBAUM, 1792) PASZAMI Z DODATKIEM RÓŻNEJ ILOŚCI OLEJU LNIANEGO NA WYNIKI CHOWU I WARTOŚĆ DIETETYCZNĄ MIĘSA <i>Effects of feeding rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792) feeds supplemented with different amounts of linseed oil on results of culture and dietary value of the fish meat</i> Wielopolska M., Drabik K., Sadowski J., Bartłomiejczyk M.	241
II. Postery (Poster session)	
CHANGE OF TENCH (<i>TINCA TINCA</i> L.) FINGERLING CONDITION DURING WINTERING <i>Změna kondičního stavu plůdku lina obecného (Tinca tinca) v průběhu zimování.</i> Cileček M., Brabec T., Mareš J.	247
INTENZITY OF PARASITATION BY METACERCARIAE OF <i>POSTHODIPLOSTMUM CUTICOLA</i> IN DIFFERENT BIOTOPES IN ALUVIAL AREA <i>Intenzita parazitace ryb metacerkáliemi Posthodiplostmum cuticola u různých biotopů v aluviální oblasti</i> Halačka K.	248
MONITORING OF PHYTOPLANKTON DEVELOPMENT IN SMALL WATER RESERVOIRS (MVN) DURING THE VEGETATIVE SEASON 2007 <i>Sledování fytoplanktonu malých vodních nádrží (MVN) v sezóně 2007</i> Hlávková J., Baránek V., Šejnohová L.	249
INFLUENCE OF WATER HARDNESS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF LARVAE PIKEPERCH (<i>SANDER LUCIOPERCA</i>) IN CONTROLLED CONDITIONS <i>Vliv tvrdosti vody na růst, přežití a vývoj larev Candáta obecného (Sander lucioperca) v kontrolovaných podmínkách</i> Kalenda V., Cileček M., Kopp R., Mareš J.	251
CHROMOSOME NUMBER OF SILVER PRUSSIAN CARP (<i>CARASSIUS</i> <i>GIBELIO</i>) <i>Počet chromozómů karase stříbřitého (Carassius gibelio)</i> Knytl M., Kalous L., Petrtýl M.	252
GENETIC VARIATION AND ORIGIN OF BROWN TROUT POPULATIONS IN EASTERN BALKANS <i>Genetická proměnlivost a původ populací pstruha obecného na východním Balkáně</i> Kohout J., Šedivá A., Apostolou A., Šlechta V.	253

DANUBIAN SALMON (<i>HUCHO HUCHO</i>) – CURRENT SITUATION IN THE SLOVAK REPUBLIC <i>Hlavátka podunajská (Hucho hucho) – aktuálna situácia na území Slovenska</i>	
Krajč T	255
DYNAMICS OF THE OCCURRENCE OF THE BROOK LAMPREY (<i>LAMPETRA PLANERI</i> BLOCH, 1784) IN THE RIVER OSTRUŽNÁ IN YEARS 2003 AND 2004 <i>Dynamika výskytu mihule potoční (Lampetra planeri) v řece Ostružné v letech 2003 a 2004</i>	
Křížek J	256
FISH AND MACROINVERTEBRATES COMMUNITIES AND DOMINANT FISH SPECIES RELATIONS TO THE SELECTED ENVIRONMENTAL VARIABLES IN BAČKOVSKÝ BROOK (TISZA BASIN, SLOVAKIA) <i>Společenstva ryb a bezobratlých a dominantní druhy ryb Bačkovského potoka (povodí Tiszy, Slovensko) ve vztahu k vybraným faktorům prostředí.</i>	
Pekárik L., Koščo J., Manko P	257
NEW FINDINGS IN GENETIC DIVERSITY OF THE GENUS <i>CARASSIUS</i> <i>Nové poznatky o diverzitě rodu karas (Carassius)</i>	
Rylková K., Kalous L., Šlechtová V., Bohlen M., Petrtýl M	259
UNCLEAR RELATIONSHIP OF TWO, GENETICALLY WELL-DIFFERENTIATED LINEAGES OF THE STONE LOACH (<i>BARBATULA BARBATULA</i>) IN PODTATRANSKA VALLEY <i>Nejasný vztah dvou, geneticky hluboko divergovaných linií slíže severného (Barbatula barbatula) v Podtatranskej kotline</i>	
Šedivá A., Kohout J., Pekárik L	260
ANNUAL DEVELOPMENT OF THE MACROZOOBENTHOS OF THE KŘEMELNÁ RIVER (ŠUMAVA, CZECH REPUBLIC) <i>Sezonní dynamika zoobentosu řeky Křemelné (Šumava, Česká republika)</i>	
Šťastný J., Sukop I	261
THE EFFECTS OF POND CONDITIONS AND FISH HOLDING ON SENSORIC PROPERTIES OF CARP MEAT <i>Vliv rybníčních podmínek a sádkování na sensorické vlastnosti masa kapra.</i>	
Šustek M., Jarošová A., Mareš J	262

MORFOLOGIE SPERMIÍ, SLOŽENÍ SEMINÁLNÍ PLAZMY, MOTILITA A PARAMETRY ZVLNĚNÍ BIČÍKU SPERMIE U ŠTIKY OBECNÉ (*Esox lucius*)

Sperm morphology, seminal plasma composition, motility and flagellar wave parameters in pike (Esox lucius)

S.M.H. ALAVI, M. RODINA, D. GELA, O. LINHART

Summary: Pike (*Esox lucius* L.) spermatozoa are unflagellated and are differentiated into a head without acrosome, a midpiece and a tail region with fin(s). Total, flagellar, nucleus and midpiece lengths of spermatozoa were measured to be 34.5, 32.0, 1.32, 1.17 μm , respectively. Anterior and posterior widths of midpiece were 0.8 and 0.6 μm , respectively. Ionic composition of seminal fluid were; Na^+ (116 mM), Cl^- (116 mM) and K^+ (25 mM), Ca^{2+} (1 mM). The osmolality of seminal plasma was in range of 230 – 350 mOsmol kg^{-1} . After triggering of sperm motility in very low osmolality (distilled water), blebs appeared along the flagellum. At later periods in the motility phase, the tip of flagellum became curled into a loop which shortened the flagellum and restricted waves to the proximal part of flagellum. The highest percentage of motile sperm and sperm velocity were observed in range of 125 to 235 mOsmol kg^{-1} . Osmolality more than 350 mOsmol kg^{-1} inhibited the motility of spermatozoa. After triggering of sperm motility in activation media, beating waves propagated along the full length of flagella, while waves appeared dampened later during the motility phase, then completely absent at the end of the motility phase. By increasing of osmolality when the velocity of spermatozoa reaches the highest value, wave length and amplitude showed the highest significant values as well number of waves and curvatures.

Introduction

Fish sperm is differentiated into a head, a midpiece a flagellum with the typical 9+2 pairs of microtubules (Lahnsteiner and Patzner, 2008). Fish spermatozoa are immotile in the testis, but acquire the potential for motility during transfer from the testis to the sperm duct (Morisawa, 1985). In freshwater species, motility of sperm is induced by hypo-osmotic pressure (Cosson *et al.*, 1999; Alavi and Cosson, 2006).

In case of pike artificial breeding, the main problem for getting good quality of sperm is its contamination by urine during stripping due to presence of urinary bladder (Alavi *et al.*, unpublished data). As a result, understanding of the effects of different osmolalities of activation medium on sperm motility can provide us with the information for optimizing artificial propagation (Alavi *et al.*, 2007, 2008a; Linhart *et al.*, 2008).

The objectives of this research were to study (a) morphology of pike sperm using scanning electron microscopy, (b) the effects of osmolality on percentage of motile sperm and sperm velocity, (c) effect of very low osmolality on sperm morphology at the end of sperm motility using light and electron microscopy and (d) figure out the flagellar wave parameters of spermatozoa during activation at different osmolalities.

Materials and methods

Sample collection: In March (the spawning season), 16 mature male pike (total length 50 – 67 cm) were caught from large natural ponds. After transportation to hatchery, the sperm samples were collected by abdominal massage. No hormonal induction was used for sperm maturation. All attempts were done to avoid contamination of sperm with urine, mucus or water during stripping.

Sperm morphology: To study the morphology of sperm, the samples of sperm were directly fixed with 2.5% glutaraldehyde in 0.1 M phosphate buffer and postfixed and washed repeatedly for 2 h at 4°C in 4% osmium tetroxide and dehydrated through an acetone series. The samples were coated with gold under vacuum with an scanning electron microscopy (SEM). Coating Unit E5100 (Polaron Equipment Ltd., England) and studied using a JSM 6300 scanning electron microscope (JEOL Ltd., Akishima, Tokyo, Japan) (Alavi et al., 2008b). Then, spermatozoa morphological parameters, micrographs were evaluated using Olympus MicroImage software (version 4.0.1. for Windows).

Seminal plasma composition: Ionic composition (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Cl^-) and osmolality of seminal plasma were measured using a flame spectrometer SpectrAA 640 (Varian Techtron, Australia) and Vapour Pressure Osmometer (Wescor, USA). To collect seminal plasma, sperm samples were centrifuged at 2200 g for 5 min.

Sperm motility and flagellar wave parameters: The effects of osmolality percentage of motile spermatozoa and sperm velocity were studied using different concentrations of NaCl and sucrose diluted in distilled water plus 20 mM Tris. pH of media were adjusted at 8.5. The osmolality of activation media and seminal plasma of sperm samples were measured using a vapor osmometer. For activation of sperm, BSA was used as control. In all treatments, 1.0 μl of sperm was directly mixed within a 49 μl of activation media and the motility was recorded right after activation using a 3 CCD video camera mounted on a dark-field microscope under stroboscopic light. Sperm motility (velocity and percentage of motile cells) and flagellar waveform (number of waves, wave length and wave amplitude) parameters were analyzed on successive video frames by a micro image analyzer (Alavi et al., 2007, 2008b).

Data analysis: Statistical significance was tested using analysis of variance (ANOVA, SPSS 10.0). Probability values <0.05 were considered significant.

Results and discussion

Sperm morphology: Similar to almost all teleost fishes (Lahnsteiner and Patzner, 2008), SEM clarified that the spermatozoon of *E. lucius* is uniflagellated and is differentiated into a head without acrosome, a midpiece and a tail region with fins (Fig. 1). Total, flagellar, nucleus and midpiece lengths of spermatozoa were measured to be 34.5, 32.0, 1.32, 1.17 μm , respectively. Anterior and posterior widths of midpiece were 0.8 and 0.6 μm , respectively. Fin(s) along flagellum was/were also observed similar to those have been already demonstrated in sturgeon spermatozoa (Psenicka et al., 2008).

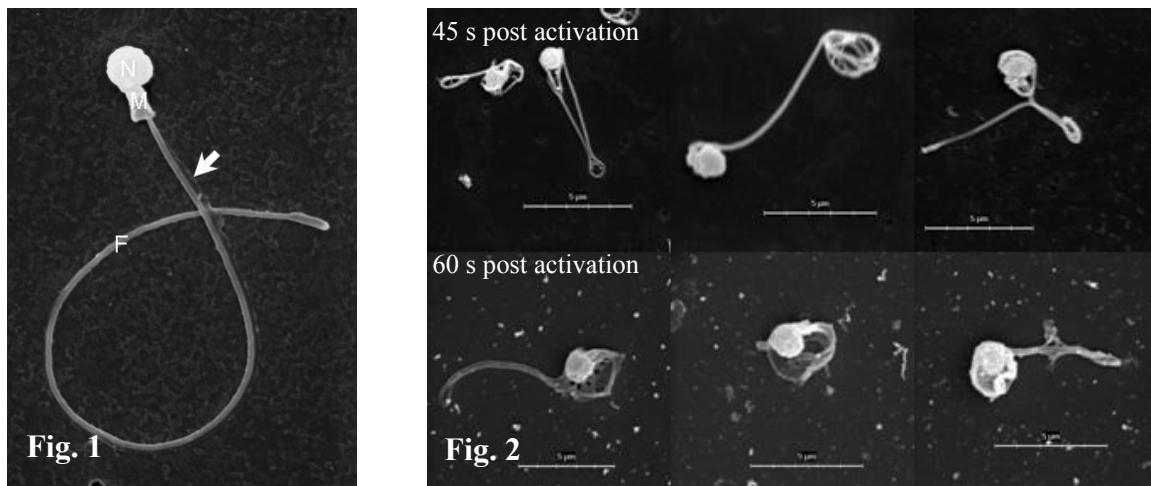
Seminal plasma composition: Ionic composition of seminal fluid were; Na^+ (116 ± 9 mM), Cl^- (116 ± 7 mM) and K^+ (25 ± 4 mM), Ca^{2+} (1 ± 0.2 mM). The osmolality of

seminal plasma was in range of 230 – 350 mOsmol kg⁻¹. Comparison of these values with those of other teleost fishes shows species – specific characteristics (Alavi et al., 2007, 2008; Hulak et al., 2008).

Sperm motility and flagellar wave parameters: 45 sec post sperm activation in very low osmolality (distilled water), blebs appeared along the flagellum (Fig. 2), which prevent correct and efficient wave propagation. At later periods in the motility phase, the tip of flagellum became curled into a loop which shortened the flagellum and restricted waves to the proximal part. Damage around midpiece is also observed in pike spermatozoa mostly 60 sec post activation in distilled water. These effects were not observed in flagella when activation of spermatozoa was triggered in higher osmolality (>125 mOsmol kg⁻¹) (Linhart et al., 2008).

Fig. 1. Sperm morphology in *Esox lucius*. N: Nucleus, M: Midpiece, F: Flagellum. Arrow shows fin(s) along flagellum of spermatozoa.

Fig. 2. Effects of hypo-osmotic shock on sperm morphology at 45 and 60 sec post activation of spermatozoa in distilled water.



At 15 sec post activation, maximum percentage of motile sperm was observed in range of 125 to 235 mOsmol kg⁻¹ either after activation in NaCl or sucrose (Fig. 3). At 60 sec post activation, significantly the highest percentage of motile spermatozoa was observed at 200 – 230 mOsmol kg⁻¹. Osmolality more than 350 mOsmol kg⁻¹ inhibited the motility of spermatozoa. The same was observed in terms of sperm velocity, meaning the highest value in range of 125 to 235 mOsmol kg⁻¹ at 15 sec post activation and 200 – 235 mOsmol kg⁻¹ at 60 sec post activation ($P < 0.05$).

Along with the effects of osmolality on sperm velocity, the sperm head trajectories differ. By increasing of osmolality of activation media, the trajectory distance increases at the same time post activation (Fig. 4).

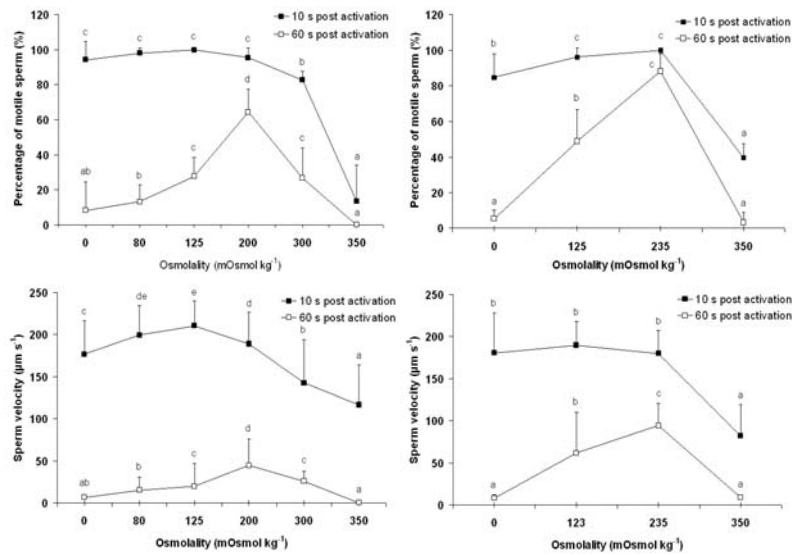


Fig. 3. Effects of osmolality on percentage of motile spermatozoa and sperm velocity after activation in media containing NaCl (A) and Sucrose (B) + 20mM Tris, pH 8.5. Values with different letters are not significantly different ($P > 0.05$). The osmolality of males studied in this part of study was in range of 230 – 350 mOsmol kg⁻¹.

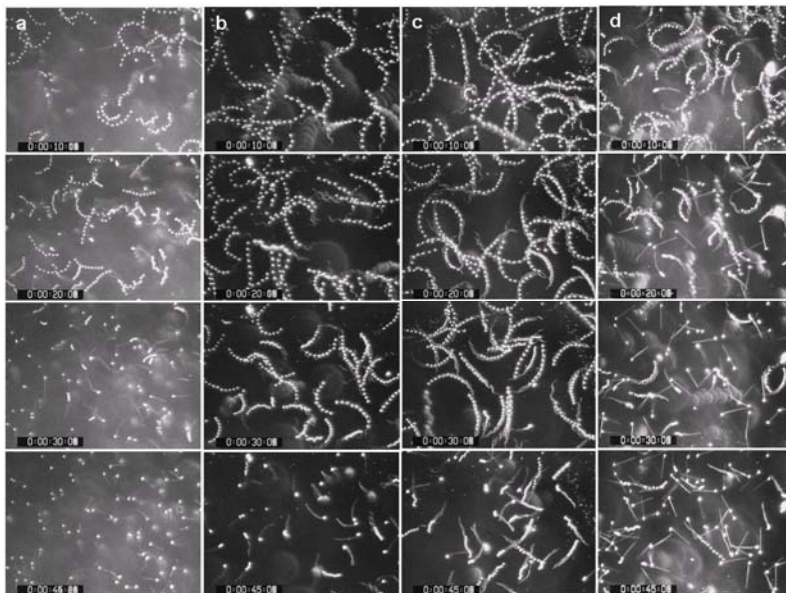
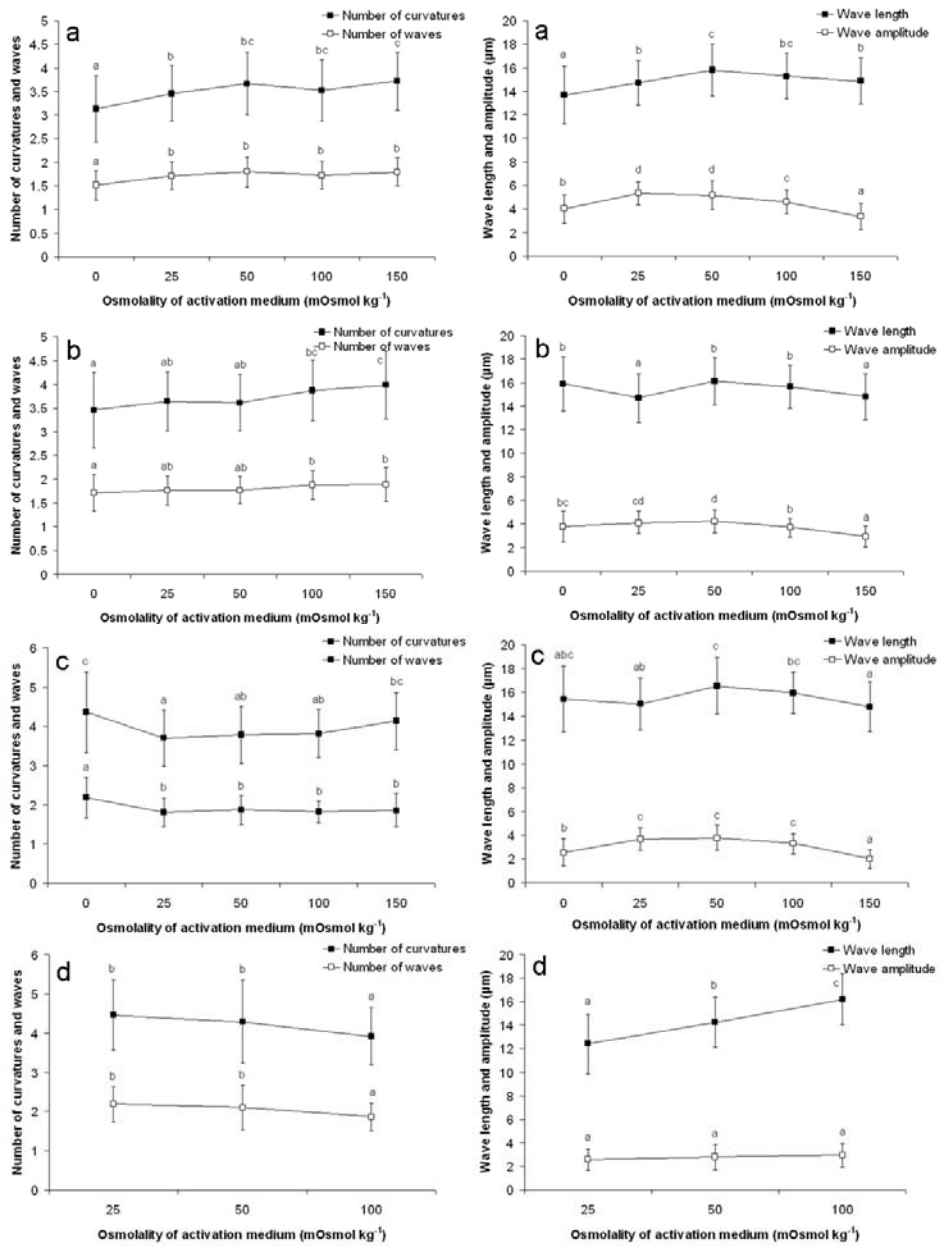


Fig. 4. Sperm head trajectories in *Esox lucius* during motility after activation in (a) distilled water (0.0 mOsmol kg⁻¹) and activation media containing NaCl + 20 mM Tris, pH 8.5 at osmolalities (b) 50, (c) 200 and (d) 300 mOsmol kg⁻¹.

After triggering of sperm motility in activation media, beating waves propagated along the full length of flagella, while waves appeared dampened later during the motility phase, then completely absent at the end of the motility phase. However, the flagellar wave parameters change during the activation period and vary according to osmolality of activation media. Figure 5 shows the flagellar wave parameters during sperm activation at different osmolalities. By increasing of osmolality when the velocity of spermatozoa reaches the highest value, wave length and amplitude showed the highest significant values as well number of waves and curvatures. At the same osmolality of activation media, wave length and amplitude decrease as a function of time post activation. Such a decrease of wave amplitude even occurs along flagellum which called “wave dampening” (Cosson et al., 2000). Number of curvatures and wave showed increase as a function of time post activation at the same osmolality.

Fig. 5. Flagellar wave parameters during sperm motility in *Esox lucius* at different osmolalities at 10 (a), 20 (b), 30 (c) and 45 (d) sec post activation.



Acknowledgements:

This study was supported by USB RIFCH No: MSM 6007665809 and GACR No. 524/06/0817.

References

- ALAVI, S.M.H., COSSON, J. (2006): Sperm motility in fishes: (II) Effects of ions and osmotic pressure. *Cell Biology International*, 30: 1-14.
- ALAVI S.M.H., COSSON J., COWARD K., RAFIEE R., (2008a): *Fish Spermatology*. Alpha Science Ltd, Oxford, UK. ISBN 978-1-84265-369-2
- ALAVI, S.M.H., PSENICKA, M., RODINA, M., POLICAR, T., LINHART, O., (2008b): Changes of sperm morphology, volume, density and motility and seminal plasma composition in *Barbus barbus* (Teleostei: Cyprinidae) during the reproductive season. *Aquatic Living Resources* 21, 75-80.
- ALAVI, S.M.H., RODINA, M., POLICAR, T., KOZAK, P., PSENICKA, M., LINHART, O., (2007): Semen of *Perca fluviatilis* L: Sperm volume and density, seminal plasma indices and effects of dilution ratio, ions and osmolality on sperm motility. *Theriogenology*, 68: 276-283.
- COSSON, J., BILLARD, R., GIBERT, C., DREANNO, C., SUQUET, M., (1999): Ionic factors regulating the motility of fish sperm. In *The male gamete: From basic to clinical applications* pp 161-186 Eds C. Gagnon. Cache Rive Press, Vienna, II
- COSSON, J., LINHART, O., MIMS, S.D., SHELTON, W.L., RODINA, M., (2000): Analysis of motility parameters from paddlefish and shovelnose sturgeon spermatozoa. *Journal Fish Biology* 56 1-20
- HULAK, M., RODINA, M., ALAVI, S.M.H., LINHART, O., (2008): Evaluation of semen and urine of pike (*Esox lucius* L.): Ionic compositions and osmolality of the seminal plasma and sperm volume, density and motility. *Cybium* 32:189-190.
- LAHNSTEINER, F., PATZNER, R.A. (2008) : Sperm morphology and ultrastructure in fish. In: *Fish Spermatology*, Alavi, S.M.H., Cosson, J., Coward, K., Rafiee, R. (Eds.), Alpha Science Ltd, Oxford, UK. pp. 1-61.
- LINHART, O., ALAVI, S.M.H., RODINA, M., GELA, D., COSSON, J., (2008): Comparison of sperm velocity, motility and fertilizing ability between firstly and secondly activated spermatozoa of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Applied Ichthyology*, 24:386-392.
- MORISAWA, M., (1985): Initiation mechanism of sperm motility at spawning in teleosts. *Zoological Science* 2 605-615
- PSENICKA, M., ALAVI, S.M.H., RODINA, M., CICOVA, Z., GELA, D., COSSON, J., NEBESAROVA, J., LINHART, O., 2008. Morphology, chemical contents and physiology of chondrosteian fish sperm: A comparative study between Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) and sterlet (*Acipenser ruthenus*). *Journal of Applied Ichthyology*, 24:371-377.

Adresy autorů:

S. M. Hadi Alavi, M. Rodina, D. Gela, O. Linhart, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 389 25, Česká republika, e-mail: alavi@vurh.jcu.cz

RYBY V POTRAVĚ KORMORÁNA VELKÉHO (*PHALACROCORAX CARBO*) NA ZIMOVIŠTI V PRAZE TRÓJI

*Fish in the food of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on their wintering area in Prague - Troja*

J. ANDRESKA, Š. RUSŇÁK

Summary: This paper presents the results of a research mapping species and quantity representation of individual fish species in food of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) at a winter habitat in Prague - Troja (Central Bohemia) in 2007-2008. The results, based on stomach dissection of the caught birds, are presented in figures 1-4.

The analysis of fish remnants, including the osteological analysis, in the stomach content of 26 birds confirmed 159 fish belonging to 12 species of four families. Moreover, one cross-breed was found. *Gymnocephalus cernuus* and *Rutilus rutilus* were the most frequent species taken by the cormorants. By publishing the results, the authors would like to contribute to the discussion about conflicting presence of the Great Cormorant in our ichthyocenoses.

Úvod

Od roku 1991 existuje na Vltavě v intravilánu města Prahy zimoviště kormorána velkého. Vznik zimoviště souvisel s celoevropskou expanzí druhu v poslední čtvrtině XX. století a zejména tím vyvolanou obnovou tradičních hnízdišť kormorána velkého v Pobaltí. Počty přezimujících jedinců na pražském zimovišti postupně rostly. Kulminace (1600 sečtených jedinců) nastala v zimě 2001/2002. Od této kulminace pak počty zimujících jedinců klesaly, se souběžným vznikem dalších zimovišť proti i po toku Vltavy. Toto snížení a rozptýlení zimujícího hejna nepochybně souvisely se změnami substrátu říčního dna po povodni 2002. Podstatnou související otázkou, a to jaké rybí druhy tvoří potravu kormoránů na tomto zimovišti, se pokouší objasnit tento příspěvek.

Materiál a metodika

Metodicky uvažováno lze potravu kormoránů zjišťovat několika způsoby. Možnost zjistit strukturu potravy vizuálně je pro svoji obtížnost spíše spekulativní. Výrazně lepší výsledky poskytuje analýza vývržků. Nejpřesnější je ovšem analýza potravy získaná sekci trávicího traktu ulovených jedinců.

Důsledkem dlouhodobého a vlastně permanentního pronásledování kormorána velkého jako nežádoucího ichtyofága je těžko představitelná ostražitost jedinců i hejn na nocovištích. Proto se nepodařilo získat k výzkumu původně předpokládaný počet jedinců.

Celkem byly analyzovány obsahy 26 trávicích traktů, a to 7 jedinců ulovených v březnu 2007 (hmotnost jedinců 3,7 kg (1M) a 2,1-2,6 (6F)), a 19 jedinců ulovených na počátku zimní sezony 2007/2008, tedy v prosinci 2007 a na počátku ledna 2008 (hmotnost a pohlaví jedinců nezjištěny). Výsledky analýzy v březnu 2007 získaného materiálu byly překvapivé, a byly následně publikovány (Andreska *et al.*, Živa, 2007). Byla konstatována převaha ježdíka obecného (*Gymnocephalus cernuus*) v potravě. Zároveň vstala otázka,

zda je tato pozoruhodná struktura potravy důsledkem konce zimní a tedy i predační sezóny, a nebo zda kormoráni loví analyzované druhy ryb po celou dobu zimy. Zejména proto výzkum pokračoval a jedním výsledkem bylo zjištění, že struktura predovaných druhů se v průběhu sezony podstatně nemění. Výsledky jsou proto prezentovány společně.

Ke zjištění otázky původu zimujících ptáků přispěly v souvislosti s výzkumem získané kroužkovací výsledky, jeden z ptáků byl kroužkovaný jako pull na hnízdišti v jižním Finsku, druhý pak na hnízdišti v Estonsku. Původ ptáků je zřejmě východobaltský.

Výsledky

Analýzou trávicích traktů dvaceti šesti kormoránů velkých zastřelených na Vltavě v Praze Tróji v březnu 2007 a 2007/2008 (1.-4.12.07, 31.12.07, 2.1.08, 5.1.08) byly nalezeny hlavové identifikační kosti 159 rybích jedinců 12 druhů (+ hybridů plotice obecné a cejna velkého) a 4 čeledí – ryby kaprovité (Cyprinidae), štikovité (Esocidae), úhořovité (Anguillidae), okounovité (Percidae). Z tohoto množství bylo analyzovaných pět trávicích traktů zcela prázdných.

Výsledky jsou presentovány ve dvou sloupcových diagramech. První z nich (obr.1.) ukazuje převahu dvou druhů, ježdíka obecného (*Gymnocephalus cernuus*), a plotice obecné (*Rutilus rutilus*) v potravě zimního hejna kormorána velkého. Druhý diagram (obr.2) presentuje druhy lovené minoritně a zřejmě aleatorně, přičemž četnost nejpravděpodobněji souvisí s jejich četností v ichtyocenóze.

Kotoučové diagramy (obr. 3. a 4.) pak přehledně presentují procentické zastoupení druhů v potravě. Rybou největší délky byl úhoř říční (*Anguilla anguilla*) 46 cm. Rybou o největší hmotnosti byla plotice obecná (*Rutilus rutilus*) 578 g. Nejpočetnější rybou v kořisti byl ježdík obecný (*Gymnocephalus cernuus*), a to 47 jedinců o průměrné hmotnosti 14,468 g. Druhou nejpočetnější rybou byla plotice obecná (*Rutilus rutilus*), a to 40 jedinců, o průměrné hmotnosti 45,175 g. Skutečnosti blíže je ovšem průměr bez zmíněného netypicky velkého jedince, jeho vynětím ze souboru se pak průměrná hmotnost lovených plotic sníží na 31,5 g.

Diskuse

Potrava kormoránů na fluvialních a fluvialně-lacustrických zimovištích byla zkoumána jak v českých zemích, tak v blízkém zahraničí. Predační základnu tvoří zejména ryby v biotopu přítomné a lovecky dostupné. Výsledky potravní analýzy trávicích traktů ze zimoviště v Tróji se do jisté míry odlišují od dat získaných sběrem vývržků na blízké lokalitě Slapské přehrady, nocoviště Vymyšlenská pěšina na 109. říčním kilometru (Čech 2007). Zde analýza determinovala 604 rybích jedinců. V tomto případě byla výrazně dominujícím druhem plotice obecná (*Rutilus rutilus*), a to 83,1 % jedinců. Ježdík obecný, který byl na pražském zimovišti nejčetnější, zde sice prokázán byl, ale pouze jediný exemplář.

Pozoruhodný fakt, že 5 trávicích traktů bylo naprosto prázdných, lze vysvětlit možným vyvržením potravy v obranné reakci na zásah, pravděpodobněji ale loveckou neúspěšností konkrétních jedinců v den jejich ulovení. Kulminovala totiž prosincová

povodeň 2007, zdvižená hladina a zakalená voda řeky patrně znemožnily kormoránům získat obvyklé kvantum kořisti.

Vostradovský (1975) uvádí z pražské Vltavy (na 24 lokalitách v úseku Vrané-Libčice) 32 rybích druhů, a to bez uvedení jejich četnosti či dominance (*Salmo trutta m.fario*, *Hucho hucho*, *Thymallus thymallus*, *Esox lucius*, *Rutilus rutilus*, *Leuciscus leuciscus*, *Leuciscus cephalus*, *Phoxinus phoxinus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Aspius aspius*, *Leucaspis delineatus*, *Tinca tinca*, *Gobio gobio*, *Barbus barbus*, *Alburnus alburnus*, *Blicca bjoerkna*, *Abramis brama*, *Vimba vimba*, *Rhodeus amarus*, *Carassius carassius*, *Cyprinus carpio*, *Barbatula barbatula*, *Silurus glanis*, *Ameiurus nebulosus*, *Anguilla anguilla*, *Gasterosteus aculeatus*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca*, *Gymnocephalus cernuus*, *Cottus gobio*). Tentýž autor zmiňuje ještě vysazování druhů *Oncorhynchus mykiss* a *Salvelinus fontinalis*. Oliva a Lellák (1975) pak tento soupis ještě doplňují o další potvrzený druh, a to ouklejku pruhovanou (*Alburnoides bipunctatus*).

Již Vostradovský (l.c) konstatoval v době jím prováděných průzkumů, že za posledních 20 let došlo ke změnám zdejší ichtyofauny zejména s ohledem na vliv přehrad vltavské kaskády a očekával další změny směrem do budoucna. Podobně podrobný ichtyologický výzkum zde v pozdějších letech již nebyl prováděn, takže současný stav ichtyofauny pražské Vltavy není dostatečně přesně znám.

Závěr

Podle současných poznatků osciluje počet v českých zemích zimujících jedinců druhu kormorán velký kolem čísla 9 000 (Musil 2008). Toto číslo kombinováno s obvykle uvažovanou denní dávkou potravy potřebnou k nasycení jedince, tedy 500 gramů ryb, dává prostým pronásobením velké množství odlovených ryb. Takto kalkulované výsledky jsou ovšem spíše spekulativní. V případě tohoto konkrétního výzkumu výsledky naznačují, že se zimující kormoráni spokojují s neočekávanými druhy ryb, které navíc stojí mimo zájem rybářů. Mezi kořisti dle vlastních výsledků zcela chybí *Cyprinus carpio* a *Oncorhynchus mykiss*, kteří jsou v Praze hromadně nasazováni. Z rybářsky ceněných ryb byly potvrzeny pouze druhy *Anguilla anguilla* (1ex.), a *Esox lucius* (1 ex.). Potravní oportunismus vede kormorána velkého při přezimování k vyhledání lokalit, které mu umožní získat dostatek potravy, přičemž nejspíše akceptuje coby predační základnu jakoukoli vhodnou rybí obsádku.

Poděkování

Zvláštní poděkování autorů patří RNDr. Martinu Čechovi, Ph.D., bez jehož kolegiální spolupráce by příspěvek těžko vznikl. Zároveň autoři děkují RNDr. Petru Musilovi, CSc., za poskytnutí zvláště cenných ústních sdělení. Poslední poděkování, nikoli ovšem významem, patří panu Petru Bergmanovi, převozníkovi pražskému, za poskytnutí lodí k dohledání kormoránů, tato pomoc byla nenahraditelná.

Literatura:

ANDRESKA, J., ČECH, M., RUSŇÁK, Š. (2007): Kormorán velký v Čechách a jeho potrava na zimovišti v Praze. *Živa* 5: 228-230. ISSN 0044-4812

ANDRESKA, J. (2007): Kormorán velký, predátor ryb. *Biologie, chemie, zeměpis* 4/2007: 165-168. ISSN 1210-3349

ČECH, M. (2007): Potrava kormorána velkého na ÚN Slapy v zimním období. *Rybářství* 2: 40-43. ISSN 0373-675X.

OLIVA, O., LELLÁK, J. (1975): Několik poznámek k rybám a hydrobiologii pražské části Vltavy. *Živa* 5: 189.

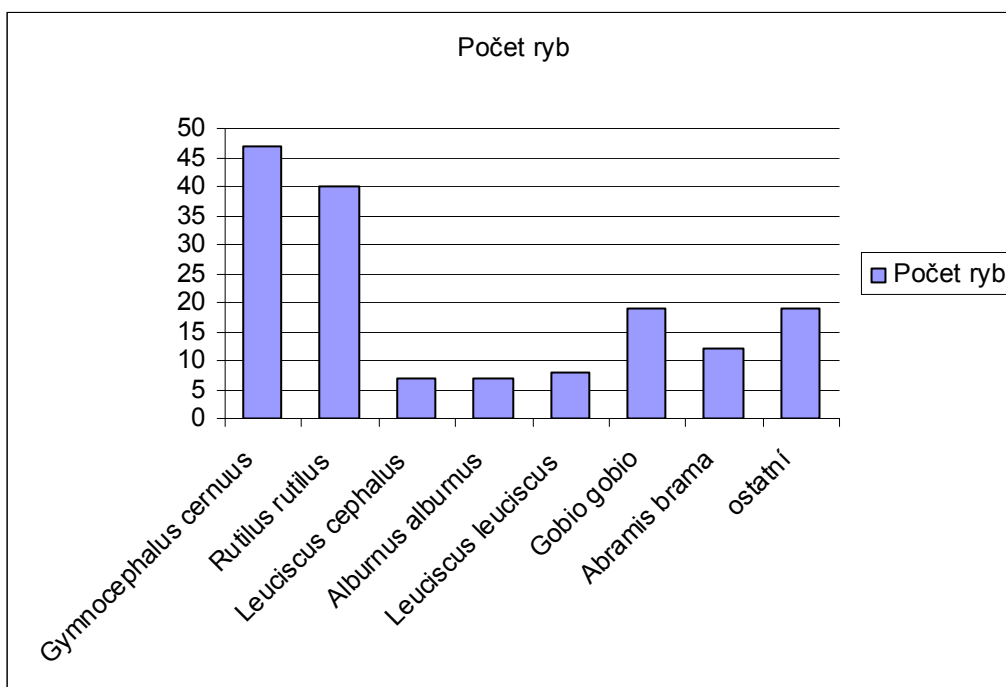
VOSTRADOVSKÝ, J. (1975): Ryby v pražské Vltavě. *Živa* 5:188-189.

Adresy autorů:

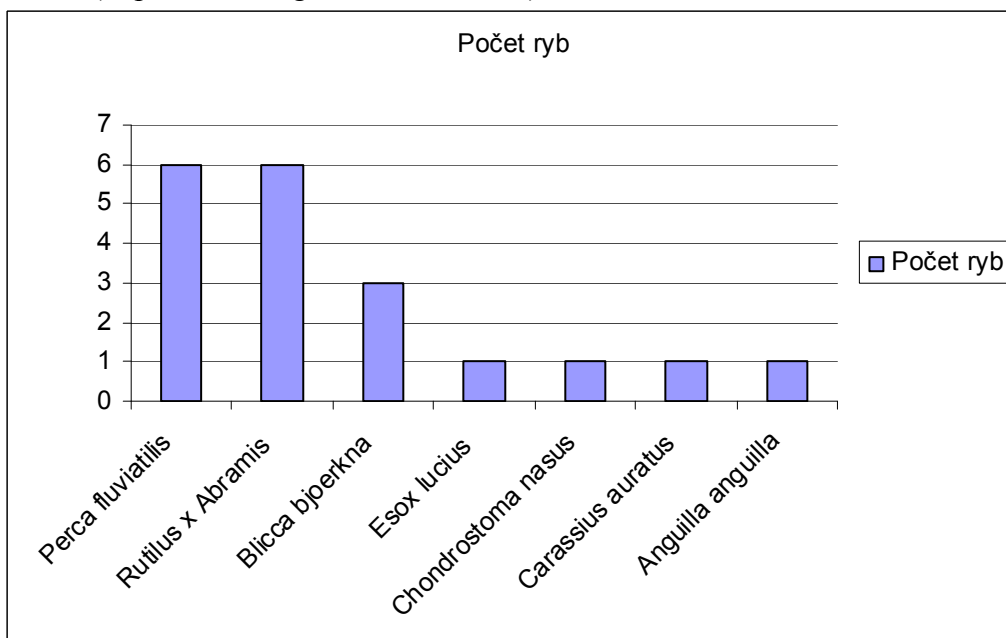
Ing. Jan Andreska, Ph.D., U družstva Práce 409/59, 14000 Praha 4 Podolí,
jandreska@centrum.cz

PhDr. Štěpán Rusňák, Platněřská 4, 11000 Praha 1 Nové Město, stepan@rusnak.cz

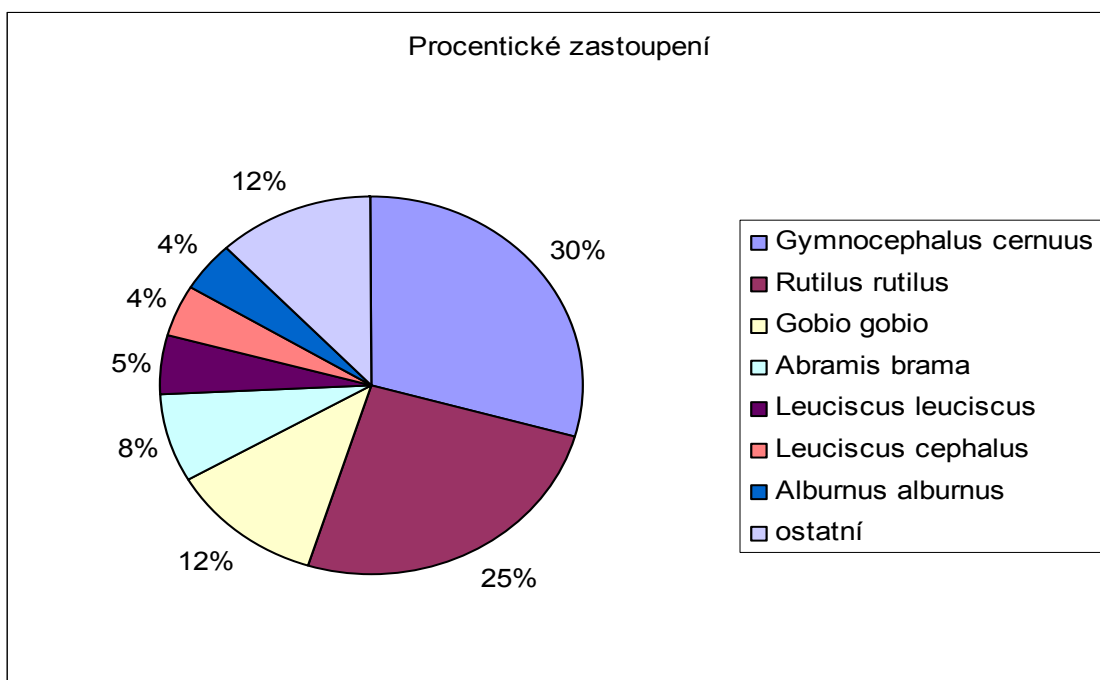
Obr. 1 Sloupkový diagram druhů ryb převládajících v potravě zimujících kormoránů
 Columned diagram including the kinds of fish, that dominate in feed of cormorants
 in winter.



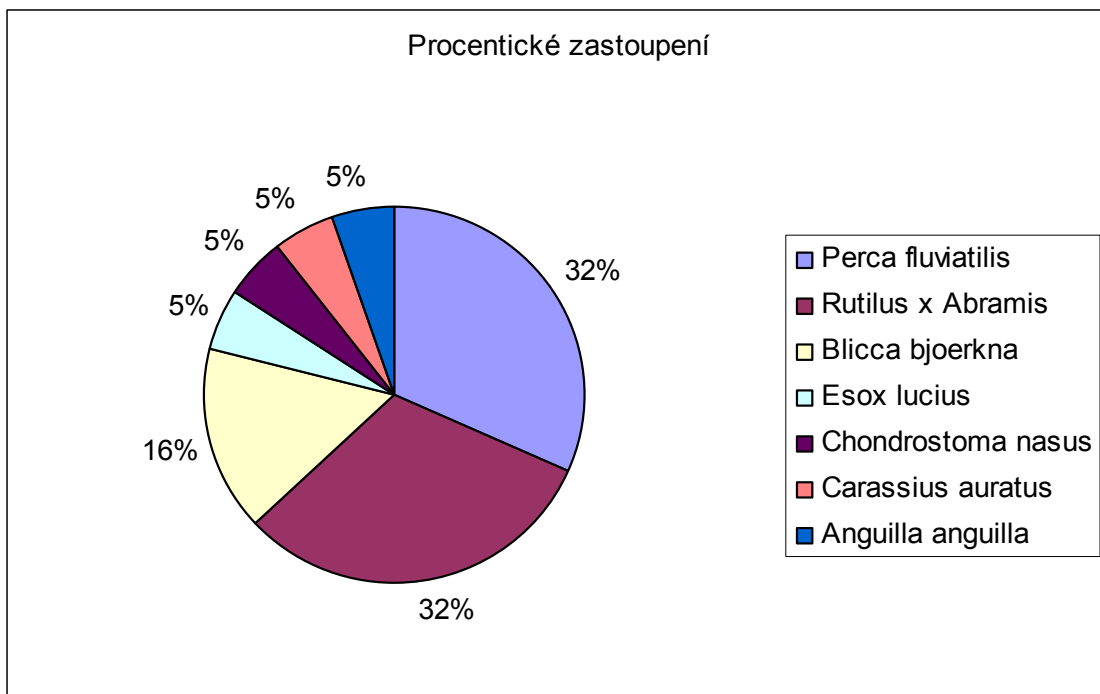
Obr. 2. Minoritně zastoupené druhy ryb v potravě zimujících kormoránů
 (v předchozím diagramu kategorie ostatní)
 The kinds of fish minority substituted in feed of cormorants.
 (in previous diagram called others)



Obr. 3. Procentické zastoupení druhů převládajících v potravě
 Percentual substitution showing the kinds of fish, that dominate in feed of cormorants



Obr. 4. Procentické zastoupení ostatních menšinově lovených druhů v potravě.
 (v předchozím obr. 3. kategorie ostatní)
 Percentual substitution of other minority hunted kinds in feed of cormorants
 (in previous diagram nbr. 3 called others)



MONITORING PLŮDKOVÉHO SPOLEČENSTVA RYB NA TOCÍCH ZEMĚDĚLSKÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ SPRÁVY

Monitoring of 0+ juvenile fish communities on the streams of Agricultural water management authority

V. BARÁNEK, J. KŘÍŽEK

Summary: According to requirement of the EU Water Framework Directive (2000/60/EC) the monitoring of 0+ juvenile fish communities on selected profiles has been included to the standard monitoring of macrozoobentos community in Agricultural Water Management Authority (AWMA) in 2006. In this year the monitoring was performed on 41 selected profiles and in 2007 on 36 profiles in AWMA. The goal of this monitoring was to evaluate ecological status of small watercourses and to determine water quality (classification according to ČSN 75 7221) by index of saprobity (determined by ČSN 75 7716). Monitoring of 0+ juvenile fish communities was performed by RNDr. Josef Křížek following actual valid methods (Jurajda *et al.*, 2006) during September. The species composition of 0+ juvenile fish communities was evaluated and the results were deposited in information system (IS Salamandr) of AWMA and will be afforded to national portal for water quality evaluation (IS Arrow). Only one locality was without any fish in 2006. In the others there were from 1 to 10 kinds of 0+ juvenile fish. The whole Republic average of 0+ juvenile fish communities' index of saprobity was 1.8 that matches the second quality class according to ČSN 75 7221 (slightly contaminated water). The results of natural fish reproduction were unfavourably influenced by the low flow in the streams. Absence of 0+ juvenile fish at 10 profiles from 36 observed confirmed this fact. Generally 0+ juvenile fish of 27 fish species were observed at all profiles and surprisingly endangered stream lamprey (*Lampetra planeri*) was found at 1 profile. The average index of saprobity value counted from 27 profiles was 1.7 in 2007 that corresponds to the second quality class.

Úvod

Monitoring plůdkového společenstva ryb na vybraných profilech ve správě Zemědělské vodohospodářské správy (ZVHS) byl zahájen a přidán ke standardnímu sledování společenstva makrozoobentosu na základě požadavků Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES) v roce 2006. V tomto roce bylo sledování provedeno celkem na 41 vybraných profilech, v roce 2007 pak na 36 profilech ve správě ZVHS. Cílem provedeného monitoringu bylo jednak praktické ověření metodiky doporučené Ministerstvem životního prostředí (Jurajda a kol., 2006) v podmínkách monitorovací sítě ZVHS a dále vyhodnocení ekologického stavu drobných vodních toků a stanovení jakosti vod (klasifikace dle ČSN 75 7221) prostřednictvím indexu saprobity (stanoven dle ČSN 75 7716).

Možností využití monitoringu plůdku jako indikátoru kvality vod se zabývali již Jurajda a kol. (2002). Plůdek je podle těchto autorů k monitoringu ekologického stavu vodních toků vhodnější než dospělci a larvální stádia ryb. Oproti dospělcům je méně pohyblivý, nepodniká delší migrace v toku a je z těchto důvodů snáze ulovitelný. V porovnání s larválními stádii ryb je plůdek odolnější vůči manipulaci a jeho druhová determinace je snadnější, neboť většina determinačních znaků je shodná s dospělci. Další

předností plůdkového společenstva ryb je vysoká indikační hodnota. Rybí společenstvo reaguje poměrně rychle na změny prostředí, a to jak negativní (např. regulace toku, kvalita vody) tak pozitivní (např. revitalizační úpravy), právě výsledkem přirozené reprodukce v daném roce. Tento odraz přirozené reprodukce sledujeme a úspěšně hodnotíme na základě výskytu plůdku ryb. Změny v celém rybím společenstvu se projeví většinou až po několika letech. V České republice, kde má rybářství ve volných vodách dlouholetou tradici, je vysazování odchovaných násad mnoha druhu ryb pravidelnou zákonnou součástí jejich obhospodařování. Neznamena to tedy, že při průzkumu adultní složky rybiho společenstva se určitý druh na lokalitě vyskytuje pouze z důvodu vyhovujících životních podmínek. Řada druhů ryb se vysazuje ve stádiu rychleného plůdku, častěji však jako starší násada, která má větší šanci na přežití ve volných vodách. Průzkumnými odlovy 0+ ryb v pozdním létě se vyhneme záměně s rybami vysazovanými, nicméně konzultace s hospodářem místní organizace Českého nebo Moravského rybářského svazu ohledně vysazovaných ryb je nutná pro vyloučení případných pochybení při vysazování raného plůdku (Jurajda a kol., 2002, 2006).

Materiál a metodika

Ichtyologický průzkum byl prováděn bateriovým agregátem Lena (proud 6 A, výstupní napětí 240-300 V, výstupní frekvence pulzů 50-95 Hz). V roce 2006 bylo proloveno celkem 41 profilů v období říjen – listopad. V roce 2007 bylo proloveno celkem 36 profilů v měsíci září. Na každém profilu byl proveden jeden odlov. Délka a šířka prolovených úseku byla změřena a vypočtena jejich plocha. Délka prolovených úseků se pohybovala v rozmezí 100-150 m. Byla zaznamenána početnost jednotlivých druhů plůdkového i adultního společenstva ryb. V Tab. 1 jsou uvedeny základní fyzikálně-chemické parametry vodního prostředí, teplota, obsah rozpuštěného kyslíku, konduktivita a hodnota pH byly zjištěny terénním měřením, hodnoty BSK₅, CHSK_{Cr} a N-NO₃⁻ byly zjištěny laboratorní analýzou v akreditovaných laboratořích Povodí s.p. K vyhodnocení výsledků byl použit program TRITON.

Výsledky a diskuse

Výsledky průzkumných odlovů z let 2006 a 2007 jsou uvedeny v Tab. 2 a 3. Vedle plůdkového společenstva bylo zaznamenáno i adultní společenstvo. Nejčastěji se na sledovaných profilech vyskytoval plůdek jelce tlouště (29 profilů), hrouzka obecného (25 profilů), plotice obecné (22 profilů) a mřenky mramorované (21 profilů).

Tab. 1. Chemie vody, indexy saprobity, diverzity a zařazení do tříd jakosti dle ČSN 75 7221

Kód P	Název	O ₂ [mg/l]	BSK ₅	CHSK _{Cr} [mg/l]	pH	t [°C]	k [mS/m]	N-NO ₃ [mg/l]	Si plůdek	H'	D	D _{Mn}						
102-027	Zadní Lodrantka	9.5	I	2.7	II	9.4	I	7.9	12.0	116.0	IV	7.2	III	1.80	II	0.00	1.00	0.35
105-011	Radčický potok	9.4	I	1.3	I	12.0	I	7.2	11.9	20.6	I	1.9	I	0.50	I	0.00	1.00	0.25
106-015	Oharka	7.5	I	1.1	I	11.0	I	8.1	10.6	55.6	II	4.6	II	0.52	I	0.41	0.75	0.22
109-021	Křínečká Blatnice	3.0	IV	3.2	II	23.0	II	7.5	5.6	124.6	IV	0.1	I					
112-003	Černná	9.3	I	2.1	II	20.6	II	7.5	12.0	30.1	I	2.4	I	2.10	II	1.02	0.39	0.59
112-005	Dobroučka	7.4	II	1.8	I	9.3	I	7.8	10.0	42.8	II	5.2	II	2.32	III	0.93	0.53	1.07
201-035	Nučický potok	10.0	I					7.7	8.3	44.0	II			0.74	I	0.25	0.90	0.35
201-051	Tloskovský potok	10.8	I	2.1	II	27.0	III	7.2	7.5	62.9	II	12.0	IV	2.25	III	0.69	0.00	1.41
202-003	Chumava	9.1	I	0.9	I	22.0	II	8.0	9.5	83.1	III	3.4	II	2.07	II	0.87	0.52	0.73
204-038	Křemžský potok	10.8	I	2.6	II	14.0	I	7.9	10.0	26.4	I	3.2	II	2.03	II	0.47	0.75	0.31
205-037	Kouba	14.0	I	3.1	II	11.0	I	8.0	10.0	33.6	I	5.5	II	1.32	I	0.67	0.51	0.30
206-003	Losenický potok	12.5	I	1.6	I	13.0	I	7.5	9.0	24.0	I	5.9	II	2.14	II	0.71	0.56	0.60
207-019	Miletínský potok	6.0	III					7.0	12.2	22.0	I			2.10	II	0.69	0.40	0.82
207-045	Olešná	9.5	I	3.8	II	23.0	II	7.3	9.2	24.7	I	2.7	I	2.00	II	0.00	1.00	0.21
209-011	Poleňka	8.7	I	0.9	I	13.5	I	7.6	14.4	32.6	I	3.1	II	2.30	III	0.51	0.70	0.35
211-008	Hřejkovický potok	9.6	I	9.6	IV	70.0	V	7.8	11.0	33.0	I	0.3	I	2.05	II	1.37	0.28	0.66
211-040	Hrádecký potok	9.8	I	1.9	I	19.6	II	7.6	12.0	52.5	II	2.6	I	2.08	II	1.17	0.34	0.69
211-043	Skalice	9.4	I	2.0	II	19.6	II	7.6	12.0	35.8	I	2.0	I	2.12	II	1.49	0.25	0.14
212-023	Velká Trasovka	9.3	I	1.4	I	21.3	II	7.9	12.0	40.3	II	0.5	I	0.71	I	0.11	0.96	0.24
217-023	Skoňický potok	10.2	I	0.7	I	18.0	II	7.8	14.6	25.6	I	1.5	I	1.34	I	0.71	0.61	0.10
218-016	Novosedelský potok	13.2	I	3.3	II	13.0	I	8.0	8.1	36.5	I	4.1	II	1.80	II	0.69	0.00	1.41
219-010	Dírenský potok	10.3	I	8.2	IV	39.0	III	7.6	12.0	24.1	I	0.6	I	1.89	II	0.99	0.38	0.52
219-024	Chotovinský potok	12.1	I	3.7	II	35.9	III	7.4	10.0	27.6	I	0.4	I	1.96	II	0.95	0.30	1.34
219-035	Kozský potok	10.4	I	4.5	III	25.1	III	7.4	12.0	31.6	I	1.4	I	2.06	II	1.41	0.26	0.29
302-017	Plesná	7.8	I	2.5	II	25.0	III	6.7	12.4	20.1	I	2.2	I	1.51	II	0.19	0.90	0.44
305-040	Modla	7.1	II	6.0	III	33.0	III	7.6	8.9	176.0	V	6.8	III	2.12	II	0.84	0.58	0.18
307-001	Leska	8.9	I	12.0	IV	25.0	III	8.0	14.4	80.0	III	2.9	I	2.08	II	1.15	0.45	0.45
403-054	Lutyňka	8.7	I	8.0	IV	15.0	II	7.1	9.0	65.3	II	5.0	II	2.20	III	0.00	0.00	1.00
501-011	Býkovka	7.4	II	3.5	II	18.4	II	8.0	14.7	106.0	III	2.1	I	2.19	II	1.02	0.38	0.29
503-001	Svodnice	10.5	I	3.1	II	29.6	III	8.1	12.0	67.0	II	3.2	II	2.27	III	0.54	0.71	0.31
503-016	Hruškovice	11.2	I	3.4	II	20.7	II	8.1	9.1	99.0	III	3.2	II	2.19	II	0.05	0.98	0.11
504-019	Bolíkovský potok	7.3	II	6.6	III	27.0	III	6.0	11.8	18.1	I	1.2	I	2.00	II	0.45	0.78	0.34
505-013	Kotojedka	6.5	II	1.8	I	17.9	II	8.1	15.1	102.0	III	4.5	II	2.03	II	0.73	0.69	0.51
505-014	Roštěnka	5.6	III	1.4	I	18.5	II	8.0	12.6	110.0	IV	6.8	III	2.04	II	0.68	0.50	0.34
505-017	Mojena	1.9	V	2.8	II	14.6	I	7.8	16.9	91.8	III	1.6	I	2.20	III	0.02	0.99	0.05
507-002	Javoříčka	10.3	I	1.1	I	10.6	I	7.7	9.1	49.3	II	0.9	I	2.50	III	0.61	0.56	0.49
507-023	Tištínka	11.2	I	2.0	II	15.9	II	8.1	9.3	100.0	III	4.3	II	2.08	II	1.31	0.34	0.16
509-008	Kunčinský potok	10.0	I	1.3	I	7.3	I	8.0	13.1	64.3	II	8.0	III	1.31	I	0.62	0.67	0.25
511-013	Rokytká	10.1	I	2.3	II	22.6	II	8.2	12.3	58.8	II	4.6	II	2.10	II	0.99	0.35	0.90
513-007	Házovka	7.7	I	3.2	II	15.8	II	7.9	14.8	47.8	II	1.4	I	1.99	II	1.00	0.39	0.36
516-005	Olešnický potok	11.1	I	0.5	I	5.0	I	7.8	8.5	59.6	II	8.1	III	2.50	III	0.00	1.00	0.13
102-023	Lodrantka	3.4	IV	3.4	II	11.9	I	7.4	11.5	74.5	III	3.8	II	2.22	III	0.52	0.64	0.53
102-071	Babský potok	10.3	I	2.9	II	9.2	I	7.4	11.5	29.6	I	9.5	III	1.26	I	1.44	0.24	0.96
104-074	Bečvářka	5.2	III	2.4	II	27.1	III	8.4	12.9	86.4	III	1.3	I	1.95	II	0.50	0.60	0.89
107-013	Vernéřovický potok	8.2	I	1.3	I	12.7	I	7.9	11.2	46.2	II	12.0	IV	0.99	I	0.59	0.60	0.17
108-014	Černská strouha	3.8	IV	1.2	I	18.8	II	7.5	11.1	80.8	III	1.8	I					
108-023	Struha	7.5	I	3.3	II	27.5	III	7.8	11.2	56.9	II	5.0	II	2.12	II	1.04	0.40	0.57
109-022	Blatnice	3.1	IV	4.4	III	46.6	IV	7.4	9.9	132.6	IV	0.9	I					
112-013	Skořenický potok	9.1	I	1.6	I	9.6	I	8.0	14.4	69.1	II	9.5	III	2.10	II	1.14	0.35	0.34
201-036	Nučický potok	10.1	I	1.6	I	9.0	I	7.9	11.0	48.0	II	4.9	II	1.69	II	1.67	0.20	0.94
205-042	Hájecký potok	10.0	I					7.3	11.7	28.2	I			0.50	I	0.00	1.00	0.27
206-024	Lučický potok	10.5	I	1.4	I	9.1	I	7.6	11.9	28.9	I	8.0	III	1.61	II	1.10	0.35	0.41
207-063	Miletínský potok	9.3	I	4.3	III	32.2	III	8.1	16.5	29.3	I	2.6	I	1.94	II	1.02	0.37	0.46
207-070	Radouňský potok	10.0	I	4.6	III	33.6	III	7.6	15.8	38.0	I	2.8	I	1.99	II	0.06	0.98	0.21
209-015	Točnický potok	7.3	II	3.7	II	25.7	III	7.6	13.2	50.1	II	2.7	I	2.10	II	1.01	0.44	0.53
214-041	Radomilický potok	10.0	I	2.4	II	31.6	III	7.5	15.0	19.2	I	2.0	I	0.50	I	0.00	0.00	1.00
216-009	Kolešovický potok	10.3	I	1.2	I	16.8	II	8.1	12.0	81.1	III	5.6	II					
216-018	Lišanský potok	10.5	I	2.2	II	27.1	III	7.6	11.5	77.3	III	2.5	I	1.88	II	0.81	0.60	0.52
217-008	Myslivský potok	7.4	II	1.2	I	22.0	II	7.8	13.2	31.9	I	2.6	I	2.06	II	0.87	0.53	0.45
217-014	Podhrázký potok	8.2	I	1.1	I	26.4	III	8.1	13.2	38.8	I	0.9	I					
218-014	Březový potok	13.3	I	4.5	III	41.1	III	8.4	14.8	37.5	I	2.5	I	2.03	II	1.20	0.33	0.33
219-024	Chotovinský potok	7.6	I	1.2	I	31.8	III	7.7	13.3	31.0	I	2.3	I	2.01	II	1.71	0.20	0.97
301-014	Bobří potok	8.5	I	2.4	II	32.0	III	7.6	12.1	35.5	I	0.5	I	2.04	II	0.78	0.52	0.29
303-004	Hasnický potok	8.3	I	0.5	I	18.0	II	8.3	10.9	106.1	III	3.1	II					
305-026	Klapský potok	5.0	III	14.0	IV	95.0	V	7.8	14.0	76.0	III	1.4	I					
401-072	Kunětička	11.2	I	2.8	II	6.0	I	8.1	10.4	36.1	I	5.2	II	0.50	I	0.00	1.00	0.29
502-006	Spálený potok	5.9	III	5.5	III	32.0	III	7.9	14.8	159.7	IV	4.9	II	2.50	III	0.00	1.00	0.38
503-028	Teplica *Vrbovčanka	10.0	I	1.0	I	6.5	I	8.1	12.2	79.4	III	4.3	II					
507-012	Kleštíněk	10.4	I	1.5	I	9.8	I	8.2	11.9	65.3	II	8.3	III	1.99	II	1.68	0.15	1.46
509-003	Rychnovský potok	8.4	I	1.1	I	6.0	I	7.8	11.0	47.3	II	7.4	III					
511-010	Rokytná	9.6	I	1.6	I	8.0	I	7.7	10.7	34.4	I	6.0	III	2.00	II	0.00	0.00	1.00
511-014	Štěpánovický potok	6.1	III					7.7	10.9	60.1	II			2.17	II	0.90	0.43	0.75
511-032	Vodra	12.5	I	1.6	I	8.0	I	7.8	12.2	84.1	III	4.5	II	0.50	I	0.00	1.00	0.26
513-009	Loučka	8.7	I	2.2	II	11.9	I	8.0	10.2	63.2	II	1.0	I	1.57	II	1.58	0.24	0.45
515-031	Manešovický potok	9.5	I	6.0	III	30.0	III	8.4	12.3	30.0	I	0.9	I					
515-033	Ctidružický potok	8.5	I	2.8	II	18.0	II	8.1	11.0	41.5	II	7.2	III					
516-027	Znětínský potok	8.2	I	4.4	III	22.0	II	7.5	12.3	28.0	I	4.8	II	1.90	II	0.56	0.59	0.58

Tab. 2. Přehled prolovených profilů a početnost zaznamenaných druhů (0+1+ a starší) v roce 2006.

TAXON (Zkratka)		Ab	Aal	Aa	Bba	Bab	Bb	Ca	Cg	Cp	Cc	El	Ga	Gg	Gs	Chn	Lp	Ld	Lc	Li	LI	LoI	Mf	Om	Pf	Pp	Ppa	Rs	Rr	St	Se	Tt	TIt	Vv	
KOD_P	TOK_NAZEV_P																																		
102-027	Zadní Lodrantka											8\2							0\21						0\1										
105-011	Radčický potok																													16\77					
106-015	Oharka								12\28																					73\53					
109-021	Křínecká Blatnice																																		
112-003	Černná				4\0									20\35			1\0	0\2		21\8								0\43	0\1						
112-005	Dobroučka				16\27			1\0				1\0		1\33				0\1		3\0										0\11					
201-035	Nučický				2\15				7\139										0\7						2\1					0\10					
201-051	Tloskovský			0\1	0\19			1\0				0\1		0\10					0\39		0\4	0\4				1\0									
202-003	Chumava		6\10		0\10									0\30					2\167		1\3				0\1				2\6						
204-038	Křemžský potok			0\1	11\51																					79\28			0\58			2\0			
205-037	Kouba				0\1									27\72															17\4						
206-003	Losenický		6\0	0\1	1\3				0\5					18\24				0\1						0\1	0\1					0\5					
207-019	Miletínský potok													0\2												3\0				3\0					
207-045	Olešanský potok																	0\1							0\1	23\0		0\1		0\1		0\1			
209-011	Poleňka				6\150									0\11					12\0										1\10		0\1				
211-008	Hrejkovický potok				5\25			0\1				0\1		13\4					11\1			0\1			0\3	26\12		3\6	0\11			0\1			
211-040	Hrádecký potok		0\16					1\0						25\124					17\32		9\37							1\6							
211-043	Skalice		220\27	0\2										450\77					253\153		170\88								97\11					0\2	
212-023	Velká Trasovka								150\158																				11\10		2\12				
217-023	Skořický potok				103\8									120\1											0\1	714\2			0\6						
218-016	Novosedelský potok				0\16									0\90					0\24		0\71							1\1	0\16		1\0				
219-010	Dírenský potok							0\6						0\19					11\13		5\12			17\11				0\6							
219-024	Chotovinský potok				0\3							1\0		0\7					3\8		1\0				0\6				0\3						
219-035	Kozský potok		75\68				0\2							2\5	0\3	0\2			137\117		0\9				82\3			120\54		3\0					
302-017	Plesná				0\16							1\1		0\23		ano					0\2	20\2			0\1										
305-040	Modla		50\0		0\1									579\104					53\55	2\0			0\1						88\0					0\1	
307-001	Leska			0\1	24\16			3\0			13\0	0\3		16\58					0\14							0\3	114\24						6\1		
403-054	Lutyňka							0\152			0\1														0\4				1\0						
501-011	Býkovka				28\142									54\36															22\0						
503-001	Svodnice		0\11										0\10	0\5		3\0	1\0	25\55		0\5					0\4	0\10	139\16	0\4							
503-016	Hruškovice	1\7						4\0			0\1	0\4		0\12	0\1				0\20						5\13	0\4		1281\126		0\1					
504-019	Bolíkovský potok		0\302											0\53					67\12						4\5			5\114							
505-013	Kotojedka		3\0		38\21	6\1		2\0					6\7	0\57					317\9		4\0						4\0	0\3			3\0		1\0		
505-014	Roštěnka				0\4									14\14					20\15							0\3									
505-017	Mojena	0\75	1944\0									0\3	0\3						0\29						0\4			0\100						6\0	
507-002	Javoříčka				12\50			5\3																						0\3					
507-023	Tišíňka				134\3						0\14			54\133						82\8					0\2		482\5		167\2				0\4		
509-008	Kunčinský potok				16\571									11\38						2\0					115\1					0\3					
511-013	Rokytká													6\27		0\8				3\6								2\379							
513-007	Házovka				34\28									27\31										0\2		10\13				0\13					
516-005	Olešnický potok				6\118					0\1																				0\58					

Tab. 3. Přehled prolovených profilů a početnost zaznamenaných druhů (0+1+ a starší) v roce 2007.

TAXON (Zkratka)		Ab	Aal	Aa	Bba	Bab	Bb	Ca	Cg	Ci	El	Ga	Gg	Lp	Lc	Li	Ll	Pf	Pp	Ppa	Rs	Rr	St	Se	Tt	Tit	Vv
KOD_P	TOK_NAZEV_P																										
102-023	Lodrantka							0\8					11\13														3\8
102-071	Babský potok				6\21								0\2						10\14	2\0		2\2	7\0				
104-074	Bečvárka			0\1						0\11			0\2		4\60			1\6				0\107					
107-013	Vernéřovický potok												100\0										38\90				
108-014	Černská strouha																									0\1	
108-023	Struha		0\4		0\4								10\33	29\24		0\4				1\1	10\3						
109-022	Blatnice																										
112-013	Skořenický potok				59\67							21\12	52\32				0\2			0\1			5\9				
201-036	Nučický potok		0\1		15\20				4\41				0\16	4\13		0\81		0\1	0\1	6\9			6\2				
205-042	Hájecký potok																0\23					0\7	14\55		0\1		
206-024	Lučický potok				1\2				43\95				0\30	30\158		0\98						0\4	20\20				0\2
207-063	Miletínský potok													9\0			22\7					11\7	0\2				
207-070	Radouňský potok													93\15			1\0					0\3					
209-015	Točnický potok				0\5						0\1	14\40	5\6		35\1							3\1					
214-041	Radomilický potok																					1\2					
216-009	Kolešovický potok				0\4								0\47	0\19													
216-018	Lišanský potok		0\1	0\1	0\2			44\1						0\118		0\9	70\7		13\1				4\9		1\0		
217-008	Myslivský potok					3\0							56\7	13\13		5\4						0\5					
217-014	Podhrázský potok				0\13								0\12	0\1		0\1											
218-014	Březový potok				0\3								0\44	47\15		27\39				62\20		8\0	0\1				
219-024	Chotovinský potok	2\0			0\2								0\10	12\10	4\0	0\2	18\8		4\2				4\0		0\2		
301-014	Bobří potok	269\1					3\5						4\19				3\3		1\0			138\662					
303-004	Hasnický potok																										
305-026	Klapský potok																										
401-072	Kunětička																						12\27				
502-006	Spálený potok							7\1					0\1														
503-028	Teplica *Vrbovčanka																										
507-012	Kleštínek		1\0												2\2	2\0	5\1		4\3			3\0					
509-003	Rychnovský potok												0\10	0\5													
511-010	Rokytná				0\6								0\9	1\10													0\4
511-014	Štěpánovický potok												4\2			2\0						10\2					
511-032	Vodra																						15\0				
513-009	Loučka				66\58	32\5							7\22	26\54					11\73				32\11				
515-031	Manešovický potok				0\5																						
515-033	Čtidružický potok																										
516-027	Žnětský potok												0\3					9\0				3\0					

Vysvětlivky: Zkratky použité pro jednotlivé druhy ryb v Tab. 2. a 3.: Ab – *Abramis brama*, Aal – *Alburnus alburnus*, Aa – *Anguilla anguilla*, Bba – *Barbatula barbatula*, Bab – *Barbus barbus*, Bb – *Blicca bjoerkna*, Ca – *Carassius auratus*, Cg – *Cottus gobio*, Cp – *Cottus poecilopus*, Ci – *Ctenopharyngodon idella*, Cc – *Cyprinus carpio*, El – *Esox lucius*, Ga – *Gobio albipinnatus*, Gg – *Gobio gobio*, Gs – *Gymnocephalus schraetser*, Chn – *Chondrostoma nasus*, Lp – *Lampetra planeri*, Ld – *Leucaspius delineatus*, Lc – *Leuciscus cephalus*, Li – *Leuciscus idus*, Ll – *Leuciscus leuciscus*, Lol – *Lota lota*, Mf – *Misgurnus fossilis*, Om – *Oncorhynchus mykiss*, Pf – *Perca fluviatilis*, Pp – *Phoxinus phoxinus*, Ppa – *Pseudorasbora parva*, Rs – *Rhodeus sericeus*, Rr – *Rutilus rutilus*, St – *Salmo trutta m. fario*, Se – *Scardinius erythrophthalmus*, Tt – *Thymallus thymallus*, Tit – *Tinca tinca*, Vv – *Vimba vimba*. Šedá barva značí profily, na kterých nebyla zjištěna přítomnost plůdkového společenstva

Na 11 profilech nebyl zaznamenán výskyt plůdku, ve většině případů byl hlavní příčinou nedostatečný průtok vody spolu s celkovou degradací habitatu (regulovaný tok, silná vrstva bahna, zarůstání toku rákosinami, zhoršené hydrochemické parametry – viz. Tab. 1, kde jsou profily bez výskytu plůdku zvýrazněny šedou barvou). V Tab. 1 jsou také uvedeny vypočtené hodnoty indexu saprobity (Si), Shannonova indexu diverzity (H'), Simpsonova (D) a Menhinickova (D_{Mn}) indexu, které jsou vztaženy pouze na plůdkové společenstvo ryb. Nejvíce druhů plůdku (10) bylo zaznamenáno na profilu 505-013 Kotojedka. Z Tab. 2 a 3 je patrné, že na většině sledovaných profilů je druhové společenstvo adultních ryb bohatší než společenstvo plůdkové, což může dokumentovat fyzickou degradaci habitatu, která se odráží ve snížené diverzitě plůdkového společenstva (Adámek a Jurajda, 2002).

Závěr

V roce 2006 byla pouze jedna lokalita zcela bez ryb. Na ostatních profilech se vyskytovalo od 1 do 10 druhů plůdku. Celorepublikový průměr indexu saprobity plůdkového společenstva byl 1,8, což odpovídá II. třídě jakosti dle ČSN 75 7221 (mírně znečištěná voda). Nízké průtoky v tocích v roce 2007 nepříznivě ovlivnily výsledky přirozené reprodukce ryb, což lze dokumentovat absencí plůdku na 10 z 36 sledovaných profilů. Na ostatních profilech bylo zaznamenáno od 1 do 7 druhů plůdku (průměrně 4 druhy na profil). Celkově byl na všech 77 profilech zaznamenán plůdek 27 druhů ryb a na jednom profilu také ohrožená mihule potoční (*Lampetra planeri*). Průměrná hodnota saprobního indexu vypočtená na základě 26 profilů byla v roce 2007 1,70 (II. třída jakosti).

Seznam literatury

- ADÁMEK, Z., JURAJDA, P. (2002): Vliv degradace kvality vody a prostředí na biodiverzitu ichtyofauny malých toků ČR. Biodiverzita ichtyofauny ČR (IV): 53-58.
- ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod, Český normalizační institut, 1998.
- ČSN 75 7716 Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu, Český normalizační institut, 1998.
- JURAJDA, P., SLAVÍK, O., ADÁMEK, Z. (2006): Metodika odlovu a zpracování vzorku plůdkových společenstev ryb tekoucích vod. VÚV TGM, Praha, 10 s.
- JURAJDA, P., SLAVÍK, O., REICHARD M., ONDRÁČKOVÁ, M. (2002): Monitoring plůdku jako indikátoru kvality říčního prostředí. Biodiverzita ichtyofauny ČR (IV): 93-98.

Adresy autorů

Ing. Vít Baránek, Ph.D., Zemědělská vodohospodářská správa, Hlinky 60, Brno 603 00, baranek@zvhs.cz

RNDr. Josef Křížek, Laboratoř ichtyologie a ekologie ryb, Sibřina 82, 250 84, jkrizeklife@iol.cz

INDEKS ŚWIEŻOŚCI MIĘSA KARPI TOWAROWYCH Z RÓŻNYCH POZIOMÓW INTENSYFIKACJI PRODUKCJI

Freshness index of common carp flesh from different production intensity levels

H. BIAŁOWAŚ, J. ZAKRZEWSKI, J. GUZIUR

Summary: Recently changes in carp distribution manners are observed in Poland. The carp, traditionally sold as a live fish, is replaced with its higher processed by-products: carcasses or fillets, which are kept on ice until retailed. To assess the shelf life of the product its freshness index should be determined. One of the freshness indicator for chilled fish is K-value (percent of ratio of Ino plus Hx to ATP breakdown products). The aim of this study was to evaluate the effect of different production intensity levels on the freshness index K, just after slaughter and processing. Samples for ATP breakdown products analysis were taken from carps produced by semi-extensive, semi-intensive and intensive methods. The freshness index K was calculated. K-value depended on production intensity level and feeding.

Wstęp

W Polsce systematycznie wzrasta sprzedaż karpia przynajmniej wstępnie przetworzonego. Uzyskane produkty są przechowywane w warunkach chłodniczych lub mrożone. Ważnym problemem jest określenie stopnia świeżości tak przechowywanego mięsa karpia oraz określenie normy długości czasu przechowywania. W krajach o wysokiej konsumpcji ryb do tego celu używany jest, między innymi, indeks świeżości mięsa K (Saito i in. 1959), określający procentowy udział hipoksantyny i inozyny w ogólnej ilości wysokoenergetycznych fosforanów organicznych. W rybach bardzo świeżych, bezpośrednio po złowieniu wartość K nie przekracza 10%, w rybach nie pierwszej świeżości wynosi około 20 %, a granica przydatności do spożycia jest przy K=60% (Sikorski 2004). Wartość indeksu K jest dobrym wyznacznikiem świeżości mięsa, aczkolwiek jest specyficzna dla różnych gatunków ryb oraz krzyżówek (Grigorakis i in. 2004, Guillerm-Regost i in. 2006, Lougovois i in. 2003, Pilarczyk i in. 2005).

Adenozynotrójfosforan (ATP) jest uniwersalnym przenośnikiem energii. Wszystkie procesy energetyczne służą, w końcowym rozrachunku, do jego tworzenia lub redukcji. Związek ten nie jest magazynowany, tylko tworzony i zużywany na bieżąco, w miarę potrzeb organizmu. Zawartość ATP i produktów jego rozkładu, powstających w wyniku sekwencji hydrolitycznej degradacji do adenozynodwufosforanu (ADP), adenozynomonofosforanu (AMP), inozynomonofosforanu (IMP), inozyny (Ino) i hipoksantyny (Hx), charakteryzuje stan „energetyczny” organizmu. Niektóre z wymienionych związków mają także dodatkowe znaczenie, na przykład Hx, odpowiedzialna za powstawanie gorzkawego posmaku mięsa (Lindsay 1994) oraz IMP, uważany za substancję odpowiedzialną za smak bardzo świeżej ryby (Sikorski 2004).

Z przeprowadzonych dotychczas badań wynika, że mięso karpia przechowywane w lodzie zachowuje przydatność do konsumpcji przez 5-6 dni (Vis i in. 2006, Białowas i in. 2008b). Badania te zostały przeprowadzone na karpkach odłowionych z magazynów rybnych, z maksymalnym zachowaniem ich dobrostanu. Manipulacje związane z odłowem karpki ze stawów, ich transportem oraz przetrzymywanie ich w basenach powodują zmiany w zawartości wysokoenergetycznych fosforanów w mięsie (Białowas i Pilarczyk 2007, Białowas i in. 2008a), co wpływa na wartość początkową indeksu świeżości K. Do chwili obecnej nie prowadzono badań nad wpływem poziomu intensyfikacji produkcji i żywienia na jego wartość.

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu poziomu intensyfikacji produkcji oraz żywienia na wartość początkową indeksu świeżości mięsa K karpki bezpośrednio po jego uśmierceniu i filetowaniu.

Material i metodyka

Przedmiotem badań było świeże mięso karpki towarowych pochodzących z trzech poziomów intensyfikacji produkcji: semi-ekstensywnego (niewielkie dokarmianie), nisko-intensywnego (dokarmianie zbożami) oraz intensywnego (karmienie zbilansowanym granulatem). W każdym poziomie badano karpki pochodzące z dwóch różnych gospodarstw z terenu Polski (tab. 1). Karpki pozyskano z odłowów przeprowadzonych w ciągu jednego tygodnia w połowie października. W przypadku gospodarstwa Siemianów staw nie był spuszczalny i karpki do analiz odłowiono przy pomocy sieci. Staw ten był użytkowany jako łowisko specjalne dla wędkarzy, którzy stosowali zanęty, wprowadzając do niego w ten sposób bliżej nie określone ilości paszy. W gospodarstwie Ostrołęka chów prowadzono w sadzach tuczowych, usytuowanych na kanale odprowadzającym wody pochłodnicze. Z każdego gospodarstwa do wykonania analiz wybrano losowo po 10 karpki. Po odłowieniu karpki przetrzymywano w magazynach, w świeżej i dobrze natlenionej wodzie przez okres od 6 do 24 godzin. Do analiz pobrano próby z jednego, rozdrobionego fileta bez skóry. Poziom stężenia ATP i produktów jego rozkładu w mięsie, po ekstrakcji z kwasem nadchlorowym, oznaczano na chromatografii cieczowym Perkin Elmer, pompa Series 400, Diode Array Detector 235, integrator Link Series 600 [Perkin Elmer, USA] według metody Veciana-Nouges i in. (1997).

Obliczono indeks świeżości mięsa K (Saito i in. 1959):

$$K = (\text{Ino} + \text{Hx}) (\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{Ino} + \text{Hx})^{-1} 100\%$$

Wykonano analizę wariancji (ANOVA) i obliczono korelacje między wartością indeksu K a zawartością w mięsie ATP i produktów jego rozkładu.

Wyniki i dyskusja

Zawartość ATP i jego produktów rozkładu w mięsie karpki pochodzących z różnych gospodarstw przedstawiono w tabeli 2. Istotne różnice w zawartości wysokoenergetycznych fosforanów wystąpiły w przypadku gospodarstwa Mokre, stosującego intensywną metodę produkcji. Mięso karpki z tego gospodarstwa charakteryzowało się najniższą zawartością ATP, ADP, AMP i IMP oraz najwyższą

zawartością Hx. Najniższa zawartość Hx wystąpiła w mięsie karpi pochodzących z gospodarstwa Siemianów.

Najniższą wartość indeksu świeżości $K=15,4\%$ stwierdzono dla mięsa karpi z semi-ekstensywnego poziomu produkcji, z gospodarstwa Siemianów (tab. 2), przy czym różnice istotne wystąpiły tylko wobec karpi z gospodarstwa Mokre z poziomu intensywnego, u których stwierdzono najwyższą wartość indeksu $K=36,7\%$ ($P<0,01$).

Tabela 1: Powierzchnia stawów (w przypadku gospodarstwa Ostrołęka objętość sadza), wielkość obsad, stosowane pasze i średni ciężar odłowionych karpi towarowych.

<i>Poziom intensyfikacji</i> / Gospodarstwo	Powierzchnia stawu [ha]	Obsada [szt/ha]	Pasza	Średni ciężar [g]
<i>Semi-ekstensywny</i>				
Knyszyn	460	100	Mieszanka zbożowa	1522
Siemianów	1000	30	Zanęty wędkarskie	1326
<i>Nisko-intensywny</i>				
Psary	76,0	1400	Mieszanka zbożowa	1515
Gołysz	24,8	1500	Kukurydza + pszenica	1531
<i>Intensywny</i>				
Mokre	0,4	2600	Granulat <i>Aller Aqua</i>	1101
Ostrołęka (sadz tuczowy)	15 m ³	600 szt/m ³	Granulat <i>Nutreco</i>	1218

Tabela 2: Zawartość ATP i jego produktów rozkładu w mięsie karpi oraz indeks świeżości mięsa K (Saito i in. 1959) pochodzących z różnych gospodarstw stawowych. Wyniki przedstawiono w postaci średnich \pm odchylenie standardowe. (^a – $P<0,001$, ^b – $P<0,01$, ^{c, d} – $P<0,05$)

Gospo- darstwo	ATP [$\mu\text{mol/g}$]	ADP [$\mu\text{mol/g}$]	AMP [$\mu\text{mol/g}$]	IMP [$\mu\text{mol/g}$]	Ino [$\mu\text{mol/g}$]	Hx [$\mu\text{mol/g}$]	K [%]
<i>Poziom semi-ekstensywny</i>							
Knyszyn	0,08 \pm 0,00	0,16 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	3,43 \pm 0,18	0,54 \pm 0,24	0,61 \pm 0,29	23,1 \pm 8,9
Siemianów	0,10 \pm 0,03	0,16 \pm 0,02	0,04 \pm 0,01	3,33 \pm 0,58	0,38 \pm 0,07	0,28 \pm 0,17 ^{cd}	15,4 \pm 4,9 ^b
<i>Poziom nisko-intensywny</i>							
Psary	0,13 \pm 0,02 ^c	0,19 \pm 0,06 ^a	0,09 \pm 0,04 ^c	3,54 \pm 0,64 ^b	0,61 \pm 0,18	0,91 \pm 0,35 ^d	27,6 \pm 7,7
Gołysz	0,11 \pm 0,03	0,17 \pm 0,03 ^c	0,08 \pm 0,02	3,42 \pm 0,68 ^c	0,53 \pm 0,25	0,57 \pm 0,29	22,8 \pm 11,2
<i>Poziom intensywny</i>							
Mokre	0,07 \pm 0,01 ^c	0,10 \pm 0,02 ^{acd}	0,04 \pm 0,02 ^{cd}	2,37 \pm 0,47 ^{bc}	0,60 \pm 0,22	0,92 \pm 0,28 ^c	36,7 \pm 9,9 ^b
Ostrołęka	0,10 \pm 0,04	0,17 \pm 0,03 ^d	0,09 \pm 0,02 ^d	3,22 \pm 0,35	0,51 \pm 0,13	0,63 \pm 0,26	23,7 \pm 5,0

Mięso karpia produkowanych w gospodarstwach Psary i Gołysz, z poziomu nisko-intensywnego, charakteryzowało się najbardziej wyrównanymi wartościami indeksu świeżości, odpowiednio 27,6% i 22,8%, ale też warunki produkcji w tych gospodarstwach były najbardziej zbliżone. W gospodarstwach stosujących intensywny poziom produkcji, czyli duże zagęszczenia obsady ryb i zbilansowany granulaty, indeks świeżości mięsa był zróżnicowany i zależał od stosowanej technologii produkcji. W gospodarstwie Mokre jego wartość była najwyższa, natomiast w przypadku chowu w sadzach w gospodarstwie Ostrołęka wartość ta była znacznie niższa $K=23,7\%$.

Stwierdzono wysoką ujemną korelację pomiędzy wartością indeksu świeżości mięsa a zawartością w mięsie IMP $r=-0,70$ ($P<0,001$) oraz wysoką dodatnią korelację pomiędzy wartością tego indeksu a zawartością Ino $r=0,88$ ($P<0,001$) i Hx $r=0,92$ ($P<0,001$). Istotne korelacje wystąpiły tylko dla tych wysokoenergetycznych fosforanów organicznych, których zawartość w mięsie była najwyższa (tab. 2). Pozostałe fosforany nie miały istotnego wpływu na wartość indeksu świeżości mięsa K.

Wartość indeksu K mięsa karpia przechowywanych w stawach magazynach rybnych, mających zapewniony przepływ świeżej i dobrze natlenionej wody, nie przekracza 10% (Vis i in. 2006, Białowas i in. 2008b). Mięso karpia przebadanych w niniejszej pracy przekraczało tę wartość. Być może okres pobytu ryb w stawach magazynach po odłowieniu był zbyt krótki i nie zdążyły one zregenerować swoich zasobów wysokoenergetycznych fosforanów organicznych. Karp jest gatunkiem zdolnym do szybkiej regeneracji pod warunkiem, że zapewni się mu dobre warunki środowiskowe (Białowas i Pilarczyk 2007). Nie można również wykluczyć wpływu pory roku na wartość K. Najwyższe wartości indeksu świeżości występują w miesiącach letnich, a najniższe w miesiącach zimowych (Białowas i Pilarczyk, dane niepublikowane). Przekroczenie wartości 20% zalicza przebadane karpie, z wyjątkiem wyprodukowanych w gospodarstwie Siemianów, do ryb nie pierwszej świeżości (Sikorski 2004).

Przy przechowywaniu mięsa karpia w lodzie wzrost wartości indeksu świeżości K jest zbliżony do liniowego (Vis i in. 2006, Białowas i in. 2008b), toteż stosunkowo wysoka wartość K bezpośrednio po uśmierceniu i sprawieniu, jaką stwierdziliśmy w trakcie badań, może spowodować znaczne skrócenie okresu przydatności do spożycia.

Podsumowanie

Poziom intensyfikacji produkcji oraz żywienie karpia istotnie wpływa na wartość indeksu świeżości mięsa K.

Podziękowania

Badania wykonano dzięki współfinansowaniu poprzez Sektorowy Program Operacyjny nr 00041-61535-OR1400010/07

Literatura

BIAŁOWAŚ, H., PILARCZYK, M. (2007): Wpływ manipulacji związanych z odłowem i przetrzymywaniem w basenach na jakość mięsa karpia. In: LIRSKI, A., Siwicki, A. K., Wolnicki, J. (eds.) *Wybrane zagadnienia dobrostanu karpia*. Olsztyn: IRS, 125-147. ISBN 978-83-60-111-10-9.

- BIAŁOWAŚ, H., PILARCZYK, M., LIRSKI, A. (2008a): The influence of harvest and transport on common carp flesh quality. *Proceedings of the International Conference "Aquaculture Europe 2008"*, Krakow, Poland, September 15-18, 2008, 87-88. ISBN 978-83-60111-30-7.
- BIAŁOWAŚ, H., PILARCZYK, M., van de VIS, H., LAMBOOIJ, B., REIMERT, H. (2008b): Freshness of common carp slaughtered by experimental and commercial method. *Proceedings of the International Conference "Aquaculture Europe 2008"*, Krakow, Poland, September 15-18, 2008, 89-90. ISBN 978-83-60111-30-7.
- GRIGORAKIS, K., ALEXIS, M., GIALAMAS, I., NIKOLOPOULOU, D. (2004): Sensory, microbiological, and chemical spoilage of cultured common sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: a seasonal differentiation. *Eur. Food Res. Technol.*, 219: 584–587. ISSN 1438-2377.
- GUILLERM-REGOST, C., HAUGEN, T., NORTVEDT, R., CARLEHÖG, M., LUNESTAD, B. T., KIESSLING, A., RØRA, A. N. B. (2006): Quality characterization of farmed Atlantic halibut during ice storage. *Journal of Food Science*, 71, (2): 83-90. ISSN 1365-2621.
- LINDSAY, R. (1994): Flavour of fish. In: SHAHIDI, F., BOTTA, J. (eds.) *Seafoods-Chemistry, processing technology and quality*. London: Blackie Academic & Professional, 75-84. ISBN 978-0751402186.
- LOUGOVOIS, V. P., KYRANAS, E. R., KYRANA, V. R. (2003): Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Research International*, 36: 551–560. ISSN 0963-9969.
- PILARCZYK, M., ADAMEK, J., BIAŁOWAŚ, H. (2005): Porównanie parametrów technologicznych i jakościowych mięsa dwóch gatunków suma afrykańskiego (*Clarias gariepinus* i *Heterobranchus longifilis*) oraz krzyżówki *C. gariepinus* x *H. Longifilis*. In: ZAKĘŚ, Z. (ed.) *Rozród, podchów profilaktyka ryb sumokształtnych i innych gatunków*. Olsztyn: IRŚ, 85-95. ISBN 83-87506-74-5.
- SAITO, T., ARAI, K., MATSUYOSHI, M. (1959): A new method for estimating the freshness of fish. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 24: 749–750.
- SIKORSKI, Z. E. (2004): *Ryby i bezkręgowce morskie. Pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie*. WNT, Warszawa, 391 s. ISBN 83-204-2867-X.
- VECIANA-NOGUES, M. T., IZQUIERDO-PULIDO, M., VIDAL-CAROU, M. C. (1997): Determination of ATP related compounds in fresh and canned tuna fish by HPLC. *Food Chem.*, 59 (3): 467-470. ISSN 0308-8146.
- VIS van de, H., BIAŁOWAŚ, H., PILARCZYK, M., MACHIELS, M., REIMERT, H., VELDMAN, M., LAMBOOIJ, B. (2006): Comparison of commercial and experimental slaughter of farmed carp (*Cyprinus carpio*) with respect to development of rigor mortis and flesh quality. In: LUTEN, J. B., JACOBSEN, C., BEKAERT, K., SAEBO, A., OEHLENSCHLAGER, J. (eds.) *Seafood research from fish to dish*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 201-210. ISBN 978-90-8686-005-2.

Adresy autorów

Dr inż. Henryk Białowas, Polska Akademia Nauk, Zakład Ichtiobiologii i Gospodarki Rybackiej w Gołyszach, ul. Kalinowa 2, 43-520 Chybie, Polska, E-mail: henryk.bialowas@fish.edu.pl Mgr inż. Janusz Zakrzewski, Politechnika Koszalińska, Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych, ul. Raclawicka 15/17, 75-620 Koszalin, Polska, E-mail: janusz.zakrzewski@tu.koszalin.pl Prof. dr hab. Janusz Guziur, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Ochrony Środowiska i Rybactwa, ul. Oczapowskiego 5, 10-957 Olsztyn, Polska, E-mail: jguziur@uwm.edu.pl

VLIV ROZDÍLNÉ INTENZITY VÝŽIVY LÍNA OBECNÉHO (*TINCA TINCA* L.) NA PRODUKČNÍ UKAZATELE V ŘÍZENÝCH PODMÍNKÁCH AKVAKULTURY

The influence difference intensity nutrition of tench (Tinca tinca L.) to growth indices in the intensive rearing conditions

BRABEC T., CILEČEK M., MAREŠ J.

Summary: In two 42-days feeding tests was observe influence intensity nutrition to FCR (Food Conversion rate), SGR (Specific Growth Rate) and survival for juvenile tench (*Tinca tinca* L.). In flow-through plastic tanks about size 32 litres to connectin recirculation system was stocking 40 fish about average initially body weight (IBW) 7.65g (9.6g/l⁻¹). The fish was fed commercial extrusion food for salnonids DAN-EX 1352. Which content 13% lipid and 52% protein. The size feeding elements were 1.5 mm. The first feeding test was daily ration 1.0, 1.25, 1.5 metabolic weight fish (IBW^{0.8}). Following values were achieved during first feeding test: FCR – 1.24, 1.38 and 1.46 and SGR – 1.83; 1.83 and 1.69 %·d⁻¹. In all groups was founded survival 98.7%. In the second feeding test was daily ration decreased to the 0.8; 1.0 and 1.2% metabolic weight fish. Following values were achieved during second feeding test: FCR – 1.26; 1.32 and 1.61 and SGR – 1.25; 1.38 and 1.28%·d⁻¹. The survival was from 95 to 100%. The final average body weigh was 24.18; 24.04 and 22.32g on particular variants. The best results of production indices were achieved with daily food ration 1% metabolic weight fish.

Úvod

Lín obecný (*Tinca tinca* L.) je původním druhem naší ichtyofauny. Stal se významným vedlejším druhem v rybničním hospodářství, kde je ve společné obsádce s kaprem chován už od počátku 18. století (BARUŠ a OLIVA, 1995). V roce 1972 dosahovala v ČSSR produkce lína 644 tun (STEFFENS, 1995). Do roku 2006 došlo k poklesu téměř o 60% na 266 tun (Mze 2007). Kromě produkce v polykulturních rybničních obsádkách dochází v posledních letech k chovu lína v podmínkách intenzivního chovu (STEFFENS, 1995; QUIRÓS a ALVARIÑO, 1998; MAREŠ et al. 2006). Vývoj a výroba krmiva pro lína vyžaduje získání znalostí a jeho nutričních požadavcích (JIRÁSEK a MAREŠ 2005). KAMLER et al. (2006) při zjišťování efektu různé úrovně intenzity výživy u plůdku lína v intenzivních podmínkách akvakultury při kombinaci suché diety a zmrazených larev pakomárů. Došli k závěru, že bezpečná dávka suché diety by neměla překročit 2,5% BW·d⁻¹ a u mrazených larev pakomárů by denní dávka neměla být vyšší než 20% BW·d⁻¹. Lepší růst u plůdku lína zjistil QUIRÓS et al. (2003) s krmivem pro plůdek mořských ryb (sea bass) s obsahem živin 50% proteinu a 20% tuku. Ke stejným výsledkům dospěli WOLNICKI et al. (2006) a DE PEDRO et al. (2001) s krmivem, které obsahovalo 50% proteinu a 10% tuku.

Cílem provedené práce bylo zjistit vliv různé intenzity výživy na produkční ukazatele u juvenilního plůdku lína.

Materiál a metodika

Krmný test složený ze dvou po sobě následujících 42 denních krmných testů byl proveden v roce 2007 na experimentálním zařízení Oddělení rybářství a hydrobiologie MZLU v Brně. V experimentu byl použit plůdek lína ve věku 7 měsíců odchovávaný od vykulení v kontrolovaných podmínkách. Před vlastním krmným experimentem proběhla přípravná fáze v délce trvání 14 dní. Rybám bylo předkládáno komerčně vyráběné extrudované krmivo pro lososovité ryby DAN-EX 1352 s obsahem 13% tuku a 52% dusíkatých látek o velikost krmných částic 1,5 mm. Denní krmná dávka byla stanovena na 2,5% hmotnosti ryb. Průměrná teplota vody během testu se pohybovala kolem $26,3 \pm 0,65$ °C, hodnota pH $7,40 \pm 0,14$ a obsah rozpuštěného kyslíku $73,55 \pm 8,03\%$ nasycení. Do průtočných nádrží o objemu 32 litrů bylo nasazeno 40 ryb o průměrné celkové délce (TL) $80,00 \pm 12,57$ mm, průměrné kusové hmotnosti (BW) $7,65 \pm 1,46$ g a koeficientu kondice dle Fultona (K_F) $2,58 \pm 0,50$. Celková obsádka byla $9,6 \text{ g/l}^{-1}$. Rybám bylo aplikováno stejné krmivo jako v přípravné fázi. Testovány byly tři rozdílné úrovně výživy. Každá úroveň výživy byla aplikována ve dvojím opakování. V prvním krmném testu od 1 – 42 dne byla stanovena úroveň výživy (denní dávka) odpovídající 1,0; 1,25 a 1,5% metabolické hmotnosti těla ryb ($IBW^{0,8}$) (var.1a, var.2a a var.3a). V následujícím krmném testu od 43 – 84 dne byla úroveň výživy snížena na 0,8; 1,0 a 1,2% metabolické hmotnosti těla ryb (var.1b, var.2b a var.3b). Denní krmná dávka byla předkládána ve třech porcích v průběhu deseti hodin, denně od 8 do 18 h. Základní hydrochemické parametry (teplota, obsah rozpuštěného kyslíku a hodnoty pH) byly stanovovány denně, hmotnost obsádky pro upřesnění krmné dávky v týdenních intervalech. Na začátku a konci krmného experimentu byly individuálně stanoveny délkohmotnostní charakteristiky vzorků 30 kusů ryb jednotlivých variant a odebrán vzorek celé ryb pro chemickou analýzu (sušina, protein a tuk). Pro hodnocení výsledků byly použity dosažené délkohmotnostní parametry a to: délka celková (TL), individuální hmotnost (IBW), přírůstek, koeficient kondice (K_F) a přežití. Z produkčních ukazatelů byly stanoveny - krmný koeficient (FCR), specifická rychlost růstu (SGR), relativní přírůstek ryb za sledované období vztažený k vstupní hmotnosti (RGR) a hodnota FCR/SGR (MAREŠ a JIRÁSEK 1999). Pro statistické zhodnocení dosažených výsledků byla použita ANOVA a Scheffeho metoda mnohonásobného porovnání.

Výsledky

V první fázi do 42 dne odchovu byl dosažen celkový hmotnostní přírůstek obsádky v rozmezí 522 – 585 g v závislosti na intenzitě výživy, což odpovídá přírůstku 104,61 – 116,63% původní hmotnosti. Nejvyšší průměrné kusové hmotnosti (13,81 g) bylo dosaženo u varianty s označením var.2a. Nejvyšší specifickou rychlostí růstu (SGR $1,84\% \cdot \text{d}^{-1}$) dosahoval plůdek shodně u variant var.1a a var.2a. Nejúčinnější konverze krmiva na přírůstek byla zjištěna u varianty var.1a (FCR 1,25) a naopak nejhorší konverze krmiva byla zjištěna u varianty var.3a (FCR 1,47). Dosažené přežití bylo ve všech variantách shodné 98,75%. Hodnoty za sledované období jsou uvedeny v Tab. 1.

Tab.1. Hodnoty vybraných produkčních parametrů za 42 dnů odchovu

Intenzita	Počáteční hmotnost (g)	Konečná hmotnost (g)	Celkový přírůstek (g)	RGR (%)	FCR	SGR (%.d ⁻¹)	FCR/SGR	Přežití (%)
var.1a	499	1081	582	116,63	1,25	1,84	0,68	98,75
var.2a	506	1091	585	115,61	1,39	1,84	0,76	98,75
var.3a	499	1021	522	104,61	1,47	1,7	0,84	98,75

Ve druhé fázi odchovu od 43 do 84 dne byl dosažen celkový hmotnostní přírůstek obsádky v rozmezí 725 – 843 g, což odpovídá přírůstku 67,72 – 77,27% původní hmotnosti. Nejnižší hodnota FCR byla zjištěna u varianty s označením var.1b (1,26), kterému odpovídá hodnota SGR (1,26%.d⁻¹). Nejvyšší hodnoty SGR bylo dosaženo u skupiny var.2b (1,39%.d⁻¹) při FCR 1,33 s výhodnějším využitím krmiva (FCR/SGR) 0,95 při přežití 100%. Hodnoty sledovaných produkčních ukazatelů jsou uvedeny v tab.2.

Tab.2. Hodnoty vybraných produkčních ukazatelů od 43 do 84 dne odchovu

Intenzita	Počáteční hmotnost (g)	Konečná hmotnost (g)	Celkový přírůstek (g)	RGR (%)	FCR	SGR (%.d ⁻¹)	FCR/SGR	Přežití (%)
var.1b	1081	1813	732	67,72	1,26	1,26	1	94,9
var.2b	1091	1934	843	77,27	1,33	1,39	0,95	100
var.3b	1021	1746	725	71,01	1,61	1,29	1,24	98,75

Hodnoty produkčních ukazatelů za sledované období se pohybovaly v rozmezí 1,25 (var.1) až 1,53 (var.3) u krmného koeficientu, v případě specifické rychlosti růstu v rozmezí 1,49%.d⁻¹ (var.3) do 1,61%.d⁻¹ (var.1). Nejnižšího poměru FCR/SGR (0,81) bylo dosaženo u skupiny s označením var.1. Nejlepšího přežití (98,75%) bylo dosaženo u varianty var.2. Podrobné výsledky obsahuje Tab. 3.

Tab. 3. Vliv intenzity výživy na produkční ukazatele na konci krmného experimentu

Intenzita	Počáteční hmotnost (g)	Konečná hmotnost (g)	Celkový přírůstek (g)	RGR (%)	FCR	SGR (%.d ⁻¹)	FCR/SGR	Přežití (%)
var.1	499	1813	1314	263,33	1,25	1,55	0,81	93,75
var.2	506	1934	1428	282,21	1,35	1,61	0,84	98,75
var.3	499	1746	1247	249,9	1,53	1,49	1,03	97,5

Hodnoty sledovaných délkohmotnostních parametrů po ukončení krmného experimentu jsou uvedeny v Tab. 4. Nejvyšších hodnot délkohmotnostních parametrů bylo dosaženo u var.2. Rozdíly v délce celkové pohybující se od 105,67±15,06 (var.3) do 112,38±19,07 (var.2) nedosáhly statisticky významné úrovně. Podobný trend, bez

statisticky významných rozdílů, byl zaznamenán i u hmotnosti. Se vzrůstající intenzitou výživy docházelo ke zvyšování hodnot koeficientu kondice dle Fultona. V porovnání se vstupem mezi variantami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, ale při porovnání variant mezi sebou byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi skupinami var.1 a var.3 na úrovni významnosti ($P < 0,05$).

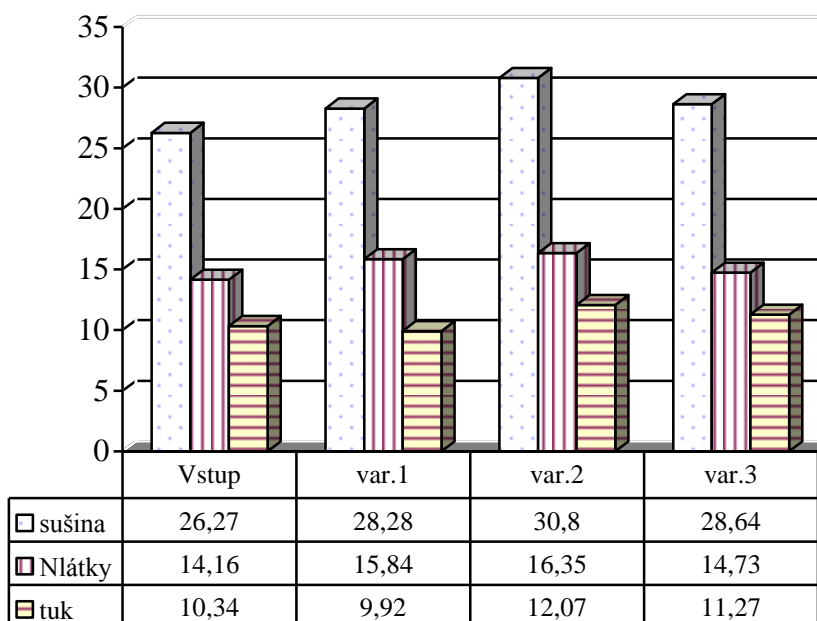
Tab. 4. Hodnoty délkohmotnostních parametrů na konci krmného experimentu

	Délka celková (mm)	Průměrná kusová hmotnost (g)	K_F
Vstup	80,00±12,57 ^a	7,65±1,46 ^a	2,58±0,50 ^a
var.1	110,62±13,41 ^b	24,29±9,76 ^b	2,71±0,28 ^b
var.2	112,38±19,07 ^b	26,14±15,25 ^b	2,81±0,46 ^{bc}
var.3	105,67±15,06 ^b	23,63±13,72 ^b	2,91±0,49 ^c

Pozn. Mezi hodnotami v jednom sloupci označenými stejnými písmeny není průkazný rozdíl ($P < 0,05$)

Hodnoty složení těla ryb jsou uvedeny v Tab. 5. Nejvyšší obsah sušiny, tuku a dusíkatých látek (30,8; 12,07 a 16,35%) byl zaznamenán u varianty s označením var.2a.

Tab. 5. Vliv rozdílné intenzity výživy na chemické složení ryb (v % čerstvé hmoty)



Diskuze

Předchozí studie shodně dokazují relativně nízkou růstovou rychlost lina v kontrolovaných podmínkách v porovnání s jinými cyprinidy (STEFFENS,1995). Podle QUIRÓS a ALVARIÑO (1998), lze zlepšit rychlost růstu přidavkem živé potravy (*Daphnia* sp.) nebo jak uvádí WOLNICKI et al. (2003) přidavkem mražených larev

pakomárů (*Chiromonidae*). Počáteční hustota obsádky lína $9,6\text{g/l}^{-1}$ byla v souladu s rozmezím, které uvádí (CELEDA et al., 2007) jako optimální (4 – 16,5 g/l) pro odchov juvenilního lína v kontrolovaných podmínkách. Pro další zvyšování hustoty obsádky bude zapotřebí technické vybavení řídící kvalitu prostředí na základě spotřeby kyslíku, produkci amoniaku. Dosažené přežití pohybující se od 93,75 – 98,75% u všech variant bylo vyšší, než které uvádí (QUIRÓS a ALVARIÑO, 1997; QUIRÓS et al. 2003).

Hodnoty SGR dosažené při rozdílných úrovních intenzity výživy pohybující se od $1,49\%.\text{d}^{-1}$ (var.3) do $1,61\%.\text{d}^{-1}$ (var.2) byly vyšší než dosáhli QUIRÓS et al. (2003) a MAREŠ et al. (2006) a DE PEDRO et al. (2001). Hodnoty koeficientu kondice dle Fultona (K_F) se pohybovaly v rozmezí 2,71 – 2,91, což je více než uvádí QUIRÓS et al. (2003) a MAREŠ et al. (2006) a WOLNICKI et al. (2006). Podobná zákonitost se zvyšujícím se koeficientem kondice v závislosti na zvyšující se krmné dávce popisuje KAMLER et al. (2006). Konverze krmiva byla výrazně nižší než uvádí MAREŠ et al. (2006). Účinnější konverze krmiva při testování rozdílné intenzity výživy byla zjištěna u varianty s označením var.1 (FCR 1,25), což může souviset s nedostatečnou intenzitou výživy (ryby nebyly nasyceny) a od toho odvíjející se nižší hodnota SGR ($1,55\%.\text{d}^{-1}$). KAMLER et al. (2006) uvádí příznaky překrmování v podobě nepřijatého krmiva, zpomalení růstu a zvyšování koeficientu kondice, tyto příznaky byly pozorovány ve variantě s označením var.3. Všechny sledované ukazatele chemického složení těla byly vyšší, než které uvádí MAREŠ et al. (2006). Nejvyšších hodnot ve všech sledovaných parametrech bylo dosaženo u var. 2, tedy při nejlepších hodnotách FCR, SGR a přežití.

Z výsledků provedené studie vyplývá, že pro použité krmivo s obsahem 52% dusíkatých látek, 13% tuku a obsahu energie 16,4 MJ k dosažení dobrých produkčních výsledků a za ekonomicky přijatelných podmínek při shodné intenzitě krmení na úrovni 1%, odpovídající krmné dávce v %.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. A za podpory projektu NAZV QF 4118: „Rozvoj produkce ryb s využitím technických akvakultur a jejich kombinace s rybníčními chovy“.

Literatura

- BARUŠ, V., OLIVA, O., (1995): Mihulovci a ryby, II. Díl. Praha: Academia, 698s. ISBN 80-200-0218-9
- CELEDA, J., D., AGUILERA, A., CARRAL, J., M., SÁEZ- ROYUELA, M., MELENDRE, P., M., PÉREZ, J., R., (2007): Effects of stocking density on survival and growth of juvenile tench (*Tinca tinca* L.). Aquacult. Int. Originál parer
- DE PEDRO, N., GUIJARRO, A. I., DELGADO, M. J., LÓPEZ-PATIÑO, M.A., PINILLOS, M.L., ALONSO-BEDATE, M., (2001): Influence of dietary composition on growth and energy reserves in tench (*Tinca tinca*). J. Appl. Ichthyol. 17: 25 – 29s.

- KAMLER, E., MYSZKOWSKI, L., KAMIŃSKI, R., KORWIN-KOSSAKOWSKI, M., WOLNICKI, J., (2006): Does overfeeding affect tench *Tinca tinca* (L.) juveniles? *Aquaculture International* 14: 99-111s.
- JIRÁSEK, J., MAREŠ, J., (2005): Technologické a nutriční aspekty chovu lína obecného (*Tinca tinca* L.) – přehled. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 41, 1: 32-43s.
- MAREŠ, J., JIRÁSEK, J., (1999): Ukazatelé hodnocení produkční účinnosti krmiv. 50. let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně, Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí konané v Brně 1. a 2. prosince 1999., 74-78s.
- MAREŠ, J., JIRÁSEK, J., BRABEC, T., VÍTEK, T., TICHÝ T. (2006): Zhodnocení produkční účinnosti krmiva s diferencovanou úrovní tuku při produkci ročka lína obecného (*Tinca tinca*) v podmínkách intenzivního chovu. In VYKUSOVÁ, B., (ed.) *Sborník ref. IX. České ichtyol. konf.*, Vodňany, 4. – 5.5.2006, 85 – 88s.
- QUIRÓS, M., ALVARIÑO, J.M.R., (1997): Growth of juvenil tench *Tinca tinca* L. under controlled and semiintensive conditions of culture. 2nd International Workshop on Biology and Culture of Tench (*Tinca tinca* L.)
- QUIRÓS, M., ALVARIÑO, J.M.R., (1998): Growth of tench (*Tinca tinca* L.) fed with and without the addition of the cladocera *Daphnia*. *Pol. Arch. Hydrobio.* 45, 3: 447 – 451s.
- QUIRÓS, M., NICODEMUS, N., ALONSO, M., BARTOLOMÉ, M., ÉCIJA J. L., ALVARIÑO J. M. R., (2003): Survival and ganges in growth of juvenile tench (*Tinca tinca* L.) fed defined diets commoly used to culture non-cyprinid species. *J. Appl. Ichthyol.* 19: 149-151s.
- STEFFENS, W., (1995): The tench (*Tinca tinca* L.) a neglected pond fish species. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 42, 1-2: 161 – 180s.
- Situační a výhledová zpráva ryby říjen 2007. Ministerstvo zemědělství České republiky
- WOLNICKI, J., MYSZKOWSKI, L., KAMIŃSKI, R., (2003): Effect of supplementation of a dry feed wit natural food on growth, condition and size distribution of juvenile tench *Tinca tinca* (L.), *J. Appl. Ichthyol.* 19: 157 – 160s.
- WOLNICKY, J., MYSZKOWSKI, L., KORWIN-KOSAKOVSKI, M., KAMIŃSKI, R., STANNY ANDRZEJ, L., (2006): Effects of different diets on juvenile tench, *Tinca tinca* (L.) rezed under controlled conditions. *Aquacult. Int.* 14: 89-98s.

Adresy autorů

Ing. Tomáš Brabec, Ing. Martin Cileček, Doc. Dr. Ing. Jan Mareš

Oddělení rybářství a hydrobiologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno.

VHODNOST SOND PRO ANALÝZU TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ U MASA KAPRA OBECNÉHO (*CYPRINUS CARPIO*)

Probe suitability for texture profile analysis in common carp (Cyprinus carpio) flesh

M.CEPÁK, F. VÁCHA, P. VEJSADA

Summary: Textural properties of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets from different origin were studied on varied probes. Three instrumental methods were applied for evaluation of textural properties. The methods were based on compress tests, using cylinder probes (Ø 50 mm), compression plate (Ø 75 mm) and spherical probe (Ø 10 mm) measuring the hardness of the fillet. The fish were filleted; each fillet was cut into 3 parts above the lateral line from head to tail. Texture of common carp slices was characterised by instrumental texture profile analysis (TPA) for hardness. The specimens directed to TPA measurements were cut out from three parts on top of each other probe. Double compression was applied to construct the texture profile analyses (TPA) parameters. Probes approached the sample at the speed of 2 mm/sec; target mode strain was 50 %. Then the force of tenzometr was 50 kg and the fillet was allowed to rebound 15 sec with the cylinder just touching the surface. The hardness was expressed as the height of the first peak. Standard deviation on hardness was found by cylinder probe (Ø 50 mm) 774.6343 ± 290 compression plate (Ø 75 mm) 344.2066 ± 77 and spherical probe (Ø 10 mm) 2176.9866 ± 245 . The compression plate (Ø 75 mm) was found to be more sensitive and specific than the cylinder probe (Ø 50 mm) and spherical probe (Ø 10 mm) and best suited for practical application.

Introduction

Pond culture for the common carp (*Cyprinus carpio L.*) represents 87 % of total fish production in Czech Republic Stibranyiová and Adámek (1998). Its domestication in various geographical regions (differing in environmental conditions and with varying breeding objectives) has resulted in the formation of different breeds, as has been recently reviewed e.g. Gorda, Bakos, Liska & Kakuk (1995); Hulata (1995); Duda, Gela & Linhart (1999). Common carp are omnivorous, showing some preference for chironomids, cladocerans, oligochaetes, other invertebrates, plankton and macro algae. Juvenile common carp may feed on larval fishes, when invertebrates are scarce Lachner *et al.* (1970). Common carp disturb sediments when feeding, increasing water turbidity, which may cause serious problems in certain systems Lachner *et al.* (1970).

Myofibrillar proteins and collagen, which constitute 70% to 80% of total protein content, control the structure and the specific rheological properties of fish muscle Dunajski (1979). Post-mortem textural changes are caused directly or indirectly by physicochemical changes in myofibrillar proteins and changes in extra cellular structure such as loss of fiber compaction and increase of extra cellular space between fibers Ingolfsdottir (1997). Fish muscle texture is also affected by parameters such as seasonality

and methods of capture, handling and processing Love (1975, 1979); Dunajski (1979); Botta and others (1987); Ingolfssdottir and others (1998).

The main quality parameters for fresh fish are fat, colour, texture and freshness. Other parameters commonly cited are white stripes (connective tissue), bloodstains, marbling and melanin Koteng (1992); Sigurgisladottir *et al.* (1997).

Texture can be regarded as a manifestation of the rheological properties of a food Pomeranz & Meloan (1994). It is an important attribute in that it affects processing and handling Charm (1962), influences food habits, affects shelf-life and consumer acceptance of foods Matz (1962). Texture of fish muscle is measured by sensory and instrumental procedures. Destructive instrumental methods such as texture profile analysis, Kramer test and puncture test are important and effective in measuring textural properties in fish Barroso and others (1998). Double compression makes it possible to perform the texture profile analysis (TPA) from a plot of force–time curves Bourne (1978). Other terms use to describe texture are firmness, stiffness and yield point Borresen (1986); Botta (1994); Andersen (1995). When using instrumental methods, such measurements are limited by the instrumental behavior of materials in terms of stress, strain and time effects. Many attempts have been made to correlate physical measurements with sensory evaluation of texture Breene (1975); Borderias *et al.* (1983); Karl and Schreiber (1985); Ragnarsson (1987); Botta (1991); Durance and Collins (1991); Johansen *et al.* (1991); Reid and Durance (1992); Chamberlain *et al.* (1993). Reproducibility of texture measurements is affected by sampling technique because of the heterogeneity of the fillets Borresen (1986); Botta, (1991); Reid and Durance (1992). Therefore, it is difficult to find a representative average sample and measurements of textural properties may depend on the location within the fillet. However, raw fish should be tested in the form of a fillet or a part of a fillet Sigurgisladottir and others (1999).

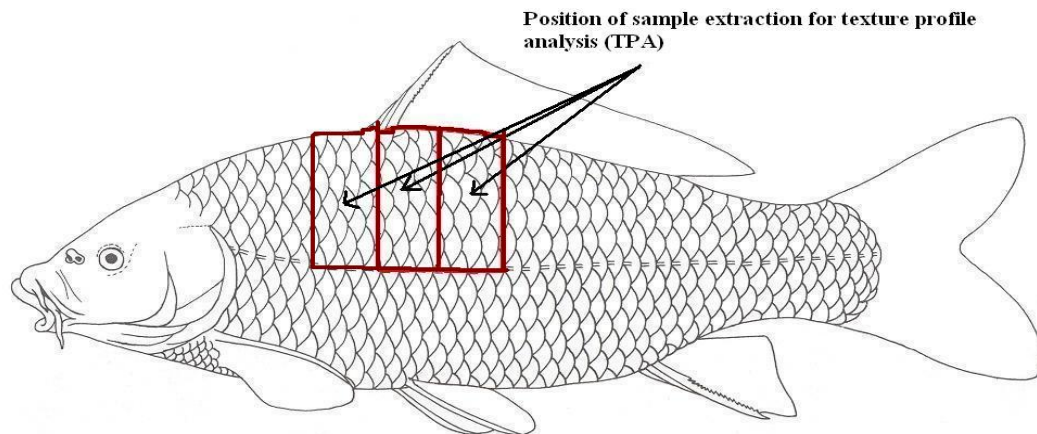
Materials and Methods

The experimental work performed at the University of South Bohemia, Fisheries Department, Ceske Budejovice, Czech Republic. Samples of 10 common carp were used. The fish were 2000 ± 100 g in live weight, 390 ± 10 mm in length and 135 ± 10 mm in width. The fish were filleted, each fillet was cut into 3 parts (locality 1-3, Fig. 1). DLL measurements were performed from the flesh located above the lateral line. The fillets were gutted, frozen, packaged in plastic bags and stored (-25 °C).

Texture of common carp slices was characterised by instrumental texture profile analysis (TPA) for hardness, by measuring tensile force (TF) as well as penetration force (PF) measured on samples using a Texture Analyser TA.XTPlus (Stable Micro Systems, Godalming, England). Measurements were performed at 17 °C. For tensile force measurements specimens were cut out of the slices transversally to the backbone using a template (\varnothing 34 mm). The specimens directed to TPA measurements were cut out from three parts on top of each other by using a cylinder probe (\varnothing 50 mm – P50), compression plate (\varnothing 75 mm - P75) and spherical probe (\varnothing 10 mm – P/1S). The TPA effect was

determined one-way ANOVA by analysis of variance and Tukey's mean test ($P < 0.01$). The software used was StatSoft, Inc. (2001). STATISTICA Cz, version 6.

Fig. 1 – Texture measurements were performed on locations (1-3) marked on the fillet Instruments



Results were based on application of the TA.XTPlus texture analyzer with a load cell of 50 kg (Stable Micro System, England). This instrument provides a rigid framework for tension compression cycling and texture tests to generate true 3 – dimensional product analysis of force, distance and time. Three different attachments were applied (Fig.2: a) cylinder probe and compression plate; b) sphere probe).

Cylinder probe and compression plate

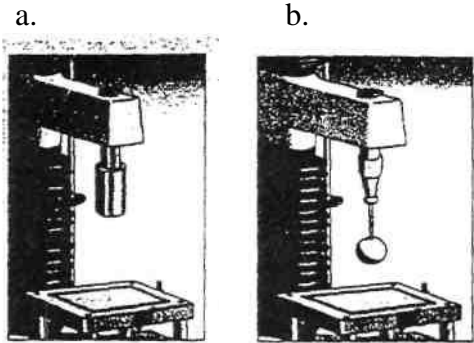
Cylinder probe of 50 and compression plate of 75 mm diameter were selected to simulate the human finger. Constant penetration depth was applied on the fillets which were tested in the range of 50 – 60% height of fillets. Penetration depth of 7 mm into the fillet was selected as the maximum distance which could be applied without breaking the muscle fibres and affecting the muscle structure by erupting it and leaving a mark on the fillet. Double compression was applied to construct the texture profile analyses (TPA) parameters. Cylinder probe and compression plate approached the sample at the speed of 2 mm/sec, target mode strain and strain 50 %. Then the force of tenzometr was 50 kg and the fillet was allowed to rebound 15 sec with the cylinder just touching the surface. Then the cylinder was pressed on the fillet a second time and TPA was obtained by analyzing the force time curve Bourne (1982). The hardness was the height of the first peak.

Spherical probe

A sphere was selected as the second probe to simulate further the human finger method. Constant penetration depth was applied on the fillets which were tested in the range of 50 – 60% height of fillets. Penetration depth of 7 mm into the fillet was selected as the maximum distance which could be applied without breaking the muscle fibres and affecting the muscle structure by erupting it and leaving a mark on the fillet. Double compression was applied as for the flat ended cylinder. The spherical probe approached the

sample at the speed of 2 mm/sec, target mode strain and strain 50 %. Then the force of tenzometr was 50 kg. The spherical probe was 10 mm in diameter. The same procedure was used as for the flat – ended cylinder.

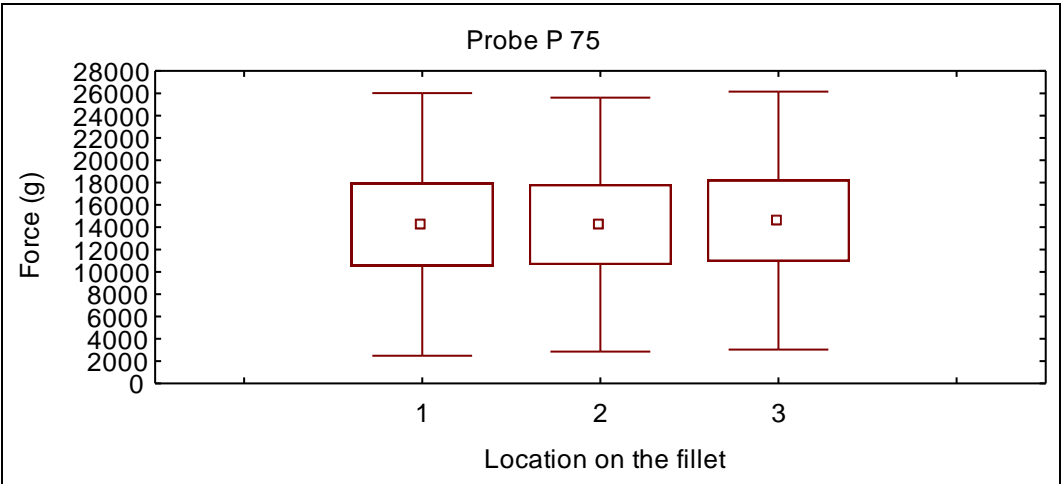
Fig.2 – Attachments applied for textural measurements of carp fillets: (a) cylinder probe and compression plate; (b) sphere probe



Results and Discussion

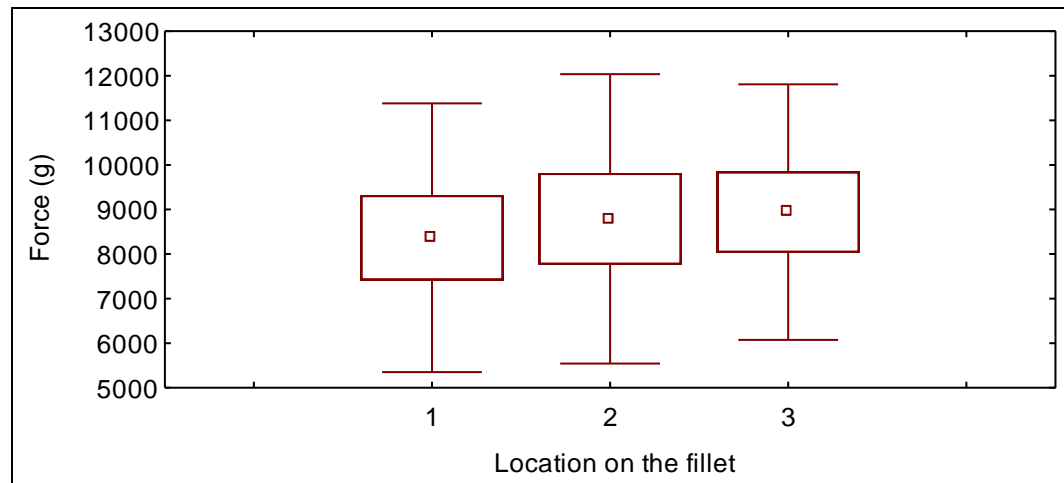
Suitability for measuring probes was studied between probes P75, P50 and P/1S. Standard deviation on hardness was found by cylinder probe (Ø 50 mm) 774.6343 ± 290 compression plate (Ø 75 mm) 344.2066 ± 77 and spherical probe (Ø 10 mm) 2176.9866 ± 245 . The TPA effect was determined by analysis of variance and Tukey's mean test ($P < 0.01$). Probability of difference between groups P50/P75 proved for hardness 0.001; P50/P/1S 0.001; P75/P/1S 0.001. The results of texture analysis proved, that the compression plate (P75) are adjusted.

Fig.3 – Probe P 75



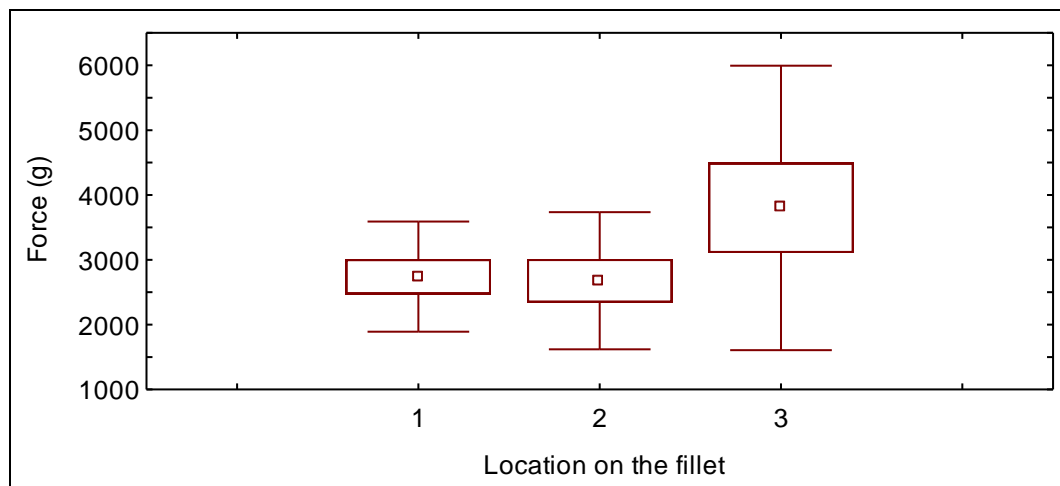
Data are mean and standard deviation of 6 fish in each group

Fig. 4 - Probe P50



Data are mean and standard deviation of 6 fish in each group

Fig.5 - Probe P/1S



Data are mean and standard deviation of 6 fish in each group

Conclusion

The compression plate (\varnothing 75 mm) was found to be more sensitive and specific than the cylinder probe (\varnothing 50 mm) and spherical probe (\varnothing 10 mm) and best suited for practical application.

Acknowledgments

This study was supported by the NAZV project QH71011 and MSM 600 7665 806

References

- ANDERSEN, U.B., (1995): Measurements of texture quality in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Doctor Scientarium Thesis, Agricultural Univ. of Norway.
- BARROSO, M, CARECH, M, BORDERIAS, AJ. (1998): Quality control of frozen fish using rheological techniques. *Trends Food Sci Technik*. no 9, pp. 223-9.

- BORDERIAS, A.J., LAMUA, M., TEJADA, M. (1983): Texture analysis of fish fillets and mince fish by both sensory and instrumental methods. *J. Foods Technol.* no. 18, no. 85-95.
- BORRESSEN, T. (1986): Fish texture. A discussion paper submitted to WEFTA working group on analytical methods for fishery products. Fiskerierministeriets forsokslaboratorium, Lyngby, Denmark, pp. 1-14.
- BOTTA, JR, BONNELL, G, SQUIRES, BE. (1987): Effect of method of catching and time of season on sensory quality of fresh raw Atlatic cod (*Gadus morhua*). *J. Food Sci.* no.52, pp. 928-31.
- BOTTA, J.R. (1991): Instrument for nondestructive texture measurement of raw Atlantic cod (*Gadus morhua*) fillets. *J. Food Sci.* no. 56, pp. 962-968.
- BOTTA, J. R. (1994): Freshness quality of seafoods. In *Seafoods: Chemistry, Processing, Technology and Quality*, F. Shahidi and J. R. Botta (Ed.), pp.140-168. Blackie Academic & Professional, New York.
- BOURNE, M.C. (1978): Texture profile analysis. *Food Technik.* 32: 62-72.
- BOURNE, M.C. (1982): Principles of objective texture measurement. In *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*; Academic Press: New York; pp. 45-117.
- BREENE, W.M. (1975): Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. *J. Text. Stud.* no. 6, pp. 53-82.
- CHAMBERLAIN, A.I., KOW, F., BALASUBRAMANIAM, E. (1993): Instrumental method for measuring texture of fish. *Food Australia* no. 45, pp. 439-433.
- CHARM, S. E. (1962): The nature and role of fluid consistency in food engineering applications. *Adv. Food Res.* 11: 356-435.
- DUDA, P., GELA, D. LINHART, O. (1999): Top- crossing with paternal inheritance testing of 4- month-old common carp *Cyprinus carpio* L. progeny in three altitude conditions. *Aquaculture Research* no. 30, pp. 911-916.
- DUNAJSKI E. (1979): Texture of fish muscle. *J. Texture Stud.* no. 10(4), pp. 301-318.
- DURANCE, T.D. COLLINS, L.S. (1991): Quality enhancement of sexually mature chum salmon *Oncorhynchus keta* in retort pouches. *J. Food Sci.* no. 56, pp. 1281-1286.
- GORDA, S., BAKOS, J., LISKA, J. KAKUK CS. (1995): Live gene bank of common carp strains at the Fish Culture Research Institute, Szarvas. In: *The Carp Symposium* (ed. by R. Billard & G.A.E. Gall) Budapest, Hungary, September 6-8, 1993. *Aquaculture* no. 129, pp.199-202.
- Howgate P. (1977): Aspect of fish texture. In: Burch DS, editor. *Sensory properties of food*. London, England: Applied Science Publisher Co. pp. 249-69.
- HULATA, G., (1995): A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. In: *The Carp Symposium* (ed. by R. Billard & G.A.E. Gall) Budapest, Hungary, September 6-8, 1993. *Aquaculture* no. 129, pp. 143-155.
- INGOLFSDOTTIR S. (1997): Post mortem changes in fish muscle proteins structural changes. In: Olafsdóttir G, Lutén J, Dalgaard P, Carech M, Verrez-Bagnis V, Martinsdóttir E, Heia K, editors. *Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action "Evaluation of fish Freshness"*. 1997 Nov 12-14; Nantes, France. Paris: Intl. Ind. Of Refrigeration. pp. 198-202.
- INGOLFSDOTTIR S, STEFANSSON G, KRISTBERGSSON K. (1998) Seasonal variations in physicochemical and textural properties of North Atlantic cod (*Gadus morhua*) mince. *J. Aquat. Food Prod Technol.* no. 7, pp. 39-61.
- JOHANSEN, S., MAGNUSSEN, O.M., NORTVEDT, T.S. (1991): Bløt Fisk. Sintef Rapport no. STF11 A91075, Norway.

- KARL, H. SCHREIBER, W. (1985): Texture analysis of canned fish. *J. Text. Stud.* no. 16, pp. 271-280.
- KOTENG, D.F. (1992): Markedsundersokelse, Norsk laks. Publisher by Fiskerinaeringsens Landsforening (FNL), Norway.
- LACHNER, E. A., ROBINS, C.R., COURTENAY, W. R. (1970): Exotic fishes and other aquatic organisms introduced into North America. *Smithsonian Contributions to Zoology.* no. 59, pp.1-29.
- LOVE, R.M. (1975): Variability in Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the Northeast Atlantic: a review of seasonal and environmental influences on various attributes of the flesh. *J. Fish Res. Board Can.* no. 32, pp.2333-42.
- LOVE, R.M. (1979): The post- mortem Ph of cod and haddock muscle and its seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.* no. 30, pp. 433-438.
- MATZ, S.A. (1962): Food texture. AVI Publishing Co., Westport, Ct.
- POMERANZ, Y. MELOAN, C.E. (1994): Rheology. *Food Analysis: Tudory and Praktice,* pp.449-487.
- RAGNARSSON, K. (1987): The effect of various salts on the chemical and textural changes in frozen gadoid and non- gadoid fish mince. Ph. D. thesis, Cornell University.
- REID, R.A. DURANCE, T.D. (1992): Textural changes of canned Chum salmon related to sexual maturity. *J. Food Sci.* no. 57, pp.1340-1342.
- SIGURGISLADOTTIR, S., TORRISSEN, O., LIE, O., THOMASSEN, M., HAFSTEINSSON, H. (1997): Salmon quality: Methods to determine the quality parameters. *Rev. Fish. Sci.* no. 5, pp.1-30.
- STIBRANYIOVÁ, I., ADÁMEK, Z., (1998): The impact of winter storage of live carp on discharge water quality. *Blackwell J. Appl. Icht.* no.14, pp. 91-95.

Adresa autorů

Ing. Miloš Cepák, Doc. Ing. František Vácha, CSc., Ing. Pavel Vejsada PhD., Jihočeská Univerzita, Katedra rybnářství a myslivosti, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice, E-mail: miloscepak@seznam.cz

Souhrn: Výzkum se zabýval využitím různých sond pro měření texturních vlastností u kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Byla použita instrumentální metoda TPA (texture profile analysis) kde jsme zjišťovali tuhost vzorku. Pro test byli použity 3 druhy sond: válcová sonda (Ø 50 mm), kompresní sonda (Ø 75 mm) a válcová sonda (Ø 10 mm). Ryby byly vyfiletovány, z každé poloviny byli odebrány 3 vzorky nad laterální linií směrem od hlavy k ocasu. Metoda TPA je založena na dvojité kompresi k vytvoření profilu textury. Sondy se přiblížily k vzorku při rychlosti 2 mm/sec; vzorek byl stlačen do 50% jeho výšky. Vzorek byl stlačován silou 500 N po dobu 15 sec. Velikosti směrodatných odchylek tvrdosti u sond: válcová sonda (Ø 50 mm) 774.6343 ± 290 , kompresní deska (Ø 75 mm) 344.2066 ± 77 a kulová sonda (Ø 10 mm) 2176.9866 ± 245 . Bylo zjištěno, že kompresní sonda (Ø 75 mm) je citlivější a specifitější než zbylé 2 sondy a nejlépe se hodí pro uplatnění v praxi.

PREFERENCE MIKROHABITATU VYBRANÝCH DRUHŮ RYB V PROSTŘEDÍ MALÝCH VODNÍCH TOKŮ

Fish species microhabitat preferences in small streams

T. DANĚK, J. DUŠEK, P. MORAVEC, M. ŠVÁTORA

Summary: Habitat and microhabitat preferences of selected fish species (*Phoxinus phoxinus*, *Barbatula barbatula*, *Cottus gobio*, *Leuciscus leuciscus*, *Leuciscus cephalus*, *Perca fluviatilis*, *Salmo trutta m. fario*) were examined in three localities, with no fishery management, which are situated in the Protected Landscape Area Křivoklátsko (Czech Republic). The preferences of all species to different 60 m long sections of stream were tested. Seasonal changes in microhabitat use of bullhead (*C. gobio*) and stone loach (*B. barbatula*) were investigated too. There was also tested the impact of adult brown trout on other fish species.

The brown trout (*S. trutta m. fario*) longer than 90 mm, chub (*L. cephalus*), perch (*P. fluviatilis*) and dace (*L. leuciscus*) prefer deeper sections with low current velocities and high occurrence of tree rootage. The minnow (*P. phoxinus*) seems to be an opportunistic species. The stone loach (*B. barbatula*) favour shallower sections with higher current velocities and lower occurrence of tree rootage. The bullhead (*C. gobio*) is more abundant in the lower parts of the localities, the individuals smaller than 55 mm are more abundant in shallower sections than adults. All size groups of bullhead prefer narrow parts with higher current velocities, individuals longer than 75 mm favour rocky substrate. In the spring, according to spawn season of bullhead, the stony substrate is preferred in the locality where stony substrate is rare. The biggest individuals of bullhead are the most successful in occupation of the best places. It is possible to presume that in the spring, bullheads migrate more than in the rest of the year. We found negative impact of adult brown trout only on minnows smaller than 55mm.

Úvod

Od druhé poloviny dvacátého století dochází k nárůstu počtu prací věnujících se problematice vztahu prostředí a rybích druhů, což je jednak dáno technickými pokroky, možnostmi statistického zpracování dat, avšak především nutností lépe porozumět vztahu ichtyocenóz a prostředí v zájmu ochrany druhů v mnohdy zhoršujících se poměrech (znečištění, regulace) toků i stojatých vod. Druhy zpravidla preferují určitý typ stanoviště, přičemž je obvyklé, že zde nejsou pouze rozdíly ve využití stanoviště mezi různými druhy, ale i v rámci jednotlivých druhů v závislosti na stáří a velikosti ryb (např. Watkins et al., 1997). Podstatným parametrem, který ztěžuje orientaci ve spleti vztahů druhů a stanoviště, je čas. Možnost různého chování druhů v různých obdobích roku (Van Liefferinge et al., 2005), i časté meziroční kolísání abundancí a biomas druhů v rámci jedné lokality (Elliot, 2006; Vlach & Švátora, 1998). Situaci komplikují i složité kompetiční a predační vztahy mezi jednotlivými druhy. Vhodnou metodou k analyzování a vizualizaci takto složitých vztahů druhů a prostředí je použití mnohorozměrných statistik (Jongman et al., 1995).

Metodika

Výzkum probíhal na třech rybářsky neobhospodařovaných lokalitách v CHKO Křivoklátsko (horní a dolní část potoka Úpoř a potok Klíčava) v letech 2004-2006. Na 36 vytyčených stálých profilech byly sledovány environmentální parametry (průměrná rychlost proudění; průměrná hloubka; přítomnost úkrytů - naplavené dřevo, kořenové systémy stromů, podemletí břehů; šíře toku; pokryvnost jednotlivých typů substrátů – jemné substráty, šterkovitý substrát, kamenitý substrát, skála; poloha úseku v toku vůči spodní hranici studované lokality). Úseky pak byly opakovaně v průběhu tří let (vždy od dubna do října) prolovovány pomocí bateriového elektrického agregátu, přičemž se podařilo odlovit více než 10 000 ryb. Nejčastěji lovené druhy byly rozděleny na základě délkofrekvenčních histogramů na velikostní skupiny a byly zjištěny lokální abundance skupin na vyhodnocovaných částech lokalit. Na úsecích byl zpravidla prováděn pouze jeden odlov, proto byly abundance počítány pouze z ryb odlovených prvním odlovem. Vztahy mezi druhy a prostředím byly analyzovány na dvou úrovních. U všech druhů byla testována jejich preference k různým 60 m dlouhým úsekům toku, u druhů *C. gobio* a *B. barbatula* byly vyhodnocovány i preference mikrohabitatu v rámci úseků. Vztahy mezi jednotlivými druhy a vztahy mezi druhy a stanovištěm byly analyzovány pomocí nepřímých i přímých mnohorozměrných lineárních metod (PCA, RDA) v programu Canoco for Windows 4.5. Prověřen byl i vliv predace ze strany pstruhů (*S. trutta* m. *fario*) nad 135mm délky těla na ostatní druhy. Objem dat umožňoval u druhů *C. gobio* a *B. barbatula* prověřit i rozdíly v preferencích mikrohabitatu mezi ročními obdobími. Ve statistických testech byly považovány za signifikantní výsledky s P hodnotou menší nebo rovnou 0,05. Zjišťovány byly jednak marginální vlivy jednotlivých proměnných (jakou část variability by parametr vysvětlil, pokud by byl tento parametr uvažován jako jediná vysvětlující proměnná), pakliže to data dovozovala, byly zjišťovány i čisté vlivy proměnných (variabilita vysvětlitelná pouze testovanou proměnnou, vliv všech ostatních korelovaných parametrů odfiltrován pomocí kovariát).

Výsledky a diskuse

Bylo zjištěno, že na všech studovaných lokalitách existuje značná fluktuace početnosti druhů mezi jednotlivými lety, a že dochází i ke změnám abundancí mezi jednotlivými ročními obdobími, tudíž při zjišťování stanovištních preferencí byl vliv času odfiltrován pomocí kovariát. Dalším zajímavým zjištěním je to, že jak na Klíčavě tak na dolním Úpoři mají níže položené úseky bez ohledu na zjišťované environmentální charakteristiky vyšší abundance vranek (*C. gobio*). Možností je ovlivnění blízkostí rybníků ve výše položených částech toku, které jsou jak na Úpoři tak na Klíčavě přítomné. Ty jednak fungují jako migrační bariéra, zároveň se v nich v letních měsících prohřívá voda, a zvláště v létě tak lze očekávat v částech toku v blízkosti rybníků ne zcela ideální teplotní a kyslíkové poměry. Tuto možnost by i podporoval fakt, že v případě lokality Klíčava má poloha stanoviště v toku signifikantní vliv pouze v letních a podzimních měsících a rovněž na dolním Úpoři je vliv polohy v toku nejsilnější na podzim. Zajímavou hypotézou ovšem může být i to, že v létě dochází při zvýšených vodních stavech ke splavování jedinců po

proudu, přičemž návrat v letních měsících na původní výše položené stanoviště může být problematický. Tudorache et al. (2008) totiž uvádějí, že při vyšších teplotách vody (15-20°C) dochází u vranky ke snížení maximální plovací rychlosti. Zatímco při teplotě 10°C dokáže vranka vyvinout rychlost cca 112 cm.s⁻¹, při 20°C je maximální plovací rychlost jen cca 83 cm.s⁻¹. S přihlédnutím k rychlostem proudění zjištěných na lokalitách lze konstatovat, že i toto by mohlo být příčinou tohoto jevu.

Byl prověřen vliv větších pstruhů (*S. trutta* m. *fario*) s délkou těla nad 135 mm na ostatní druhy (možná predace). Vliv pstruhů na ostatní druhy ani na lokalitě Klíčava ani na dolním Úpoři potvrzen nebyl. Zvláště nepravděpodobný se jeví negativní vliv pstruha na abundance vranek a mřenek (*B. barbatula*), neboť ani marginální efekt vlivu pstruha na tyto druhy nebyl signifikantní. Vlach & Švátora (1998) uvažují jako možnou příčinu tohoto jevu prostorové oddělení stanovišť větších pstruhů a vranky a mřenky na dolním Úpoři. Výsledky naší práce toto vysvětlení pro vranky do 55 mm a pro mřenky podporují, neboť se zdá, že tyto druhy vskutku preferují poněkud odlišné úseky, než větší pstruzi (viz graf RDA 1). Jako další pravděpodobné důvody, který by vysvětlovaly i neovlivnění vranek nad 55 mm, je možno uvažovat skrytý život těchto bentických druhů pod kameny či v jiných úkrytech (Baruš et al., 1995), kde jsou pstruhem obtížně zpozorovatelné a ulovitelné a u vranky zřejmě hraje roli i její převážně noční aktivita (Dyk, 1934; Baruš et al., 1995).

Pstruh však prokazatelně na lokalitě horní Úpoř negativně ovlivňuje střevlí (*P. phoxinus*), a sice jedince do 55 mm. Ryby nad 55 mm téměř ovlivněny nejsou (viz graf RDA2). To je poněkud v rozporu s literárními údaji, neboť pstruh s oblibou uchvacuje i větší jedince střevlí (Museth et al., 2003). Vliv predace především na mladší ročníky střevlí na horním Úpoři lze však vysvětlit tím, že největší pstruzi zde měli zpravidla délku těla pod 165 mm, a tudíž je pro ně kořist nad 55 mm až příliš velká. Hyvärinen & Huusko (2006) sice uvádějí, že pstruzi jsou schopni pozřít kořist do 40% délky predátora, poukazují ovšem na to, že preferována je vždy kořist menší.

Co se týče preferencí stanoviště z hlediska lokálních environmentálních charakteristik, tak u pstruhů délek nad 90 mm lze vyzorovat preference spíše k hlubším úsekům s menší rychlostí proudění a vysokým výskytem kořenových systémů stromů, což odpovídá zjištěním Eklöva et al. (1999) i údajům, které uvádí Baruš et al. (1995). Podobným chováním jako pstruh se vyznačují i jelec tloušť (*L. cephalus*) na lokalitě Klíčava i dolní Úpoř, okoun (*P. fluviatilis*) na lokalitě Klíčava a jelec proudník (*L. leuciscus*) na dolním Úpoři. (V případě tlouště se jednalo zpravidla o jedince v rozmezí délek 100 – 200 mm, naprostá většina proudníků měla délku mezi 120 a 145 mm. Okouni byli zpravidla délek 60 – 120 mm.) Podobné preference tlouště uvádí Erös et al. (2003), chování proudníka se shoduje s poznatky Vlacha a Švátory (1996).

Lze potvrdit odlišné preference prostředí u pstruhů do 90 mm, kteří s výskytem starších jedinců nad 90 mm příliš korelování nejsou. Na dolním Úpoři nejevili preferenci k určitému typu prostředí (viz graf RDA 1), na lokalitě Klíčava upřednostňovali úseky s menší průměrnou hloubkou a menším výskytem kořenových systémů stromů a na horním Úpoři preferovali užší části toku.

U střeve byly zjišťovány preference k stanovišti jen na horním Úpoři. Střeve upřednostňovala užší části toku (všechny velikostní skupiny), vliv ostatních parametrů byl nesignifikantní. Slabé vazby střeve a environmentálních proměnných mohou souviset se schopností druhu dobře prosperovat v rozličných podmínkách (Erös et al., 2003; Dušek 2003).

Mřenky (*B. barbatula*) vyhledávaly úseky s vyšší rychlostí proudění, spíše menší průměrnou hloubkou a s menším výskytem kořenů. Preference proudné vody je popisována Nilssonem & Perssonem (2005), ovšem jinak se zřejmě jedná o dosti univerzální druh, který dokáže prosperovat i v tůních (Erös et al., 2003). Preference mikrohabitatů v rámci úseků lze bohužel u tohoto druhu vyzorovat jen obtížně, což může souviset jednak s všestranností tohoto druhu, s hejnovostí (Baruš et al., 1995) i s nižším počtem odlovených jedinců na lokalitě.

Nejpodrobněji byly studovány stanovištní preference u vranky obecné (*C. gobio*). Na obou sledovaných lokalitách, na nichž se druh vyskytuje (dolní Úpoř, Klíčava) se projevoval nárůst abundancí směrem k dolním částem lokalit. Menší jedinci (do 55 mm) byli nalézáni spíše v mělčích úsecích než dospělci, všechny velikostní skupiny obývaly přednostně proudnější úseky. Ovšem vyšší přítomnost větších vranek (nad 55 mm) v hlubších proudech na lokalitě dolní Úpoř může být dána i pouhým vlivem polohy úseku v toku. Proudne hlubší úseky jsou totiž především ve spodní části lokality a samotná poloha úseků v toku má vliv. Rovněž na Klíčavě je interpretace preferencí úseků ztížena korelovaností parametrů prostředí a polohy úseků v toku. Preferenci k větším hloubkám u největších vranek pozoroval i Beyer et al. (2007) a fakt, že starší jedinci v létě obývali hlubší partie toku než juvenilové uvádí také Van Liefferinge et al. (2005).

Co se týče preferencí mikrohabitatů uvnitř úseků, tak na dolním Úpoři i Klíčavě se projevuje pozitivní vztah k úzkým částem toku u všech velikostních skupin vranek. To je zajímavé zjištění, neboť v literatuře vliv tohoto parametru zmíněn nebývá, a obvykle jeho vliv ani nebývá testován. Beyer (2007) sice zkoumal vliv vzdálenosti ulovení jedinců vranky od břehu (což by mohlo mírně souviset), ovšem signifikantní preference našel pouze u vranek do 52 mm, které preferovaly vzdálenosti 15 - 42 cm od břehu, na ostatní velikostní skupiny však tento parametr signifikantní vliv neměl. Zřejmě tedy u pozorovaných preferencí úzkých partií toku půjde i o další vlivy malé šíře, se kterou (mimo zmíněné menší vzdálenosti od břehů) souvisí i vyšší rychlost proudění, zpravidla v kombinaci s přítomností hrubších substrátů a absencí substrátů jemných.

Na lokalitě s velkým množstvím kamenitého substrátu (dolní Úpoř) nedochází k výrazným sezónním změnám v preferencích mikrohabitatu vranek během sledovaného období. Rozdílná pokryvnost kamenitého substrátu zde zpravidla nehraje roli, což zřejmě souvisí s tím, že vzhledem k hojnosti tohoto substrátu na lokalitě není pro vranky jeho nižší přítomnost na některých místech limitující. Největší vranky s oblibou vyhledávají stanoviště s přítomností skály, lze uvažovat i o vlivu šterkovitého substrátu, na nějž zpravidla největší vranky reagují negativně a ostatní skupiny neutrálně, ovšem signifikantní vliv na chování vranek má tato proměnná pouze v létě. Vliv ostatních parametrů prostředí je vzhledem k nesignifikanci čistých vlivů diskutabilní.

O poznání zajímavější jsou analýzy preferencí mikrohabitátů uvnitř úseků u vranek na lokalitě Klíčava. Zatímco analýza dat ze všech ročních období dohromady vyjevila jen zmiňovanou preferenci k užším částem úseků (a určitou možnost pozitivního vlivu submerzní vegetace na všechny vranky), analýzy jednotlivých ročních období přinesly poznatek o odlišném chování vranek v jarním období oproti zbytku roku. Zatímco preference k určitému mikrohabitatu byly v létě a na podzim poměrně nízké a největší vliv měla poloha stanoviště v toku, na jaře překvapivě naprosto odezněl vliv polohy úseku v toku (slabý, nesignifikantní) a rozmístění ryb v úseku bylo určováno nejvíce přítomností kamenitého substrátu. Z toho lze vyvodit u vranek vysokou preferenci kamenů v době tření. Ty jsou vhodným třecím substrátem a samci v prostorech pod většími kameny hlídají snůšky jiker (Knaepkens et al., 2002). Logické je také to, že nejsilnější pozitivní korelace s kameny se projevila u největších vranek, slabší u vranek 56-75 mm a nijaká souvislost kamenů a nejmenších vranek. Kameny jsou totiž na Klíčavě vzácným substrátem, a tak zde patrně dochází u vranky, která je teritoriální (Ladich, 1989), ke značné vnitrodruhové kompetici, přičemž největší jedinci jsou v zabírání nejpříhodnějších míst nejúspěšnější, zatímco menší jedinci jsou vytlačováni do suboptimálních mikrohabitátů.

Zajímavý je velmi výrazný pokles vlivu polohy stanoviště v toku na abundance vranek v jarním období, který naznačuje možnost, že u vranek zde v souvislosti s hledáním kamenitého substrátu dochází i k delším migracím, což by odpovídalo závěrům Knaepkense et al. (2004). Tento autor rovněž v podmínkách vlámských řek zaznamenal zvýšenou pohybovou aktivitu vranek v období tření a migrace až několik set metrů dlouhé.

Poděkování

Autoři děkují všem, kteří jakkoliv napomohli při sběru dat či při statistickém vyhodnocování. Sběr dat byl podpořen Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR a jejich vyhodnocení proběhlo v rámci projektu VaV RP MZP SPII2D1/36/07 „Zhodnocení a návrh optimalizace pstruhového hospodaření v ČR ve vztahu k ochraně zvláště chráněných druhů a biodiverzity ve zvláště chráněných územích“. Práce byla podpořena i prostředky z výzkumného záměru MSM 0021620828.

Seznam literatury:

- BARUŠ, V., OLIVA, O. et al., (1995): *Fauna ČR a SR / Mihulovci a ryby* (1,2). Praha: Academia.
- BEYER, K., COPP, G. H., GOLZAN, R. E., (2007): Microhabitat use and interspecific associations of introduced topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* and native fishes in a small stream. *Journal of Fish Biology* **71** (Supplement D) , 224 – 238.
- DUŠEK, J., (2003): *Metodologická příručka pro ochranu populací, chov a repatriaci střevele potoční (Phoxinus phoxinus L.) s poznámkami o biologii druhu*. Praha: AOPK ČR 43pp.
- DYK, V., (1934): Proč nacházíme v jarních měsících v hojné míře vranky (*Cottus gobio*) v pstružích žaludcích. *Československý rybář*, zvláštní otisk.
- EKLÖV, A. G., GREENBERG, L. A., BRÖNMARK, C., LARSSON, P., BERGLUND, O., (1999): Influence of water quality, habitat and species richness on brown trout populations. *Journal of Fish Biology* **54**, 33-43.

- ELLIOTT, J. M., (2006): Periodic habitat loss alters the competitive coexistence between trout and bullheads in a small stream over 34 years. *Journal of Animal Ecology* **75**, 54-63.
- ERÖS, T., BOTTA-DUKÁT, Z., GROSSMAN G.D., (2003): Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central European submontane stream: a patch-based approach. *Ecology of Freshwater Fish* **12**, 141-150.
- HYVÄRINEN P., HUUSKO A., (2006): Diet of brown trout in relation to variation in abundance and size of pelagic fish prey. *Journal of Fish Biology* **68** (1) , 87–98.
- JONGMAN, R. G. H., TER BRAAK, C. J. F., VAN TONGEREN, O. F. R., (1995): *Data analysis in community and landscape ecology*. Velká Británie; Cambridge: Cambridge University Press.
- KNAEPKENS, G., BRUYNDONCX, L., BERVOETS, L., EENS, M., (2002): The presence of artificial stones predicts the occurrence of the European bullhead (*Cottus gobio*) in regulated lowland river in Flanders (Belgium). *Ecology of Freshwater Fish* **11**, 203-206.
- KNAEPKENS, G., BRUYNDONCX, L., EENS, M., (2004): Assessment of residency and movement of the endangered bullhead (*Cottus gobio*) in two Flemish rivers. *Ecology of Freshwater Fish* **13** (4), 317-322.
- LADICH, F., (1989): Sound production by river bullhead, *Cottus gobio* L. (Cottidae, Teleostei). *Journal of Fish biology* **35** (4), 531-538.
- MUSETH, J., BORGSTRØM, R., HAME, T., HOLEN, L. Å., (2003): Predation by brown trout: a major mortality factor for sexually mature European minnows. *Journal of Fish Biology* **62** (3), 692-705.
- NILSSON, E., PERSSON, A., (2005): Do instream habitat variables and the abundance of brown trout *Salmo trutta* (L.) affect the distribution and growth of stone loach, *Barbatula barbatula* (L.)? *Ecology of Freshwater Fish* **14**, 40-49.
- TUDORACHE, C., VIAENE, P., BLUST, R., VERECKEN, H., DE BOECK, G., (2008): A comparison of swimming capacity and energy use in seven European freshwater fish species. *Ecology of Freshwater Fish* **17**, 284 – 291.
- VAN LIEFFERINGE, C., SEEUWS, P., METRE, P., VERHEYEN, R. F. (2005): Microhabitat use and preferences of the endangered *Cottus gobio* in the River Voer, Belgium. *Journal of Fish Biology* **67** (4) , 897–909.
- VLACH, P., ŠVÁTORA, M., (1998): Dlouhodobé změny složení ichtyocenóz malého toku v CHKO Křivoklátsko. *Sborník referátů z III. české ichtyologické konference*, 147-152.
- VLACH, P., ŠVÁTORA, M., (1996): Jelec proudník (*Leuciscus leuciscus*) v potoce Úpoř. *Sborník referátů z II. české ichtyologické konference*, 95-100.
- WATKINS, M. S., DOHERTY, S., COPP G. H., (1997): Microhabitat use by 0+ and older fishes in small English chalk stream. *Journal of Fish Biology* **50**, 1010-1024.

Adresy autorů:

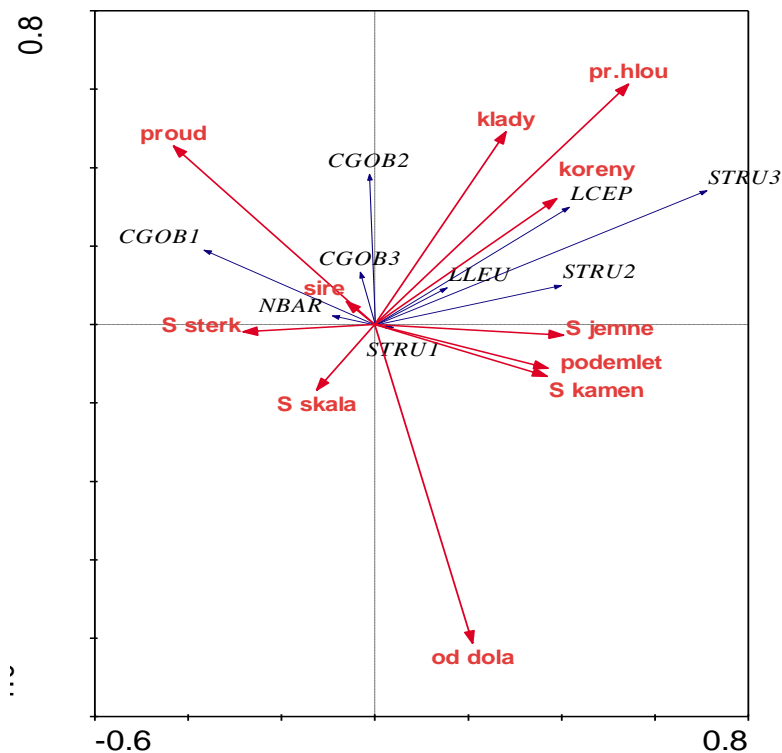
Mgr. Tomáš Daněk, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra zoologie, Viničná 7, 128 43 Praha 2, ČR, Tomas-Danek@centrum.cz

Mgr. Jan Dušek, DAPHNE ČR – Institut aplikované ekologie, Husova 45, 370 05 České Budějovice, jan.dusek@daphne.cz

Mgr. Pavel Moravec, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, U Šalamounky 49, 158 00 Praha 5, pavel.moravec.pha@nature.cz

RNDr. Miroslav Švátora, CSc., Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra zoologie, Viničná 7, 128 43 Praha 2, ČR, svatora@natur.cuni.cz

RDA 1: V tomto grafu a v tabulce 1 jsou shrnuty výsledky parciální RDA vztahu druhů k různým 60 m dlouhým úsekům na lokalitě dolní Úpoř. V této analýze bylo jako kovariát použito času (jednotlivé roky a tři roční období, jaro, léto, podzim), test signifikance první osy $P = 0,050$; test signifikance všech os $P = 0,002$. Z celkové variability bez variability dané kovariáty vysvětluje 34,8%, (z úplně celkové variability druhových dat 26,8%). V grafu první dvě osy postihují 24,3% variability (69,6% vztahu druhů a prostředí), první osa z toho 15,9% (45,6% vztahu druhů a prostředí).



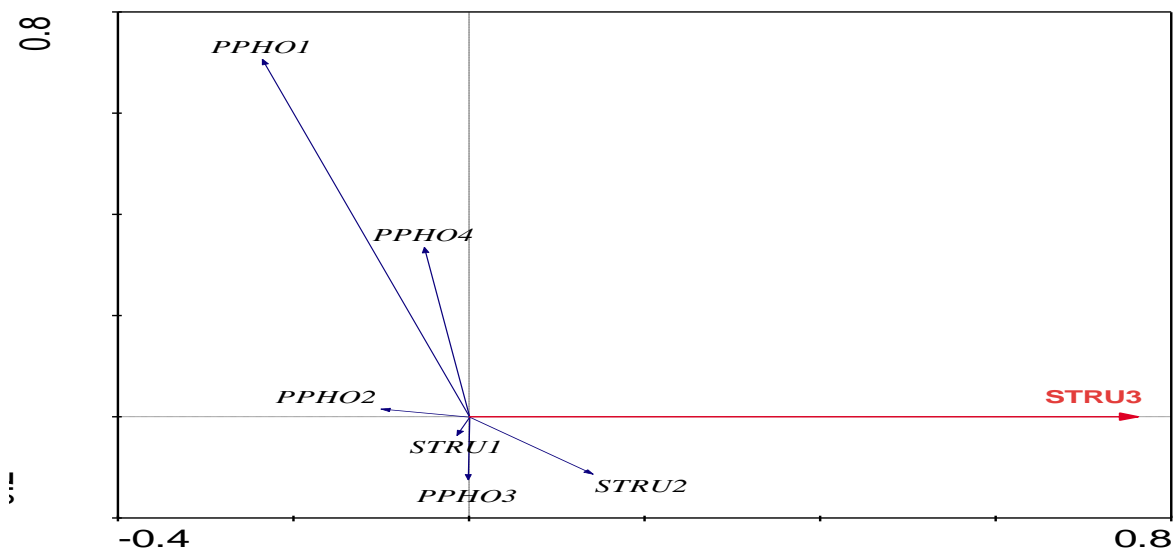
Tabulka 1: Marginální efekty signifikantních prediktorů.

	marginální efekt	P hodnota
pr.hlou	6.50%	0.002
od dola	5.50%	0.004
proud	5.10%	0.008
koreny	4.00%	0.024

Použité zkratky:

- CGOB1 - *Cottus gobio*, vranka obecná do délky těla (Lc) 55mm
- CGOB2 - *Cottus gobio*, vranka obecná v délkovém rozmezí 56-75mm
- CGOB3 - *Cottus gobio*, vranka obecná nad 75mm
- LCEP - *Leuciscus cephalus*, jelec tloušť
- LLEU - *Leuciscus leuciscus*, jelec proudník
- NBAR - *Barbatula barbatula*, mřenka mramorovaná
- STRU1 - *Salmo trutta morpha fario*, pstruh obecný potoční do délky těla (Lc) 90mm
- STRU2 - *Salmo trutta morpha fario*, pstruh obecný potoční v délkovém rozmezí 91-135mm
- STRU3 - *Salmo trutta morpha fario*, pstruh obecný potoční nad 135mm
- klady - pokryvnost naplaveného dřeva skýtajícího úkryt rybám
- koreny - úroveň přítomnosti obnažených kořenových systémů
- od dola - poloha v rámci lokality udaná jako vzdálenost od spodní hranice nejspodnějšího úseku
- podemlet - úroveň podemletí břehů
- pr.hlou - průměrná hloubka
- proud - průměrná rychlost proudění
- sire - průměrná šíře
- S jemne - pokryvnost jemných nekompaktních substrátů do velikost částic 16 mm
- S sterka - pokryvnost hrubších nekompaktních substrátů s velikostí částic mezi 17 a 128 mm
- S kamen - pokryvnost hrubých substrátů s velikostí částic nad 128 mm
- S skala - kompaktní substráty, skály, tvrdý jí, větší balvany zapuštěné v jemnějším substrátu

RDA 2: Čistý vliv dospělých pstruhů (STRU3) na ostatní druhy na lokalitě horní Úpoř je signifikantní ($P = 0,02$). STRU3 vysvětluje 6,1% z celkové variability ostatních druhů bez variability dané kovariátami (3,3% úplně celkové variability druhů). První osa postihuje 100% závislosti ostatních druhů na abundanci STRU3. Je vidět, že negativně jsou přítomností pstruha ovlivněny především první dvě velikostní skupiny střevele (ryby do 55 mm Lc).



Použité zkratky:

- PPHO1 - *Phoxinus phoxinus*, střevele potoční do délky těla (Lc) 40mm
- PPHO2 - *Phoxinus phoxinus*, střevele potoční v délkovém rozmezí 41-55mm
- PPHO3 - *Phoxinus phoxinus*, střevele potoční v délkovém rozmezí 56-65mm
- PPHO4 - *Phoxinus phoxinus*, střevele potoční nad 65mm
- STRU1 - *Salmo trutta morpha fario*, pstruh obecný potoční do délky těla (Lc) 90mm
- STRU2 - *Salmo trutta morpha fario*, pstruh obecný potoční v délkovém rozmezí 91-135mm
- STRU3 - *Salmo trutta morpha fario*, pstruh obecný potoční nad 135mm

ENDEMIC ICHTHYOFAUNA OF THE HUTOVO BLATO WETLAND (NERETVA RIVER BASIN, BOSNIA AND HERZEGOVINA) AND THEIR CONSERVATION STATUS

Endemická ichtyofauna mokřadu Hutovo Blato (povodí řeky Neretvy, Bosna a Hercegovina) a stav její ochrany

J. DULČIĆ, B. GLAMUZINA, P. TUTMAN, V. BARTULOVIĆ, E. HASKOVIĆ, N. ZOVKO

Summary: The present work analysed endemic ichthyofauna of the Hutovo Blato, a small Mediterranean-type wetland of the Adriatic watershed, southern Bosnia and Herzegovina. This wetland is of considerable ichthyofaunistic and conservation importance because of the presence of endemic species with very restricted distribution, i.e. *Chondrostoma knerii*, *Cobitis narentana*, *Knipowitschia croatica* and undescribed new species of *Knipowitschia* (u. n. sp. *Knipowitschia*) and the presence of other endangered endemic species. A total of 12 endemic species were recognized in all sites. Fish assemblages were dominated by the Dalmatia division endemic cyprinids. The problem with the taxonomic validness of some species arose during the identification, like *Salmo dentex* and *Scardinius plotizza*. Historical factors, like the origin, formation and evolution of the wetland and ecological ones like local hydrological conditions, may explain such high level complexity of the Hutovo Blato wetland ichthyofauna. The current status of the ichthyofauna of Hutovo Blato wetland and wider area can be described as threatened under many negative factors affecting the survival of the native, mostly endemic species. Effective habitat protection, together with improved water management and measures to prevent the dispersion of exotic species are particularly important in order to protect this highly ichthyofaunal diversity of this wetland.

Introduction

In Euro-Mediterranean subregion, the Dalmatia division is characterized by the presence of an exceptional number of endemic freshwater fish species with small distribution areas (Economidis and Banarescu, 1991; Crivelli, 1996), and urgent need of conservation assesment and action. Nevertheless, the taxonomic designations of a large number of species in this area are in need of revision, questions remain over their systematics, with little information available on distribution, abundance and their conservation status (Crivelli, 1996). One such centre of endemic species richness in this area include the Neretva River basin of Bosnia and Herzegovina and Croatia (Mrakovčić et al. 1995) which belongs to the Adriatic Sea watershed. The freshwater ichthyofauna of Bosnia and Herzegovina comprise 108 species (Vuković, 1977), with great number of endemic ones having a narrow distribution area. So far, thirteen endemic species have been recorded in the waters of the Adriatic drainage system in Bosnia and Herzegovina (Vuković and Sofradžija, 1986). This high degree of endemism is attributable to geographic isolation from other European catchments, complicated geological history and climatic conditions.

Endemic fish species from the Hutovo Blato and River Neretva have not been sufficiently studied, so that more detailed investigations on both the taxonomy and biology of a number of species is necessary. The endemic species have been inadequately protected until now. The purpose of the present study was to describe the endemic fish species composition in the Hutovo Blato wetland to establish the ichthyofaunal specificities and to indicate conservation needs, particularly with respect to potential development activities in the region.

Material and Methods

The Hutovo Blato wetland is one of the most important parts of the Neretva River delta in Bosnia and Herzegovina. This area was proclaimed as a Natural park in 1995 and listed in the Ramsar Convention as an internationally protected wetland in 2001. The park area is located 20 km inland from the Adriatic Sea, along the frontier between Bosnia and Herzegovina and Croatia. The altitudinal range of the area and the sea level is about 3 m. It is influenced by the typical Mediterranean regime: the climate is mostly warm and dry, with mean annual temperatures of about 15 - 16°C and extreme values during summer and winter; the total annual precipitation is 1148 mm (data for Karaotok station from 1946 – 1976, Meteorological and Hydrological Service of Bosnia and Herzegovina). The total area of the Hutovo Blato Park covers 74 km². Formed as karstic field of three rivers drainage system (Neretva – from west, Bregava – north and Trebišnjica – east) (Goluža, 2002), is consisted of two distinct areas: Gornje (Deransko) and Donje (Svitavsko) Blato, divided by Ostrovačko ridge. The Gornje Blato comprise several smaller water areas; Deran lake as the greatest one with Jelim, Orah, Drijen and the smallest Škrka lake directly connected with the Krupa River (Fig. 1). On the hill borders there are several karstic springs (Posrk, Jamica, Babino oko, Londža). Most of these lakes are shallow (1-2 m depth) and muddy bottom, except for Lake Jelim (max. depth 17 m), with stabile temperature throughout the year (13°-15°C). The Krupa River, 9 km long, is the main waterway draining directly into the Neretva River. However, in autumn and winter, due to the water flowing from the upper reaches, the water level of the Neretva river rises rapidly and changes the hydrographic orientation of Krupa river which deflects the water into Hutovo Blato and flooded this area.

As part of a larger study to examine the characteristics of fish community in the Hutovo Blato wetland (LIFE Third County project “Development of a new management strategy for the Hutovo Blato wetlands, B&H”) field investigations were carried out monthly throughout the year 2007. Fishes were sampled with driftnets (mesh size ranged between 20-72 mm, length 30 m, height ranged between 1 and 2 m), fish traps and electro-fishing (agregate type «Lombardini») in the lakes, streams and springs. Sampling stations were selected randomly (between 2 to 4 stations) in all water bodies. The different number of sites sampled in each water body could be considered as representatives of the different types of habitats presented in those water bodies.

Most of the material were analysed in the field, and some parts were frozen and brought to laboratory where it was analysed later. Species determination were done according to Vuković and Ivanović (1971), Vuković (1977), and Kottelat and Freyhof (2007).

Results and Discussion

During this study 10 endemic fish species have been collected, comprising 45.56% in total catch (Tab. 1.). These species are, as follows: Po brook lamprey *Lethenteron zanandreaei* (Vladykov, 1955), tooth trout *Salmo dentex* (Heckel, 1852), Dalmatian roach *Rutilus basak* (Heckel, 1843), Adriatic dace *Leuciscus svallize* (Heckel and Kner, 1858), Neretvan rudd *Scardinius plotizza* (Heckel and Kner, 1858), Neretvan nase *Chondrostoma knerii* (Heckel, 1843), white bleak *Alburnus albidus* (Costa, 1838), Neretvan spined loach *Cobitis narentana* (Karaman, 1928), Croatian goby *Knipowitschia croatica* (Mrakovčić et al., 1994) and undescribed new species of *Knipowitschia* (u. n. sp.).

At the majority of sampling sites, the fish communities is therefore dominated by the Dalmatian division endemic cyprinid species, which account for 42.57% of the total species. *Rutilus basak* (19.37%) were the dominant species among most water bodies sampled, followed by *Chondrostoma knerii* (9.20%), *Leuciscus svallize* (7.51%), *Scardinius plotizza* (7.51%), while *Alburnus albidus* were represented in small percentage (0.47%).

The abundance of *Rutilus basak* remained stable throughout the study period, and the highest values were observed in colder water bodies, like colder lakes (especially Škrka Lake) and all colder streams, where they represent significant percent of the fish community (from 77% in the Jelimska Rječina stream, 48% in Škrka Lake to 24% in Jelimska Jaruga stream). This species is permanent inhabitant the all waters in Hutovo blato wetlands, living and actively spawning there. The spawning period of Adriatic roach in Hutovo blato wetlands is March-April. The spawning sites are deeper and colder lakes such as Orah and Drijen (Fig.1). They spawn close to the lake banks, where they attached lakes to reed and other water plants.

Although generally very variable in abundance, the highest values of *Chondrostoma knerii* is noted from Decembar to April as result of spawning migrations. *Ch. knerii* spawns mostly in cold streams of Gornje Blato (like Londža stream). The percentage in total catch was very variable (Londža stream 36.3%, Lake Jelim 17.3%, Jelimska rječina 10.2% and Jelimska jaruga stream 6.4% in Gornje Blato; lake Svitava 0.3% in Donje Blato; Krupa river 4.2% in total catch). Later on, from April to December was only sporadically caught, mainly in lakes with underwater springs and their streams. The percentage of Neretvan nase in the Gornje Blato total catch during this period was only 0.23%. In the Svitava Lake only one specimen was caught. The dam prevent spawning migrations, which lead to complete absence of spawning in this lake. In lake Svitava it holds in separated parts of lake which are rich in underwater springs created in that way refugiums, especially during warming up in summer. The small number of juveniles were present in the streams such as Londža and Jelimski potok stream throughout year showing use of Hutovo blato wetlands, as nursery grounds.

The *Leuciscus svallize* population was widely distributed within the Hutovo Blato wetland, from cold lakes and streams to artificial conditions of the Svitava Lake. We found it in a good percent in Jelimska jaruga stream (16,55%) and Londža stream (14.95%). The number is significantly smaller in colder lakes, such as Škrka, Jelim and Deran lakes (3-4.5 %), but is constant and stable.

Scardinius plotizza dominate in colder waters like Jelim and Deran lakes, and Jelim stream (8.46%, 14.72% and 9.45%, respectively) which presents a major part of rudd population in Gornje Blato wetlands. However, the Svitava Lake was an exception to this pattern, where abundance is only 3.7% and was absent from lake Škrka. Also, in Deran Lake adult fish dominate, while colder waters were used as nursery grounds, and were inhabited mostly with juvenile fish.

The distribution of *Alburnus albidus* (11.22%) was restricted to the Škrka lake and only juveniles were recorded. This finding of *A. albidus* juveniles in the Škrka Lake was probably the result of using this lake as a nursery ground in the period from June to October, after it migrates back to Neretva River. However, the spawning migrations or spawning activity of bleak in Hutovo blato were not observed.

As been not frequent species, *Salmo dentex* represented only 1.21% of the overall catches. The distribution was restricted to the colder areas of the Gornje blato, mainly streams like Londža, Jelimska jaruga, Jelimska rječina and lakes Škrka and Jelim (with temperature between 13°-13.5°C throughout whole year) where they only occurred sporadically. All collected specimens were large dimensions, probably adults. The distribution of *Cobitis narentana* was restricted to the shallow muddy-bottom areas of Svitava and Deran lakes (3.63% and x.xx% respectively), while the *Lethenteron zanandreae* was recorded for the first time in the Bosnia and Herzegovina, although with very reduced values of abundance (x.xx%). With respect to the endemic gobiid species, the *Knipowitschia croatica* (abundance 0.30%) was less frequent occurring in the Svitava and Deran lakes, while the undescribed *Knipowitschia* was more numerous species accounting for 0.95% of the catches, and was present at the same area. Both species were recorded in the very shallow waters over muddy bottom. As the systematical determination of later species is still not defined yet, the report on this species will be added later.

The Hutovo Blato wetland, as other parts of Adriatic watershed, hosts a unique and highly endemic fish fauna of high conservation importance, giving a specific mark to Bosnia and Herzegovina freshwater ichthyofauna. In total of about 20 endemical species inhabiting waters of Bosnia and Herzegovina (Vuković, 1977), 12 are recorded in Adriatic watershed (Vuković and Sofradžija, 1986). When compared with its nearby countries, endemical ichthyofauna of Bosnia and Herzegovina presents lower species richness than that of Croatia (Mrakovčić et al., 1995) and Albania (Rakaj and Flloko, 1995), but was higher to that of Slovenia (Povž, 1995), and similar of Montenegro (Marić, 1995).

References

- CRIVELLI A.J (1996): *The freshwater fish endemic to the northern Mediterranean region. An action plan for their conservation.* Tour du Valat Publication, 171 p.
- ECONOMIDIS P.S., BANARESCU P.M., (1991): The distribution and origins of freshwater fishes in the Balkan peninsula, especially in Greece. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 76: 257-283.
- KOTTELAT M., FREJHOF, J. (2007): *Handbook of Europaean freshwater fishes.* Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, pp. 646.
- MARIĆ D. (1995): Endemic fish species of Montenegro. *Biol. Conserv.*, 72: 187-194.
- MRAKOVČIĆ M., MIŠETIĆ, S., POVŽ, M. (1995): Status of freshwater fish in Croatian Adriatic river systems. *Biol. Conserv.*, 72: 179-185.
- POVŽ M. (1995): Status of freshwater fishes in the Adriatic catchment of Slovenia. *Biol. Conserv.*, 72: 171-177.
- RAKAJ N., FLLOKO, A. (1995): Conservation Status of freshwater fish of Albania. *Biol. Conserv.*, 72: 195-199.
- VUKOVIĆ T. (1977): *Ribe Bosne i Hercegovine.* IGKRO «Svjetlost», OOUR zavod za udžbenike, Sarajevo.
- VUKOVIĆ T., IVANOVIĆ B. (1971): *Slatkovodne ribe Jugoslavije.* (Freshwater fish of Yugoslavia. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo, 268 p.
- VUKOVIĆ T., SOFRADŽIJA, A. (1986): Endemična ihtiofauna Bosne i Hercegovine problem njene zaštite. Naučni skup: Zaštita endema u živom svijetu Jugoslavije. Posebna izdanja odjeljenja prirodnih i matematičkih nauka Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, p. 39–43.

Adresy autorů:

Jakov Dulčić, Pero Tutman, Laboratory for Ichthyology and Coastal Fishery, Institute of Oceanography and Fisheries, POB 500, 21000 Split, CROATIA (dulcic@izor.hr)

Branko Glamuzina, Vlasta Bartulović, Department for Aquaculture, University of Dubrovnik, Ćira Carića 4, 20000 Dubrovnik, CROATIA

Edhem HASKOVIĆ, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sarajevo, BOSNIA-HERZEGOVINA.

Nikola ZOVKO, Park of Nature “Hutovo blato”, Karaotok, Čapljina, BOSNIA-HERZEGOVINA

VLIV ZBARVENÍ DIETY NA ÚSPĚŠNOST PŘEVODU RYCHLENÉHO PLŮDKU CANDÁTA OBECNÉHO (*SANDER LUCIOPERCA*)

*The effect of artificial diet coloration on successful converting juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*)*

J. DVOŘÁK, V. KALENDA, V. BARÁNEK, J. MAREŠ

Summary: The aim of our experiment was comparison of two diets with different colour at weaning of juvenile pikeperch: variant A (DAN-EX 1352, brown colour) and variant B (COPPENS TROCO 1556, orange colour). 3 900 individuals of juvenile pikeperch with mean initial total length (TL) 54.84 ± 3.20 mm, weight (W) 1.42 ± 0.23 g and condition factor of Fulton (FWC) 1.51 ± 0.15 ($n = 25$, average \pm SD) from pond were randomly distributed into six white plastic tanks in the recirculation system. After 19-day rearing period, the weaning success was evaluated. In the variant B there was achieved insignificantly higher survival (76.56%) in comparison with the variant A (70.98%). By comparison of successfully converted fish there was not found any significant difference between variants (A – 49.54% and B – 53.85%). In values of specific growth rate (SGR), weight (W) and condition coefficient (FWC) there was not found any significant difference too (A – $2.95\% \cdot d^{-1}$, 2.68 g and 1.41 respectively, B – $2.89\% \cdot d^{-1}$, 2.63 g and 1.42 respectively). On the basis of achieved results diet coloration had not influence on successful of weaning juvenile pikeperch.

Úvod

Candát obecný *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) je hospodářsky významným druhem chovaným v České republice. Má rovněž nezastupitelné místo ve volných vodách. Roční produkce candáta chovaného klasickou technologií v rybničním chovu je dlouhodobě ustálená na úrovni 40 t tržních ryb. Roční výlověk v rybářských revírech se pohybuje mezi 125 – 150 tunami. Na toto množství úlovků je nutné zajistit patřičné množství násad, které se získávají v akvakultuře. Candát obecný je rybou s dobrou realizační cenou na trhu a jeho poptávka je trvale neuspokojena. Zejména díky mimořádné kvalitě masa a chutnosti. Svalovina je pevná, obsahuje malé množství tuku (obsah do 1,5% v čerstvé hmotě svalu) s významným zastoupením zdraví prospěšných, vysoce nenasycených mastných kyselin (HUFA) řady n-3 (eikosapentaenová kyselina – EPA a dokosahexaenová kyselina – DHA). V souvislosti s rozvojem technických akvakultur je snahou i candáta trvale začlenit do intenzivních chovů, které by výrazně přispěly ke zvýšení produkce této ryby a celkově ke zlepšení ekonomiky chovu ryb. S danou problematikou proběhlo mnoho experimentů s různým zaměřením v několika evropských zemích (zejména Polsko, Německo, Belgie, Maďarsko, Česká republika).

Jako nejlepší varianta pro produkci násad candáta obecného v kontrolovaných podmínkách se jeví využití rychleného plůdku odchovaného v rybničních podmínkách. Tento rychlený plůdek je převáděn v kontrolovaných podmínkách na umělou dietu. Největším úskalím odchovu je období návyku candátů na předkládanou umělou dietu. Po

této fázi odchovu již nenastávají další větší obtíže. Množství převedených ryb tak výrazně ovlivňuje ekonomiku chovu, zpravidla se úspěšnost odchovu násad pohybuje kolem 30 až 50% (BARÁNEK *et al.*, 2004; MOLNÁR *et al.*, 2004). Při převodu se nejvíce osvědčily následující metody: metoda přímého převodu na suchou dietu (SZKUDLAREK a ZAKEŠ, 2002; BARÁNEK *et al.*, 2004) a metoda co-feeding, kdy se k suché dietě přidává určité množství živé potravy - zooplanktonu, nitěnek, larev pakomárů (ZIENERT *et al.*, 2004). Byla provedena celá řada experimentů zabývajících se například vlivem počáteční velikosti rychleného plůdku (ZAKEŠ, 1999), hustotou obsádky (SZKUDLAREK a ZAKEŠ, 2002), složením krmiva (NYINA-WAMWIZA *et al.*, 2005; GÜNTHER *et al.*, 2004). Doposud však v pracích zabývajících se převodem candáta do intenzivního chovu nebyl nikdy posuzován faktor barvy krmiva. Není tak experimentálně zjištěno, do jaké míry může ovlivnit úspěšnost převodu candáta na suchou dietu barva krmiva. Cílem prezentovaného experimentu bylo ověřit vliv barvy krmiva na úspěšnost převodu.

Materiál a metody

Rychlený plůdek candáta odchovaný v rybníčních podmínkách na podniku Rybníkářství Pohořelice a.s., byl 19. 6. 2008 nasazen po 650 ks na 6 žlabů bílé barvy o objemu 250 l o výšce vodního sloupce 41,4 cm, které jsou součástí experimentálního recirkulačního zařízení Oddělení rybářství a hydrobiologie Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Průměrná počáteční celková délka ryb (TL) činila $54,84 \pm 3,20$ mm, hmotnost (w) $1,42 \pm 0,25$ g (pro $n = 25$ ks), Fultonův koeficient hmotnostní kondice FWC [$\text{FWC} = w \text{ (g)} \cdot 100 \cdot \text{SL}^{-3} \text{ (cm)}$] $1,51 \pm 0,15$. Dne 20.6.2008 byly doplněny ztráty způsobené manipulací a stresem a byl zahájen vlastní experiment. Počáteční hustota obsádky činila $2,6 \text{ ks} \cdot \text{l}^{-1}$ ($3,69 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$).

Úkolem našeho experimentu bylo objasnit možný vliv barvy krmiva na úspěšnost převodu rychleného plůdku na suchou dietu. Použili jsme 2 varianty ve třech opakováních. Varianta A krmivo Dana Feed 1352 - **hnědé barvy**. Varianta B krmivo Coppens Troco Crumble HE 1556 - **oranžové barvy**. Obě krmiva měla stejnou velikost částic - 1 mm. Krmivo bylo podáváno pomocí pásového samokrmítka od 8:00 - 20:00. Světelný režim byl upraven pomocí umělého osvětlení na 16 hodin světla od (6:00 do 22:00) a 8 hodin tmy. Nasycení vody kyslíkem nekleslo pod 70 % na odtoku, pH se pohybovalo v rozmezí 7,5 - 8, teplota kolísala v rozpětí 19,5 - 21,5 °C. Experiment trval 19 dní. Sledovány a vyhodnoceny byly následující parametry: délko-hmotnostní charakteristika (30 ks ryb z každé varianty), úroveň přežití, Fultonův koeficient hmotnostní kondice (FWC), specifická rychlost růstu – SGR [$(\ln w_t - \ln w_0) \cdot t^{-1} \cdot 100$], ztráty způsobené kanibalismem (v % z celkového počtu nasazených ryb, do těchto ztrát byli započítáni odlovení kanibalové, včetně ryb evidentně poškozených kanibalismem, zejména na ocasní ploutvi a ocasním násadci). Dosažené výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu MS Excel (t-test).

Výsledky a diskuse

Výsledky provedeného experimentu jsou shrnuty v Tab. 1. Provedený experiment nepotvrdil naši hypotézu o větší preferenci oranžové barvy plůdkem candáta. V porovnání výsledků z obou variant nebyl shledán statisticky průkazný rozdíl ani v jednom ze sledovaných parametrů. Největšího rozdílu bylo dosaženo v ukazateli celkového přežití, kdy bylo ve variantě B dosaženo hodnoty 76,56 % oproti 70,98 % ve variantě A, rovněž v procentickém podílu úspěšně převedených ryb bylo ve variantě B dosaženo o 4 % lepšího výsledku než ve variantě A. Stejná krmiva byla testována také v provozním experimentu uskutečněném na rybí líhni ve Velkém Dvoře (Rybníkářství Pohořelice a.s.). Zde bylo dosaženo výrazně lepších výsledků převodu při použití krmiva Coppens oranžové barvy (dosud nepublikované údaje). V provozním experimentu mohl mít vliv mírný zákal vody, který přispěl k lepší viditelnosti tohoto krmiva pro plůdek candáta.

Tab. 1. Výsledky převodu Ca_r s různou barvou krmiva

Ukazatel/varianta	A (DAN-EX 1352)	B (COPPENS 1556)
TL (mm)	67,55 ± 7,84	66,68 ± 7,47
SL (mm)	56,53 ± 6,60	56,23 ± 6,53
w (g)	2,68 ± 0,95	2,63 ± 0,98
FWC	1,41 ± 0,15	1,42 ± 0,15
SGR (%·d ⁻¹)	2,95 ± 2,17	2,89 ± 2,01
Přežití (%)	70,98 ± 4,64	76,56 ± 1,20
Převedené ryby (%)	49,54 ± 6,62	53,85 ± 4,74
Kanibalismus (%)	10,67 ± 2,37	9,59 ± 1,54

Klíčovým ukazatelem pro hodnocení úspěšnosti převodu je dosažená úroveň přežití (ZAKEŠ, 1997a,b; 1999; SZKŮDLAREK a ZAKEŠ, 2002; MOLNÁR a kol., 2004). Hodnota rychleného plůdku candáta obecného může totiž podle ZIENERT a HEIDRICH (2005) tvořit téměř polovinu celkových nákladů při převodu a odchovu candáta obecného do hmotnosti 5 g při úrovni přežití 60 %. Použitím metody přímého převodu (délka převodu 14 dní) dosáhl BARÁNEK (2008) v roce 2004 úrovně přežití 24 % a v roce 2005 50 %. Tyto hodnoty jsou srovnatelné s dvanáctidenním převodním experimentem provedeným BÓDIS a kol. (2007), kteří při použití stejné metody zjistili přežití na úrovni 41 %. Námi zjištěný procentuální podíl úspěšně převedených ryb (49,54 a 53,85 %) odpovídá hodnotám mezi 44 – 59 %, které zjistili ZAKEŠ (1997b) a SZKŮDLAREK a ZAKEŠ (2002).

Závěr

Předpokládaná hypotéza, že aplikace krmiva oranžového zbarvení povede k výrazně lepšímu výsledku při převodu rychleného plůdku candáta na suchou dietu se nepotvrdila. Použití oranžového krmiva přineslo mírně lepší výsledky a to asi o 4 % převedených ryb. Toto zjištění lze objasnit zřejmě tím, že experiment byl prováděn v prostředí, kde odchovná zařízení napájela voda prostá anorganického a organického zákalu. V podmínkách blízkých rybářské praxi, kde je přítoková voda téměř vždy

s určitým zákalem, barva krmiva může sehrávat výrazně větší vliv, z důvodu lepší zrakové detekce krmiva. V tomto experimentu bylo dosaženo poměrně dobrých výsledků, zejména počet převedených ryb na suché krmivo. Dosažené výsledky byly přisunově ovlivněny i skutečností, že jsme jako výchozí materiál použili rychlený plůdek candáta v dobré kondici.

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory projektu Ministerstva zemědělství ČR NAZV QH71305 „Vývoj nových metod chovu vybraných perspektivních akvakulturních druhů s využitím netradičních technologií“ a Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR.

Literatura

- BARÁNEK, V., MAREŠ, J., SPURNÝ, P., PROKEŠ, M., BARUŠ, V., NĚMEC, R., (2004): Chov násadového materiálu candáta obecného (*Sander lucioperca*) v kontrolovaných podmínkách (předběžné výsledky). In: Spurný, P. (ed.), „55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“, Sb. referátů z konference s mezinárodní účastí (Brno 30. listopadu a 1. prosince 2004). ÚRH MZLU v Brně, Brno 2004, s. 99-104.
- BARÁNEK, V. (2008): Možnosti intenzivního odchovu plůdku a násadového materiálu candáta obecného (*Sander lucioperca*). Disertační práce. MZLU v Brně. 107 s.
- BÓDIS, M., KUCSKA, B., BERCSÉNYI, M. (2007): The effect of different diets on the growth and mortality of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) in the transition from live food to formulated feed. *Aquaculture international* 15: 83-90.
- GÜNTHER, S., RENNERT, B., WIRTH, M. (2004). Der Einfluss der Ernährung auf das Wachstum und die Körperzusammensetzung beim Europäischen Zander (*Sander lucioperca*) unter kontrollierten Haltungsbedingungen. *Fischer und Teichwirt*, 55, s. 650-654.
- MOLNÁR, T., HANCZ, Cs., BÓDIS, M., MÜLLER, T., BERCSÉNYI, 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.
- NYINA-WAMWIZA, L., XUELIANG, L XU, BLANCHARD, G.& KESTEMONT, P. (2005). Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings. *Aquaculture Research*, 36, 2005, s. 486-492.
- SZKUDLAREK, M., ZAKEŚ, Z. (2002): The effect of stock density on the effectiveness of rearing pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) summer fry. *Archives of Polish Fisheries* 10: 115-119.
- ZAKEŚ, Z. (1997a): Converting pond-reared pikeperch fingerlings, *Stizostedion lucioperca* (L.) to artificial food – effect of water temperature. *Archives of Polish Fisheries* 5, 313-324.
- ZAKEŚ, Z. (1997b): The effect of stock density on the survival, cannibalism and growth of summer fry of European pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.) fed artificial diet in controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries* 5, 305-311.
- ZAKEŚ, Z. (1999): The effect of body size and water temperature on the results of intensive rearing of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* (L.) fry under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries* 7, 187-199.

ZIENERT, S., HEIDRICH, S. (2005): Aufzucht von Zandern in der Aquakultur. Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Postdam-Sacrow, Bd. 18. Hrsg.: Institut für Binnenfischerei e.V. Postdam-Sacrow. 60 p.

ZIENERT, S., STEINL, K.H. (2004): Erfahrungen bei der Aufzucht von Zandern mit Trockenmischfutter. Fischer und Teichwirt, 7: 744.

Adresy autorů:

Bc. Jaromír Dvořák, Bc. Václav Kalenda, doc. Dr. Ing. Jan Mareš, Oddělení rybářství a hydrobiologie, MZLU v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR, e-mail: xdvora52@node.mendelu.cz, xkalenda@node.mendelu.cz, mares@mendelu.cz,

Ing. Vít Baránek, Ph.D., Zemědělská vodohospodářská správa, Hlinky 60, 603 00, Brno, ČR, email: vitbaranek@seznam.cz

INTENZIVNÍ ODCHOV JUVENILNÍ PODOUSTVE ŘÍČNÍ (*VIMBA VIMBA L.*) V KONTROLOVANÝCH PODMÍNKÁCH

Intensive rearing of the vimba (Vimba vimba L.) juveniles under controlled conditions

FIALA, J., MAREŠ, J.

Summary: The aim of this 42-days period study was to compare growth rate of the vimba juveniles (TL 64.6 ± 3.3 mm, w 1.70 ± 0.3 g), reared in a 135 dm^3 flow-through tanks at the temperature 22.0 ± 0.3 °C. Three groups V2.5, V3.0, V3.5 (daily feeding rates 2.5%-3.0%-3.5% of fish group mass) of the identical dry feed DanaFeed Dan-Ex 1352 (48.3 % N-substances and 11.9 % fat on wet weight) were used. Individual weight (w), total length (TL), specific weight growth rate (SWGR), feed coefficient ratio (FCR) and the condition coefficient were assessed. Statistical treatment was made with one-way analysis of variance (ANOVA). The highest value of growth rate (SWGR $1.71 \text{ \%} \cdot \text{d}^{-1}$) was achieved in group V3.0 in this experiment. FCR was recorded between 1.28 (group V2.5) and 2.26 (group V3.5). On the final day a skeletal malformations were found in all experimental groups between 6.9 % (V2.5) and 47.4 % (V3.5) of reared individuals.

Úvod

Podoustev říční (*Vimba vimba*, L.) v minulosti patřila k dominantním druhům ryb parmového pásma (BARUŠ a kol., 1995). Na konci 20. století byl zaznamenán výrazný pokles její početnosti, LUSK a kol (1996) upozorňují na „katastrofální“ stav výskytu podoustve v tekoucích vodách. V červeném seznamu mihulí a ryb ČR (LUSK a kol., 2004) je v současnosti podoustev řazena v kategorii III-Vu (zranitelný). Za hlavní příčiny ústupu reofilních druhů považuje LUSK (1995) fragmentaci toků příčnými stavbami, změny hydrologického režimu toků v úsecích pod vybudovanými údolními nádržemi, kontaminaci vod toxickými látkami a rostoucí eutrofizaci, ovlivňující chemismus vody.

Perspektivními cestami ke zvýšení početnosti podoustve v řekách je vývoj technologií řízené reprodukce (KOUŘIL a BARTH, 2002) a intenzivního odchovu plůdku (WOLNICKI a kol., 2000; HAMÁČKOVÁ a kol., 2005) popř. ročka (HAMÁČKOVÁ a kol., 2007) v kontrolovaných podmínkách, a jeho následné vysazení do tekoucích vod. Nutriční požadavky raných stádií zjišťovali WOLNICKI (2000) a MYSZKOWSKI a kol., (2006), vhodnou technologii krmení larev ověřovali HAMÁČKOVÁ a kol. (2006).

Cílem našeho experimentu bylo zjištění velikosti optimální krmné dávky pro juvenilní podoustev říční (*Vimba vimba*, L.) v intenzivním chovu.

Materiál a metodika

Vstupním biologickým materiálem byla juvenilní podoustev říční ve věku 8 měsíců původem z rybníčního chovu. Adaptace ryb na podmínky intenzivního odchovu probíhala

po dobu 3 měsíců při teplotě vody přibližně 20 °C. Aplikována byla shodná krmná směs jako v experimentu, denní krmná dávka v adaptační etapě byla 2 % hmotnosti ryb.

Pokus s dobou sledování 42 dnů probíhal v 6 průtočných nádržích o objemu vody 135 l, které byly součástí recirkulačního chovného systému. Do nádrží bylo vysazeno po 514 jedincích ryb (hustota obsádky 3,8 ks.l⁻¹). Denně byly zjišťovány základní hydrochemické parametry vody: teplota vody 22,0±0,3 °C, nasycení vody kyslíkem 72,2±3,8 % a pH 7,6±0,4. V intervalu 7 dnů byl sledován obsah NH⁴⁺ 4,36±3,7 mg.l⁻¹ a NO²⁻ 0,19±0,1 mg.l⁻¹ ve vodě.

V experimentu byly založeny tři krmné varianty (V 2,5, V 3,0, V 3,5 – ozn. dle velikosti denní krmné dávky) ve dvou opakováních. Použitým krmivem byla krmná směs DanaFeed DAN-EX 1352 0,6 GR (48,3 % NL, 11,9 % tuku, 16,4 MJ.kg⁻¹ ME) o velikosti částic 0,6 mm. Krmná směs byla aplikována kontinuálně 12 hodin denně pomocí pásových krmítek. Osvětlení nádrží o intenzitě 18-23 lx bylo aktivováno 14 hodin denně.

V průběhu experimentu byly v intervalu 7 dnů zjišťovány počty ryb a změny hmotnosti obsádek jednotlivých variant. Při zahájení experimentu byly zjištěny průměrné hodnoty celkové délky (TL) a individuální hmotnosti (w) 50 exemplářů ryb, při ukončení pokusu byly shodné parametry zaznamenány u 50 jedinců z každé pokusné varianty. U směsných vzorků 10 jedinců z každé pokusné varianty byl na počátku a konci pokusu stanoven obsah proteinů (metoda Kjeldahla, přístroj Kjeltec Auto Analyser 1030) a tuku (metoda Soxhleta) v homogenizovaném těle ryb. Pro vyhodnocení sledovaných ukazatelů jsme použili vybrané metody výpočtu dle MAREŠE a JIRÁSKA (1999):

Specifická rychlost hmotnostního růstu (SWGR)	$[(w_t / w_o)^{1/t} - 1] \times 100$
Kondiční koeficient Fultona (K _F)	$(w / TL^3) \times 100$
Retence proteinů	$100 [(w_t \cdot P_t) - (w_o \cdot P_o)] \cdot [FCR(w_t - w_o) \cdot P]^{-1}$
Retence tuku	$100 [(w_t \cdot L_t) - (w_o \cdot L_o)] \cdot [FCR(w_t - w_o) \cdot L]^{-1}$

w_o – počáteční hmotnost, w_t – konečná hmotnost, t – délka periody (dny)

P_o – počáteční obsah* proteinů ve tkáni, P_t – konečný obsah* proteinů ve tkáni

L_o – počáteční obsah* tuku ve tkáni, L_t – konečný obsah* tuku ve tkáni

P – obsah* proteinů v krmivu, L – obsah* tuku v krmivu

* – procentický podíl v čerstvé hmotě

Výsledky a diskuze

Dosažené hodnoty sledovaných ukazatelů intenzivního odchovu juvenilní podouste říční (*Vimba vimba*) jsou uvedeny v tab. 1, graf 1 zobrazuje růst průměrné individuální hmotnosti ryb v průběhu experimentu.

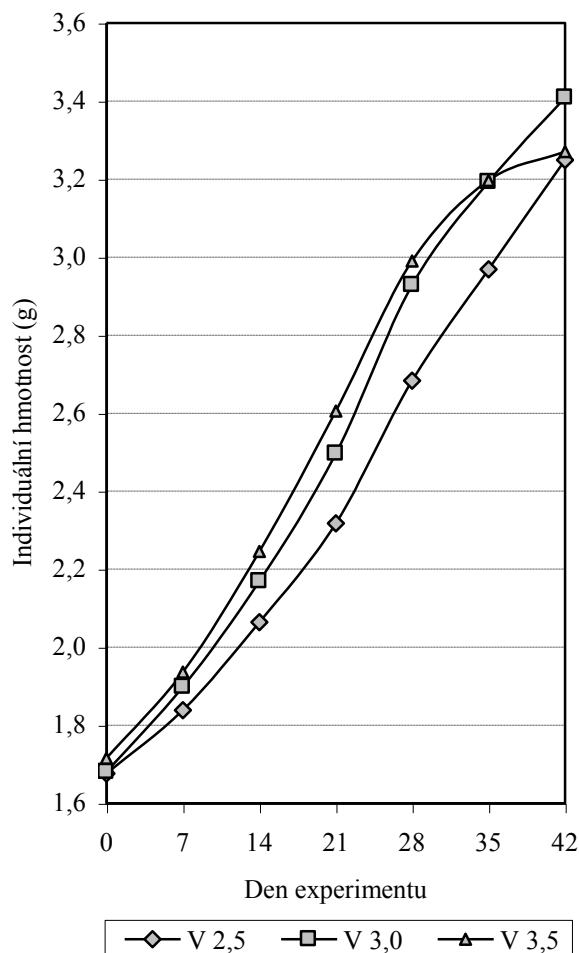
Nejvyšší hodnota SWGR byla zaznamenána u ryb varianty V 3,0, kde relativní hmotnostní přírůstek obsádky překročil 100 % a konečná průměrná individuální hmotnost ryb i celková délka byly statisticky průkazně nejvyšší (ANOVA, P<0,05). Nejvyšší nárůst koeficientu Fultona (7,6 %) byl zjištěn u ryb varianty V 3,5. Vysoká úroveň přežití ryb byla dosažena ve všech variantách, ojedinělé ztráty byly způsobeny nezbytnou manipulací

s rybami. Četnost výskytu morfologických malformací, zejména deformací páteře ryb, byla v přímé úměrnosti s intenzitou krmení, u skupiny V 3,5 bylo takto postiženo 47 % ryb. Rovněž byla zjištěna přímá úměrnost mezi velikostí denní krmné dávky a obsahem tuku v těle ryb při ukončení experimentu.

Tab.1 Sledované parametry odchovu podoustve říční (*Vimba vimba*)

VARIANTA	V 2,5	V 3,0	V 3,5
Zahájení experimentu			
Hmotnost obsádky (g)	1722	1728	1764
Individuální hmotnost (g)	1,68	1,68	1,72
Celková délka těla (mm)	64,2	64,3	65,0
Koeficient Fultona	0,742	0,741	0,747
Ukončení experimentu			
Hmotnost obsádky (g)	3322	3478	3326
Individuální hmotnost (g)	3,25 ^b	3,41 ^a	3,27 ^b
Celková délka těla (mm)	74,6 ^b	76,5 ^a	74,7 ^b
Koeficient Fultona	0,758	0,780	0,804
Úroveň přežití ryb (%)	99,4	99,2	98,9
Výskyt malformací ryb (%)	6,9	19,9	47,4
Relativní přírůstek TL (%)	16,2	19,0	14,9
Relativní přírůstek W (%)	94,0	106,7	90,1
SWGR (%.d ⁻¹)	1,58	1,71	1,54
FCR	1,28	1,61	2,26
FCR / SWGR	0,81	0,94	1,46
Retence proteinů (%)	26,40	19,66	15,61
Retence tuku (%)	110,9	77,6	88,0
Obsah tuku v těle (%)	11,92	13,53	15,05

Graf 1 Růst individuální hmotnosti podoustve říční (*Vimba vimba*)



Vývoj SWGR byl obdobný ve všech variantách – růst hodnot v první fázi pokusu byl následován plynulým poklesem ve druhé půli experimentu. V období od 1. do 3. týdne sledování byla zjištěna nejvyšší rychlost růstu ryb u varianty V 3,5. V závěru pokusu však SWGR této varianty rapidně klesla (o 86 % v 6. týdnu oproti maximu ve 2. týdnu). Rovněž u skupiny V 3,0 byl zaznamenán pokles SWGR (o 58 % v 6. týdnu oproti maximu ve 4. týdnu). Ryby varianty V 2,5 vykazovaly nejnižší výkyvy SWGR během sledování (pokles o 38 % v 6. týdnu ve srovnání s 4. týdnem).

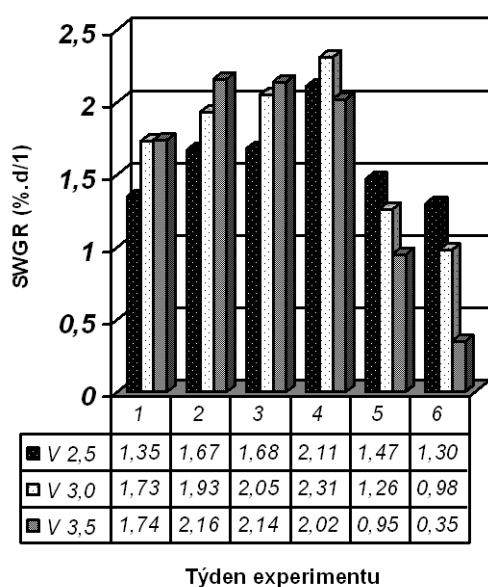
Hodnoty FCR vykazovaly zpočátku klesající a ve druhé půli stoupající tendenci. Nejpříznivější hodnoty (s výjimkou 1. týdne pokusu) byly dosaženy ve variantě V 2,5. U varianty V 3,5 se projevil prudký nárůst FCR v 5. a zejména v 6. týdnu pokusu.

Rychlost růstu ryb v našem experimentu byla vyšší v porovnání s výsledky HAMÁČKOVÉ a kol. (2007) při odchovu podoustve shodné věkové kategorie (SWGR

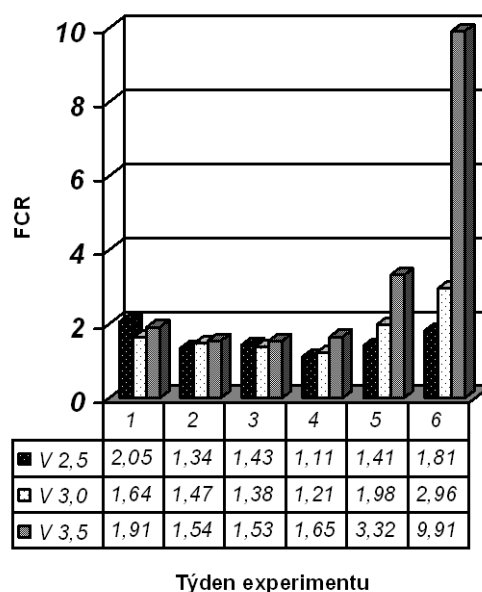
0,45 %·d⁻¹) s použitím krmiva ASTA (53,0 % NL, 7,6 % tuku) při nižší průměrné teplotě vody (16 °C). V porovnání s našimi výsledky dosáhli HAMÁČKOVÁ a kol. (2006) srovnatelné rychlosti růstu ročka podoustve (SWGR 1,20 %·d⁻¹) při aplikaci krmné směsi ASTA, avšak výrazně nižší přírůstky (SWGR 0,44 %·d⁻¹) autoři zjistili při použití krmiva Coppens KarpiCo Start Premium EX (54,0 % NL, 14,5 % tuku).

Vysoký obsah tuku v dietě resp. nadměrná krmná dávka ryb mohou způsobit výskyt malformací skeletu intenzivně odchovávaných kaprovitých druhů ryb (HASAN et al., 1997, MYZKOWSKI et al., 2002, RENNERT et al., 2003), při odchovu juvenilní podoustve zaznamenal anomálie vývoje skeletu ryb WOLNICKI (2005).

Graf 2: Hodnoty SWGR v průběhu intenzivního odchovu podoustve říční (*Vimba vimba*)



Graf 3: Hodnoty FCR v průběhu intenzivního odchovu podoustve říční (*Vimba vimba*)



Závěr

Při odchovu juvenilní podoustve říční v kontrolovaných podmínkách prostředí při teplotě vody 22 °C bylo dosaženo vysoké rychlosti růstu ryb i úrovně jejich přežití. Při použití krmné směsi DanaFeed DanEx 1352 se osvědčila krmná dávka na úrovni 2,5 % aktuální hmotnosti obsádky. Aplikace vyšší krmné dávky je spojena s rizikem nadměrné kumulace tuku v těle, zvýšeného výskytu morfologických malformací, poklesu příjmu krmiva a snížení rychlosti růstu odchovávaných ryb.

Poděkování

Tato práce byla finančně podpořena výzkumným záměrem AF MZLU v Brně č. MSM6215648905 a projektem NAZV MZe QH71305.

Literatura

- BARUŠ, V., OLIVA, O. (eds.) (1995): *Mihulovci a ryby (2)*. Fauna ČR a SR, Praha: Academia 698 s.
- HAMÁČKOVÁ, J., KOZÁK, P., POLICAR, T., LEPIČ, P., STANNY, A.L. (2007): Odchov podoustve říční (*Vimba vimba* L.) ve věku 0+ a 1+ v kontrolovaných podmínkách prostředí v období mimo vegetaci. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 43, 1: 33-40.
- HAMÁČKOVÁ, J., LEPIČ, P., KOZÁK, P., POLICAR, T., STANNY, A.L. (2006): Odchov ročního plůdku podoustve říční (*Vimba vimba* L.) v kontrolovaných podmínkách prostředí. In: VYKUSOVÁ, B. (ed.) *Sb. ref. z IX. české ichtyologické konference*, Vodňany, 22-25.
- HAMÁČKOVÁ, J., LEPIČOVÁ, A., LEPIČ, P., KOZÁK, P., POLICAR, T., STANNY, A.L. (2005): Odkrm larev podoustve říční (*Vimba vimba*) naupliemi žábřonožky solné a startérovým krmivem v experimentálních podmínkách – předběžné výsledky. In: SPURNÝ, P. (ed.) *Sb. ref. z VIII. české ichtyologické konference*, Brno, 209-214.
- HASAN, M.R., MACINTOSH, D.J., JAUNCEY, K. (1997): Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. *Aquaculture*, 151: 55-70.
- KOUŘIL, J., BARTH, T. (2002): Hormonálně indukovaný umělý výtěr podoustve říční (*Vimba vimba*). In: SPURNÝ, P. (ed.) *Sb. ref. z V. české ichtyologické konference*, Brno, 151-156.
- LUSK, S. (1995): Influence of valley dams on the changes in fish communities inhabiting streams in the Dyje River drainage area. *Folia Zool.*, 44, 1:45-46.
- 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., LUSKOVÁ, V., HALAČKA, K. (1996): Podoustev říční (*Vimba vimba*) – současný stav. In: KOZÁK, P., HAMÁČKOVÁ, J., (eds.) *Sb. ref. z II. české ichtyologické konference*, Vodňany, 17-22.
- MAREŠ, J., JIRÁSEK, J. (1999): Ukazatelé produkční účinnosti krmiv. In: SPURNÝ, P. (ed.) *Sb. 50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*, Brno, 74-78.
- 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, A.L., 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.
- RENNERT, B., KOHLMANN, K., HACK, H. (2003): A performance test with five different strains of tench (*Tinca tinca* L.) under controlled warm water conditions. *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 161-164.
- WOLNICKI, J. (2000): Możliwości produkcji materiału obsadowego karpíowatych ryb reofilnych w warunkach kontrolowanych. In: JAKUCEWICZ, H., WOJDA, R., (eds.) *Karpíowate ryby reofilne, II krajowa konferencja hodowców i producentów karpíowatych ryb reofilnych*, Brwinów, 165-173.
- WOLNICKI, J. (2005): Intensive rearing of early stages of cyprinid fish under controlled condition. *Arch. Pol. Fish.*, 13, *Suppl.* 1: 5-87.
- WOLNICKI, J., MYSZKOWSKI, L., KAMIŃSKI, R., KWIATKOWSKI, S. (2000): Kontrolowany podchów stadiów larwalnych i młodocianych certy (*Vimba vimba* L.). In: JAKUCEWICZ, H., WOJDA, R., (eds.) *Karpíowate ryby reofilne, II krajowa konferencja hodowców i producentów karpíowatych ryb reofilnych*, Brwinów, 111-116.

Adresa autorů

Ing. Jiří Fiala, Ph.D. (jifi@email.cz), Doc. Dr. Ing. Jan Mareš (mares@mendelu.cz), Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 BRNO

BLATNIAK TMAVÝ (*UMBRA KRAMERI*): SÚČASNÝ STAV A PERSPEKTÍVY

European mudminnow (Umbra krameri): present status and perspective

HAJDÚ J., KOŠČO J., PEKÁRIK L., LUSKOVÁ V., LUSK S., VALACHOVIČ D., TOMEČEK J.

Summary: European mudminnow (*Umbra krameri*) occurs in three regions in Slovakia. The smallest one, the Western Slovakia Lowland (Záhorská nížina - Plavecký Štvrtok, Láb and Moravský Svätý Ján) covers mainly populations from restoration project and recently, a very low population of native European mudminnow was rediscovered. The second region is situated to the former area of Danube inland delta (Žitný ostrov, Podunajská rovina - Veľký Meder, Medveďovo, Čičov, northwards up to Nové Zámky, and eastwards up to Komárno). Recently, the most abundant populations are localised in the area of Jurová – Veľký Meder – Padáň – Patáš – Vrakúň – Milinovice. Eastern Slovakia Lowland (Východoslovenská nížina) is the third region where the European mudminnow distribution was limited between Latorica, Bodrog and Tisza River. Recently only a few populations with low density are distributed there. Comparing with the past, water management modifications resulted in substantial reduction of its distribution area and population density. Fragmented population also survives under serious devastation impacts as competition for food and space with other species and predation risk of invasive *Perccottus glenii* and *Ameiurus melas*. The successful introduction of European mudminnow to Western Slovakia led to its introduction to the lower sections of Dyje River floodplain area in the Czech Republic. The restoration of native distribution area of European mudminnow can increase the population stability of this species.

Úvod

Na základe údajov z polovice minulého storočia, výskyt blatniaka tmavého (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) na Slovensku zahŕňal tri oblasti. Najmenšou oblasťou je Záhorská nížina, kde sa vyskytoval v okolí Plaveckého Štvrtku a Lábu v malých jazierkach a odvodňovacích kanáloch. Druhá oblasť je na Žitnom ostrove na Podunajskej nížine, medzi Čalovom, Medveďovom a Čičovom. Tretia oblasť je Východoslovenská nížina, kde osídľoval hlavne mŕtve ramená a kanále na Medzibodroží. Blatniak tmavý patril v minulosti medzi bežné druhy rýb slovenských nížin. Postupnou degradáciou pôvodných biotopov (staré mŕtve ramená) tento druh znižoval svoju početnosť a z niektorých lokalít už vymizol. V súčasnosti došlo k redukcii areálu a k fragmentácii jeho populácií. Hlavne na Medzibodroží majú tieto dlhodobu klesajúcu tendenciu.

Materiál a metódy

Lov rýb bol vykonávaný tak motorovým, ako aj batériovým elektrickým agregátom. Lokality, ktoré neboli broditel'né (jazierka, veľké a hlboké kanály), boli lovené z loďky, zvyšné lokality boli lovené brodením. Lov prebiehal tak, aby boli zastihnuté všetky mikrohabitaty na lokalite. Ulovené ryby boli determinované, zmerané (SL) a pustené späť do vody na lokalite, kde boli ulovené.

Výsledky a diskusia

Historické a súčasné rozšírenie

Blatniak tmavý sa v oblasti Záhoria vyskytoval v minulosti iba v blízkosti Plaveckého Štvrtku a Lábu (Kux & Weisz 1961). Pôvodné rozšírenie sa zredukovalo iba na jednu lokalitu pri Plaveckom Štvrtku (Kováč 1996), kde bol v súčasnosti výskyt potvrdený. Počas reštitúcie druhu bola vysadená populácia pochádzajúca z Podunajskej nížiny najprv do okolia Moravského Svätého Jána (Valachovič & Kováč 1998). V roku 2007 hrozilo tejto lokalite úplné vyschnutie, preto bol realizovaný záchranný odlov a vysadenie blatniaka tmavého na ďalšie lokality. V roku 2008 sme opätovne potvrdili jeho výskyt v kanálovej sústave v okolí Plaveckého Štvrtka a Lábu. V súčasnosti sa uvažuje o rozšírení výskytu blatniaka aj na územie Českej republiky, do dolnej časti Dyje, kde sú realizované veľkoplošné obnovy pôvodného charakteru záplavového územia. Vzhľadom k výskytu blatniaka na Záhorí, v pravobrežnom alúviu Moravy, je vysoko pravdepodobné, že sa tento druh na území ČR v ľavobrežnom alúviu rieky Moravy v minulosti vyskytoval. V sedemdesiatych rokoch minulého storočia nám starí rybári tvrdili, že tento druh z obdobia konca 1. svetovej vojny poznajú. Rozšírenie výskytu v rámci pôvodného regiónu by zvýšilo existenčnú stabilitu populácie na Záhorí.

V rámci Podunajska v minulosti najbohatšie lokality výskytu blatniaka sa nachádzali na Žitnom ostrove, najmä v jeho JV časti (Kux 1957, Mišík 1965). Predovšetkým išlo o odvodňovacie kanále. Na východ siahalo rozšírenie druhu až za Komárno a na sever k Novým Zámkom do povodia Nitry, teda až za hranice Žitného ostrova. Cenné poznatky o historickom rozšírení a výskyte blatniaka tmavého z oblasti Podunajska sú zhrnuté v prácach Kopáčika (1955), Kuxa (1957), Mišíka (1965), Balona (1967), Brteka (1969) a Hensela (1984). Recentné údaje o výskyte blatniaka na Podunajsku sú v prácach Hajdú (2002), Hajdú & Kováč (2002), Májsky & Hajdú (2004).

Z prirodzených biotopov bol výskyt blatniaka na Žitnom ostrove potvrdený prakticky len v Čiližskom potoku. Výskyt druhu je tu však prevažne viazaný na sústavu odvodňovacích kanálov komunikujúcich s týmto bývalým meandrujúcim ramenom Dunaja. Izolované populácie na Žitnom ostrove prežívajú v systéme melioračných kanálov napojených na kanál Jurová – Veľký Meder (Gabčíkovo, Vrakúň, Padáň) a v dolnom úseku Čiližského potoka (Padáň, Pataš, Milinovice, Čiližská Radvaň). Najviac izolovanou a najzraniteľnejšou lokalitou je Hamský kanál pri Čičove.

V oblasti Východoslovenskej nížiny bolo centrum jeho výskytu na Medzibodroží, území ohraničenom na severe riekou Latoricou a na západe riekou Bodrog. Jediná známa lokalita severne od tohto územia bolo staré rameno Laborca, uvádzané Chyzerom (1882), Záleským (1928) a Vladykovom (1931). Z Medzibodrožia sú historické údaje Hermana (1882), Chyzeru (1882) a Vladykova (1931). Pri podrobnejších prieskumoch z druhej polovice minulého storočia ho zistili Kux (1957), Weisz & Kux (1959), Kokordák (1974) a Kirka et al. (1980). Doklady o jeho výskyte v rieke Tisa, na juhovýchode sledovaného územia podal Žitňan (1965).

V oblasti Východoslovenskej nížiny sa nejedná v súčasnosti o permanentný výskyt, populácia má príznaky oscilácie v rámci okraja areálu. V posledných rokoch sme blatniaka

potvrdili na lokalite Panelový kanál pri Strede n/Bodrogom. Ide o kanál, napojený cez sieť ďalších kanálov na staré rameno Tisy – Krčavu. Ďalšími lokalitami sú staré rameno Tisy - Tice pri obci Sv. Mária, staré rameno Bodrogu a kanál pri Somotori a tiež Krčavský kanál pri obci Dobrá.

Faktory ohrozenia

Jednou z hlavných príčin úbytku blatniaka je zmena hydrologického režimu – teda hlavne regulácie riek, obmedzenie záplav, postupný zánik a znemožnenie vzniku nových aluviálnych biotopov vhodných pre blatniaka. Následkom rozsiahlych melioračných prác na Žitnom ostrove vykonaných po roku 1960 nastali v sústave melioračných kanálov a na Čiližskom potoku výrazné zmeny hydrologických podmienok (Brtek 1969). Tieto zmeny zapríčinili vymiznutie blatniaka z veľkej časti územia, kde sa predtým hojne vyskytoval.

Vznik nových mŕtvych ramien a bočných ramien je reguláciami riek prakticky znemožnený a staré ramená sa pomaly zazemňujú, vysušajú a zanikajú. Aj keď sa blatniak pomerne často vyskytuje v melioračných kanáloch (má tendenciu migrovať hlavne do čerstvo vybagrovaných), tie mu nemôžu poskytovať podmienky pre trvalú existenciu, sú len náhradou. Hlavný dôvod vidíme najmä v ich neprirodzenom hydrologickom režime, ale tiež v nutnosti ich udržiavania v určitom sukcesnom štádiu, keďže sú to umelé ekosystémy s vyššou tendenciou k zániku. Blatniak, ako reliktný druh, mal vytvorené dlhoročné adaptácie (najmä reprodukčné) práve na prirodzený záplavový režim. Jeho absenciu považujeme za najväčšiu príčinu úbytku tohto druhu. Prirodzené záplavy navyše umožňovali populáciám blatniaka pulzovať, vzájomne komunikovať (medzi populáciami žijúcimi v inundáciách a populáciami žijúcimi v rieke – na východe Bodrog, Tisa, na západe Dunaj, Malý Dunaj, Čiližský potok), čo je dôležité z hľadiska vnútrodruhovej diverzity, ale aj z hľadiska osídlenia nových lokalít po zániku (sukcesie) starých. Blatniak tak mal možnosť, vďaka záplavám, sám uniknúť z lokalít, kde hrozil zánik lokality z dôvodu sukcesie.

Ďalším faktorom, ktorý mohol v minulosti spôsobiť jeho úbytok, bola invázia nepôvodných druhov, z ktorých asi najviac negatívnu úlohu zohral sumček hnedý (*Ameiurus nebulosus*). Z recentne zistených invázných druhov rýb pre blatniaka predstavujú najväčšie nebezpečenstvo sumček čierny (*Ameiurus melas*) a býčkovec amurský (*Percottus glenii*). Obidva druhy pre blatniaka predstavujú okrem potravnnej konkurencie aj možnosť jeho predácie. Navyše býčkovec osídľuje presne také isté habitaty ako blatniak.

Možnosti ochrany

Za dôležité pre uchovanie populácie blatniaka na Slovensku považujeme zabezpečiť možnosť úspešnej reprodukcie na lokalitách s jeho výskytom, vhodným manažmentom najmä starých riečnych ramien, ktoré pokladáme za jeho refúgia. Úpravy by sa mali týkať nadväzujúcej kanálovej siete a mali by smerovať k vytvoreniu vhodných habitatových podmienok na reprodukciu, odchov mlade a možnosť spätnej migrácie do starých ramien. Pri údržbe kanálov (čistení od nánosov) je potrebné rešpektovať

ekologické nároky blatniaka. Podrobnosti týkajúce sa ochrany a manažmentu lokalít druhu sú podrobne spracované v Programe záchrany blatniaka tmavého (Májsky & Hajdú 2004). Na vybraných lokalitách na Žitnom ostrove sa v roku 2007 realizovali opatrenia na obnovu hĺbkových pomerov zazemnených lokalít, presvetlenie hladiny pre podporu rozvoja makrofytov a ďalšie. Program záchrany druhu sa tak stal východiskovým podkladom pre návrh a realizáciu opatrení praktickej starostlivosti a revitalizačných opatrení v konkrétnych lokalitách. Na jednotlivých lokalitách je za účelom vyhodnocovania úspešnosti revitalizačných opatrení realizovaný monitoring vývoja populácií blatniaka. Na zlepšenie stavu lokalít s výskytom blatniaka tmavého na Záhorskej nížine bol pokusne odstránený tieniaci brehový porast melioračného kanála na lokalite pri Moravskom Svätom Jáne. Účelom bolo podporiť rozvoj makrofytov, ktoré sú nutnou súčasťou biotopu vhodného pre blatniaka tmavého. Navyše bol kanál na vybraných úsekoch prehĺbený. Hlbšie časti môžu slúžiť ako refúgiá počas extrémne nízkych stavov a účelom tohto opatrenia je zabrániť zániku alebo prílišnej redukcii populácie z dôvodu vyschnutia, ktoré postihlo túto lokalitu v lete 2007. Na Medzibodroží, na východnom Slovensku, odporúčame zriadiť chov blatniaka, keďže tu je situácia najväznejšia a hrozí zánik populácie. Bolo by to prospešné jednak z hľadiska zachovania genofondu - mohli by sa dotovať vybrané biotopy a tiež, čo je nie menej dôležité, bol by aj materiál na jeho výskum. Určitou možnosťou pre udržanie sa východoslovenskej populácie je aj staré rameno Tisy (Malé Trakany). V prípade tejto lokality ide o jedince z Tisy, ktoré sa sem dostali pri záplavách v rámci reprodukčných migrácií. Táto lokalita môže znamenať pre blatniaka možnosť opätovného osídlenia, keďže v povodí Tisy mimo územia nášho štátu, odkiaľ pravdepodobne splavené jedince pochádzali, vytvára blatniak ešte relatívne stabilné populácie.

Záver

Za dôležité pre uchovanie populácie blatniaka na východnom Slovensku považujeme zabezpečiť možnosť úspešnej reprodukcie na lokalitách s jeho výskytom, vhodným manažment najmä starých riečnych ramien, ktoré pokladáme za jeho refúgiá. Ďalším možným riešením pre záchranu blatniaka by bola jeho reintrodukcia na vhodné lokality. Do úvahy opäť pripadajú hlbšie zbytky starých ramien, hlavne tých, kde je absencia invázných druhov. Materiál na reintrodukciiu v oblasti východného Slovenska by bolo najvhodnejšie použiť odchov zo zbytkov lokálnych, fragmentovaných populácií, alebo reintrodukovať populáciu z Podunajska, kde je početnosť tohto druhu ešte relatívne uspokojivá. Naše lokality s výskytom blatniaka sú na okraji jeho geografického rozšírenia, kde pri ústupe druhu, sa jeho úbytok prejaví najskôr. Tu aj prirodzene dochádza k pulzácii. Dá sa očakávať, že posilnenie populácií v centre výskytu, určite pozitívne ovplyvní aj naše populácie, z toho dôvodu považujeme spoluprácu s okolitými štátmi za veľmi prospešnú, až nevyhnutnú.

Podakovanie: Práca bola súčasťou riešených projektov VaV r.č. SP/2d4/55/07 finančne podporovaného Ministerstvom životného prostredia ČR a projektom VEGA 1/0352/08.

Literatúra

- BALON, E. K. (1967): Ichtyofauna jazera Lion a Čilizského potoka so zreteľom na zriadenie prírodnej rezervácie. *Ochrana fauny*, 1: 15-22.
- BRTEK, L. (1969): K výskytu blatniaka tmavého (*Umbra krameri* Waldbaum, 1792) na Žitnom ostrove. *Ochrana fauny* 3: 124.
- HAJDÚ, J. (2002): Príspevok k výskytu blatniaka európskeho (*Umbra krameri*, Walbaum 1792) v odvodňovacích kanáloch Žitného ostrova. *Ochrana prírody*, 21: 175-181.
- HAJDÚ, J., KOVÁČ, V. (2002): Ichtyofauna vybraných vôd Žitného ostrova. *Folia faunistica Slovaca*, 7: 75-81.
- HENSEL, K. (1984): Ryby (Pisces) priľahlých vôd štátnej prírodej rezervácie Čičovské mŕtve rameno a poznámka k výskytu blatniaka (*Umbra krameri* Walbaum, 1792) vo vodách Žitného ostrova. *Spravodaj Oblastného podunajského múzea v Komárne*, 4: 76-81.
- HERMAN, O. (1882): *Umbra canina*. *Mars. Termesz. füz.*, V. köt., 191 - 193.
- HODÁLOVÁ, I. (1993): Štátna prírodná rezervácia Bezedné. *Ochrana prírody*, 12, 168-185.
- CHYZER, K. (1882): Die Fische des Zempliner Kommitates, *Jahrb. d. ungar. Karp. Ver.* 9, 12-25.
- KIRKA, A., VRANOVSKÝ, M., MÉSZÁROS, J., NAGY, Š., ŠPORKA, F. (1980): Ichtyologický prieskum riek Východoslovenského kraja. *Záverečná správa VI-3-4/4-009*, Laboratórium rybárstva a hydrobiológie, Bratislava, 1980, 70 pp.
- KOKORĎÁK, J. (1974): Ichtyologické pomery v odvodňovacích kanáloch pri Kamennej Moľve. *Poľovníctvo a rybárstvo*, 26, 9: 33.
- KOPÁČIK, L. (1955): Blatňak obyčajný na južnom Slovensku. *Živa*, 3 (41): 229-230.
- KOVÁČ, V. (1996): Ex-situ protection of *Umbra krameri*. Final report, Biodiversity protection. Project GEF, Fac. of Nat. Sci., Dept. of Ecology, CU Bratislava, 44 pp.
- KUX, Z. (1957): Príspevek k poznání ichtyofauny dunajského povodí ČSR. *Acta musei Moraviae, Sci. Nat.*, 42: 67-84.
- KUX, Z., WEISZ, T. (1961): Ichtyofauna jižní části slovenského Záhoří. *Acta musei Moraviae*, 46: 178-202.
- MÁJSKY, J., HAJDÚ, J. (2004): Program záchrany blatniaka tmavého (*Umbra krameri*). ŠOP SR, Banská Bystrica, *Správa CHKO Dunajské luhy*, 24 pp.
- MIŠÍK, V. (1965): Výskyt a rozšírenie blatniaka (*Umbra krameri* Walbaum 1792) na Slovensku. *Biológia*, 20, 9: 683-688.
- VALACHOVIČ, D., KOVÁČ, V. (1998): Ochrana blatniaka tmavého ex – situ v CHKO Záhorie. *Chránené územia Slovenska* 35, 18-19.
- VLADYKOV, V. (1931): Poissons de la Russie Souscarpathique (Tchécoslovaquie). *Mémoires de la Société Zoologique de France*, 29, Paris.
- WEISZ, T., KUX, Z. (1959): Príspevek k poznání ichtyofauny řek Laborce, Tople a Popradu. *Čas. Moravského musea*, 44, 119 - 138.
- ZÁLESKÝ, M. (1928): Za tmavci (*Umbra Crameri* Cuv.) ve vých. Slovensku. *Akvaristické listy*, 7: 145-147.
- ŽITŇAN, R. (1965): Ichtyofauna československého úseku Tisy. *Sborník Východoslovenského múzea, Ser. B*, 6: 61-67.

Adresy autorov:

Mgr. Juraj Hajdú, Správa CHKO Dunajské luhy, Korzo Bélu Bartóka 789/3, 929 01 Dunajská Streda, Slovensko, juraj.hajdu@sopsr.sk

Mgr. Ladislav Pekárik, Ústav zoológie SAV, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, Slovensko, ladislav.pekarik@savba.sk

RNDr. Věra Lusková, CSc., Doc. Ing. Stanislav Lusk, CSc., Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno, Česká republika, luskova@IVB.Cz, lusk@ivb.cz

Ing. Dušan Valachovič, Jozef Tomeček, Správa CHKO Záhorie, Vajanského 17, 901 01 Malacky, Slovensko, dusan.valachovic@sopsr.sk, jozef.tomecek@sopsr.sk

PaedDr. Ján Koščo, PhD., FHPV PU, ul. 17. novembra 1, 080 01 Prešov, Slovensko, kosco@unipo.sk

POPULAČNÍ A GENETICKÁ STRUKTURA PSTRUHA OBECNÉHO A LIPANA PODHORNÍHO JAKO ZÁKLAD ÚSPĚŠNÉHO RYBÁŘSKÉHO OBHOSPODAŘOVÁNÍ

Population and genetic structure of trout (Salmo trutta) and grayling (Thymallus thymallus) as a basis for a successful fishery management

K. HALAČKA, I. PAPOUŠEK, J. KOHOUT, L. VETEŠNÍK, S. LUSK, J. MENDEL, V. ŠLECHTA

Summary: The aim of the study is to contribute to knowledge about population dynamics of our salmonids (especially the indigenous species), which have exhibited a significant decrease in recent years. The study concentrated particularly on the genetic diversity of *Salmo trutta* and *Thymallus thymallus* populations, and also on selected morphological characters (structure of the epidermis). Molecular-genetic analyses of the mitochondrial DNA (D-loop and the cytochrome *b* gene) have shown an existence of an extreme uniformity of populations in all three sea-drainage areas of the Czech Republic. Due to anthropogenic interventions (such as artificial reproduction combined with transports of fish stocks), structure local subpopulations adapted to given local subpopulations, resulting from the natural diversification spanning thousands of years, has been disrupted. This is a particularly distinctive situation in the grayling populations, where we found only two individuals differing from the rest in a single marker (Tichá Orlice - D-loop, Loučka - cytochrome *b*). All other individuals carried a uniform (Atlantic) haplotype. A comparison study dealing with structure and dynamics of epidermis in *Salmo trutta*, *Oncorhynchus mykiss*, *Salvelinus fontinalis* and *Thymallus thymallus* has shown significant differences particularly in fraction of the secretory cells. Lower proportion of the secretory cells in the epidermis of *Thymallus thymallus* could be related to its sensitivity to molds in the post-spawning period. Natural biodiversity and stability of populations of *Salmo trutta* and *Thymallus thymallus* are fundamentally disturbed by anthropogenic factors. Possible amendment of the original state is very difficult, or, let us say, impossible, due to number of factors.

Úvod

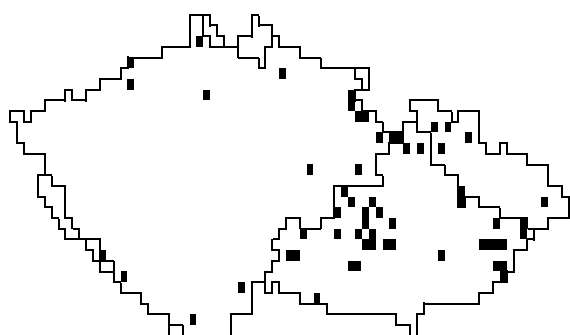
Pstruh obecný a lipan podhorní patří k nejvýznamnějším sportovním rybám ve střední Evropě. Jejich původní areál rozšíření zahrnuje řadu úmoří. Izolace jednotlivých populací, k nimž docházelo zejména v pramenných oblastech, dávaly potenciál ke vzniku velkého množství genetických variant. Umělá reprodukce a především následné transporty, které byly prováděny bez ohledu na původ jednotlivých ryb, vedly ke snížení druhové variability těchto druhů. V posledních letech byl zaznamenaný významný pokles početností obou druhů, zejména pak lipana. Zjištění současného stavu (našich) populací pstruha obecného a lipana podhorního, zmapování zachovalosti vnitrodruhové rozmanitosti pomocí genetických analýz (mtDNA) a poznání možných příčin poklesu jejich četnosti jsou hlavními cíly naší studie.

Materiál a metodika

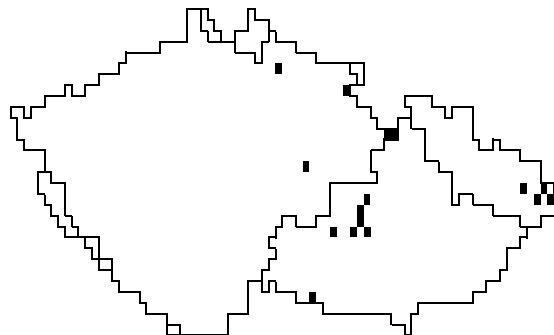
V rámci dané práce probíhají na celém území České republiky ichtyologické kvantitativní resp. kvalitativní odlovy spojené s neinvazivním odběrem části ploutví pro molekulárně-genetické analýzy mitochondriální DNA (pstruh obecný: amplifikace a sekvencování úseku D-loop mitochondriální DNA („control region“) pomocí primerů L19 a HN20 (Bernatchez et al. 1992) a RFLP analýza úseku mitochondriální DNA cytochrom *b*/„control region“ a NADH5/6; lipan podhorní: amplifikace a sekvencování úseku D-loop primery LRBT-25 a LRBT-1195 (Uiblein et al. 2001) a amplifikace a sekvencování genu pro cytochrom *b* primery L14724F a H15918R (Song et al. 1998)).

Obr. 1: Lokality odběru materiálu u pstruha obecného a lipana podhorního

Pstruh obecný



Lipan podhorní



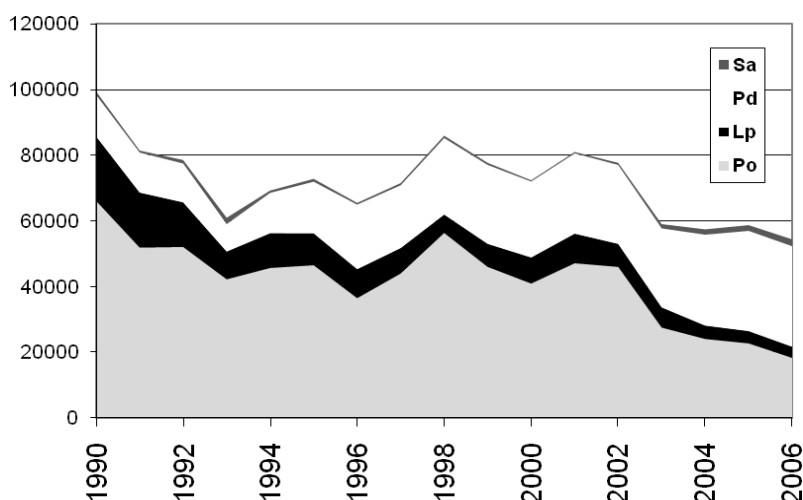
Doposud byly odebrány vzorky od více než 800 jedinců pstruha obecného a 200 lipana podhorního ze 70 různých lokalit (viz obr. 1), které jsou postupně analyzovány. Dále byly pro následné morfometrické studie odebírány od 72 ks pstruhů obecných, 40 pstruhů duhových, 75 sivenů amerických a 98 lipanů podhorních vzorky pokožky z dorzální části hlavy. Z těchto vzorků byly standardními histologickými metodami zhotoveny řezy a následně morfometricky vyhodnoceny.

Výsledky

Stav populací

Na základě statistických dat poskytnutých organizacemi sportovních rybářů doplněných vlastními šetřeními byl zjištěn výrazný pokles stavu pstruha obecného a zejména lipana podhorního na našem území. Jejich deficit je do jisté míry kompenzován nárůstem četnosti nepůvodních druhů lososovitých ryb – pstruhem duhovým, případně sivenem americkým (viz obrázek 2).

Obr. 2: Úlovky lososovitých ryb na území MRS



Molekulárně-genetické analýzy

Analýzou uvedených úseků mtDNA pstruha obecného bylo nalezeno celkem 10 haplotypů „atlantické“ linie lišících se 1 až 5 nukleotidy a výrazně oddělená skupina 4 haplotypů linie „dunajské“ lišících se navzájem o 1 a 3 nukleotidy; rozdíly mezi skupinami byly 8 – 15 nukleotidu. Na všech sledovaných lokalitách se vyskytují jedinci „atlantické“ linie (*Salmo trutta trutta*), příslušníci linie „dunajské“ (*Salmo trutta labrax*) byly nalezeni pouze v několika exemplářích v Mlýnském potoce na Šumavě tekoucím do Rakouska a Dyje v hraničním úseku pod Vranovem.

Analýzou úseků mtDNA lipana podhorního bylo zjištěno, že všichni analyzovaní jedinci nesou nový totožný haplotyp odpovídající „atlantické“ linii se dvěma výjimkami: haplotyp nalezený v Tiché Orlici (rozdíl 1 bp v D-loop) odpovídá haplotypu dříve popsanému z povodí Labe v Německu (atlantická skupina); haplotyp z Loučky vykazuje rozdíl 4 bp v cyt *b* a zatím se nepodařilo ověřit jeho zařazení do skupiny.

Struktura pokožky

Byly zjištěny výrazné rozdíly ve struktuře pokožky (tloušťka a zastoupení sekrečních buněk) v rámci sledovaných druhů (Tab. 1.). Pozorována byla i rozdílná struktura v rámci pohlaví a dynamika v závislosti na pohlavní aktivitě (třetí období).

Tab. 1: Průměrná síla pokožky a zastoupení sekrečních buněk mimo třetí období

	Pstruh obecný	Pstruh duhový	Siven americký	Lipan podhorní
síla pokožky / μm /	111	171	132	149
podíl sekrečních buněk /%/	29	11	23	6

Diskuze

Zjištěný klesající stav populací pstruha obecného a lipana podhorního v České republice ukazuje na potřebu nápravných zásahů. Zdá se však, že jde o následek celého komplexu příčin, z nichž některé bude obtížné odstranit. Například molekulárně-genetické analýzy odhalily výrazný stupeň degradace biodiverzity v populacích obou sledovaných druhů způsobený mnohaletými transfery ryb napříč celým areálem jejich výskytu a tím nenávratné vymizení lokálních, extrémním podmínkám přizpůsobených populací a vytlačení linie „dunajské“ jedinci linie „atlantické“. Tento stav je výsledkem rybářského obhospodařování toků, při němž docházelo a dochází k transportům ryb, nerespektujícím ani jednotlivá úmoří, natož povodí či charakter toku. Cílem těchto přesunů je obvykle vidina produkce větších ryb, v řadě případů ale také potřeba nového zarybnění úseků po například otravách či v nově vzniklých sekundárních rybích pásmech.

Způsob rybářského managementu je obecně dominantním faktorem ovlivňujícím ichtyofaunu a jedním z dalších možných významných vlivů je pak jistě i druhová skladba rybích společenstev zahrnující introdukce nepůvodních druhů (pstruh duhový, siven americký) související kromě jiného s rozdílnou finanční náročností produkce násad. Významným negativním faktorem je také střet zájmů v rámci ochrannářských opatření vlivem neodůvodněných preferencí některých druhů (konkrétně rybožravých ptáků a savců; Křiváček, 1994.; Spurný, 2007), způsobující masivní predaci periodickou či permanentní decimaci lokálních populací druhů jiných.

Nelze však opomenout konstatovat, že na v dřívějších desetiletích vysoké stavy lososovitých ryb měl obrovský vliv vznik sekundárních rybích pásem pod vodními nádržemi (Halačka a kol. 2008). Ty byly následně osídleny často nepůvodními populacemi lososovitých ryb tvořících výraznou část úlovku sportovních rybářů, jejichž dynamika je však do značné míry závislá na výše uvedených zásazích a není doposud zcela vyjasněna.

Nalezený nízký podíl sekrečních buněk v pokožce lipana podhorního je možným vysvětlením vysoké citlivosti a následným ztrátám způsobených zaplísněním v povýtěrovém období (Lusk a Skácel, 1978) – nabízí se zde uplatnění jisté míry selekce na daný znak v rámci umělé reprodukce.

Závěry

Preferovat v rámci umělé reprodukce ryby se shodného povodí (úmoří) a to zejména na relativně izolovaných úsecích se specifickými hydrologickými podmínkami, umožnit tak v budoucnu novou přirozenou tvorbu lokálních populací.

Zvážit změny rybářského managementu zaměřujícího se v současnosti jednostranně na pasivní možnosti ochrany, tj. na zvyšování lovné míry, resp. počtu kusů úlovku, ale nesměřující ke snaze odhalovat a eliminovat jednotlivé negativní vlivy.

Poděkování

Práce byla realizována v rámci řešení projektu Grantové agentury AV ČR 1QS500450513 „Populační a genetická struktura pstruha obecného a lipana podhorního jako základ úspěšného rybářského obhospodařování lososových vod“.

Literatura

- BERNATCHEZ, L., GUYOMARD, R., BONHOMME, F. (1992): DNA sequence variation of the mitochondrial control region among morphologically and geographically remote European brown trout *Salmo trutta* populations. *Molecular Ecology* 1: 161-173.
- HALAČKA, K., LUSK, S., VETEŠNÍK, L. (2008): Sekundární rybí a výskyt lipana podhorního (*Thymallus thymallus*) v České republice. In: PITHART, D., BENEDOVÁ, Z., KŘOVÁKOVÁ, K. (Eds) *Ekosystémové služby říční nivy*. Třeboň, 52-56. ISBN 978-80-254-1834-5.
- KŘIVATEC, K. (1994): Otazníky kolem vydry. *Rybářství*, 5: 106
- LUSK, S., SKÁCEL, L. (1978): *Lipeň. Příroda*, Bratislava, 180 str.
- SONG, C. B., NEAR, T. J., PAGE, L. M. (1998): Phylogenetic relations among Percid fishes as inferred from mitochondrial cytochrom *b* DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 10, 343-353.
- SPURNÝ, P. (1997): Kormorán velký, hrozba evropského rybářství. *Rybářství*, 8: 310-311
- UIBLEIN, F., JAGSCH, A., HONSIG-ERLENBURG, W., WEISS, S. (2001): Status, habitat use, and vulnerability of the European grayling in Austrian waters. *Journal of Fish Biology* 59 (Supplement A), 223-247.

Adresy autorů

Ing. Karel Halačka, CSc., Mgr. Ivo Papoušek, Ing. Lukáš Vetešník, Ph.D., Mgr. Jan Mendel, Ph.D., Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno, E-mail: halacka@ivb.cz

Ing. Jan Kohout, RNDr. Vlastimil Šlechta, CSc., Ústav živočišné fyziologie a genetiky, AV ČR, v.v.i., Rumburská 89, 277 21 Liběchov

DRUHOVÉ BOHATSTVÍ EVROPSKÉ ICHTYOFAUNY

The species richness of European ichthyofauna

L. HANEL, J. PLÍŠTIL

Summary: The species richness of free-living European saltwater, brackish and freshwater ichthyofauna is summarized in this paper. Territory under examination includes European continent and adjacent marine areas (see Figure 1). Over 100 literary and web-based sources containing faunistic ichthyological data were analysed within area under study. Analyzed results are summarized in the Table 1, where the list of registered orders is presented (A – number of families, B – number of genera, C – number of all species, D - number of native species, E – number of introduced species, F – number of extinct species). Our analysis shows 48 orders, 243 families, 795 genera and 1886 species of fish-like vertebrates, namely 2 species of hagfishes (Myxini), 12 species of lampreys (Petromyzontida), 154 species of cartilaginous fishes (Chondrichthyes - chimaeras, sharks and rays) and 1718 species of ray-finned fishes (Actinopterygii). Freshwater species form about 28% from the total sum. The total number of European fish-like vertebrates forms about 6% of all known species across the world. In total 70 freshwater species can be classified as endemic within European continent. Successful introductions of non-native species include 45 foreign species. In all 13 freshwater European fishes can be considered as extinct. Biodiversity of the European ichthyofauna is influenced by major impacts upon freshwater and marine ecosystems (namely construction of dams in rivers, water abstraction, over-exploitation, water pollution, eutrophication processes, introductions of non-native species, spread of invasive species, climate change). In this regard we can presuppose specific changes of species diversity of the European ichthyofauna in the future (human impacts are fundamental).

Úvod

Příspěvek přináší aktuální informace o druhové bohatosti rybovitých obratlovců (sliznatek, mihulí, paryb a paprskoploutvých ryb) na evropském kontinentu a v přilehlých mořích. Jedná se o první takto ucelený výčet, neboť dosavadní soupisy se týkaly jen evropského kontinentu a případně jednotlivých moří.

Materiál a metodika

Tento příspěvek se zabývá rybovitými obratlovci, tzn. sliznatkami (Myxini), mihulemi (Petromyzontida), parybami (Chondrichthyes) a paprskoploutvými rybami (Actinopterygii). Sledované území odpovídá hranicím Evropy, které akceptoval HOLČÍK (1989), hranice evropské části Atlantského oceánu byly převzaty z publikace GEORGE & ZIDOWITZ (2006). Do tohoto příspěvku je zahrnuta ichthyofauna evidovaná ve vnitřních mořích Atlantského oceánu (Středozemní moře, Černé moře, Azovské moře), dále pak okrajová moře Atlantského oceánu (Baltské moře, Irské moře, Keltské moře, Norské moře, Bílé moře) a také i ichthyofauna okrajových moří Severního ledového oceánu (Severní moře, Barentsovo moře a Grónské moře). Do sledované oblasti je zahrnuto i bezodtoké

Kaspické moře. Hranice analyzovaného území jsou patrné z přiložené mapky č. 1. Data o výskytu jednotlivých druhů byla získána analýzou více než 100 publikovaných i internetových pramenů s faunistickými údaji o ichtyofauně sledované oblasti za posledních 20 let (s ohledem na omezený rozsah tohoto příspěvku je v seznamu literatury uveden jen výběr nejdůležitějších pramenů). Náhled na vyšší taxony je převzat z NELSONA (2006), validita druhů byla přebírána z ESCHMEYERA (2008) a FROESEHO & PAULYHO (2008). Soupis sladkovodních mihulí a ryb evropského kontinentu je převzat beze změn z monografie KOTTELATA & FREYHOFA (2007) s doplněním druhů pro území Gruzie, Arménie a Ázerbajdžánu. Zahrnuty byly i zcela nové publikace s popisy druhů, publikované do roku 2007, dosud nezařazené ve zmíněných webových souborech a monografiích.

Výsledky a diskuse

Souhrnné počty registrovaných taxonů jsou uvedeny v tabulce č.1. Celkem bylo ve sledovaném regionu evidováno 48 řádů, 243 čeledí, 795 rodů a 1886 druhů rybových obratlovců. Z hlediska jednotlivých tříd obratlovců zde byly potvrzeny 2 druhy sliznatek (Myxini), 12 druhů mihulí (Petromyzontida), 154 druhů paryb (Chondrichthyes) a 1718 paprskoploutvých ryb (Actinopterygii). Z celkového druhového spektra světové ichtyofauny se v evropské oblasti objevuje jen zlomek, a to přibližně 6% druhů. Nejvíce zastoupeným řádem s ohledem na počet čeledí je zde Perciformes (68 čeledí), dále pak Anguilliformes (12), Aulopiformes (10) a Scorpaeniformes (10). Druhově nejpočetnější řád je Perciformes (479 druhů), nejpočetnější čeledí jsou kaprovití (Cyprinidae) s 247 druhy.

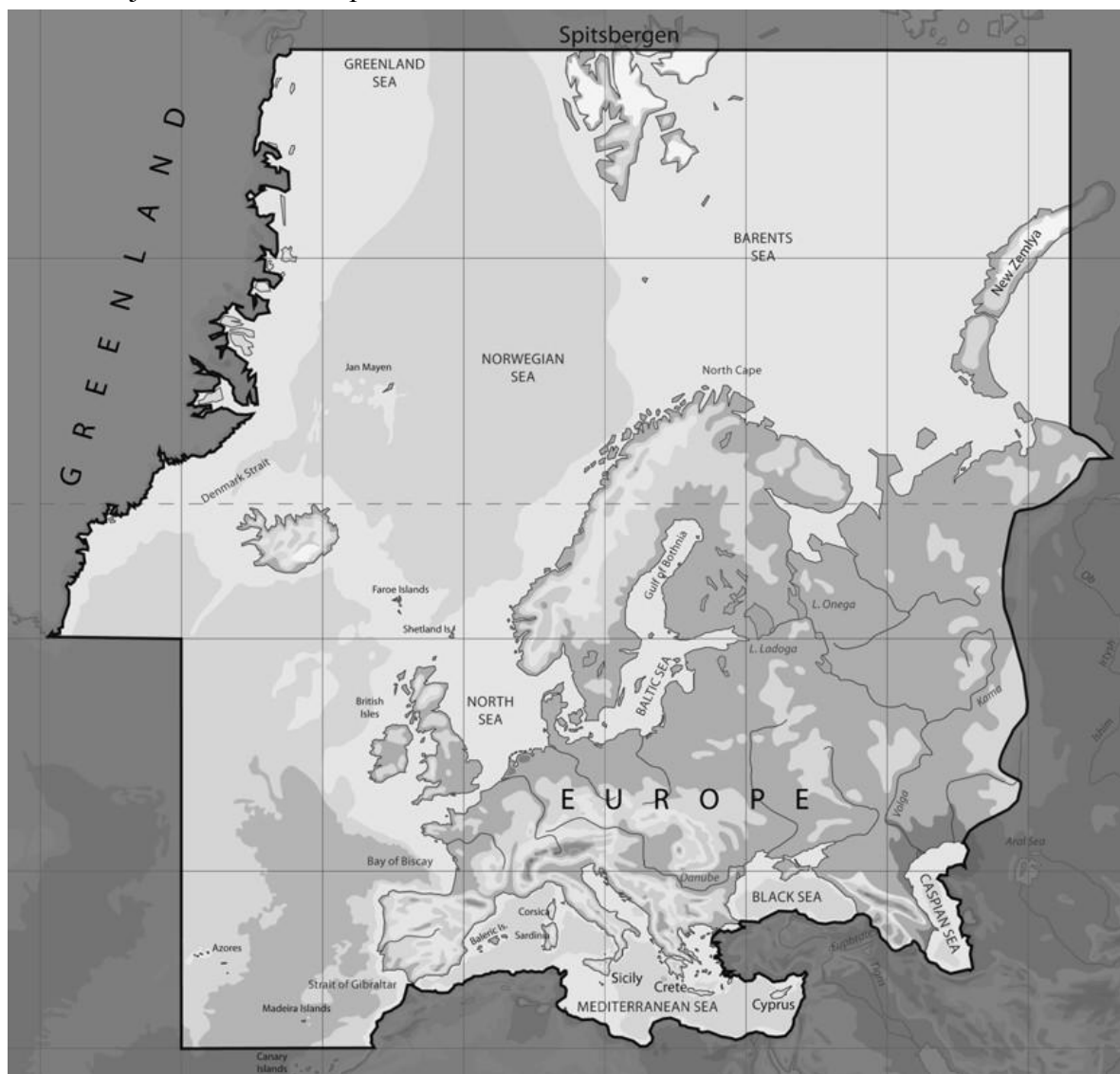
Podle KOTTELATA & FREYHOFA (2007) žije v současné době na evropském kontinentu 525 sladkovodních druhů mihulí a ryb, z nichž je celkem 38% zařazeno do příslušných kategorií ohroženosti v souladu s klasifikací Světového svazu ochrany přírody (IUCN): 2% vymizelé či vyhubené (Extint), 12% kriticky ohrožené (Critically Endangered), 10% ohrožené (Endangered), 16% zranitelné (Vulnerable), 4% blízko ohrožení (Near Threatened), 49% málo dotčené (Least Concern) a 7% není zatím vzhledem k nedostatku údajů přesně zařazeno (Data Deficient). K hlavním příčinám zdejšího ohrožení populací rybích druhů patří příčné stavby na tocích (migrační bariéry), znečišťování a eutrofizace vod, rozsáhlé změny krajiny a úpravy toků s negativním vlivem na říční koryta a průtoky vody, nadměrná těžba ryb, výskyt introdukovaných a invazivních rybích druhů a destrukce vnitrodruhové genetické diverzity .

V evropských sladkých vodách je známo 70 endemických druhů ryb a mihulí a také 13 druhů, které jsou považovány v současné době již za vymizelé (*Romanogobio antipai*, *Alburnus danubicus*, *Chondrostoma scodrense*, *Coregonus bezola*, *Coregonus fera*, *Coregonus hiemalis*, *Coregonus restrictus*, *Coregonus gutturosus*, *Coregonus oxyrinchus*, *Salmo schieffermuelleri*, *Salvelinus neocomensis*, *Salvelinus profundus*, *Gasterosteus crenobiontus*). V oblasti Evropy je evidováno 45 nepůvodních druhů, které se v různé míře udržely alespoň v některých lokalitách; je známo nebo se předpokládá, že zde vytvořily populace a rozmnožují se. Jedná se o následující čeledi (v závorce počet druhů):

Acipenseridae (1), Cyprinidae (9), Catostomidae (4), Cobitidae (1), Ictaluridae (4), Salmonidae (4), Umbridae (1), Mugilidae (1), Atherinopsidae (1), Adrianichthyidae (1), Fundulidae (1), Poeciliidae (5), Gasterosteidae (1), Centrarchidae (3), Cichlidae (5), Pomacentridae (2), Odontobutidae (1). Nové druhy se do volných vod evropské oblasti dostaly především úmyslnými i neúmyslnými introdukcemi, případně úniky z umělých chovů (akvakultur), výjimečně jde o druhy, které lze považovat za invazivní.

V souvislosti se zvyšováním počtu mořských druhů u evropských břehů se objevují tzv. „lessepsiánští“ živočichové (Lessepsian animals), což jsou ti, kteří pronikli Suezským průplavem z Rudého moře do moře Středozemního. V poslední době bylo zaregistrováno 67 takto proniknuvších rybích druhů. Další nové druhy lze u Evropy očekávat díky šíření podél západního pobřeží Afriky až k Azorům, Madeiře a k marockému pobřeží. Jejich šíření může ovlivňovat také Golfský proud či klimatické změny.

Obr. 1. Zájmová oblast evropského kontinentu a okolních moří.



Tab. 1 Přehled řádů ichtyofauny potvrzených ve sledované oblasti Evropy a v okolních mořích (A – počet čeledí, B – počet rodů, C – počet druhů, D – počet původních druhů, E – počet nepůvodních druhů, F – počet vymizelých druhů).

Řád	A	B	C	D	E	F
Myxiniformes	1	1	2	2	0	0
Petromyzontiformes	1	4	12	12	0	0
Chimaeriformes	2	4	8	8	0	0
Orectolobiformes	2	2	2	2	0	0
Lamniformes	6	9	12	12	0	0
Carcharhiniformes	7	14	39	39	0	0
Hexanchiformes	2	3	4	4	0	0
Echinorhiniformes	1	1	1	1	0	0
Squaliformes	6	13	27	27	0	0
Squatiformes	1	1	3	3	0	0
Torpediniformes	1	1	3	3	0	0
Pristiformes	1	1	2	2	0	0
Rajiformes	2	12	41	41	0	0
Myliobatiformes	3	9	12	12	0	0
Acipenseriformes	1	2	10	9	1	0
Elopiformes	1	1	1	1	0	0
Albuliformes	2	5	9	9	0	0
Anguilliformes	12	38	48	48	0	0
Saccopharyngiformes	3	3	7	7	0	0
Clupeiformes	2	10	31	31	0	0
Cypriniformes	4	55	298	284	14	3
Siluriformes	4	5	8	4	4	0
Argentiniformes	5	33	56	56	0	0
Osmeriformes	1	3	4	4	0	0
Salmoniformes	3	7	119	115	4	9
Esociformes	2	2	3	2	1	0
Stomiiformes	5	37	99	99	0	0
Ateleopodiformes	1	2	2	2	0	0
Aulopiformes	10	22	35	35	0	0
Myctophiformes	2	22	61	61	0	0
Lampriformes	5	6	7	7	0	0
Polymyxiiiformes	1	1	1	1	0	0
Gadiformes	8	51	89	89	0	0
Ophidiiformes	5	25	33	33	0	0
Batrachoidiformes	1	1	1	1	0	0
Lophiiformes	8	11	25	25	0	0
Mugiliformes	1	4	10	9	1	0
Atheriniformes	2	3	5	4	1	0
Beloniformes	5	11	19	18	1	0
Cyprinodontiformes	4	6	12	6	6	0
Stephanoberyciformes	6	14	15	15	0	0
Beryciformes	5	9	13	13	0	0
Zeiformes	4	5	5	5	0	0
Gasterosteiformes	4	12	32	31	1	1
Scorpaeniformes	10	40	109	109	0	0
Perciformes	68	227	479	468	11	0
Pleuronectiformes	6	28	46	46	0	0
Tetraodontiformes	6	19	26	26	0	0

Závěr

Podle současných poznatků bylo zaznamenáno v evropském regionu (evropský kontinent a přilehlá moře) celkem 1886 druhů sladkovodních a mořských rybovitých obratlovců (sliznatky, mihule, paryby, paprskoploutvé ryby), což je přibližně 6% z celosvětového počtu. Lze očekávat, že se v budoucnu budou u řady druhů měnit areály rozšíření, ale i diverzita ichtyofauny celé oblasti, k čemuž přispívá řada faktorů. Lidské vlivy na ichtyofaunu a její prostředí lze chápat jako klíčové a je zřejmé, že mohou ovlivnit jak vymizení některých druhů, tak naopak výskyt druhů pro tento region nových. Podrobnější analýzu evropské ichtyofauny vystavili autoři na webových stránkách <http://aquatab.net/europe>.

Výběr z použité literatury

- ANONYMUS (2000): *Mediterranean fishes 2000. A modern taxonomic list*. Calypso Publications. London. 297 s.
- ANONYMUS (2007): *List of Lessepsian migrants*. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Lessepsian_migrants.
- BOGUTSKAJA, N.G., NASEKA, A.N. (2006): *List of Agnathans and Fishes of the Caspian Sea and Rivers of its Basin. Caspian Biodiversity Project under umbrella of Caspian Sea Environment Program*. http://www.zin.ru/projects/caspdiv/caspian_fishes.html.
- COL.AUT. (2001): *CIESM Atlas of exotic fishes in the Mediterranean*. <http://www.ciesm.org/atlas/appendix1.html>.
- COSTELLO, M.J., EMBLOW, C.S., WHITE, R. (EDS.) (2001): *European Register of Marine Species. A check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification*. Patrimoines naturels, 50: 463 s.
- ELVIRA, B. (2001): *Identification of non-native freshwater fishes established in Europe and assessment of their potential threats to the biological diversity*. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Standing Committee, 21st meeting Strasbourg, 26-30 November 2001. http://www.coe.int/t/e/cultural_co%2Doperation/environment/nature_and_biological_diversity/nature_protection/sc21_06e.pdf?L=E.
- ESCHMEYER, W. N. (2008): *Catalog of Fishes. Electronic version*. <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html> (z 23.4.2008)
- FISCHER, W., SCHNEIDER, M., BAUCHOT, M.-L. (1987): *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1). Mediterranee et mer Noire. Zone de pêche 37, Révision 1, Vertebres*. FAO Rome, Vol. 2: 761-1530.
- FROESE, R., PAULY D. (EDS.) (2008): *FishBase. World Wide Web electronic publication*. <http://www.fishbase.org>, version 07/2008.
- GARCÍA-BERTHOU, E., ALCATRAZ, C., POU-ROVIRA, Q., ZAMORA, L., COENDERS, G., FEO, C. (2005): *Introduction pathways and establishment rates of invasive aquatic species in Europe*. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 62: 453-463. ISSN 1205-7533.
- GEORGE, M.R., ZIDOWITZ, H. 2006: *Checkliste der europäischen Knorpelfischarten mit wissenschaftlichen und deutschen Namen*. Zeitschrift für Fischkunde, 8, 1/2: 71-81. ISSN 0939- 6330.
- HANSSON, H.G. (Comp.) (1998): *NEAT (North East Atlantic Taxa): South Scandinavian Marine Chordata Check-List*. Internet pdf., Aug.1998. <http://www.tmbi.gu.se>.
- HOLČÍK, J. (1989): *The Freshwater Fishes of Europe. General Introduction to Fishes Acipenseriformes*. Aula-verlag, Wiesbaden, 472 s. ISBN 3-89104-431-3.

KOTTELAT, M., FREYHOF, J. (2007): *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 s. ISBN 978-2-8399-0298-4.

NELSON, J.S. (2006): *Fishes of the world*. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 602 s. ISBN-13: 978-0-471-2501-9, ISBN-10: 0-471-25031-7.

ROSE, G.A. (2005): *On distributional responses of North Atlantic fish to climate change*. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil 2005, 62(7): 1360-1374.

REYJOL, Y., HUGUENY, B., PONT, D., BIANCO, P.G., BEIER, U. , CAIOLA, N., CASALS, F., COWX, I., ECONOMOU, A., FERREIRA, T., HAIDVOGL, G., NOBLE, R., DE SOSTOA, A., VIGNERON, T., VIRBICKAS, T. (2006): *Patterns in species richness and endemism of European freshwater fish*. Global Ecology and Biogeography, 2006, 1-11.

SMITH, K.G., DARWALL, W.R.T. (2006): *The status and distribution of freshwater fish endemic to the Mediterranean basin*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 45 s.

Adresy autorů:

Prof. RNDr. Lubomír Hanel, CSc., Kladruby 33, 257 62, e-mail: lubomihanel@seznam.cz

Jiří Plíšťil, Trávník 1236, Rychnov nad Kněžnou, 516 01, e-mail: info@aquatab.net

OBSAH MICROCYSTINU VE VYBRANÝCH TKÁNÍCH U RŮZNÝCH DRUHŮ RYB

The content of microcystin in the chosen tissues at different fish species

J. HLÁVKOVÁ, O. ADAMOVSKÝ, M. ORAVEC, L. BLÁHA, J. MAREŠ, R. KOPP, M. PALÍKOVÁ

Summary: In terms of this project the content of microcystin in different tissues of fishes was tracked. Microcystins belong to the most commonly assessed cyanotoxins (cyclic heptapeptids), produced by cyanobacterial water blooms. Microcystin- LR and –RR occur most frequently in our country.

The aim of this study was to assess quantity of microcystins in muscle and hepatopancreas of different fish species (*Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus*, *Sander lucioperca* and *Esox lucius*) that belong to commercially best selling fish in our country. Experimental fish species were selected in the way to include phytophagous so benthophagous and predaceous species. The fishes before the start of experiment were not exposed to cyanotoxins. At the beginning of experiment *Oreochromis niloticus* and *Cyprinus carpio* were transferred to the environment with cyanobacterial water blooms, where were kept for a period of 4 weeks, next 4 weeks were displaced to the environment without cyanobacterial water blooms. During the vegetative season samples of muscle and hepatopancreas as well as water and cyanobacterial biomass samples were taken. Furthermore *Sander lucioperca* and *Esox lucius* were used for the experiment. Predaceous fishes were expose to long-term exposure in the Novoveský pond. Their tissues samples were taken once per the season during the autumn harvest but water and biomass samples were taken regularly along the season. Obtained samples were analysed to determine the presence of cyanotoxins.

Ours study confirmed, that the fish are capable cumulate microcystins (cyclic heptapeptides of cyanobacteria) but also they are capable to wash them out from bodies. Analysis of experimental fish species confirmed the presence of microcystin in liver/hepatopancreas (as far as hundreds of nanograms per gram of tissue) but also in muscle. Levels of microcystins in muscle were found only in low quantity (nanograms per gram of tissue) and only in couple of samples. It seems as though that accumulation of microcystins in eatable parts of fishes represent only small health risk to man.

Úvod

V důsledku zvyšování eutrofizace vod přibývá masových rozvoju vodních květů sinic v celosvětovém měřítku. Sinice jako nejstarší organismy s fotosyntézou rostlinného typu uvolňují do svého okolí biologicky aktivní látky – cyanotoxiny (především microcystin), které mohou ovlivnit růst a vývoj ostatních vodních organismů, tak i jejich fyzikálně - chemické vlastnosti a samozřejmě i fyzikálně – chemické vlastnosti vody (Maršálek et al., 1996). Řada prací z humánní a veterinární medicíny popisuje zdravotní poškození nebo otravy, které jsou dávány do souvislosti se sinicemi a jejich toxickými produkty (Carmichael, 1992). Sinice vodního květu jsou dominantní složkou fytoplanktonu, tím tvoří i součást potravy mnoha druhů organismů. Jejich chemické složení je značně závislé na podmínkách prostředí a výrazně se liší i mezi jednotlivými

druhy, proto také i různě ovlivňují okolní organismy. Hlavní cestou vstupu biologicky aktivních látek sinic do organismu je gastrointestinální trakt (Tencalla et al., 1994). Touto cestou pokračují až do svaloviny, kterou mohou z hlediska chemického složení ovlivnit a zároveň se v organismu kumulovat. Záleží ovšem na míře stravitelnosti sinicové populace.

Kumulace microcystinu v organismech vodního prostředí byla popsána hned několika autory (Amorim and Vasconcelos, 1999; Magalhaes et al., 2003; Thostrup and Christoffersen, 1999; Williams et al., 1997). Existuje více laboratorních než terénních studií umožňujících odhad reálného zdravotního rizika pro lidi při konzumaci vodních živočichů, kteří přijímali a kumulovali microcystiny (Magalhaes et al., 2001).

Toxiny sinic nejsou lidmi přijímány v takovém množství, které odpovídá letální dávce. V lidské populaci se lze častěji setkat s účinky dlouhotrvající expozice. Na ochranu zdraví a snížení zdravotního rizika doporučuje Světová zdravotnická organizace (WHO) jako maximální bezpečnou koncentraci MC-LR v pitné vodě $1 \mu\text{g.l}^{-1}$ (WHO, 1998). Tento limit byl odvozen z experimentálně prokázaného maximálního tolerovaného denního příjmu (TDI) MC-LR a to $0,04 \mu\text{g}$ na kilogram tělesné hmotnosti a den (Chorus and Bartram, 1999).

Přijmeme-li tento fakt, je velmi důležité monitorovat obsah těchto látek v rybách a jiných vodních živočiších právě v době rozvoje toxických druhů sinic. Toto tvrzení podporuje i sílící trend masového rozvoje květu toxických sinic (Maršálek et al., 1996).

Materiál a metodika

Cílem projektu bylo zjistit množství microcystinů ve svalovině a v hepatopankreatu u různých druhů ryb (kapr obecný, tilapie nilská, candát obecný a štika obecná), které patří u nás mezi komerčně nejprodávanější. Pokusné druhy ryb jsme volili tak, aby se jednalo o zástupce jak planktonofágních, tak benktovorních i dravých druhů.

Ryby před vstupem do experimentu nebyly vystaveny toxickým sinicím. Tilapie nilská a kapr obecný byly na začátku experimentu přemístěny do prostředí s vodním květem sinic (na sádce Rybnikářství Pohořelice, a.s.), kde byly chovány po dobu 4 týdnů. Zároveň ve vedlejší sádce byla umístěna druhá část ryb téhož druhu, sloužící jako kontrola. V průběhu vegetační sezóny a v závislosti na rozvoji přírodních populací vodních květů sinic byly odebrány vzorky jejich svaloviny a hepatopankreatu. První vstupní odběr vzorků byl proveden u těchto dvou druhů ryb dříve, než byly přemístěny do prostředí s vodním květem sinic. Po 4 týdnech byly ryby ze sádek přemístěny do kruhových nádrží na MZLU v Brně bez výskytu vodního květu sinic. Zde byly chovány rovněž po dobu 4 týdnů za účelem vyplavení toxinů z těla ryb. Kapr obecný byl použit jako pokusná ryba, která běžně sinice v potravě nepřijímá a rovněž nemá schopnost sinice účinně trávit. Tilapie nilská byla druhou pokusnou rybou, v jejímž potravním spektru tvoří sinice významný podíl a z určité části je schopna sinice trávit.

Dále byly použity k pokusu candát obecný a štika obecná, jako zástupci ryb dravých, živičích se například již uvedenými druhy ryb. Tyto druhy ryb byly dlouhodobě exponované v Novoveském rybníku, ovšem jejich vzorky byly odebrány pouze 1x za sezónu při podzimních výloveh rybníka.

Odebrané vzorky byly analyzovány na přítomnost toxinů sinic. Koncentrace MCs (celkový microcystin) v rybích tkáních byly měřené každé dva týdny výkonnou kapalinovou chromatografií s hmotnostním spektrometrem (HPLC/MS) (Chorus and Bartram, 1999).

Zmražené vzorky (0,5 g čerstvá váha) byly homogenizované s methylalkoholem (3 ml), poté byly podrobeny vibracím v ultrazvukové koupeli po dobu 30 min. Dále byly odstředěny při 4.000 otáčkách po dobu 10 minut. Vzniklý extrakt byl odebrán do jiné zkumavky a do zbylého vzorku byl přidán opět methylalkohol. Veškeré procedury byly opakované celkem 3x. Získaný extrakt (dohromady 9 ml) byl přečištěn pomocí hexanu, který slouží k odstranění balastních lipidických sloučenin. Nakonec byl extrakt dán do sušárny a vysušen při teplotě 55°C. Vysušený extrakt byl rozpuštěn v 300 μ l 50% MeOH a analyzován nejčastěji citovanou metodou HPLC/MS. Pro naše analýzy byl využit Triple-Quad LC/MS Agilent. Odloučení MCs bylo dosaženo na Supelco ABZ+ sloupci skokovou elucí mobilní fází voda-methanol, okyselenou octanem amonným. Identifikace byla provedena v MRM modu pomocí charakteristických transitních iontů pro microcystin.

V průběhu experimentu byla také sledována voda a biomasa sinic vodního květu a jejich toxicita. Biomasa sinic a řas byla ještě analyzována každý týden pomocí koncentrace chlorofylu-a (ISO 10260, 1992) a počtu buněk spočítaných pomocí Bürkerovy komůrky.

Základní statistické hodnoty sledovaných parametrů u ryb byly zpracované v programu Excel 2003. Statické významnosti rozdílů mezi experimentálními skupinami byly ohodnocené analýzou rozptylu (ANOVA) sledované Tukey post-testem. Hodnoty s průkazností ($p \leq 0.05$) nebyly považované za statisticky významné.

Výsledky a diskuze

V experimentálních sádkách (s dominancí kokálních sinic *Microcystis aeruginosa* a *M. ichthyoblabe*), se koncentrace buněčného chlorofylu pohybovala od 65 do 206 μ g.l⁻¹ (169 – 971 $\cdot 10^3$ buněk v 1 ml). V kontrolních sádkách (s dominancí chlorokokálních řas) se koncentrace buněčného chlorofylu pohybovala od 5 do 203 μ g.l⁻¹ (1.5 -107 $\cdot 10^3$ buněk v 1 ml). V Novoveském rybníku (s dominancí vláknitých druhů sinic *Pseudanabaena limnetica* a *Planktothrix agardhii*) se koncentrace buněčného chlorofylu pohybovala od 179 do 2309 μ g.l⁻¹ (3,0 - 21,7 $\cdot 10^6$ buněk v 1 ml).

Koncentrace microcystinů v tkáních ryb, které byly vystaveny vodnímu květu sinic v sádkách, se zvýšila s dobou expozice. Nejvyšší koncentrace (určené pomocí HPLC/MS) byly stanoveny v hepatopankreatu tilapie (až 350 ng.g⁻¹ tkáně). U kapra maximální hodnota koncentrace microcystinů v hepatopankreatu dosahovala 316 ng.g⁻¹ tkáně a to pouze ve 2 týdnu expozice. V ostatních týdnech byly hodnoty pod limitem detekce. Koncentrace ve svalovině byla u obou druhů pod limitem detekce (méně než 2 ng.g⁻¹ tkáně), pouze ve třech vzorcích u tilapie ve 2 týdnu expozice byla nalezená ve svalovině vyšší koncentrace microcystinů (15 ng.g⁻¹ tkáně). Tyto koncentrace byly mnohem nižší než koncentrace nalezené v *Tilapia rendalli* po experimentálním krmení toxickým *Microcystis aeruginosa* (Soares et al., 2004). Koncentrace nalezené v kontrolních rybách ve 2, 4, 6 a 8 týdnu byly vždy nižší ($p \leq 0.05$) než koncentrace v exponovaných rybách v příslušných týdnech.

Prezentace výsledků koncentrace microcystinů v hepatopankreatu u tilapií nilských se statistickou analýzou je znázorněno v grafu č. 1. V grafu č. 2. je znázorněna koncentrace microcystinů v hepatopankreatu kapra. Celkové množství microcystinů ve vodě v sádkách i v rybníku je uvedeno v tab. 1.

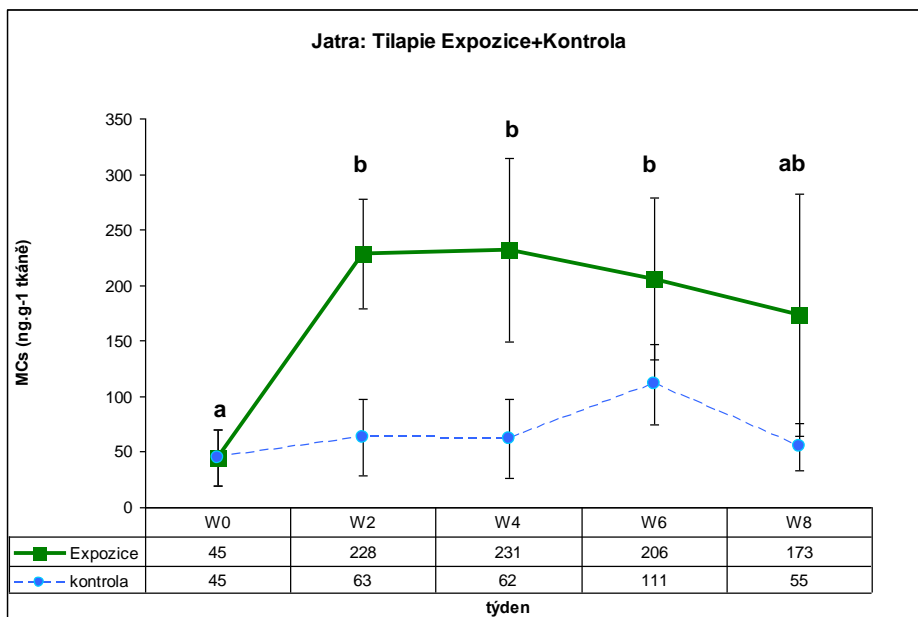
Tab. č. 1. Koncentrace microcystinů ve vodě ($\mu\text{g.l}^{-1}$) a v biomase ($\mu\text{g.g}^{-1}$) v sádkách Rybníkářství Pohořelice, a.s. a v Novoveském rybníku.

sádky Pohořelice, a.s.			Novoveský rybník		
Týden		koncentrace MCs	Datum		koncentrace MCs
W0	Biomasa	1211,1	10.7.2007	Biomasa	180,9
	Voda	17,4		Voda	5,3
W2	Biomasa	1200,4	24.7.2007	Biomasa	104,7
	Voda	25,4		Voda	4,8
W4	Biomasa	1187,3	7.8.2007	Biomasa	38,8
	Voda	20,5		Voda	2,3
			21.8.2007	Biomasa	26,8
				Voda	1,7
			6.9.2007	Biomasa	20,2
				Voda	2,3
			18.9.2007	Biomasa	88,8
				Voda	2,4
			2.10.2007	Biomasa	41,3
				Voda	9,5
			16.10.2007	Biomasa	38,3
				Voda	4,3
			14.11.2007	Biomasa	-
				Voda	0,3

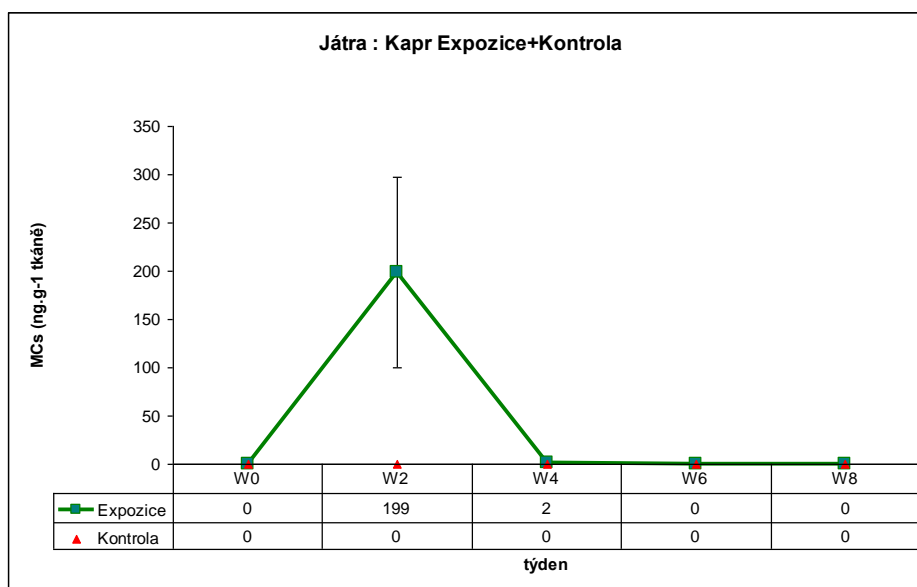
Velmi významné je také snížení MCs po přemístění ryb do dechlorované pitné vody. Podobné výsledky byly popsány u kapra obecného a tolstolobika bílého (Adamovský et al., 2007). Snížení MCs v játrech bylo nalezeno i u nedospělých karasů stříbřitých po 48-96 h, kdy byl podán rybám MC-LR intraperitoneální injekcí (Malbrouck et al., 2003).

Koncentrace microcystinů ve tkáních u karnivorních ryb (candát obecný, štika obecná) byla ve všech odebraných vzorcích pod limitem detekce (2 ng.g^{-1} tkáně). Ovšem Xie L., et al. (2005) dokonce zaznamenal vyšší hodnoty microcystinů ve tkáních karnivorních a omnivorních ryb než u býložravých ryb. Koncentrace toxinů ale závisí na množství přijaté potravy, které bývá podstatně nižší u karnivorních než u býložravých ryb (Gkelis et al., 2006). Vliv na kumulaci toxinů mohou mít také rozdíly mezi gastrointestinálním traktem karnivorních ryb ve srovnání s planktonofágními a býložravými rybami (Fischer et al., 2000), jako je např. délka střeva, absorpční kapacita střeva nebo rozdílné pH v trávicím traktu těchto ryb (Carbis et al., 1997).

Graf č. 1. Koncentrace microcystinů (ng.g^{-1} tkáně) v hepatopankreatu tilapií se statistickou analýzou. Popisy (a,b) signalizují výsledky ANOVA+Tukey testu - skupiny označené stejným popisem nejsou statisticky významné, W0 - W8 vyjadřují počet týdnů (4 týdny expozice, 4 týdny vyplavování).



Graf č. 2. Koncentrace microcystinů (ng.g^{-1}) v hepatopankreatu u kapra obecného, W0 - W8 vyjadřují počet týdnů (4 týdny expozice, 4 týdny vyplavování).



Závěr

Závěrem lze konstatovat, že ryby z Novoveského rybníka, které byly dlouhodobě v nízkých koncentracích MCs, se mohly lépe adaptovat a rychleji MCs odbourávat, v jejich tkáních proto byly hladiny MCs pod limitem detekce. Ryby v pohořelických sádkách byly krátkodobě ve vysokých koncentracích MCs, jejich organismus se ještě nestačil adaptovat a proto u nich byly ve tkáních nalezeny nadlimitní hodnoty MCs.

Poděkování

V závěru tohoto příspěvku bychom chtěli poděkovat za trvalou podporu od Výzkumného centra RECETOX, Botanického ústavu AVČR, VFU a Rybníkářství Pohořelice a.s. Tento výzkum je rovněž podporován grantem NAZV QH71015 "Minimalizace rizik výskytu metabolitů sinic v technologických procesech rybářského sektoru" a grantem IGA AF DP 22/2008 „Vliv cyanotoxinů na kvalitu masa u různých druhů ryb“.

Literatura

- ADAMOVSKEÝ, O., KOPP, R., HILSCHEHOVÁ, K., BABICA, P., PALÍKOVÁ, M., PAŠKOVÁ, V., NAVRÁTIL, S., BLÁHA, L. (2007): Microcystin kinetics (bioaccumulation, elimination) and biochemical responses in common carp and silver carp exposed to toxic cyanobacterial blooms. *Environ Toxicol Chem* 26:2687-2693.
- AMORIM, A., VASCONCELOS, V. (1999): Dynamics of microcystins in the mussel *Mytilus galloprovincialis*, *Toxicon* 37, 1041-1052.
- CARBIS, C. R., SIMONS, J. A., GRANT, P., MITCHELL, G. F., ANDERSON, J. W., McCAULEY, I. (1997): A study of feral carp, *Cyprinus carpio* L, exposed to *Microcystis aeruginosa* at Lake Mokoan, Australia, and possible implications for fish health. *Journal of Fish Diseases* 20(2): 81-91.
- CARMICHAEL, W.W. (1992): Cyanobacteria secondary metabolites - the cyanotoxins, *Journal of Applied Bacteriology* 72, 445-449.
- FISCHER, W. J., DIETRICH, D. R. (2000): Pathological and biochemical characterization of microcystin-induced hepatopancreas and kidney damage in carp (*Cyprinus carpio*). *Toxicology and Applied Pharmacology* 164(1): 73-81.
- GKELIS, S., LANARAS, T., SIVONEN, K. (2006): The presence of microcystins and other cyanobacterial bioactive peptides in aquatic fauna collected from Greek freshwaters. *Aquatic Toxicology* 78(1): 32-41.
- CHORUS, I., BARTRAN, J. (1999): Toxic Cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management, EaN Spon, London.
- ISO 10260 (1992): Water quality. Measurement of biochemical parameters. Spectrometric determination of the chlorophyll-a concentration. Int. Org. Standard, 1st ed, Geneva, Switzerland, 6 pp.
- MAGALHAES, V. F., MARINHO, M. M., DOMINGOS, P., OLIVEIRA, A. C., COSTA, S. M., AZEVEDO, L. O., AZEVEDO, S. (2003): Microcystins (Cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ), *Toxicon* 42, 289-295.
- MAGALHAES, V. F., SOARES, R. M., AZEVEDO, S. M. F. O. (2001): Microcystin contamination in fish from the Jacarepagua Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil): Ecological implication and human health risk, *Toxicon* 39, 1077-1085.
- MALBROUCK, C., TRAUSCH, G., DEVOS, P., KESTEMONT, P. (2003): Hepatic accumulation and effects of microcystin-LR on juvenile goldfish *Carassius auratus* L. *Comp Biochem Physiol C* 135:39-48.
- MARŠÁLEK, B., KERŠNER, B., MARVAN, P. (1996): Vodní květy sinic, p. 141, *Nadatio Flos-aque*, Brno.
- SOARES, R. M., MAGALHAES, V. F., AZEVEDO, S. M. F. O. (2004): Accumulation and depuration of microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) in *Tilapia rendalli* (Cichlidae) under laboratory conditions. *Aquat Toxicol* 70(1):1-10.

- TENCALLA, F., DIETRICH, D., SCHLATTER, C. (1994): Toxicity of microcystis-aeruginosa peptide toxin to Yearling Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquatic Toxicology* 30, 215-224.
- THOSTRUP, L., CHRISTOFFERSEN, K. (1999): Accumulation of microcystin in *Daphnia magna* feeding on toxic microcystis, *Arch. Hydrobiol.* 145, 447-467.
- WHO (1998): Guidelines for drinking water quality. World health organisation, Geneva.
- WILLIAMS, D. E., CRAING, M., DAWE, S. C., KENT, M. L., ANDERSEN, R. J., HOLMES, C. F. B. (1997): Bioaccumulation and clearance of microcystins from salt water mussels, *Mytilus edulis*, and in vivo evidence for covalently bound microcystins in mussel tissues, *Toxicon* 35, 1617-1625.
- XIE, L., XIE, P., GUO, L., LI, L., MIYABARA, Y., PARK, H. D. (2005): Organ distribution and bioaccumulation of microcystins in freshwater fish at different trophic levels from the eutrophic Lake Chaohu, China. *Environ Toxicol* 20:293-300.

Adresy autorů:

Ing. Jana Hlávková, Doc. Dr. Ing. Jan Mareš, Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 613 00 Brno, Česká republika, Botanický ústav Akademie věd, CCT (RECETOX, MU), Kamenice 3, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: janahlavkova@centrum.cz

Mgr. Ondřej Adamovský, Mgr. Michal Oravec, Doc. Mgr. Luděk Bláha, Ph.D., Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny (Botanický ústav Akademie věd; RECETOX, Masarykova univerzita), Kamenice 3, 625 00 Brno, Česká republika

MVDr. Miroslava Palíková, Ph.D. Ústav veterinární ekologie a ochrany životního prostředí, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Palackého 1/3, 612 42 Brno

VLIV PŘÍDAVKU OLEJŮ DO KRMIVA NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN VE SVALOVINĚ KAPRA (*Cyprinus carpio* L.)

The influence of addition of oils into the feed mixture on spectrum of fatty acids in carp muscle (Cyprinus carpio L.)

L. CHALOUPKOVÁ, J. JIRÁSEK, V. KUKAČKA, M. FIALOVÁ, J. MAREŠ

Summary: The experiment was practised at Department of Fisheries and Hydrobiology at Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno. The experiment was tried at K₁ with average individual weigh 43.25 g. Carps were kept in 12 glass aquarium. The capacity of each aquarium was 60 l and flow rate of water was 1.5 l.min⁻¹. Water temperature reached between 21,2-23,7 °C, oxygen saturation reached between 64-97 % and pH was from 7.41 to 7.87. Test lasted 57 days.

The experiment was practised with four variants of feed mixtures. The first feed mixture was without some oil (control – K), the second feed mixture was the same content but with addition of 6 % of linseed oil (L06), the third and fourth feed mixture was with addition of 6 % or 10 % of fish oil (R06, R10). During the experiment the fish stock was weighed every 10 days and their daily feeding ration was adjusted. The feeding ration was 2.5 % of actual weigh of fish stock.

The addition of 6 % of linseed oil can improve the content of ALA from 0.69 g.kg⁻¹ to 2.98 g.kg⁻¹ and the addition of 6 % and 10 % of fish oil from 0.69 g.kg⁻¹ to 1.57 g.kg⁻¹ (R06) and to 1.38 g.kg⁻¹ (R10). The fish oil also improves the values of EPA and it does not matter on the concentration of the oil. Owing to addition of both oils the ratio of n-3 / n-6 PUFA was better about 22 % (L06), 27 % (R06) and 34 % (R10).

Úvod

Rybí maso je vysoce kvalitní potravina, která obsahuje pro člověka lehce stravitelné živiny. Navíc jsou v rybí svalovině obsaženy mastné kyseliny (FA), hlavně řady n-3 a n-6, u kterých je prokázáno, že působí pozitivně jako prevence kardiovaskulárních onemocnění (MOUREK, 2007). V přírodě je přirozeným zdrojem FA fytoplankton, kterým se ryby živí buď přímo, nebo jako potrava zooplanktonu vstupuje do potravního řetězce (JIRÁSEK, 2005). Kromě přirozené potravy jsou ryby v rybnících přikrmovány, a to – nejčastěji obilovinami. Sacharidy, které obiloviny obsahují jsou ukládány ve formě tuku s převahou kyseliny olejové, což ovlivňuje složení FA v rybí svalovině (JIRÁSEK, 2005).

Z důvodu zvýšení obsahu FA (zejména řady n-3) v mase ryb jsou testovány přísady olejů do krmných směsí. V testech je zkoušen lněný a rybí olej, protože ty mají příznivé spektrum FA a vyšší podíl FA n-3. Obsahují pro ryby esenciální kys. linolovou (LA) a α -linolenovou (ALA). Z těchto olejů dokáže kapr desaturaci a elongaci přeměnit nenasycené mastné kyseliny (PUFA) na vysoce nenasycené (HUFA) (KLADROBA, 2003).

Materiál a metodika

Pokus byl prováděn v experimentálním odchovném recirkulačním zařízení na Oddělení rybářství a hydrobiologie na MZLU v Brně. K pokusu byl použit plůdek K₁, kříženec linií Pohořelický lysec x Ropšinský kapr pocházející z rybníčních podmínek Rybníkářství Pohořelice a.s. Pokus proběhl ve 12 skleněných nádržích o objemu 60 l s průtokem vody 1,5 l.min⁻¹. Do všech nádrží bylo nasazeno po 29 ks kapřího plůdku o průměrné kusové hmotnosti 43,25g. Teplota vody v nádržích se pohybovala mezi 21,2 – 23,7 °C, nasycení vody kyslíkem v rozmezí 64 – 97 %, pH od 7,41 do 7,87. Světelný režim byl nastaven na 14 hodin světla a 10 hodin bez osvětlení. Pokus trval 57 dní. V přípravné fázi byla po dobu 30 dní rybám podávána pšenice. Krmiva byla namíchána dle vlastní receptury v laboratoři oddělení. Složení krmné směsi (KS) je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1: Komponenty krmných směsí (g.kg⁻¹)

	K	L 06	R 06	R 10
Rybí moučka	150	150	150	150
Řepkový extrahovaný šrot	220	220	220	220
Sójová mouka	100	100	100	100
Pivovarské kvasnice	100	100	100	100
Sušená syrovátka	30	30	30	30
Pšeničné otruby	50	50	50	50
Pšeničná mouka	300	300	300	300
Sušený lecithin	30	30	30	30
Aminovitan	20	20	20	20
Lněný olej	0	60	0	0
Rybí olej	0	0	60	100

Tabulka 2: Spektrum FA (v % z celkových FA) použitých krmných směsí, olejů a výsledné hodnoty na konci pokusu (statisticky vyhodnocené oproti kontrole)

Masťná kyselina		Krmná směs				Výstupní hodnoty				Olej	
		K	L 06	R 06	R 10	K	L 06	R 06	R 10	Rybí	Lněný
SFA	C14:0	1,59	0,70	4,60	5,24	1,89**	1,46**	2,66**	2,83**	8,06	0,08
SFA	C16:0	19,24	11,500	19,52	19,51	19,74*	17,09*	19,16	18,98**	20,19	5,07
MUFA	C16:1n7	2,33	1,08	4,84	5,57	4,72	3,60	4,72	5,59*	7,89	0,09
SFA	C18:0	3,65	4,42	3,83	3,83	4,87**	5,20	4,77	4,52**	4,05	5,10
MUFA	C18:1n9c	19,38	22,26	14,39	13,73	26,04	25,52	22,48	23,45	9,70	24,71
MUFA	C18:1n7	2,86	1,90	2,97	3,17	3,72**	3,09**	3,57**	3,76**	3,34	1,08
PUFA	C18:2n6c	37,75	27,37	21,46	17,16	17,10	17,89	16,57	14,78**	1,63	16,99
PUFA	C18:3n6	0,07	0,02	0,14	0,17	0,15	0,20**	0,14**	0,15**	0,25	0,00
PUFA	C18:3n3	3,94	26,47	3,12	2,31	1,71**	8,13	2,01**	1,91**	1,04	46,56
PUFA	C18:4n3	0,49	0,22	2,04	2,45	0,39**	0,40**	0,81**	0,87**	3,91	0,01
MUFA	C20:1	1,27	0,65	1,44	1,48	2,74**	2,36**	2,53**	2,41**	1,64	0,19
PUFA	C20:4n6	0,25	0,12	0,68	0,81	1,90	1,50*	1,50**	1,49**	1,20	0,00
PUFA	C20:4n3	0,13	0,06	0,49	0,59	0,30**	0,40**	0,49**	0,53**	0,92	0,00
PUFA	C20:5n3	2,90	1,30	9,84	11,67	3,63	3,43	5,91**	6,25**	18,18	0,02
PUFA	C22:5n3	0,57	0,25	1,54	1,80	0,94**	0,92	1,33**	1,33**	2,68	0,00
PUFA	C22:6n3	3,38	1,53	8,88	10,28	10,13	8,76	11,35	11,12	15,07	0,01
	Σ(n-3)/(n-6)	0,30	1,08	1,15	1,58	0,89**	1,14**	1,22**	1,34**	12,5	2,73

Test byl prováděn se čtyřmi variantami krmiv. Do základní receptury směsi byly aplikovány olejové přídatky: 6 % lněného oleje (L06), 6 % a 10 % rybího oleje (R06, R10). V desetidenních intervalech bylo prováděno kontrolní vážení ryb pro úpravu krmné dávky, která byla stanovena na 2,5 % aktuální hmotnosti obsádky. Ryby byly krmeny 3x denně – v 8:00, ve 13:00 a v 18:00 hodin.

Při každém převažování byly vždy z každé nádrže odebrány 2 ryby (6 ks z varianty) pro následné analýzy. Stanovení FA bylo prováděno dle FOLSCH et al. (1957), 1 g hřbetní svaloviny byl 15 min. třen v 50 ml roztoku chloroformu a methanolu v poměru 2:1. Stanovení pak bylo provedeno na plynovém chromatografu HP 4890 D na kapilární koloně DB-23.

Pro testování průkaznosti rozdílů byla použita parametrická metoda testování t – testem po předchozí analýze shodnosti rozptylů. Významnost rozdílů byla testována na hladině významnosti $P = 0,05$ a $P = 0,01$. Při porovnání oproti kontrole se statistické rozdíly označovaly pro významnost $P < 0,05$ X* a pro významnost $P < 0,01$ X**.

Výsledky a diskuze

V průběhu testu bylo stanovováno celkem 16 FA. U těchto FA byly statisticky vyhodnocovány změny jejich množství oproti počátku, kontrole a varianty mezi sebou. S ohledem na rozsah příspěvku jsou uvedeny pouze nejvýznamnější FA a statisticky průkazné změny jejich obsahu ve svalovině oproti kontrole.

Tabulka 3: Hodnoty FA (v % z celkových FA) ve svalovině na konci testu

FA	VSTUP	KONEC K	KONEC L06	KONEC R06	KONEC R10
ALA	1,42±0,21**	1,71±0,12**	8,13±1,93	2,01±0,28**	1,91±0,47**
EPA	3,64±0,48**	3,63±0,45	3,43±0,93	5,91±0,47**	6,25±2,08**
DHA	8,39±0,18	10,13±2,24	8,76±2,66	11,35±2,58	11,12±4,27
$\Sigma(n-3)/(n-6)$	0,97±0,08**	0,89±0,12**	1,14±0,21**	1,22±0,24**	1,34±0,15**

Skupina kontrolní – u ALA došlo v průběhu pokusu ke statisticky průkaznému nárůstu ($P \leq 0,01$) o 25 %. U kys. eikosapentaenové (EPA) a kys. dokosahexaenové (DHA) nebylo dosaženo statisticky průkazné změny jejího množství. Tuto skutečnost zřejmě ovlivnil 15 % podíl rybí moučky v krmné směsi (RUNGE et al., 1987).

U varianty L06 bylo množství ALA na konci testu vyšší. Nejvyšší hodnoty bylo dosaženo 57. den testu, téměř 300 % původní hodnoty. To odpovídá výsledkům KLADROBY (2003). RUNGE et al. (1987) dosáhli po 100 dnech aplikace přídatku 12 % lněného oleje zvýšení hodnot ALA o 32,3 %. ZELENKA et al. (2003) uvádějí, že zvýšení obsahu FA u pstruha duhového je úměrné obsahu lněného oleje v dietě. Poměr n-3/n-6 PUFA průkazně rostl ($P \leq 0,01$) mezi jednotlivými odběry. Dvacátý den o 8 % a 57. den již o 15 %. ZELENKA et al. (2003) uvádějí, že při zkrmování KS s 5 % lněného oleje byl poměr n-3/n-6 PUFA v mase pstruha duhového pro spotřebitele příznivější, než u ryb, které lněný olej nedostávaly.

Procentuální zastoupení ALA se zvyšovalo ($P \leq 0,01$) i u varianty R06. významně se měnily i hodnoty jednotlivých odběrů mezi sebou ($P \leq 0,01$). Nejvyšší hodnota byla

prokázána třicátý den testu, kdy došlo k navýšení o 61 % na hodnotu 3,68 % z celkové sumy FA. KLADROBA (2003) uvádí 1,6 % a VÁCHA a TVRZICKÁ (1995) 2,7 %. U EPA procentuální zastoupení narůstalo mezi odběry ($P \leq 0,01$), 57. den byla dosažena hodnota o 62 % vyšší než na počátku testu. VIOLA a AMIDAN (1980) uvádějí zastoupení EPA z celkového množství FA ve svalovině kaprů 6 % při přidávání 5 % rybího oleje do KS, kterou byly ryby krmeny. U DHA nebylo dosaženo statisticky průkazné změny jejího množství. I u této varianty se statisticky průkazně ($P \leq 0,01$) zvyšoval poměr n-3/n-6 PUFA, a to maximálně o 27 %.

Ve variantě R10 se u procentuálního zastoupení ALA projevilo statisticky významné zvýšení desátý, dvacátý a padesátý sedmý den ($P \leq 0,01$). Nejvyšší hodnota byla padesátý den testu, kdy došlo k navýšení o 51 % oproti vstupní hodnotě. Na počátku pokusu bylo zastoupení ALA 1,42 %. FAJMONOVÁ et al. (2003) uvádí u kapra 1,6 %, MAREŠ (2005) 1,9 %. Množství EPA vzrostlo statisticky významně ($P \leq 0,05$) dvacátý a čtyřicátý den, 50. a 57. den se hodnoty zvýšily statisticky vysoce průkazně ($P \leq 0,01$) o 42 %. RUNGE et al. (1987) uvádějí u kaprů, kterým bylo přidáváno do KS 12 % rybího oleje hodnotu 6,7 % EPA. Na konci našeho testu jsme dosáhli hodnoty 6,25 %. U DHA nebylo dosaženo statisticky průkazné změny jejího množství. Na počátku pokusu bylo procentuální zastoupení DHA 8,39 %. KIM a LEE (1986) uvádějí její procentuální zastoupení u volně žijících kaprů 5,1 %. Na konci testu byl poměr n-3/n-6 PUFA o 28 % vyšší ($P \leq 0,01$).

Závěr

Při dotaci 6 % lněného oleje do krmiva bylo dosaženo na konci testu zvýšení hodnot ALA na $2,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, tj. o trojnásobek oproti počátku. U EPA a DHA nebylo přidávkem lněného oleje statisticky průkazně ovlivněno její zastoupení ve svalovině. Při přidávání lněného oleje jako zdroje ALA je nutné zřejmě využít chladové fáze, která je příznivá pro průběh biotransformace (desaturaci a elongaci).

Dodáváním 6 % rybího oleje bylo dosaženo nejvyššího množství ALA třicátý den testu (o 61 % oproti počátku). V následujícím období již k dalšímu zvýšení nedocházelo. Zastoupení EPA statisticky průkazně narůstalo mezi jednotlivými odběry.

Přídávkem 10 % rybího oleje bylo dosaženo u ALA podobných výsledků, jako při přidávání 6 % rybího oleje. Při porovnání hodnot dosažených při aplikaci 6 % a 10 % rybího oleje nebylo dosaženo významných rozdílů. Nejvyšší hodnota byla zjištěna také třicátý den testu, ale pouze 51 %, poté její hodnoty také klesaly.

Přídáváním obou olejů se statisticky průkazně zlepšoval vzájemný poměr n-3/n-6 PUFA ve svalovině ryb. U kyseliny olejové a linolové nebyl u žádného z olejů prokázán statisticky průkazný nárůst jejich množství.

Závěrem lze tedy říci, že přídavek lněného a rybího oleje v koncentraci 6 % a 10% příznivě ovlivňuje skladbu FA ve svalovině kapra. Při porovnání hodnot dosažených při aplikaci 6 % a 10 % rybího oleje nebylo dosaženo významných rozdílů. Zvýšení přídavku rybího oleje na 10 % nepřináší efektivní zvýšení zastoupení PUFA mastných kyselin. Pro

dosažení efektu ovlivnění spektra mastných kyselin je dostačující aplikace po dobu třiceti dnů.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou projektu IGA MZLU v Brně IG 270251 „Vliv intenzity chovu na nutriční hodnotu kapra obecného se zaměřením na spektrum mastných kyselin“ a s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Seznam literatury

- FAJMONOVÁ, E., ZELENKA, J., KOMPRDA, T., KLADROBA, D., ŠARMANOVÁ J. (2003): Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) filets. *Czech Journal of Animal Science*, 48: 85-92
- FOLSCH, J., LEES, M., SLOANE – STANLEY, G. H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509
- JIRÁSEK, J. (2005): Výživa ryb v akvakultuře. *Náš chov*, 11: 53-54
- KIM, K. – S., LEE, E. H. (1986): Food components of wild and cultured fresh water fishes. *Bulletin Korean Fish. Society*, 19, 3: 195-211
- KLADROBA, D. (2003): *Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mase ryb*. Doktorská disertační práce, MZLU v Brně
- MAREŠ, J. (2005): Složení rybího masa a některé zdravotní aspekty jeho konzumace. *Potravinářská revue*, 2: 20-25
- MOUREK, J., NEDBALOVÁ, M., ŠMÍDOVÁ, L., MYDLILOVÁ, A. (2007): *Mastné kyseliny omega-3 zdraví a vývoj*. 1. vyd. Praha: Triton, 174 s. ISBN 978-80-7254-917-7
- RUNGE, G., STEINHART, H., SCHWARZ, F. J., KIRCHGESNER, M. (1987): Influence of different fats with varying addition of \Rightarrow - tokoferyl acetate on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fat Science Technology*, 89: 389-393
- VÁCHA, F., TVRZICKÁ, E.: (1995) Content of polyunsaturated fatty acids and cholesterol in muscle tissue of tench (*Tinca tinca*), common carp (*Cyprinus cyrpio*) and hybrid of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Polskie archiwum Hydrobiologii*, 42: 151-157
- VIOLA, S., AMIDAN, G. (1980): Observation on the accumulation of fat in carp and *Sarotherodon* (Tilapia) fed oil – coated pellets. *Bamidgeh*, 32: 33-40
- ZELENKA, J., FAJMONOVÁ, E., KOMPRDA, T., KLADROBA, D., ŠARMANOVÁ, J. (2003): Vliv lněného oleje na zastoupení cholesterolu a mastných kyselin v mase pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*). *Bulletin VÚRH Vodňany*, 39, ½: 141-147

Adresy autorů:

Ing. Lucie Chaloupková, Ústav botaniky a zoologie, Biologická sekce, Přírodovědecká fakulta Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 61137 Brno, ČR, lchaloupkova@mail.muni.cz
Prof. Ing. Jiří Jirásek, DrSc., Ing. Vladimír Kukačka, Ing. Milada Fialová, Doc. Dr. Ing Jan Mareš, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR, kukin@email.cz, mares@mendelu.cz, Milada.Fialova@seznam.cz

DIETARY LYSINE REQUIREMENT OF JUVENILE GIANT STURGEON *HUSO HUSO*

Požadavky na lyzin v dietě juvenilní vyzy velké (Huso huso)

N. J. IMANPOUR, G. GOUK, SH. HASSANI, S. HEYDARI

Summary: A feeding experiment was conducted to estimate the quantitative requirement of lysine in juvenile (*Huso huso*) by feeding four isonitrogenous and isoenergetic practical diets containing four levels of lysine ranging from 0% (witness) and 0.75% to 2.25% (dry body weight). Triplicate groups of 10 fish (initial mean weight 2.45 ± 0.48 g) were fed to apparent satiation by hand with 4% body weight three times daily. The mean water temperature was $23.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$, and the dissolved oxygen content was approximately 6.27 mg.l^{-1} and pH was 7.32 ± 0.5 during the experimental period. Fish fed diets with lysine from 0.75% to 2.75% all showed high survival (above 95%) and no significant differences were observed ($p < 0.05$). Final weight (FW) and specific growth rate (SGR) increased with increasing dietary lysine level and the best performance was observed in diet 2.25% and thereafter followed similar trend. Fish feeding on 0.0% lysine diet showed symptoms of poor growth. Condition factor, Food conversion ratio and protein efficiency ratio (PER) in fish fed lysine supplemented diets showed no significant differences. The highest final body weight was observed in fish feeding on diet containing 2.25% lysine with 31.1 ± 0.84 g and the lowest in witness as (21.9 ± 0.85 g) though fish at 0.75% lysine showed better performance (27.3 ± 0.63 g) than fish feeding at 1.25% lysine (25.9 ± 1.03 g). Condition factor was lowest in diet with 2.25% lysine (0.73 ± 0.03). PER was lower and FCR was lower in diet with 2.75% lysine as compared to other diets.

Introduction

Sturgeons are precious fish species in terms of caviar and meat, thus their natural stocks have dramatically decreased in the recent years. Knowing this fact sturgeon aquaculture started and being developed in several countries all over the world. To achieve in sturgeon culture like other aquaculture animal knowledge of dietary requirements and Essential Amino Acid (EAA) are of paramount importance. Data on EAA requirements are particularly important for the correct evaluation of alternative protein sources to fish meal as these are usually deficient in one or more EAA; therefore EAA imbalances may occur when these ingredients are used in diet formulation (Clarke and Wiseman, 2000; Hardy and Barrows, 2002). Quantitative EAA requirements have been mostly established by dose–response studies, based on animal growth or nitrogen retention response to increasing dietary levels of the EAA under study (Shearer, 2000; Wilson, 2003). As in higher animals, evaluation of lysine requirements has been the subject of particular attention in fish nutrition (Hauler and Carter, 2001a). The efficient use of such lysine-limiting protein sources in fish feeds will depend on an accurate estimation of lysine requirements, since the first limiting EAA will determine the efficiency of protein utilization and ultimately fish growth. Despite the numerous studies available aiming to estimate lysine requirements of different fish species, the

efficiency of lysine utilization by fish was only considered in a few studies. The objective of this study was to determine dietary requirement of juvenile *Huso huso* by dose-response method.

Materials and Methods

Juvenile *Huso huso* three weeks prior to the experiment were transported from a sturgeon hatchery to the experimental complex and fed with live food for a period of one week. The following 2 weeks fish were acclimated to the experimental condition and artificial diets. 24 hours prior to the experiment fish were not fed and their length and weight were measured. Juvenile *Huso huso* were weighed, measured for body length and sorted into 12 aquaria of 50 liter volume with 10 fish for each aquarium. Triplicate groups of 10 fish (initial mean weight 2.45 ± 0.48 g) were fed to apparent satiation by hand with 4% body weight, thrice daily for 6 weeks. Three replicate groups of fish were used for testing each diet. They were provided with a continuous aeration to maintain the dissolved oxygen level at about 6.5 mg.l^{-1} . Fish were fed to apparent satiety three times daily. The amount of diet consumed by fish in each aquarium was recorded daily. The amount of food offered was adjusted according to the weight gain every week. amount consumed the day before. The culture tanks were cleaned weekly, and the feeding trial lasted for 6 weeks. Water quality parameters were monitored daily during the experimental period, temperatures ranged $21\text{--}26$ °C, pH was $6.5\text{--}8.2$, and dissolved oxygen was not less than 6.0 mg/l . The following variables were calculated:

Survival % = $100 \times (\text{final amount of fish}) / (\text{initial amount of fish})$

Specific growth rate SGR = $100 \times \ln (\text{final weight} / \text{initial weight}) / \text{days of the experiment}$

Feed conversion ratio FCR = $\text{feed fed (g, DW)} / \text{body weight gain (g)}$

Protein efficiency ratio PER = $(\text{body weight gain (g)} / \text{protein intake (g)})$

Condition factor CF = $(100 \times \text{body weight (g)} / (\text{body length, cm})^3)$

Results were expressed as mean \pm SD. All data were subjected to one-way ANOVA. When there were significant differences the group means were further compared with Tukey's test.

Results:

Results of growth performance and feed utilization of the *Huso huso* juveniles fed different levels of lysine are shown in Table 1. Dietary lysine level significantly affected growth and FCR of the *Huso huso* ($P < 0.05$). Weight gain and SGR increased with increasing dietary lysine from 0% to 2.25% ($P < 0.05$) and the highest SGR was observed in fish fed the diet containing 2.25% lysine (Figure 1). FCR decreased significantly with increasing dietary lysine from 0% to 2.25% and the lowest FCR was observed for fish fed the diet containing 2.25% lysine. No significant statistical differences were observed for FCR and PER. PER decreased with increasing dietary lysine level from 0% to 2.25% and the lowest PER was also observed in fish fed the diet containing 2.25% lysine (Figure 2). Small mortality was observed

in fish fed the experimental diets but the survival level remained over 95% during the experimental period. Condition factor were almost showed no significant differences in different levels of dietary lysine (Table 1).

Table 1: Initial weight, final weight, daily growth rate, specific growth rate (SGR), condition factor (CF), feed conversion ratio (FCR) protein efficiency ratio (PER), fed experimental diets for 6 weeks

Variables	Lysine levels			
	0% witness	0.75%	1.50%	2.25%
Initial body weight	2.56±0.01 ^a	2.49± 0.01 ^a	2.54± 0.01 ^a	2.49±0.01 ^a
final body weight	21.89±0.85 ^a	27.3±0.63 ^b	25.93±1.02 ^b	31.1±0.84 ^c
Daily growth rate	0.52±0.02 ^a	0.67±0.02 ^b	0.63± 0.02 ^b	0.80±0.02 ^c
SGR	5.85±0.11 ^a	6.48±0.05 ^b	6.30± 0.15 ^b	7.01±0.09 ^c
CF	0.89± 0.05 ^a	0.75±0.08 ^a	0.68± 0.06 ^a	0.73±0.02 ^a
FCR	1.26 ± 0.11 ^a	1.29±0.03 ^a	1.37± 0.01 ^a	1.46±0.04 ^a
PER	0.32±0.02 ^a	0.31±0.03 ^a	0.29± 0.01 ^a	0.27±0.01 ^a

Values in the same column with different superscripts are significantly different (P<0.05).

Discussion

Several studies examined dietary lysine requirements of fish have suggested significantly different levels of lysine in diets. The variations in the estimated lysine requirements for various fish species, and even for the same species, are probably due to differences in the dietary protein sources, the reference amino acid pattern and dietary energy content (Forster and Ogata, 1998; Simmons et al., 1999; De Silva et al., 2000); fish size and age, feeding regime, adequate levels of other nutrients and culture conditions (Kim et al., 1992); species, availability of amino acid and amino acid sources (Akiyama et al., 1997; Forster and Ogata, 1998; De Silva et al., 2000). In the present study, reduced growth and feed efficiency were found in fish fed the lysine deficient diets, but supplementing lysine to the diets significantly improved growth and feed efficiency of juvenile *Huso huso*. Protein efficiency ratio (PER), SGR, FCR or FW are often used to determine optimum dietary requirement of fish for certain EAA. In this study the optimum dietary lysine level for juvenile *Huso huso* was estimated to be 2.25% of dry diet. This value is almost similar to Wang et al. (2005), Cheng et al. (2003) but lower than those reported for red sea bream (Forster and Ogata, 1998), yellowtail (Ruchimat et al., 1997) and Japanese sea bass (Mai et al., 2006). The positive correlation of final weight of *Huso huso* with increased levels of dietary lysine indicates that lysine is essential for growth of *Huso huso*. Condition factor varied slightly by dietary lysine levels but the difference was not statistically significant (Table 1). A negative correlation was observed among PER and FCR. Increase in FCR may be due to increase in

temperature and unsuitable size (small size) of granules especially towards the end of experiment and inefficient use of protein which has been reflected in decreasing trend of PER. Results of the present study indicated that the lysine is essential for better growth performance of juvenile *Huso huso* and its requirement is similar to that reported for several other fish species.

Figure 1: Specific growth rate of juvenile *Huso huso* fed on diets with various dietary lysine levels

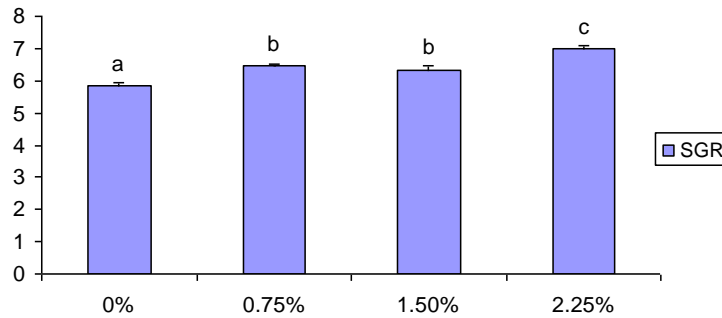
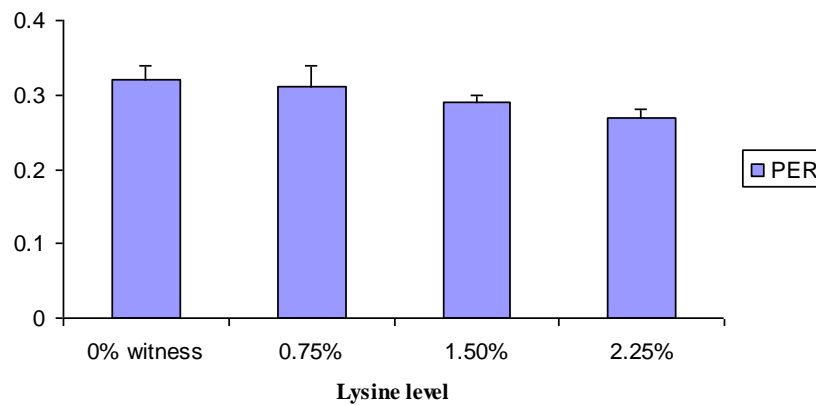


Figure 2: Protein efficiency ratio of juvenile *Huso huso* fed on diets with various dietary lysine levels



References:

CHENG, Z.J., HARDY, R.W., USRY, J.L.(2003): Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. *Aquaculture* 215, 255–265.
 CLARKE, E.J., WISEMAN, J. (2000): Developments in plant breeding for improved nutritional quality of soya beans:I. protein and amino acid content. *J Agric. Sci.* 134, 125.

- DE SILVA, S.S., GUNASEKERA, R.M., GOOLEY, G. (2000): Digestibility and amino acid availability of three protein-rich ingredient-incorporated diets by Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell) and the Australian short-fin eel *Anguilla australis* Richardson. *Aquac. Res.* 31, 195–205.
- FORSTER, I., OGATA, H.Y. (1998): Lysine requirement of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* and juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture* 161, 131–142.
- HARDY, R.W., BARROWS, F.T. (2002): Diet formulation and manufacture. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition*, 3rd ed. Academic Press, San Diego, CA, pp. 505–600.
- HAULER, R.C., CARTER, C.G. (2001b): Lysine deposition responds linearly to marginal lysine intake in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. *Aquacult. Res.* 32 (Suppl. 1), 147–156.
- HELENA PERES A, AIRES OLIVA-TELES. (2008): Lysine requirement and efficiency of lysine utilization in turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles *Aquaculture* 275 (2008) 283–290
- KIM, K.I., KAYES, T.B., AMUNDSON, C.H. (1992): Requirements for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 106, 333–344.
- MAI, K.S., ZHANG, L., AI, Q.H., DUAN, A.Y., ZHANG, C.X., LI, H.T., WAN, J.L., LIUFU, Z.G. (2006): Dietary lysine requirement of juvenile Japanese seabass, (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture* 258, 535–542.
- QI-CUN ZHOU., ZAO-HE WU., SHU-YAN CHI., QI-HUI YANG. (2007): Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*), *Aquaculture* 273 (2007) 634–640
- RUCHIMAT, T., MASUMOTO, T., HOSOKAWA, H., ITOH, Y., SHIMENO, S. (1997): Quantitative lysine requirement of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). *Aquaculture* 158, 331–339
- SHEARER, K.D. (2000): Experimental design, statistical analysis and modelling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. *Aquacul. Nutr.* 6, 91–102.
- SIMMONS, L., MOCCIA, R.D., BUREAU, D.P., SIVAK, J.G., HERBERT, K. (1999): Dietary methionine requirement of juvenile Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquac. Nutr.* 5, 93–100.
- WANG, S., LIU, Y.J., TIAN, L.X., XIE, M.Q., YANG, H.J., WANG, Y., LIANG, G.Y., (2005): Quantitative dietary lysine requirement of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture* 249, 419–429
- WILSON, R.P. (2003): Amino acid requirements of finfish and crustaceans. In: D`Mello, J.P.F. (Ed.), *Amino Acids in Animal Nutrition*. CAB International, Wallingford, Oxon, United Kingdom, pp. 427–447.

Adresy autorů:

N. J., IMANPOUR, G., GOUK, SH., HASSANI, S., HEYDARI, Dept of Fishery, Faculty of Natural Science, the University of Guilan, POB: 1144, Sowmeh Sara. Iran, imanpour@guilan.ac.ir

INDIKAČNÍ VÝZNAM RYBÍHO SPOLEČENSTVA V PŘÍPADĚ CHRONICKÉHO CHEMICKÉHO ZNEČIŠTĚNÍ TOKU

Indicative value of fish community in a case of persistent chemical pollution in rivers

P. JURAJDA, M. JANÁČ, Z. VALOVÁ, G. STRECK

Summary: The evaluation of fish communities is an important component of the ecological status assessment in aquatic habitats. Despite significant water quality improvement in the Czech Republic in the last decade, several important pollution sources remain (Elbe River near Pardubice town and its tributary Bílina stream). The aim of the study was to evaluate indicative capability of fish community in chronically polluted rivers. Ecological characteristics of fish communities were obtained by boat electrofishing in the Elbe River in four inter-weir sections in July 2005 and 2006. Sixteen sites in the longitudinal profile of the Bílina stream were sampled by wading electrofishing in June 2006 and 2007. Relatively high fish species richness (22 species) was registered in two seasons in selected sites of the Elbe River. However generalists (bleak, roach, chub) form a majority of the fish community in all four sections. There was no significant difference in fish species richness between polluted and unpolluted sections. Channelization and regulation of the study stretch of the Elbe River seems to be the most important determinant of fish community structure. Fish community in the Bílina stream is strongly influenced by anthropogenic impact (refinery, sewage water, coal mining). Presence of reservoir changed the structure of fish community and point source pollution affected water quality up to complete fish absence. Restoration of fish community in the longitudinal profile is rather slow. Fish community was a good biological indicator of chemical pollution only in case of a considerable strong adverse effect of chemical contaminants corresponding to the river size.

Úvod

Studie se zabývá vlivem komplexu chemického znečištění toků na společenstvo ryb. I přes celkové významné zlepšení kvality vody v posledních deseti letech existují v současné době v ČR ještě některé významné zdroje znečištění toků. V této práci jsem se zaměřili na střední tok Labe a výtok z ČOV průmyslového parku u Pardubic. Většina sledovaného úseku Labe je kanalizovaná (napřímená) a hladina regulovaná četnými jezy. Druhým tokem je Bílina, levostranný přítok Labe v severních Čechách. Bílina je silně ovlivněna vysokou koncentrací průmyslové výroby, důlní činnosti a navazující výrobou energie a petrochemickým průmyslem. I když v posledních letech došlo k útlumu výše uvedených činností a došlo k zavedení moderních technologií čištění vod, stále je řeka Bílina jedním z nejznečištěnějších toků v České republice. Studie navazuje na rozsáhlý monitoring ryb v rámci projektu Labe řešeném VÚV TGM Praha (Fuksa 2002, IKSE-MKOL 1996). Cílem práce bylo vyhodnotit bioindikační hodnotu rybího společenstva v dlouhodobě chemicky zatížených úsecích toků.

Materiál a metodika

Ichtyologický průzkum středního úseku Labe probíhal v červenci 2005 a 2006 a říčky Bíliny v červnu a červenci 2006 a 2007. Předmětem této studie bylo adultní společenstvo ryb (v této studii jsou pro zjednodušení terminologie jako adultní označovány všechny ryby 1 rok a starší), zároveň bylo ve studovaných úsecích pro jiné účely odlovováno i plůdkové společenstvo. Na Labi byly vybrány čtyři mezijezové úseky od jezu v obci Vysoká po jez Týnec n. L (úseky 1 - 4). První tzv. referenční mezijezový úsek leží mezi jezy Vysoká - Pardubice a byl vybrán jako pouze částečně regulovaný a kanalizovaný, nezasažený výtokem odpadní vody z průmyslového parku Pardubice. Druhý referenční úsek Pardubice - Srnojedy je silně regulovaný a kanalizovaný. Třetí, rizikový úsek Srnojedy – Přelouč je přímo zatížen průmyslovými odpadními vodami a silně regulovaný a kanalizovaný. Poslední čtvrtý úsek Přelouč – Týnec navazuje přímo na znečištěný úsek. V rámci každého úseku jsme prolovili tři typy lokalit: podjezovou, střední část úseku a nadjezovou lokalitu (lokality I – III), neboť se liší charakterem prostředí a lze předpokládat rozdílnou strukturu vzorku ryb. Odlovy ryb na Labi byly prováděny ve spolupráci se zástupci ČRS kontinuálně z lodi pomocí hlubinného elektrického agregátu typ EL63G na lokalitách o průměrné délce 620 m (v každém mezijezovém úseku průměrně 1900 m).

Na 16 lokalitách řeky Bíliny byl vzhledem k charakteru toku pro odlov použit bateriový elektrický agregát typu SEN. Širší úseky prolovovali dva lovci postupující vedle sebe. Loveno bylo pouze broděním, bez použití člunu (kromě lok. pod jezem Jiřetín) v celém příčném profilu toku. V průmyslové nádrži v Jirkově jsme pro odlov použili záťahovou síť o délce 40 m a velikosti ok 1 cm za pomoci laminátového člunu. Tato metoda umožňovala pouze kvalitativní hodnocení společenstva.

Odlovené ryby byly na obou tocích na místě určeny do druhů, změřeny a puštěny zpět do vody. Délka každého proloveného úseku byla změřena a počty ulovených jedinců byly přepočítány na délku proloveného úseku v případě Labe (ks/100 m) nebo v případě Bíliny na jednotku plochy (ks/ha).

Výsledky a diskuze

Labe

V roce 2005 a 2006 bylo na 12 lokalitách řeky Labe u Pardubic (4 úseky po 3 lokalitách) odloveno celkem 3900 kusů adultních ryb 24 druhů a jeden mezidruhový hybrid. Druhá pestrost se mezi jednotlivými úseky významně nelišila (Obr. 1). Dominantní část společenstva tvořily 3 druhy ryb: ouklej obecná, jelec tloušť a plotice obecná. Tyto druhy se vyskytovaly v nejvyšších hustotách ve všech sledovaných úsecích (Tab. 1). Relativně vyšší hustotu ($>1\text{ks}/100\text{ m}$) vykazovali ještě perlín ostrobřichý, hrouzek obecný a cejnek malý.

Celková relativní hustota byla v prvním úseku nejvyšší a směrem po proudu postupně klesala a to v obou letech. Podobný trend, s malými výjimkami, vykazovalo i srovnání jednotlivých lokalit v rámci každého úseku, kde nejvyšší hustotu vykazovaly podjezové lokality (Obr. 2). Celkově v roce 2006 ale byla relativní hustota více než třikrát nižší než v roce 2005. Jediným vysvětlením se nám jeví povodňové průtoky na jaře 2006.

Tabulka 1. Relativní složení (dominance v %) rybího společenstva (1+ a starší) ve 4 mezi-
jezových úsecích Labe vzorkovaných v roce 2005 a 2006 (1) Vysoká (2) Pardubice (3)
Srnojedy (4) Přelouč L.

rok	2005				2006			
druh	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Esox lucius</i>	0.8	1.3	1.0	0.2	1.5	0.7	7.4	1.5
<i>Rutilus rutilus</i>	33.9	38.5	22.8	19.9	20.5	51.6	12.7	32.1
<i>Leuciscus leuciscus</i>			0.1	0.2				
<i>Leuciscus cephalus</i>	10.1	6.3	45.3	31.2	11.2	2.6	53.4	25.8
<i>Leuciscus idus</i>	0.7	0.3	0.9	0.8	0.3		3.0	1.5
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	2.0	3.6	3.1	0.6	1.8	4.8		1.0
<i>Aspius aspius</i>	0.7			1.1	0.6		0.7	
<i>Tinca tinca</i>	0.5	0.8	0.1		0.9	0.7		0.5
<i>Chondrostoma nasus</i>	0.5	1.0	0.1		1.2		1.5	0.5
<i>Gobio gobio</i>	4.4		1.8	3.9	0.3		1.5	5.4
<i>Barbus barbus</i>	1.1		0.4	0.6	1.5		0.7	
<i>Alburnus alburnus</i>	39.2	21.7	21.3	30.1	46.5	22.2	10.5	11.1
<i>Abramis bjoerkna</i>	2.8	23.8	0.4	9.0	2.1	13.7	0.7	13.6
<i>Abramis brama</i>	1.5	0.6	0.3	0.4	6.5	1.5	0.7	0.5
<i>Vimba vimba</i>					0.6			
<i>Rhodeus amarus</i>			0.9	0.4			1.5	
<i>Carassius auratus</i>	0.6							2.5
<i>Cyprinus carpio</i>	0.2			0.2	2.4		0.7	2.0
<i>Silurus glanis</i>	0.1	1.0	1.2	0.4	0.9	0.7		1.0
<i>Ictalurus nebulosus</i>		0.1		0.6			0.7	
<i>Anguilla anguilla</i>	0.1	0.3			0.3		0.7	
<i>Lota lota</i>	0.3				0.3			
<i>Perca fluviatilis</i>	0.5	0.7		0.4	0.3	1.5	2.2	1.0
<i>Lepomis gibbosus</i>					0.3		0.7	
<i>Alburnus alb. x Rutilus rut.</i>			0.3				0.7	
celkem (ks)	1 098	715	671	467	339	270	135	205
Shannon H'	1.66	1.63	1.49	1.71	1.77	1.42	1.70	1.89
Equitability	0.56	0.62	0.55	0.60	0.59	0.62	0.60	0.70

Během dvouleté studie byl v celém sledovaném úseku Labe u Pardubic potvrzen výskyt 27 druhů ryb (pouze ve vzorku plůdku koljuška, hrouzek běloploutvý a střevlička východní), což je poměrně vysoká druhová pestrost. Fuksa (2002) uvádí ve stejném úseku 15 druhů a v rámci dlouhodobého projektu MKOL bylo zjištěno 24 druhů (IKSE-MKOL 1996). Rybí společenstvo je však značně nevyrovnané a jeho dominantní část tvoří pouze plotice obecná, ouklej obecná, jelec tloušť. Přestože v toku Labe u Pardubic je nutné zohlednit nižší účinnost použitelných odlovných metod, lze ze získaných výsledků získat obraz o stavu rybího společenstva sledovaného úseku.

Bílina

V roce 2006 a 2007 bylo na 17 resp. 18 lokalitách zjištěno 23 druhů v hlavním toku řeky Bíliny. Některé druhy se však vyskytovaly pouze v nejnižší položeném úseku nad

ústím do Labe, kde bylo rybí společenstvo druhově nejpestřejší. Druhová pestrost i početnost ryb se v podélném profilu významně mění přítomností vodních nádrží a především vlivem znečištění. Na podhorských lokalitách u města Jirkova byl zjištěn výskyt pstruha obecného potočního. V malé průmyslové nádrži v Jirkově, vybudované v pstruhovém úseku, byl zjištěn výskyt 10 druhů ryb, z nichž početně i biomasou jednoznačně dominovala plotice obecná. Na lokalitě pod rybníkem byl zjištěn stabilní výskyt pouze pstruha obecného potočního. Úsek má charakter typického pstruhového pásma (rychlost proudu, substrát) a tudíž pokud se některé ryby z nádrže dostanou do níže položeného úseku toku, neudrží se v něm dlouho a jsou splaveny do níže položené Kyjické nádrže. Kyjická vodní nádrž (v.n. Újezd) významně mění strukturu rybího společenstva pod nádrží na společenstvo o vysoké hustotě ryb s dominancí plotice obecné, okouna říčního a cejna velkého. Pod zatrubněným úsekem v Komořanech byla již hustota ryb významně nižší s převahou plotice a okouna. Je otázkou, zda tyto ryby mohou pocházet z výše položeného úseku (zatrubnění, MVE) nebo pocházejí pouze z níže položeného úseku a přilehlé nádrže Jiřetín II (Cheza) ležící na dolním toku Loupnice v místech nad jezem Jiřetín. Na lokalitě pod Jiřetínským jezem bylo zjištěno sedm druhů ryb. Jedná se o zajímavé společenstvo žijící na omezeném úseku řeky, nahoře limitovaném jezem a dole výpustí odpadní vody z ČOV vytvářející chemickou bariéru deficitem kyslíku ve vodě. Vyšší druhová pestrost je dána přítomností nádrže na Loupnici (Jiřetín II) a jejich přítoků. Od sledovaného úseku Litvínov - Záluží, se stabilní rybí společenstvo směrem po proudu nevyskytuje. Pouze jednotlivé kusy několika druhů byly zjištěny v Bílině u ústí přítoků Srpiny a Bouřlivce (Obr. 3). Je poněkud překvapující, že ani na níže položených lokalitách v Brozánkách (lok. 16) či Stadicích (lok. 17) nebylo zjištěno stabilní, druhově typické společenstvo ryb, přestože geomorfologie toku by život rybího společenstva umožňovala. Až v úseku nad ústím do Labe v Ústí n. L. je možné hovořit o druhově pestrém rybím společenstvu s dominancí jelce tlouště a hrouzka obecného.

Závěr

Rybí společenstvo se ukázalo dobrým indikátorem chemického znečištění pouze v případě silného chemického zatížení v závislosti na velikosti toku. V Labi u Pardubic nebyl zjištěn vliv odpadní vody na strukturu rybího společenstva, ale naopak jako rozhodující činitel se jeví technické úpravy toku. Na Bílině, kde je vzorkování rybího společenstva efektivnější a reprezentativnější, byl zjištěn jednoznačný vliv odpadních vod i přítomnosti nádrží na strukturu rybího společenstva.

Literatura

FUKSA, J. (2002): *Biomonitoring českého Labe – výsledky z let 1993-1996-1999*. Výzkum pro praxi, sešit 46, VÚV TGM Praha, 103 s. ISBN 80-85900-44-0.
IKSE-MKOL (1996): *Ryby v Labi*. Mezinárodní komise pro ochranu Labe. Magdeburg, 44 s.

Poděkování

Autoři děkují představitelům ÚS ČRS Ústí n. L. a ÚS ČRS v Hradci Králové za umožnění výzkumu v jejích revírech, jejich aktivní pomoc a všem kolegům za pomoc při terénních pracích. Studie byla podporována projektem MODELKEY, 6.RP EU (511237 (GOCE) a Centrem základního výzkumu MŠMT LC522.

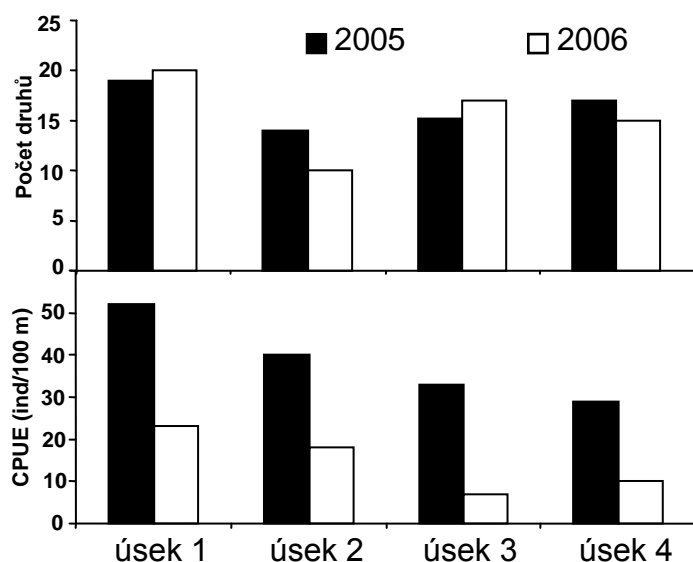
Adresy autorů:

Ing. Pavel Jurajda, Dr., Mgr. Michal Janáč, Mgr. Zdenka Valová,

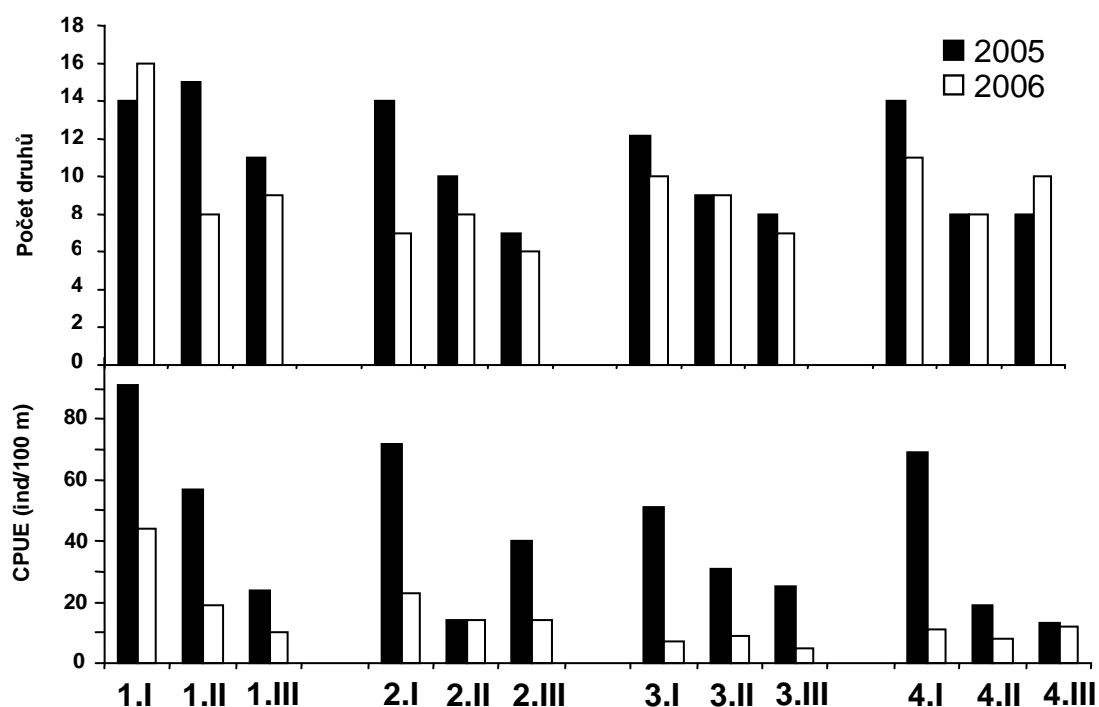
Ústav biologie obratlovců AV ČR v Brně, Květná 8, 603 65 Brno, jurajda@brno.cas.cz

Dr. Georg Streck, Department Effect-Directed Analysis, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig, Germany

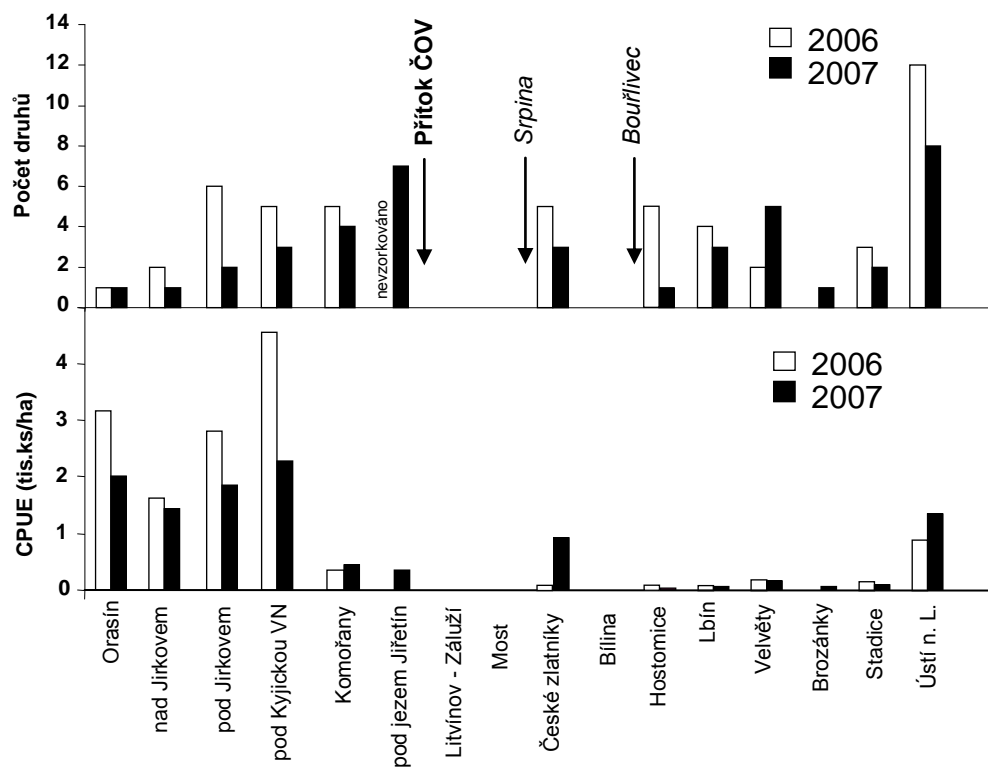
Obr. 1. Druhová pestrost (nahore) a relativní hustota (dole) rybího společenstva v jednotlivých meziježových úsecích Labe v roce 2005 a 2006.



Obr. 2. Druhá pestrost (nahore) a relativní hustota (dole) rybího společenstva na jednotlivých lokalitách ve čtyřech mezijezových úsecích Labe v roce 2005 a 2006.



Obr. 3. Druhá pestrost (nahore) a hustota (dole) rybího společenstva v podélném profilu Bíliny v roce 2006 a 2007.



CHOV RYB V PROVINCII BIÉ, ANGOLA (PROJEKT MEZINÁRODNÍ ROZVOJOVÉ SPOLUPRÁCE ČESKÉ REPUBLIKY)
Freshwater Aquaculture in Bié, Angola (Project of the Czech Republic Development Cooperation)

L. KALOUS, Z. MUSILOVÁ, M. PETRTÝL, P. HOLÍKOVÁ, P. TREFIL

Summary: Czech development cooperation between the Czech Republic and Angola is focused on agriculture and education. The running project “Consultation in Fish & Poultry Production” is realized in the province Bié that was hardly affected by civil war which ended in 2002. Activities of the fish part of the project are: ichthyological survey, selection of suitable local fish species for aquaculture and proposal of the integrated fish & poultry production management. Capacity building in the field of fish and poultry production is an important part of the project. As a result of our activities we chose *Tilapia rendalli* that was stocked into constructed small ponds in integrated fish & poultry farm in the village Nequilo. One of the most important factors of the freshwater aquaculture implementation, its sustainability and reproducibility is the acceptance of the system by the local people. Therefore the system must reflect local approaches and habits.

Tento příspěvek má za cíl informovat o probíhajícím projektu oficiální rozvojové spolupráce mezi Českou republikou a Angolou, který se jmenuje „Poradenství v oblasti chovu ryb a drůbeže“. Vzhledem k charakteru práce nemá typickou strukturu vědeckého článku.

Angola byla definována v souladu s usnesením vlády č. 302/2004 o zásadách zahraniční rozvojové spolupráce po vstupu ČR do EU vládou České republiky jako jedna z prioritních zemí pro dlouhodobou rozvojovou spolupráci. Současná strategie rozvojové spolupráce ČR s Angolou je zaměřena na sektor školství a zemědělství (Adamcová, 2006). Angola je bývalá portugalská kolonie, která leží v jižní Africe. Její západní hranici tvoří Atlantický oceán a celková rozloha země s 18 provinciemi je 1 246 700 km². Pro srovnání velikost České republiky je 78 887 km² (Wikipedia, 2008). Od roku 1975, tedy téměř hned po vyhlášení samostatnosti, probíhala téměř třicet let občanská válka (Klíma, 2003), která skončila v roce 2002 zavražděním vůdce povstalců z hnutí UNITA. Válka po sobě zanechala zničenou infrastrukturu, zaminovaná území a úpadek ve všech oblastech hospodářství země (BusinessInfo, 2008). Náš projekt je realizován v provincii Bié, která byla boji zasažena nejvíce. Bié se rozkládá na náhorní plošinu „Plan Alto“ ve střední Angole v nadmořské výšce přes 1500 m. Jedná se o pramennou oblast významných řek (Kwanza, Kongo (Zair), Zambezi, Cunene, Okavango). Svoji velikostí odpovídá území České republiky s počtem obyvatel odhadovaným na 1,2 miliónu. Převládající typ krajiny je savana vyšších nadmořských výšek tzv. „Angolan Scarp savanna and woodlands“, směrem na východ a západ se vyskytuje řídký les (WWF, 2008). Angolská vláda po skončení války začala s rekonstrukcí země, která je financována z těžby ropy, diamantů a

dalších nerostných surovin. Zpřístupnění, rekonstrukce a odminování odlehlejších rurálních oblastí provincie Bié bude trvat celá desetiletí. Ačkoliv Angola patří k zemím s nejvyšším ekonomickým růstem na světě (World Bank, 2008), je venkovské obyvatelstvo existenčně závislé na vlastní zemědělské produkci. Velmi neprůhledný systém financování a rozsáhlá korupce zpomaluje tempo obnovy (Mouawad, 2007). Navíc tradiční proces předávání znalostí z generace na generaci byl narušen dlouhotrvající občanskou válkou a Angola trpí především nedostatkem kvalifikovaného personálu (Holíková, 2006).

Prezentovaný projekt je zaměřen na vytvoření vhodných lokálně specifických metodik chovu ryb, drůbeže a jejich integrovaného systému. Navržené metody jsou zkušeny v praxi na malé vybudované farmě v komunitě Nequilo. Zkušenosti s chovem ryb v provincii zcela chybí, nicméně podmínky jsou v oblasti velmi dobré (velké množství malých vodních toků a dostatek vody po celý rok).

Aktivita projektu v oblasti chovu ryb jsou soustředěny na průzkum ichtyofauny, výběr kandidátních druhů, hodnocení biotických i abiotických podmínek prostředí, návrh managementu chovu a v neposlední řadě na socioekonomickou oblast související s chovem ryb. Důležitou součástí celého projektu je vzdělávání zemědělských specialistů z vládních i nevládních organizací a studentů Centra zemědělského vzdělávání v provincii Bié.

Z pohledu ichtyofauny Angola zaujímá jedinečné místo v rámci zoogeografického členění subsaharské Afriky. Na jejím území jsou podle Robertse (1975) zastoupeny oblasti Kongo, Kwanza, Zambezi. V samotné provincii Bié lze nalézt přítoky pěti samostatných říčních systémů (Okavango, Kwanza, Cunene, Zambezi, Kongo (Zair)) a to na území o délce cca 250 km. Celkový udávaný počet druhů sladkovodních ryb žijících v Angole je 256 (Froese a Pauly, 2008), nicméně poslední ucelená publikace o rybách Angoly je z roku 1967 (Poll, 1967), která však nepokrývá celé území.

V rámci projektu proběhl základní průzkum ichtyofauny v oblasti. Nasbíraný materiál je identifikován na základě morfologických a genetických metod. Zastoupeny jsou rody *Marcusenius*, *Hepsetus*, *Brycinus*, *Hemigrammocharax*, *Barbus*, *Labeo*, *Parakneria*, *Doumea*, *Schilbe*, *Clarias*, *Synodontis*, *Serranochromis*, *Tilapia*, *Haplochromis*, *Chetia*. Jako vhodný druh do akvakultury byla vybrána Tilápie (*Tilapia rendalli*), jejíž násada byla odlovena v řece Kukemá u vesnice Lomba. Přibližně 30 jedinců bylo transportováno na vybudovanou malou farmu integrovaného systému chovu ryb a drůbeže. Po půlroce došlo k úspěšnému rozmnožení tilápií v jednom z chovných rybníčků. Následující návštěva farmy bude zjišťovat, jak tilápie v podmínkách integrovaného chovu rostou. Velmi důležitou součástí celého projektu je socioekonomický průzkum, který odhaluje zcela jiné přístupy místních obyvatel k implementovaným zemědělským postupům. Přijetí navrženého modelu, který se snaží co nejvíce odpovídat místním zvyklostem, je podmínkou rozšiřování a udržitelnosti chovu ryb v provincii Bié mezi venkovským obyvatelstvem.

Poděkování

Práce je realizována v rámci řešení projektu oficiální rozvojové spolupráce České republiky č. projektu MZe/B/2, jehož gestorem je Ministerstvo zemědělství ČR. Na práci se podílí také výzkumné záměry FAPPZ, ČZU MŠMT 6046070901 a ÚŽFG AVČR AV0Z50450515.

Literatura

- ADAMCOVÁ, N. editor (2006): Zahraniční rozvojová spolupráce ČR, Ústav mezinárodních vztahů pro Ministerstvo zahraničních věcí České republiky, WWW *electronic publication*: (<http://www.rozvojovestredisko.cz/download.php?id=55>)
- BUSSINES INFO (2008): Teritoriální informace, Angola, Zastupitelský úřad Luanda (Angola). verze (07/2008) WWW *electronic publication*: (<http://services.czechtrade.cz/pdf/sti/angola-2008-04-28.pdf>)
- FROESE, R., PAULY, D. Editori (2008): FishBase, verze (07/2008), WWW *electronic publication*: (www.fishbase.org)
- HOLÍKOVÁ, P. (2006): Evaluation and Perspectives of Agricultural Education in Bié Province, Angola, „International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development“, *Tropentag 2006*, October 11 - 13, Bonn, Germany, WWW *electronic publication*: (http://www.tropentag.de/2006/abstracts/links/Holikova_R6H4lYrr.pdf)
- KALOUS, L., HOLÍKOVÁ, P., LOŠŤÁK, M., MAZANCOVÁ, J. (2006): Assistance in Establishment of Sustainable Aquaculture in Bié Province, Angola, „Prosperity and Poverty in a Globalized World: Challenges for Agricultural Research" *Tropentag 2006*, October 11 - 13, Bonn, Germany, WWW *electronic publication*: (http://www.tropentag.de/2006/abstracts/links/Holikova_Q7j6IdOJ.pdf)
- KLÍMA, J. (2003): Angola. edice *Stručná historie států*, Libri, Praha 2003
- MOUAWAD, J. (2007): Angola: oil-rich but dirt-poor, *International Herald Tribune*, 20.3.2007, WWW *electronic publication*: (<http://www.iht.com>)
- POLL, M., (1967): Contribution a la fauneichthyologique de l', in *Subsídios para o estudo da Biologia na Lunda*, Museu do Dundo, Lisboa
- ROBERTS, T. R. (1975): Geographical distribution of African freshwater fishes, *Zool. J. Linn. Soc.* **57** 249-319.
- WORLD BANK (2008): Angola, verze (10/2008), WWW *electronic publication*: (<http://www.worldbank.org/angola>)
- WIKIPEDIA (2008): Otevřená encyklopedie: Angola, verze 10/2008. WWW *electronic publication*: (<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Angola&oldid=3105236>)
- WWF (2008): World Wildlife Found, Ecoregions, verze 10/2008, WWW *electronic publication*: (http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial_at.html#montgrass)

Adresy autorů:

Lukáš Kalous, katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6 - Suchbátův Břez (ČZU). Laboratoř genetiky ryb, Ústav živočišné fyziologie a genetiky, AVČR, Liběchov (ÚŽFG) web: <http://af.czu.cz/~kalous>, e-mail: kalous@af.czu.cz

Zuzana Musilová, ÚŽFG, zuzmus@gmail.com

Miloslav Petrtýl, ČZU, web: <http://af.czu.cz/~petrtyl> email: petrtyl@af.czu.cz

Petra Holíková, Institut tropů a subtropů, ČZU, holikova@its.czu.cz

Pavel Trefil, Biopharm a.s., Pohorčí-Chotouň, trefil@bri.cz

ÚČINNOST METODY OPAKOVANÝCH ODLOVŮ RYB

Accuracy of successive removal method

G. KONEČNÁ, M. JANÁČ, P. JURAJDA

Summary: Accuracy of successive removal method for two different wadable localities was examined. The study took place on the smaller lowland river (Kyjovka) and on the typical trout brook (Trusovický potok) in 2007. Successive removal electrofishing was used. Sections were bounded by stop nets and surveyed continually in five passes. Fish were identified to species, measured to nearest 1 mm and released back to the river. Our aim was to define optimal sampling effort to get reasonable results of fish assemblage parameters. Following assemblage parameters were studied: species richness, species abundance and species relative abundance. These parameters were compared after each pass to the assemblage described after five passes. Estimates of populations and assemblage size were made according to Leslie and Davis graphic method and were compared to the population size estimated after five passes. On the trout stream and lowland river locality time cost of the sampling was evaluated. For assemblage description (species relative abundance) the first pass was efficient at both localities. For species richness one to two passes were necessary (with increasing number of species increased also sampling effort). Accuracy of estimates was influenced mostly by different catchability of species which is correlating with their body constitution and ecological preferences. The first two passes were the most time consuming (took 50% of the sampling time). The third pass and following passes took about 10% less of the time and did not bring new information. Our suggestion is that one successive removal pass is the optimal sampling effort for the trout brook, two passes are needed on the smaller lowland river for optimal description of assemblage parameters. We could recommend three or more passes for specialized studies on species-rich localities for the species richness estimation or in assemblages with less catchable species.

Úvod

Rybí společenstva v tocích jsou jedním z možných ukazatelů odrážejících ekologický stav toků. Jako ukazatele jsou často používány například odhady druhové pestrosti rybiho společenstva a relativní abundance jednotlivých druhů (Karr 1981). Pro tyto účely je důležité nalézt vhodné odlovné metody a strategie, které poskytnou dostatečné informace při adekvátní časové, materiální a personální náročnosti.

Každá vzorkovací metoda je zatížena nějakou chybou, je selektivní pro různé druhy a velikostní kategorie ryb (Pusey et al. 1998). Pro malé a střední toky je elektrolov stále nejefektivnější nedestruktivní vzorkovací metodou k získání informací o rybím společenstvu (Zalewski & Cowx 1989).

Při průzkumu společenstev je výběr vzorkovací metody ovlivněn zejména konkrétními záměry projektu, nákladností a obeznameností s metodou (Bonar & Hubert 2002). Maximální přesnost a preciznost znamená zvýšené vzorkovací úsilí, které je často limitováno dostupnými zdroji a prostředky (Kennard et al. 2006). Běžným řešením je kompromis mezi požadovanou přesností získaných dat, množstvím vynaložených

prostředků a investovaným úsilím. Cílem této studie bylo definovat optimální lovné úsilí pro získání dostatečně přesných parametrů společenstva a to v podmínkách dvou typů toků s různým složením rybního společenstva.

Materiál a metodika

Studie byla provedena na dvou typech toků: potoce pstruhového pásma a menší nížinné řece. Reprezentantem pstruhového toku byl Trusovický potok v obci Bělkovice. Potok se v tomto úseku vyznačuje přítomností přeřinatých úseků i hlubších tekoucích partií a tůní. Rozmanitost úseku byla dána i podemletými břehy a přítomností větví a jiných dřevěných zbytků v toku. Dno bylo šterkovité až kamenité. Odlovy byly provedeny 20. - 26. 9. 2007. Proloveno bylo pět úseků o různé délce (122 m – 207 m) zahrnujících celkem 800 m toku, na každém úseku bylo provedeno pět opakovaných odlovů. Úseky na sebe bezprostředně navazovaly. Stavěcí sítě použity nebyly, neboť dostatečnou bariérou (pro splnění podmínky uzavřené populace) byly hrázky a jízky různé velikosti, které se v toku vyskytovaly. Tokem postupoval jeden lovec s agregátem (typu LENA 220 – 240 V, 1,5 – 2 A, 100 Hz), dva asistenti s podběráky a jeden asistent s kbelíkem. Použita byla kruhová anoda o průměru 25 cm. Lovce prolovil celý tok kontinuálně vždy s konstantním lovným úsilím.

Nížinou řeku reprezentoval úsek na řece Kyjovce u obce Týnec. Řeka zde teče v kanalizovaném korytě, jehož dno je silně zaneseno sedimentem. Odlovy se konaly vždy v jednom dni v týdenních intervalech v sedmi opakováních od 25.4. do 13.6. 2007. Na odlovu se podíleli dva lovci s agregáty (se stejnými parametry jako na Trusovickém potoce) a tři asistenti s podběráky. Vymezen byl vždy stejný 100 m úsek, k jehož ohraničení byly použity stavěcí sítě o velikosti ok 6 mm. Vždy bylo provedeno pět opakovaných odlovů.

Při porovnání parametrů společenstva po jednotlivých opakovaných odlovech jsme za „reálné“ společenstvo považovali společenstvo popsané po pěti odlovech s vědomím, že při dalších odlovech by se mohl popis společenstva dále proměňovat (zpřesňovat). S tímto společenstvem jsme postupně porovnávali společenstvo po prvním až čtvrtém odlovu. Velikost populace (pro hodnocení účinnosti elektrolovu) byla odhadnuta grafickou metodou dle Leslieho a Davise.

Společenstvo jsme hodnotili z hlediska druhové pestrosti společenstva (počet druhů), složení společenstva (dominance, pomocí Renkonenova indexu) a početnosti jedinců jednotlivých druhů ve společenstvu. Hodnocena byla též časová náročnost odlovů.

Výsledky

Trusovický potok

Ze sedmi druhů chycených na Trusovickém potoce byly tři nejpočetnější druhy (vranka pruhoploutvá, pstruh duhový a pstruh obecný) vždy zachyceny již v prvním odlovu. Vzácné druhy se objevovaly velmi málo a někdy až ve třetím odlovu. Průměrně jsme po prvním i po druhém odlovu zachytili 91,7% druhů a společenstvo po prvním

odlovu se dle Renkonenova indexu podobalo společenstvu po pěti opakovaných odlovech z 90,9%.

Průměrný podíl úlovku v prvním odlovu ku odhadované velikosti společenstva po pěti odlovech činil 31,5%. Za předpokladu, že odhad velikosti populace po pěti odlovech bereme jako reálný stav populace na lokalitě, poměr prvního odlovu ku odhadu velikosti populace po pěti odlovech určuje úspěšnost prvního odlovu pro tento druh, neboli ulovitelnost druhu elektrolovem v daných podmínkách prostředí. Ulovitelnost vranky pruhoploutvé tak činila 27,1% (Tab. 1). Přesnost odhadu velikosti populace vranky po dvou odlovech vůči odhadu po pěti odlovech byla 50,3%, až po třech odlovech byl odhad přesný z 85,5% (Obr. 1). Průměrná úspěšnost prvního odlovu u pstruha obecného činila 55,7%, u pstruha duhového pak 68,9%. Po dvou odlovech se odhady zpřesnily na 81,0% (Obr.1), respektive 90,7 %.

Na pstruhové lokalitě typu Trusovického potoka se ukázalo být dostatečné provádět pouze jeden odlov, byla to časově nejekonomičtější varianta pro získání velmi přesných informací o společenstvu (Tab. 2). Odhady velikosti populace vranky pruhoploutvé nebyly po dvou odlovech dostatečně přesné a zpřesnily se až třetím odlovem. Doporučili bychom proto provádět tři odlovy pro odhady velikostí populace vranky pruhoploutvé (Obr. 1).

Tabulka 1. Ulovitelnost (N1/OT) některých druhů na Trusovickém potoce a řece Kyjovce a poměr velikosti úlovku po prvním odlovu (N1) ku velikosti úlovku po pěti odlovech (NT). OT - odhad velikosti populace po pěti odlovech. CV - koeficient variance (%).

druh/ulovitelnost	N1/NT	CV	N1/OT	CV
Trusovický potok				
pstruh duhový	67,6	6,6	68,9	6,5
pstruh obecný	56,2	19,6	55,7	23,8
vranka pruhoploutvá	34,1	12,6	27,1	19,5
řeka Kyjovka				
cejn velký	58,8	32,0	62,3	29,2
karas stříbřitý	51,7	29,3	53,7	28,2
plotice obecná	44,4	20,3	39,4	40,1
cejnek malý	42,6	14,1	40,0	10,0
ouklej obecná	40,0	8,1	34,3	20,0
perlín ostrobřichý	35,7	62,4	48,6	13,0
hořavka duhová	22,9	55,4	-	-

řeka Kyjovka

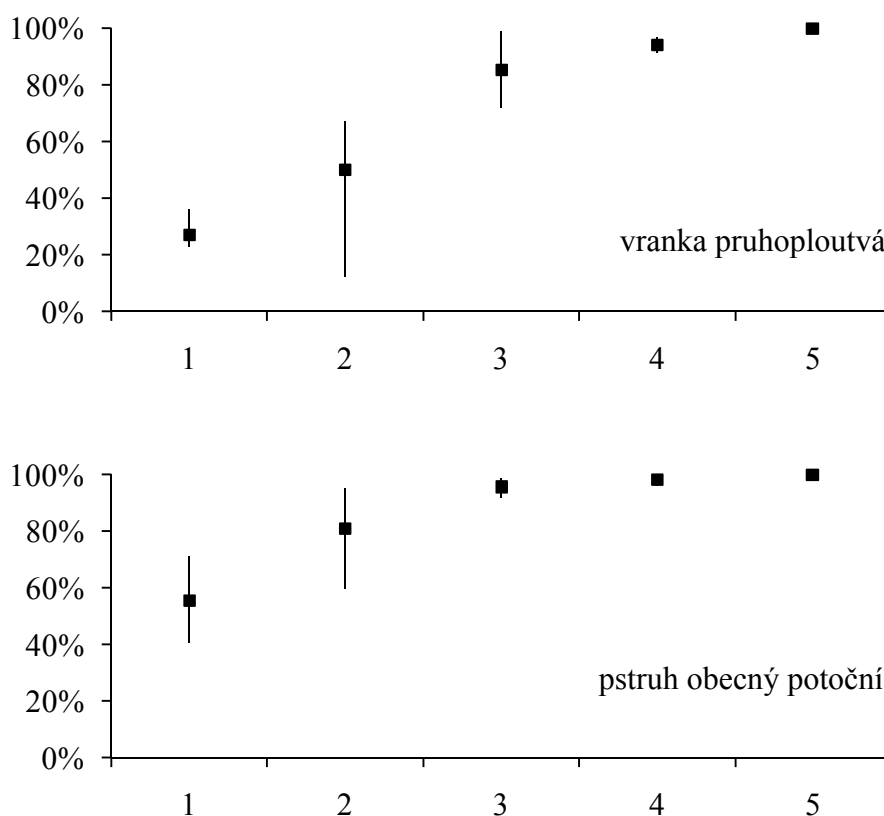
Celkově bylo na řece Kyjovce chyceno 21 druhů ryb, 8 z nich bylo přítomno ve všech odlovech. Vždy byly chyceny v prvním odlovu čtyři dominantní druhy společenstva. Nové druhy přibýly v šesti případech ve druhém nebo ve třetím odlovu, v jednom případě přibyl nový druh až ve čtvrtém odlovu. Průměrně jsme po prvním odlovu zachytili 79,9%

druhů a dle Renkonenova indexu se podobalo společenstvo po prvním odlovu společenstvu po pěti opakovaných odlovech z 90,6%.

Účinnost elektrolovu pro společenstvo na řece Kyjovce byla průměrně 38,9%. Ulovitelnost dominantních druhů na řece Kyjovce a poměr velikosti úlovku po prvním odlovu (N1) ku velikosti úlovku po pěti odlovech (NT) je uveden v Tabulce 1. Přestože hořavka duhová byla čtvrtým nejpočetnějším druhem společenstva, pro vysokou variabilitu v úlovcích nebylo možné provést odhady velikosti populace. V prvním odlovu bylo u hořavky uloveno asi 20% z celkového počtu kusů ulovených v pěti odlovech.

Proto je možné pro tento typ toku doporučit dva odlovy, které přinesou velmi přesnou charakteristiku druhové pestrosti i složení společenstva a navíc i dosti přesnou informaci o množství jedinců na lokalitě (Tab. 2).

Obrázek 1. Přesnost odhadu velikosti populace vranky pruhoploutvé a pstruha obecného po jednotlivých odlovech na Trusovickém potoce. Uvedena je průměrná hodnota, maximum a minimum.



Diskuze

Při porovnávání výsledků mezi různými lokalitami záleží na charakteru toku, kde byly odlovy prováděny, a na druhovém složení společenstva dané lokality. Přesnost odhadů byla ovlivněna především ulovitelností jednotlivých druhů, která často koreluje s tělesnou stavbou a životním způsobem druhu. V našich podmínkách nebylo dosud provedeno mnoho prací hodnotících různé parametry společenstva mezi opakovanými

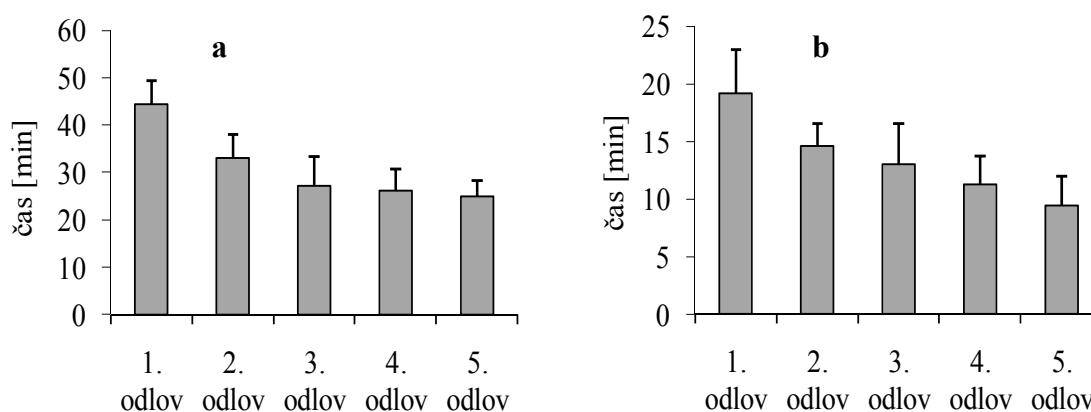
odlovy. Např. Humpl & Lusk (2006) při výzkumu na řece Rokytne a Louče doporučili provádět dva odlovy pro popis struktury společenstva. Po třetím odlovu se podle nich nezvyšuje signifikantně druhová pestrost společenstva.

Na řece Kyjovce i na Trusovickém potoce první dva odlovy spotřebovaly přibližně 50% celkového času a další tři odlovy trvaly každý zhruba stejně dlouho (Obr. 2 a-b). Oba případy ukázaly, že první odlov je vždy časově výrazně náročnější než ostatní odlovy. Doba, za kterou je možné prolovit určitý úsek, se snižuje u třetího odlovu, ale pak už je poměrně konstantní. Vždy je totiž třeba určitého času pro vlastní průchod lokalitou nehledě na množství ulovených jedinců. Je třeba zvážit, kolik odlovů je skutečně potřeba pro druhém opakovaném odlovu provést, protože časová investice nemusí přinést dostatek nových informací. Třetí a navazující odlovy lze doporučit především při specializovaných studiích (vyplatí se je provádět zejména na druhově bohatých tocích pro stanovení druhové pestrosti společenstva).

Tabulka 2. Počet opakovaných odlovů nejméně potřebný k získání v průměru 50%, 80% a 90% přesnosti parametrů popisujících celkové společenstvo na Trusovickém potoce a na řece Kyjovce. U abundance je hodnocena přesnost odhadu.

Trusovický potok	50%	80%	90%	Kyjovka	50%	80%	90%
druhová pestrost	1	1	1		1	2	2
abundance	2	3	4		2	2	3
složení společenstva	1	1	1		1	1	1

Obrázek 2 a-b. Průměrná doba trvání odlovů na a) Trusovickém potoce a b) řece Kyjovce.



Poděkování

Děkujeme představitelům MO MRS Týnec a MO ČRS Domašov za umožnění výzkumu v jejich revírech. Velký dík patří všem kolegům za pomoc při terénních pracích. Finančně byla práce podpořena z projektu LC522 MŠMT „Ichtyoparazitologie – centrum základního výzkumu“.

Literatura

- BONAR, S. A., HUBERT W. A. (2002): Standard sampling of inland fish: benefits, challenges, and a call for action. *Fisheries*, 27, 3: 10 – 16.
- HUMPL, M., LUSK S. (2006): Effect of multiple electro-fishing on determining the structure of fish communities in small streams. *Folia Zoologica*, 55, 3: 315 – 322.
- KARR, J. R. (1981): Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6, 6: 21 – 27.
- KENNARD, M. J., PUSEY, B. J., HARCH, B. D., DORE, E., ARTHINGTON, A. H. (2006): Estimating local stream fish assemblage attributes: sampling effort and efficiency at two spacial scales. *Marine and Freshwater Research*, 57: 635 – 653.
- PUSEY, B. J., KENNARD, M. J., ARTHUR, J. M., ARTHINGTON, A. H. (1998): Quantitative sampling of stream fish assemblages: single- vs. multiple-pass electrofishing. *Australian Journal of Ecology*, 23: 365 – 374.
- ZALEWSKI, M., COWX, I. G. (1989): Factors affecting the efficiency of electrofishing. In: COWX, I. G., LAMARQUE, P. (eds.) *Fishing with Electricity – Application in Freshwater Fisheries Management*, 89 – 110. Fishing New Books, Oxford.

Adresy autorů:

Mgr. **Gabriela Konečná**, Ústav biologie obratlovců AV ČR v Brně, Květná 8, 603 65 Brno, for.ever.young@seznam.cz

Mgr. **Michal Janáč**, Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Kotlářská 2, 611 37 Brno; Ústav biologie obratlovců AV ČR v Brně, Květná 8, 603 65 Brno, janac@ivb.cz

Ing. **Pavel Jurajda**, Dr., Ústav biologie obratlovců AV ČR v Brně, Květná 8, 603 65 Brno, jurajda@brno.cas.cz

MODULACE SINIC VODNÍHO KVĚTU A OBSAH MICROCYSTINŮ V RYBNÍCÍCH JIŽNÍ MORAVY V ZÁVISLOSTI NA INTENZITĚ HOSPODAŘENÍ.

Diversity and microcystins content of cyanobacteria in fish ponds (South Moravia, Czech Republic) related to fishery management intensity

KOPP R., ZIKOVÁ A., ADAMOVSÝ O., BRABEC T., STRAKOVÁ, L., MAREŠ J.

Summary: During the vegetative period of the years 2005-2007 (June–October) we carried out hydrobiological and hydrochemical monitoring of selected ponds inherited in Southern Moravia in relation to different fishery management intensities. Water temperature, dissolved oxygen content, pH, conductivity and water transparency were monitored directly at taking place, N–NH₄⁺, N–NO₂⁻, N–NO₃⁻, P–PO₄³⁻ content and chlorophyll-a concentration were measured in hydrochemical laboratory. At the same time, water samples for taxonomical analyses of phytoplankton and assessment of toxin content of cyanobacteria were taken. All ponds were characterized by low water transparency, high values of pH, N–NH₄⁺, P–PO₄³⁻ and high chlorophyll a concentration. The dominance of cyanobacteria species shifts from coccal (especially genus *Microcystis*) to small-colonial pikoplanktonic (genus *Aphanocapsa*, *Aphanothece*) and to single-filamentous (genus *Planktothrix*, *Limnothrix*, *Pseudanabaena*) cyanobacteria related to increasing fish stock density.

Úvod

Rybářsky obhospodařované rybníky patří k nejběžnějším typům stojatých vod v ČR a mají důležitou hydrologickou funkci v ekosystému celé krajiny. V minulosti především extenzivní způsob hospodaření na rybnících byl od padesátých let minulého století postupně intenzifikován, kdy vysoké dávky krmiv a hnojiv spolu se zhuštěnými obsádkami ryb vedly ke znatelným změnám ve struktuře a dynamice vodních ekosystémů. Vysoká obsádka ryb společně s vysokým obsahem nutrientů vede ke zvýšení trofie vody a postupnému přechodu rybníků do stavu hypertrofie. Hlavními průvodními jevy tohoto stavu je masivní rozvoj fytoplanktonního společenstva většinou s převahou sinic, rozkolísání koncentrace rozpuštěného kyslíku a pH ve vodě, vyšší hodnoty amoniakálního dusíku a celková destabilizace rybníčních ekosystémů (Komárková, 1998; Pechar, 2000; Potužák a kol., 2007).

Silné vodní květy sinic jsou spojeny především s vysokou trofií vody. Navzdory existujícím námitkám k možnosti indikace různé trofické úrovně na základě složení fytoplanktonu je evidentní, že výskyt jednotlivých druhů v závislosti na fyzikálně-chemických podmínkách prostředí není náhodný. Hlavní vliv na druhové složení a výši biomasy fytoplanktonu mají jejich přímí konzumenti (zooplankton) a hustota rybí obsádky (Komárková, 1998; Masojídek a kol., 2001).

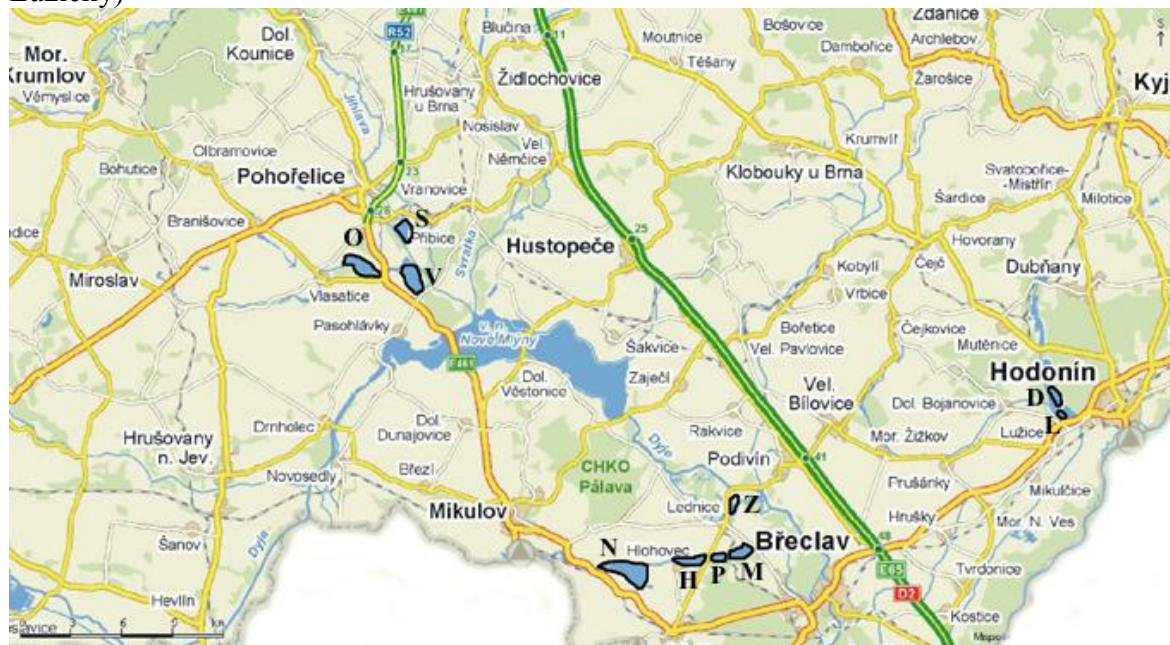
Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) je nejběžnější chovanou rybou v rybnících ČR. Vysoké obsádky kaprovitých ryb mají přímý vliv na výši primární produkce a složení

planktonního společenstva. Kapr v intenzivních chovech svým tlakem na potravu dna snižuje průhlednost vody a způsobuje vzrůst koncentrace základních biogenů uvolněných ze sedimentu do pelagiálu vod. Tento vliv kaprovitých ryb je nejpatrnější v mělkých nádržích (Parkos a kol., 2003; Rahman a kol., 2008).

Materiál a metodika

Všechny sledované rybníky (Nesyt–N, Hlohovecký–H, Prostřední–P, Mlýnský–M, Zámecký–Z, Vrkoč–V, Novoveský–O, Starý–S, Dvorský–D, Lužický horní–L) patří k typickým mělkým nádržím s bahnitým sedimentem, trofický stupeň eutrofní až hypertrofní, s kaprem obecným jako hlavním chovaným druhem (mapa č. 1). Vzorky vody pro chemické analýzy byly odebírány u výpustního zařízení jednotlivých rybníků do 1 litrových plastických vzorkovnic 20 cm pod hladinou. Vzorky pro stanovení hlavních skupin fytoplanktonu byly odebírány pomocí planktonní sítě (průměr ok 40 μm) rovněž u výpustního zařízení. Vzorky byly odebírány v průběhu vegetačního období (červen–září). Determinace fytoplanktonu byla prováděna v nativním stavu po zahuštění na ultrafiltračním zařízení (Marvan, 1957) za využití optického mikroskopu. K stanovení abundance jednotlivých skupin byla využita odhadní stupnice (Hindák, 1978). Údaje o intenzitě hospodaření byly získány od jednotlivých subjektů hospodařících na rybnících (Rybníkářství Pohořelice a.s., Rybářství Hodonín s.r.o., APH rybníky s.r.o.).

Mapa č. 1 Zájmové území s vyznačením sledovaných lokalit (N–Nesyt, H–Hlohovecký, P–Prostřední, M–Mlýnský, Z–Zámecký, V–Vrkoč, O–Novoveský, S–Starý, D–Dvorský, L–Lužický)



Základní fyzikálně-chemické parametry (nasyčení vody kyslíkem, pH a teplota vody) byly stanovovány pomocí přístrojů německé firmy WTW Oxi 340i a pH 340i. Ke stanovení měrné vodivosti byl použit Conductivity meter Conmet 1 americké firmy Hanna

Instruments. Průhlednost vody byla stanovována Secchiho deskou. Chlorofyl *a* byl stanovován dle ČSN ISO 10260. Další uvedené chemické parametry byly stanovovány standardními postupy (Horáková a kol. 1986).

Koncentrace microcystinů ve vodě byla stanovována metodou ELISA (Bláha a Maršálek 2003).

Výsledky a diskuze

Průměrné hodnoty základních fyzikálně-chemických parametrů na sledovaných lokalitách jsou uvedeny v tabulce č. 1. Všechny rybníky byly charakterizovány nízkou průhledností vody, vyšší hodnotou pH, amoniakálního dusíku a vysokou koncentrací chlorofylu *a*.

Abundance hlavních skupin sinic na rybnících dle intenzity hospodaření jsou uvedeny v grafech č 1-3. Složení fytoplanktonu jednotlivých rybníků bylo typické pro mělké hypertrofní nádrže s vysokou produktivitou. Převažovali zástupci sinic, chlorokokálních zelených řas a rozsivek. Intenzitě rybářského hospodaření odpovídalo i druhové složení planktonních sinic. Sinice rybníků s nízkou hustotou rybí obsádky (0-450 kg.ha⁻¹) byly zastoupeny různými skupinami sinic, avšak pouze při této nízké intenzitě rybí produkce se vyskytovaly kokální sinice rodu *Microcystis*, u kterých byly rovněž zjišťovány i nejvyšší hodnoty microcystinů. Maximální zjištěná koncentrace rozpuštěného microcystinu ve vodě byla 18,7 µg.l⁻¹ (Prostřední rybník, 2005). Pikoplanktonní sinice (*Aphanothece*, *Aphanocapsa*, *Synechocystis*, *Synechococcus*) byly hlavní dominantou rybníků se střední hustotou rybí obsádky (500-700 kg.ha⁻¹), u těchto populací sinic byla zjišťována velmi nízká hladina toxicity, koncentrace microcystinů byla často pod detekčním limitem (LOD>0,125 µg.l⁻¹), maximální zjištěná koncentrace microcystinů byla na rybníce Mlýnský 0,50 µg.l⁻¹ v roce 2007. Toxicita byla zjištěna pouze u rybníků s výskytem pikoplanktonních sinic rodu *Synechocystis* nebo *Synechococcus*, toxicita v případě výskytu pouze rodů *Aphanothece* nebo *Aphanocapsa* byla vždy pod detekčním limitem.

V rybnících s nejvyšší hustotou rybí obsádky převažovaly vláknité sinice (*Planktothrix*, *Limnothrix*, *Pseudanabaena*), které jsou adaptovány na život v prostředí s nízkou světelnou intenzitou tzv „turbidní sinice“. V těchto populacích sinic jsme detekovali různé úrovně koncentrace microcystinů, avšak dosahovaly nižších hodnot než u kokálních sinic rodu *Microcystis*. Maximální zjištěná koncentrace rozpuštěného microcystinu ve vodě byla 6,32 µg.l⁻¹ (Novoveský rybník, 2006).

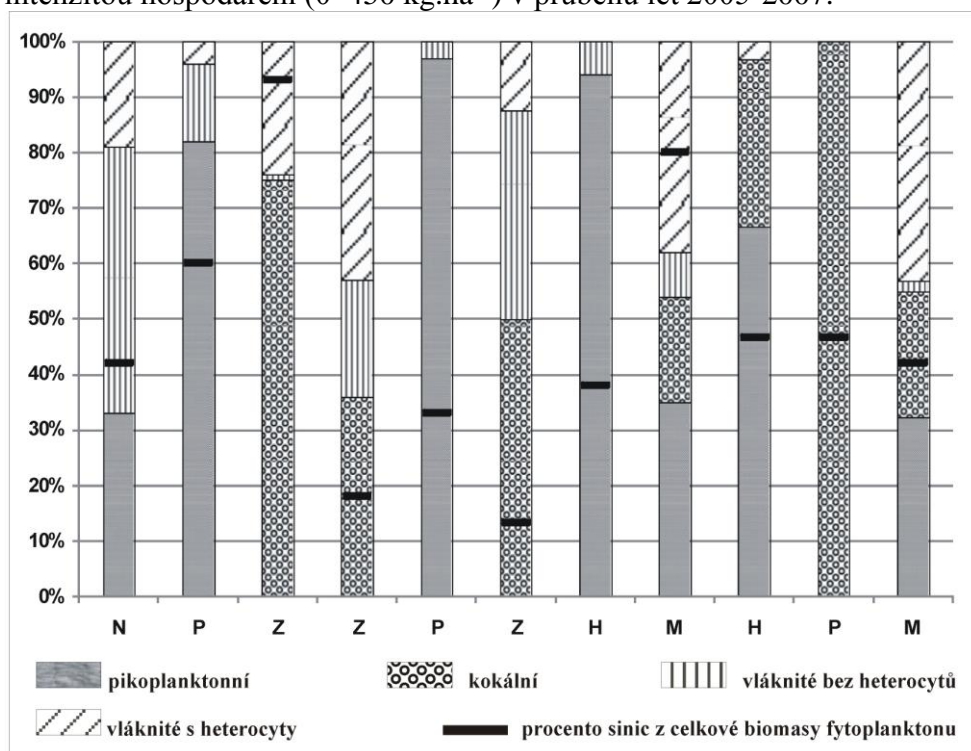
Vývoj planktonních populací sinic je výrazně svázán s intenzitou rybářského hospodaření. V minulých letech kdy průměrná produkce nepřesahovala 350 kg.ha⁻¹ (1950-1960) byly dominantním rodem vyskytujícím se v rybnících vláknité sinice rodu *Aphanizomenon*, který v pozdějších letech (1970-1980) se zvýšením produkce ryb (430 kg.ha⁻¹) začal ustupovat a převahu získaly kokální sinice rodu *Microcystis* nebo vláknité rodu *Anabaena* (Pechar and Fott, 1991). Výskyt vláknitých rodů *Planktothrix*

a *Limnithrix* byl ojedinělý a výraznější nástup těchto rodů nastal až v posledních 30 letech se zvýšením produkce ryb v rybnících (Pechar, 1995).

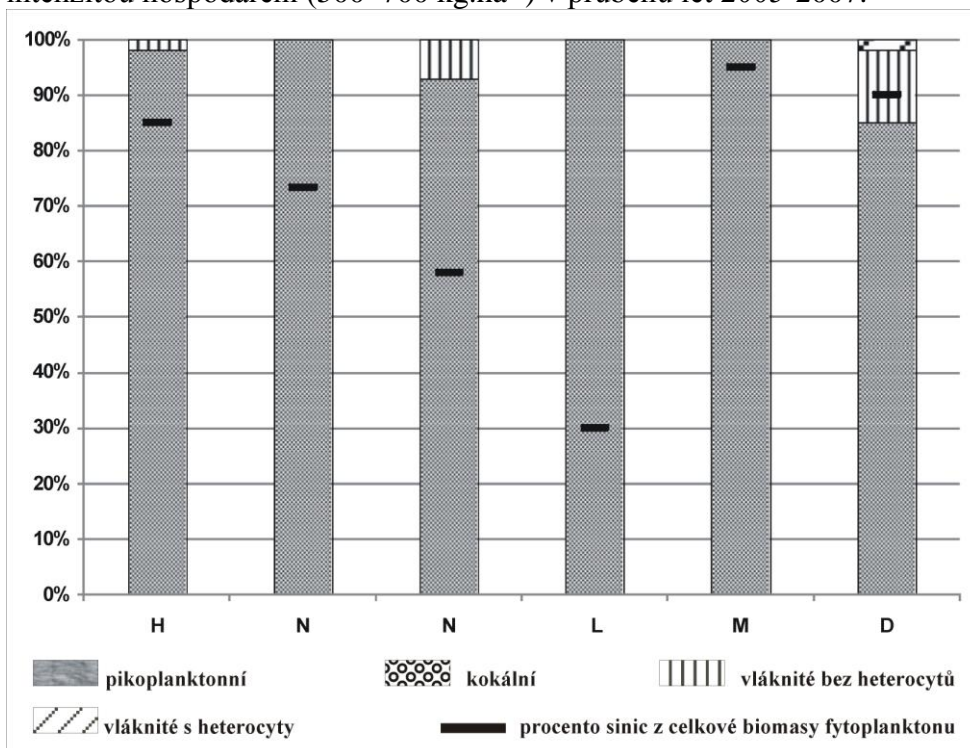
Tabulka č. 1 Průměrné hodnoty základních fyzikálně-chemických parametrů na sledovaných lokalitách v průběhu vegetačního období 2005-2007.

Rybník	průhlednost	vodivost	pH	teplota	kyslík	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NO ₂	P-PO ₄	Chlorofyl a
	cm	mS.m ⁻¹		°C	%	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	μg.l ⁻¹
Zámecký	69	54	9,09	21,1	123	0,58	1,42	0,007	0,18	143
Prostřední	54	131	8,77	21,2	82	0,71	1,50	0,018	0,19	177
Hlohovecký	48	137	8,66	20,6	82	0,43	1,64	0,006	0,25	88
Mlýnský	42	129	8,66	21,4	84	1,01	1,55	0,010	0,11	120
Nesyt	32	140	8,58	20,1	77	0,98	1,50	0,007	0,25	153
Dvorský	22	72	8,82	20,9	88	0,57	0,97	0,008	0,16	371
Lužický horní	36	82	8,37	20,9	79	1,00	1,28	0,051	0,33	262
Vrkoč	23	73	8,18	21,5	64	0,57	1,53	0,043	0,15	295
Novoveský	29	96	8,74	20,7	99	0,29	1,52	0,012	0,23	399
Starý	25	52	8,53	21,8	76	0,15	0,23	0,013	0,61	161

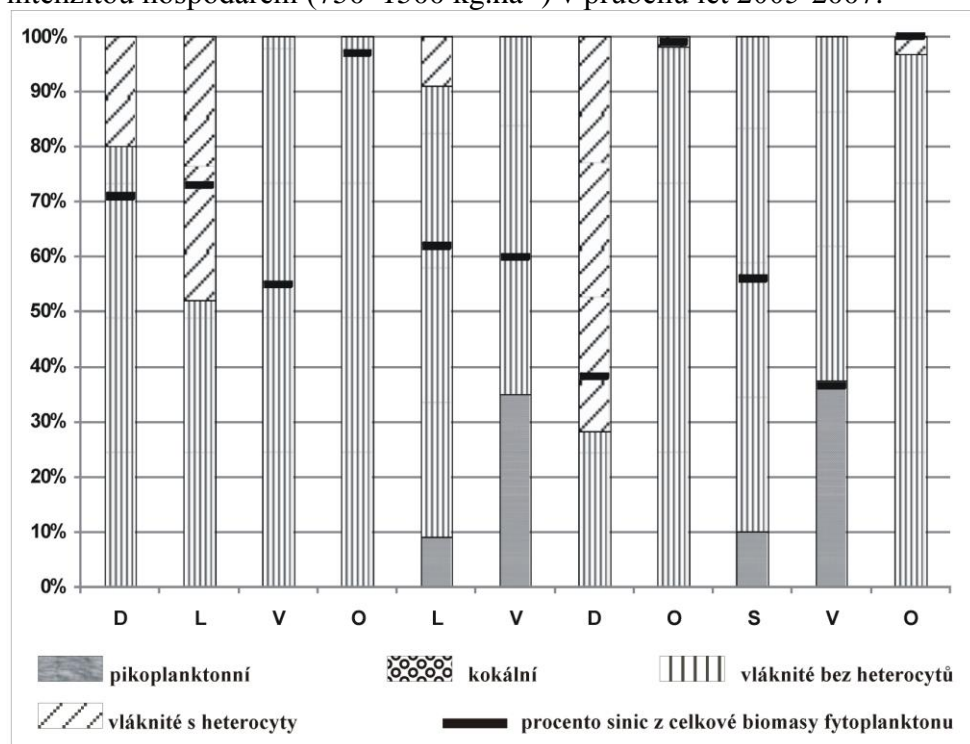
Graf č.1: Průměrné abundance hlavních skupin sinic ve sledovaných rybnících s nízkou intenzitou hospodaření (0–450 kg.ha⁻¹) v průběhu let 2005-2007.



Graf č.2: Průměrné abundance hlavních skupin sinic ve sledovaných rybnících se střední intenzitou hospodaření (500–700 kg.ha⁻¹) v průběhu let 2005-2007.



Graf č.3: Průměrné abundance hlavních skupin sinic ve sledovaných rybnících s vysokou intenzitou hospodaření (750–1500 kg.ha⁻¹) v průběhu let 2005-2007.



Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a projektu QH71015 Národní agentury pro zemědělský výzkum.

Literatura

- BLÁHA, L., MARŠÁLEK, B., 2003: Contamination of drinking water in the Czech Republic by microcystins. *Arch Hydrobiol* 158: 421–429.
- HINDÁK, F. (1978) : Sladkovodné riasy. - SPN Bratislava , 728 p.
- HORÁKOVÁ, M., LISCHKE, P., GRÜNWALD, A. (1986): Chemické a fyzikální metody analýzy vod. SNTL, Praha, 392 p.
- KOMÁRKOVÁ, J., 1998: Fish stock as a variable modifying trophic pattern of phytoplankton. *Hydrobiologia* 369/370: 139–152
- MARVAN, P. (1957): K metodice kvantitativního stanovení nanoplanktonu pomocí membránových filtrů. - *Preslia* 29: 76-83
- MASOJÍDEK, J., PECHAR, L., KOBLÍŽEK, M., ADAMEC, L., KOMENDA, J., 2001: Affinity of surface phytoplankton populations to high irradiance in hypertrophic fish ponds: implications of the competition between chlorococcal and cyanobacteria. *Nova Hedwigia* 123: 255–273
- PARKOS, J. J., SANTUCCI, J. V., WAHL, H. D., 2003: Effects of adult common carp (*Cyprinus carpio*) on multiple trophic levels in shallow mesocosms. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 60: 182–192
- PECHAR, L., 1995: Long-term changes in fish pond management as an unplanned ecosystem experiment: Importance of zooplankton structure, nutrients and light for species composition of cyanobacterial blooms. *Wat. Sci. Tech.*, 32, 4: 187–196
- PECHAR, L., 2000: Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds. *Fisheries management and Ecology*, 7: 23–31
- PECHAR, L., FOTT, J., 1991: On the occurrence of *Aphanizomenon flos-aquae* var. *flos-aquae* in fish ponds. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 76, 1: 57–66
- POTUŽÁK, J., HŮDA, J., PECHAR, L., 2007: Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds-impact of zooplankton structure. *Aquacult. Int.* 15: 201–210
- RAHMAN, M., M., VERDEGEM, M., NAGELKERKE, L., WAHAB, A., M., MILSTEIN, A., VERRETH, J., 2008: Effects of common carp *Cyprinus carpio* (L.) and feed addition in rohu *Labeo rohita* (Hamilton) ponds on nutrient partitioning among fish, plankton and benthos. *Aquaculture Research*, 39: 85–95

Adresy autorů:

Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Ing. Andrea Ziková, Ing. Tomáš Brabec, Ing. Lucie Straková, Doc. Dr. Ing. Jan Mareš, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 613 00 Brno, Česká republika, Botanický ústav Akademie věd (CCT, RECETOX), Kamenice 3, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: fcela@seznam.cz, andrea.zikova@seznam.cz, mares@mendelu.cz,

Mgr. Ondřej Adamovský, Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny (Botanický ústav Akademie věd; RECETOX, Masarykova univerzita), Kamenice 3, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: ondrej.adamovsky@centrum.cz

ZMĚNY SPOTŘEBY KYSLÍKU A EXKRECE AMONIAKÁLNÍHO DUSÍKU U TILAPIE NILSKÉ (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) V ZÁVISLOSTI NA MNOŽSTVÍ PROTEINU V KRMIVU.

*The influence of feed protein intake on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) ammonia production and consumption of oxygen.*

KOPP R., LANG, Š., ZIKOVÁ A., MAREŠ J.

Summary: Feed intake and satiation in fish are regulated by a number of factors, of which dissolved oxygen concentration (DO) is important. Since fish take up oxygen through the limited gill surface area, all processes that need energy, including food processing, depend on their maximum oxygen uptake capacity. Maximum oxygen uptake capacity relative to body weight in bigger fish is smaller than in smaller fish because the gill surface area is allometrically related to body weight. In this study, changes of DO concentration depending on body weight and different protein feed intake in Nile tilapia were investigated.

The quantity of ammonia excreted by fish is related to the quantity of nitrogen supplied by the protein contained in feed. This experiment evaluated short term ammonia nitrogen production by adult tilapia fed rations with two different protein contents (23% and 44%). Fish kept in two tanks (200 l) were used to determine total ammonia nitrogen (TAN) excretion at 0.5-8 hours postprandial. The TAN values of the 23% protein feed were lower than that of the 44% protein feed. Results corresponded with calculated values of the total ammonia nitrogen excreted from fish.

Úvod

Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě patří mezi nejdůležitější ukazatele ovlivňující chov ryb. Jeho význam narůstá v akvakulturách, kde je chováno velké množství ryb v relativně malém množství vody a obsah kyslíku se tak často stává limitujícím faktorem. Při poklesu obsahu kyslíku ve vodě lze u většiny ryb registrovat nechutenství, zpomalení růstu, horší příjem a využití krmiva.

Nároky na obsah kyslíku ve vodě jsou u jednotlivých druhů ryb různé. Svobodová a kol. (1987) udává optimální koncentraci O_2 ve vodě pro lososovité ryby v rozmezí 8 - 10 $mg.l^{-1}$. Při poklesu koncentrace O_2 pod 3 $mg.l^{-1}$ lze u těchto ryb pozorovat příznaky dušení. Optimální koncentrace O_2 ve vodě pro méně náročné ryby kaprovité se pohybuje v rozmezí 6 - 8 $mg.l^{-1}$. Fyziologické požadavky raných stadií jsou (zvláště z hlediska efektivního využívání potravy) vyšší než u dospělých ryb. Významný je rovněž vliv teploty, kdy se stoupající teplotou vody se zvyšuje i spotřeba kyslíku (Jirásek a kol. 1977).

Amoniak je hlavním konečným produktem metabolismu dusíku u ryb. Podle druhu ryb a podmínek prostředí je 60 – 90 % z celkového množství vylučovaného dusíku u kostnatých ryb vylučováno jako amoniak pasivním transportem po koncentračním spádu přes žábry, bez spotřeby energie pro transportní proces. Působení vysoké koncentrace amoniaku snižuje přežití, zpomaluje růst a je příčinou různých fyziologických problémů.

Amoniak se stává stresovým faktorem a stimuluje vylučování kortikosteroidních hormonů do krve (Tomasso, 1994).

Množství amoniaku může být limitujícím faktorem k opětovnému využívání vody vzhledem k jeho negativnímu působení na rybí organismus při vyšších koncentracích. Znalost množství bílkovin v krmných směsích, které jsou efektivně metabolicky využity, by mohlo redukovat množství vyloučeného amoniaku z nadměrně dodaného proteinu a tím také snížit náklady na krmiva (Brunty a kol., 1997). Proteiny v krmných směsích pro ryby jsou zdrojem amoniaku produkovaného do chovného prostředí a vyšší exkrece amoniaku má za následek jeho vyšší hodnoty ve vodě. Nicméně různé druhy ryb a různá věková stadia mají odlišné schopnosti využívání proteinů a také vztah mezi množstvím proteinu a exkrecí amoniaku se postupně mění s věkem ryb (Begum a kol., 1994).

Materiál a metodika

V experimentálním pokusném zařízení oddělení rybářství a hydrobiologie byly pokusné ryby (Tilapie nilská - *Oreochromis niloticus*) získané z rybářství Tisová nejprve adaptovány na nové podmínky v kruhových nádržích pod dobu 30 dnů. Po adaptaci byly přeloveny do speciálních pokusných nádob s pohyblivým víkem, které byly naplněny čistou a kyslíkem nasycenou vodou o známém objemu. Víko umožňuje dokonalé uzavření nádoby bez kontaktu s vnějším prostředím. Před přidáním ryb byly v nádobách stanoveny základní fyzikálně-chemické ukazatele (pH, teplota vody, vodivost, obsah rozpuštěného kyslíku) vše přístrojem CyberScan PCD 650.

Po nasazení ryb byly nádoby uzavřeny a v pravidelných intervalech (15 minut) byl stanovován obsah rozpuštěného kyslíku. Kyslík byl stanovován přístrojem CyberScan PCD 650 (Eutech Instruments, USA) s kyslíkovou sondou umožňující stanovení rozpuštěného kyslíku bez nutnosti pohybu v měřeném médiu. Délka expoziční doby závisela na hmotnosti a počtu nasazených pokusných ryb a byla volena tak, aby na konci pokusu pokles rozpuštěného kyslíku ve vodě nepřesahoval 30% počáteční koncentrace. Výrazné snížení obsahu kyslíku v závěrečné fázi by mohlo na ryby působit jako stresový faktor a zkreslit tím výsledek pozorování. Konstrukce nádoby dovoluje sledovat spotřebu kyslíku v pravidelných časových intervalech bez stresového působení na pokusné ryby.

Sledování probíhalo u ryb hladových (nekrmené min. 3 dny) a u ryb nakrmených (adaptace na příjem krmiva min. 7 dní) krmivem s různou úrovní proteinu v pravidelných časových intervalech po nakrmení. Ke krmení pokusných ryb byly využity dvě kompletní krmné směsi, experimentální krmná směs vlastní receptury (23% protein, 45% uhlohydráty, 10% tuk, 5% vláknina) a krmná směs BIOMAR AQUALIFE 14 (44% protein, 21% uhlohydráty, 14% tuk, 5% vláknina). Výsledné hodnoty spotřeby rozpuštěného kyslíku jsou vyjadřovány v miligramech kyslíku na kilogram hmotnosti ryb za 1 hodinu.

Stanovení produkce amoniakálního dusíku probíhalo ve stejných nádobách jako sledování koncentrace kyslíku. Hladové ryby (nekrmené min. 3 dny) byly přeloveny do pokusných nádob a v hodinových intervalech po dobu 8 hodin byla sledována produkce amoniakálního dusíku indofenolovou metodou (Horáková a kol. 2007). Při experimentech

s kompletní krmnou směsí byly ryby odchovávány v kruhových nádržích a krmeny min. 7 dní před začátkem pokusu (2% z hmotnosti obsádky) tři krát denně. Před vlastním pokusem byly ryby nakrmeny 1/3 denní dávky a 15 minut po nakrmení přeloveny do pokusných nádob kde byla v půl hodinových intervalech po dobu 8 hodin sledována produkce amoniakálního dusíku. Po ukončení sledování byla zjištěna hmotnost pokusných ryb a ryby byly přeloveny zpět do odchovných nádrží. Výsledné hodnoty produkce amoniakálního dusíku (TAN) jsou vyjadřovány v gramech dusíku na 1 kg krmiva.

Výsledky a diskuze

Teplota vody se v průběhu všech experimentů pohybovala v rozmezí 21,3 až 24,3 °C, pH bylo v rozsahu 7,80-8,46, vodivost 92,8 až 99,9 mS . m⁻¹. Spotřeba rozpuštěného kyslíku u tilapie nilské bez krmení (průměrná hmotnost 137,1 g) se pohybovala kolem hodnoty 124,7 mg O₂ . kg⁻¹ . h⁻¹ při teplotě vody 22,4 °C. Spotřeba kyslíku u tilapie nilské při krmení (2% z hmotnosti obsádky) krmiva s obsahem proteinu 24% (průměrná hmotnost ryb 102,7-129,0 g) se pohybovala v rozsahu 175 až 277 mg O₂ . kg⁻¹ . h⁻¹ při teplotě vody 21,3-23,4 °C. Spotřeba kyslíku u tilapie nilské při krmení (2% z hmotnosti obsádky) krmiva s obsahem proteinu 44% (průměrná hmotnost ryb 125,3-134,1 g) se pohybovala v rozsahu 172 až 207 mg O₂ . kg⁻¹ . h⁻¹ při teplotě vody 22,1-23,5 °C. Naše výsledky potvrdily předpoklad nejnižší spotřeby kyslíku u hladových ryb, naopak ale bylo dosaženo spíše nižších hodnot spotřeby kyslíku u ryb krmených kompletní směsí s vyšším obsahem proteinu oproti variantě s nižším obsahem proteinu.

Shiau a Cheng (1999) zjistili u křížence *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* při krmení (2% z hmotnosti obsádky) krmiva s obsahem proteinu 24-32% (průměrná hmotnost 3,24 g) spotřebu kyslíku v rozmezí 155,5-292,8 mg O₂ . kg⁻¹ . h⁻¹. Iwama a kol (1997) stanovili u *Oreochromis mossambicus* (průměrná hmotnost 110,8 g) při krmení kompletní krmnou směsí pro tilapie průměrnou spotřebu kyslíku 177,2 mg O₂ . kg⁻¹ . h⁻¹ při teplotě vody 18,5-23,2 °C. Lei (2002) zjistil u křížence *Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus* (hmotnost 1,57-52,41 g) spotřebu kyslíku v rozsahu 130-410 mg O₂ . kg⁻¹ . h⁻¹.

Na základě našich a publikovaných výsledků, které jsou obdobné je zřejmé široké rozmezí spotřeby kyslíku u tilapií, které zjevně závisí na mnoha faktorech. Míru spotřeby určuje hmotnost ryb, pohlaví, hustota obsádky, teplota vody, intenzita krmení, složení krmiva, fyzikálně chemické parametry vody, stres ryb aj. Mimo dobře popsané trendy snížení spotřeby kyslíku u tilapií s rostoucí průměrnou hmotností ryb, v prostředí s vyšší salinitou vody a u krmiv s vyšším obsahem sacharidů existuje celá řada faktorů, jejichž vliv na spotřebu kyslíku není zcela jednoznačný.

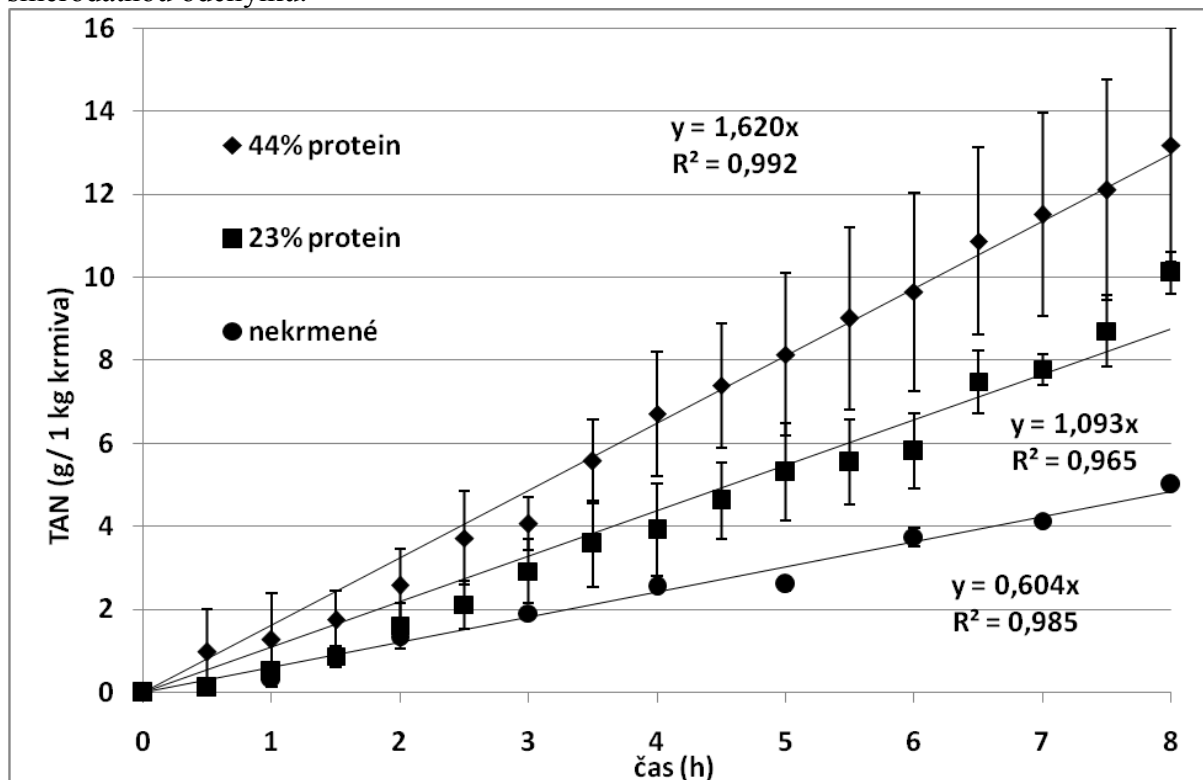
Množství amoniaku vylučovaného rybami je odhadováno na základě čistého využití proteinu (množství proteinu využitého rybami na přírůstek k množství proteinu dodaného v krmivu). Garling a Wilson (1976) udávají průměrnou hodnotu využití proteinu u ryb krmených kompletní krmnou směsí kolem 40%. V závislosti na množství proteinu v krmivu pak lze kalkulovat s teoretickou hodnotou vylučovaného dusíku (TAN) rybami na základě jednoduchého výpočtu (Lawson 1995). V případě použití vlastního experimentálního krmiva s 23% proteinu je předpokládán TAN 22,08 g N . kg⁻¹ krmiva, u

krmné směsi BIOMAR AQUALIFE 14 se 44% proteinu je předpokládán TAN 42,24 g N . kg⁻¹ krmiva. Zjištěná produkce amoniakálního dusíku vyjádřená jako TAN je uvedena v grafu č. 1.

Brunty a kol. (1997) zjistili u tilapie nilské (*Oreochromis niloticus*) lineární vztah mezi zvyšujícím se obsahem proteinu v krmivu a exkrecí amoniaku, a to bez ohledu na zdroj proteinu. Naše výsledky jsou mírně nižší, což je dáno vyšší kusovou hmotností ryb a nižší teplotou vody v našem experimentu ve srovnání s výsledky Brunty a kol (1997). Porovnal výsledky lze pouze přibližně, Brunty neuvádí přesnou dobu měření TAN, rovněž u našich výsledků nelze předpokládat lineární průběh nárůstu hodnot TAN po celých 24 hodin.

Zakes a kol. (2001) sledovali vliv složení krmiva na exkreci amoniaku u juvenilního candáta (*Stizostedion lucioperca*) při odchovu na recirkulačním zařízení. Hodnoty amoniaku se zvyšovaly do osmi hodin po nakrmení, poté se ustálily. Zakes (1998) zjistil závislost hmotnosti ryby na exkreci amoniaku. Množství vyloučeného amoniaku klesá s vyšší hmotností ryby. Zakes (1999) dále sledoval závislost vylučování amoniaku na teplotě prostředí. Exkrece byla vyšší při vyšší teplotě prostředí, a to jak u nakrmených ryb, tak i u ryb hladových.

Graf č. 1 Produkce amoniakálního dusíku TAN (g dusíku na 1 kg krmiva) u tilapie nilské v závislosti na množství proteinu v kompletní krmné směsi. Chybové úsečky vyznačují směrodatnou odchylku.



Naše výsledky potvrdily závěry ostatních autorů o zvyšující se produkci amoniakálního dusíku u krmiv s vyšším obsahem proteinu. Porovnáním teoretické hodnoty TAN, exkrece dusíku u ryb hladových a jednotlivých použitých krmných směsí, se jako

výhodnější z hlediska využití proteinu jeví krmivo s vyšším obsahem proteinu (44%). Tento závěr ale nekalkuluje s cenou jednotlivých krmiv, což je faktor, který v konečném důsledku má výrazný podíl na výběru konkrétního krmiva.

Poděkování

Príspevek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a Interní grantové agentury MZLU v Brně (AF MP 6/2007).

Literatura

- BEGUM, N., N., CHAKRABORTY, S., C., ZAHER, M. (1994): Replacement of fishmeal by low - cost animal protein as a quality fish feed ingredient for Indian major carp, *Labeo rohita*, fingerlings. *Sci. Food. Agric.*, 64: 191-197
- BRUNTY, J., L., BUCKLIN, R., A., DAVIS, J., BAIRD, C., D., NORDSTELDT, R., A. (1997): The influence of feed protein intake on tilapia ammonia production. *Aquacultural Engineering* 16: 161-166
- GARLING, D., L., WILSON, R., P. (1976): Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus*. *Journal of Nutrition* 106: 1368-1375
- HORÁKOVÁ, M. (eds.) (2007): Analytika vody. VŠCHT Praha 335 s.
- IWAMA, G., K., TAKEMURA, A., TAKANO, K. (1997): Oxygen consumption rates of tilapia in fresh water, sea water, and hypersaline sea water. *J. of Fish Biology* 51, 5: 886-894
- JIRÁSEK, J., ADÁMEK, Z., PHA, N. (1977): Vliv různé potravy na spotřebu kyslíku u kapřího plůdku. In: *Živočišná výroba*, 22, 11: 833 - 838.
- LAWSON, T., B. (1995): Fundamentals of aquacultural engineering. An International Thomson Publishing Company, 355 s.
- LEI, S. (2002): Effect of salinity and body weight on the oxygen consumption of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*. *Chinese J. of Applied Ecology* 13, 6: 739-742
- SHIAU, S., Y., CHENG, D., J. (1999): Ammonia excretion and oxygen consumption of tilapia are affected by different carbohydrate ingestion. *Fisheries Science* 65, 2: 321-322
- SVOBODOVÁ, Z. (eds.) (1987): *Toxikologie vodních živočichů*. SZN, 232 s.
- TOMASSO, J., R. (1994): Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. *Rev. Fish. Sci.* 2, 4: 291-314
- ZAKES, Z., KARPINSKI, A. (1999): Influence of water temperature on oxygen consumption and ammonia excretion of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) reared in a recirculating systém. *Aquaculture Research*, 30: 109-114
- ZAKES, Z., SZKUDLAREK, M., WOZNIAK, M., KARPINSKI, A., DEMSKA-ZAKES, K. (2001): Effect of dietary protein: fat ratios on metabolism, body composition and growth of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.). *Czech J. Anim. Sci.*, 46, (1): 27-33
- ZAKES, Z. (1998): Effect of body weight on oxygen consumption and ammonia excretion by juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) (Percidae) reared in recirculating water systém. *Eifac*. XX, Symp. P 01: 32-33

Adresy autorů:

Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Bc. Štěpán Lang, Ing. Andrea Ziková, Ing., Doc. Dr. Ing. Jan Mareš, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 613 00 Brno, Česká republika, Botanický ústav Akademie věd (CCT, RECETOX), Kamenice 3, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: fcela@seznam.cz, andrea.zikova@seznam.cz, mares@mendelu.cz,

DIURNÁLNE ZMENY V SPOLOČENSTVÁCH RÝB NÍŽINNÝCH RIEK VÝCHODNÉHO SLOVENSKA

Dial changes in the fish assemblages in Eastern Slovakian lowland rivers

J. KOŠČO, L. PEKÁRIK, M. NOWAK, L. KOŠUTHOVÁ

Summary: Latorica, Bodrog and Tisa Rivers are the most important lowland rivers in the lowland area of Eastern Slovakia. Considering their native character, few recent studies were focused on these large rivers. We aimed to investigate one swallow beach on each river using small beach seine net in August 2007. Seine netting was undertaken during the 24 hour cycle in the morning (10 am), in the afternoon (16 pm), at the dusk (21 pm) and during the night (01 am). Totally, 6776 fish individuals were recorded from 25 species (Latorica 853 individuals and 20 species, Tisa 4805 individuals a 17 species and Bodrog 1118 individuals and 14 species). The highest frequency was observed in the case of bleak (*Alburnus alburnus*) 100 %, followed by white-finned gudgeon (*Romanogobio albipinnatus*) 91.67 %, common dace (*Leuciscus leuciscus*) a roach (*Rutilus rutilus*) 88.33 %, asp (*Aspius aspius*), schraetzer (*Gymnocephalus schraetser*) 75 % a Balkan spined loach (*Sabanejewia balcanica*) and chub (*Leuciscus cephalus*) 66.67 %. The number of recorded species was higher at the dusk than in the night, morning and afternoon (except for river Tisa, where the number of species was higher in afternoon than in the morning). The number of species was higher at the dusk and in the afternoon, night and morning. In Latorica River, the higher number of individuals was collected in the afternoon, than in the morning, at the dusk and in the night. Comparing the relative abundance of fish species in the particular daytime (Kruskal-Wallis test a Man-Whitney pairwise comparison, $p < 0.05$), there were significant differences in the species relative abundance in the case of Latorica and Bodrog sampled in the afternoon and at the dusk. Contrary, there were no significant differences in the case of Tisa River. Based on these results, daytime at the dusk (89.41 % of recorded species) seems to be the most suitable daytime to cover the majority of species occurring within the large lowland rivers.

Úvod

V hydrologických systémoch sú veľké rieky najvýznamnejšou funkčnou zložkou. Sú jedinečným recipientom početnejších tokov nižšieho rádu a zároveň zdrojom vzniku vlastných aluviálnych biotopov so špecifickou druhovou štruktúrou. Z hľadiska diverzity ichtyofauny sú druhovo najbohatšou časťou riečneho ekosystému. Zároveň však veľké rieky patria k najviac ohrozeným biotopom na Zemi vôbec. Loviteľnosť veľkých riek a získanie relevantných informácií o spoločenstve rýb a ich druhovom zložení predstavuje stále významný problém (Lapointe et al. 2006). Casselman et al. (1990) zhodnotili vtedajšie možnosti lovu rýb na veľkých riekach v celosvetovom meradle. Lapointe et al. (2006) štatisticky vyhodnotili najpoužívanejšie spôsoby lovu v súčasnosti. Podľa ich odporúčaní je najvhodnejšie použiť malú zátahovú sieť ťahanú dvomi osobami alebo dvomi lodkami na relatívne plytkých úsekoch veľkých riek.

V oblasti východného Slovenska sú najväčšie rieky Latorica, Bodrog a Tisa. Aj keď tieto rieky boli v minulosti sčasti zregulované, v súčasnosti, po niekoľkých desaťročiach, vlastnou korytotvornou činnosťou sa ich charakter opäť mení smerom k pôvodnému stavu.

Pomerne málo neprekonateľných migračných bariér a relatívne dobrá samočistiaca schopnosť umožňujú existenciu, na európske pomery, veľkého počtu druhov. Doterajšie údaje o ich ichtyofaune sú však v porovnaní s tokmi nižšieho rádu úplne nedostatočné.

Na základe týchto dôvodov sme sa rozhodli použiť malú záťahovú sieť ako menej bežný spôsob lovu a overiť tým jeho použiteľnosť. Nezaujímala nás iba jej účinnosť, ale aj to, ktorá denná doba sa javí ako najvhodnejšia k zisteniu čo najviac informácií o ichtyofaune našich veľkých nížinných riek.

Materiál a metodika

Rieka Tisa tvorí približne 6 km dlhú hranicu medzi Slovenskom a Maďarskom. Šírka toku presahuje 100 m a hĺbka miestami viac ako 10 m. Na náplavových brehoch na slovenskej strane sa vytvárajú 2 rozľahlé pláže, ktoré miestami pri nižších stavoch siahajú do tretiny koryta. Prúdenie vody na plážach je pomalé, smerom k prúdnici sa postupne zvyšuje. Substrát tvorí výlučne piesok, ktorý je usporiadaný do presypov. Na nábehových brehoch najmä na maďarskej strane je breh spevnený lomovým kameňom. Lov na tejto rieke bol uskutočnený 27.-28.8.2008 na prvej pláži na Slovenskom území v blízkosti obce Veľké Trakany.

Rieka Bodrog vzniká sútokom riek Latorica a Ondava a tvorí približne 15 km úsek, po ktorom opúšťa územie Slovenska. Rieka bola v minulosti narovnaná a postupne sa zarezala hlboko pod úroveň terénu. Na celom toku rieky sú 2 výraznejšie pláže a to pri ohybe rieky pri obci Zemplín a pri obci Klin nad Bodrogom (asi 1 km proti prúdu od štátnej hranice), na ktorej sme uskutočnili prieskum 28.-29.8.2007. Pláž je hlinito-piesčitá. Rieka na tomto úseku široká 50-70 m a hlboká do 10 m. Brehy sú hlinité bez spevnenia lomovým kameňom.

Rieka Latorica priteká na územie Slovenska z Ukrajiny. Je dlhá približne 32 km. V minulosti bola rieka vyrovnaná a zarezaná pod okolitý terén. Po približne 20 km priberá Laborec a stáva sa mohutnejšou. V posledných 10 km rieka začína výraznejšie meandrovať a vytvára charakteristické pláže na náplavovom brehu a vysoké kolmé steny (takzvaný vysoký breh) na nábehovom brehu. V toku sa nachádza veľké množstvo mŕtvej drevnej hmoty (veľké konáre ale aj celé stromy). Tento úsek je možné hodnotiť ako blízky prirodzenému stavu, kde rieka dokáže meniť svoje koryto a meandrovať a v nížinných podmienkach strednej Európy predstavuje unikátny stav. Lov sa uskutočnil 18.-19.8.2007 na pláži, ktorá je približne 3-4 km pred sútokom s Ondavou. Pláž je piesčito-hlinitá. Rieka tu dosahuje šírky 30-40 m a hĺbku niekoľko metrov.

Na lov rýb sme použili malú záťahovú sieť (vatku) dlhú 6 m a s priemerom oka 6 mm. Jedným z dôvodov bolo sústrediť pozornosť na juvenilné jedince, ktorých početnosť odzrkadľuje životaschopnosť populácií jednotlivých druhov rýb. Pričom je známe, že menšie ryby majú nielen prevažný podiel na abundancii, ale v značnej miere sa podieľajú aj na biomase ichtyofauny. Sieť bola ťahaná dvomi osobami po prúde toku. Kontinuálny úsek pláže bol lovený postupne trikrát (3x15-30m) v závislosti na charaktere a veľkosti pláže. Lov prebiehal počas 24 hodinového cyklu 4 krát v približne rovnakých intervaloch, ráno (10.00), popoludní (16.00), večer počas stmievania (21.00) a v noci (01.00). Ulovené druhy boli

determinované a pustené späť do toku pod skúmanými plážami. Kvantitatívne a štrukturálne znaky sme hodnotili podľa Lososa et al. (1984). Pri porovnaní rozdielov relatívneho zastúpenia jednotlivých druhov sme použili Kruskal-Wallis test a Man-Whitney párové porovnanie ($p < 0,05$) v štatistickom programe Past (Hammer et al. 2001)

Výsledky a diskusia

Počas výskumu bolo spolu ulovených 6776 jedincov rýb patriacich do 25 druhov (Tab. 1). V Latorici sme zaznamenali 853 jedincov a 20 druhov, v Tise 4805 jedincov a 17 druhov a v Bodrogu 1118 jedincov a 14 druhov. Najviac jedincov z celkového počtu ulovených bolo v priemere ulovených večer (37,72 %) a popoludní (31,84 %). Najviac druhov z celkového počtu bolo ulovených večer (89,41 %) a v noci (79,84 %). Najvyššiu frekvenciu vo všetkých lovoch dosahovali belička európska (*Alburnus alburnus*) 100 %, hrúz bieloplutvý (*Romanogobio albipinnatus*) 91,67 %, jalec maloústý (*Leuciscus leuciscus*), plotica červenooká (*Rutilus rutilus*) 88,33 %, boleň dravý (*Aspius aspius*), hrebenačka pásavá (*Gymnocephalus schraetser*) 75 %, pĺž vrchovský (*Sabanejewia balcanica*) a jalec hlavatý (*Leuciscus cephalus*) 66,67 %.

Na rieke Latorica sme vo všetkých 4 lovoch ulovili 4 druhy rýb, beličku európsku, boleňa dravého, jalca maloústeho a ploticu červenookú. Najviac rýb bolo ulovených popoludní a ráno, najmenej v noci. Naopak, najviac druhov rýb bolo zistených v noci a najmenej popoludní. Pri porovnaní relatívneho zastúpenia jednotlivých druhov sa významne líšili lovy popoludní a večer.

Na rieke Bodrog sme vo všetkých 4 lovoch ulovili 5 druhov rýb, beličku európsku, boleňa dravého, hrúza bieloplutvého, jalca maloústeho a ploticu červenookú. Najviac rýb ako aj najviac druhov bolo ulovených večer a najmenej ráno. Pri porovnaní relatívneho zastúpenia jednotlivých druhov sa významne líšili lovy popoludní a večer.

Na rieke Tise sme vo všetkých 4 lovoch ulovili 7 druhov rýb beličku európsku, plosku pásavú (*Alburnoides bipunctatus*), mrenu severnú (*Barbus barbus*), hrúza bieloplutvého, podustvu severnú (*Chondrostoma nasus*), jalca hlavatého (*Leuciscus cephalus*) a pĺža vrchovského. Počet rýb ako aj ich druhové zastúpenie boli najnižšie ráno. Najvyššie hodnoty boli večer (počet rýb), resp. večer a v noci (počet druhov).

Z hľadiska druhovej identity bol index podobnosti medzi Latoricou a Bodrogom pomerne vysoký (82,4 %), všetky druhy rýb, ktoré sa vyskytovali v Bodrogu, sme zaznamenali aj v Latorici, tu sme však navyše zaznamenali 6 ďalších druhov. Päť z nich však bolo zastúpených iba jediným kusom, iba jalec tmavý mal významnejšie zastúpenie v ichtyocenóze Latorice. Z druhov zastúpených v dominancii početnosti viac ako piatimi percentami, boli 4 druhy v oboch tokoch rovnaké – belička európska, plotica červenooká, hrúz bieloplutvý a pleskáč malý (*Abramis bjoerkna*). V Bodrogu hodnotu vyššiu ako 5 % dosiahol ešte pleskáč vysoký (*Abramis brama*), v Latorici to boli boleň dravý a jalec maloústý.

Druhovým zložením sa líšila rieka Tisa, ktorej index podobnosti s obidvomi riekami nedosahoval ani 65 %. Najvyššiu dominanciu dosiahli belička európska a hrúz bieloplutvý, teda druhy zhodné s dominantnými druhmi Latorice a Bodrogu. Na rozdiel od týchto riek

v Tise patrili medzi dominantné druhy ešte ploska pásavá (*Alburnoides bipunctatus*) a podustva severná, teda druhy, ktoré sa v predchádzajúcich tokoch prakticky nevyskytovali. Výrazné rozdiely boli aj v dominancií pleskáčov. Na rozdiel od Latorice a Bodrogu, kde dominovali pleskáč malý a pleskáč vysoký, v Tise dominoval pleskáč tuponosý, pričom predchádzajúce dva druhy sa tu vôbec nevyskytovali. Rozdiely medzi Tisou a Latoricou s Bodrogom boli aj v prítomnosti ďalších reofilov v Tise (mrena severná, hrúz Kesslerov (*Romanogobio kessleri*), kolok veľký (*Zingel zingel*). Naopak, výrazne nižším počtom boli zastúpené plotica červenooká, boleň dravý a jalec maloústý (Tab. 1).

Diurnálne zmeny sa výrazne prejavili u pleskáčov, keď všetky tri zistené druhy (pleskáč malý a pleskáč vysoký v Latorici a Bodrogu, pleskáč tuponosý - *Abramis sapa* v Tise) sa vyskytovali na pláži iba po zotmení a v noci. Ploska pásavá a mrena severná sa v Tise tiež vyskytovali vo všetkých odlovoch, ale ťažisko ich výskytu bolo v noci, podobne ako pri pleskáčoch. Iba v noci sa vyskytoval kolok veľký na pláži Tisy a zubáč veľkoústý (*Sander lucioperca*) na plážach Latorice a Bodrogu. Píž vrchovský sa v Latorici a Bodrogu vyskytoval na pláži iba v noci, v Tise aj cez deň, ale ťažisko výskytu aj tu mal v noci. Podobne aj lopatka dúhová (*Rhodeus amarus*) na pláži v Tise sa vyskytovala hlavne v noci. Prevažne v noci sa vo všetkých riekach vyskytoval aj jalec maloústý a jalec tmavý (*Leuciscus idus*), ktorého sme ulovili v Latorici a Tise.

Belička európska sa vo všetkých troch riekach vyskytovala na pláži vo všetkých odlovoch, ale naopak, dominovala hlavne cez deň (v dopoludňajších a popoludňajších hodinách). Rovnako aj hrúz Kesslerov, ktorého sme ulovili iba v Tise. Podustva severná sa vyskytovala hlavne v Tise, kde jej početnosť bola výrazne vyššia tiež počas dňa.

Hrebenačka pásavá sa vo všetkých tokoch vyskytovala hlavne po zotmení (21.00 hod.).

Diurnálne zmeny vo výskyte sme nezaznamenali pri ostriežovi zelenkavom (*Perca fluviatilis*). Podobne aj hrúz bielooplutvý sa vyskytoval vo všetkých tokoch a vo všetkých odlovoch, akurát v Tise bola jeho početnosť výrazne vyššia v noci. Plotica červenooká sa v Latorici vyskytovala prevažne cez deň, v Bodrogu a v Tise v noci. Takmer rovnaké zmeny vo výskyte mal aj boleň dravý. Z jalcov boli najmenej výrazné diurnálne zmeny pri jalcovi hlavatom.

Rozdiely medzi dennými a nočnými lovmi boli zaznamenané aj v nádržiac (Prchalová et al. 2006, Vašek et al. 2006).

Záver

Počas prieskumu sme spolu ulovili 6776 jedincov rýb patriacich k 25 druhom (Latorica 853 jedincov - 20 druhov, Tisa 4805 jedincov - 17 druhov, Bodrog 1118 jedincov - 14 druhov), kde najvyššiu frekvenciu vo všetkých lovoch dosahovali belička európska (*Alburnus alburnus*) 100 %, hrúz bielooplutvý (*Romanogobio albiginnatus*) 91,67 %, jalec maloústý (*Leuciscus leuciscus*) a plotica červenooká (*Rutilus rutilus*) 88,33 %, boleň dravý (*Aspius aspius*) a hrebenačka pásavá (*Gymnocephalus schraetser*) 75 %, píž vrchovský (*Sabanejewia balcanica*) a jalec hlavatý (*Leuciscus cephalus*) 66,67 %. Počet ulovených druhov bol najvyšší večer, potom nasledovali nočné lovy a ranné lovy a najnižší počet

druhov bol ulovený popoludní (s výnimkou Tisy, kde takmer o 6 % prevyšovali ranné odlovy). Ulovených jedincov bolo najviac večer a popoludní, potom nasledovali nočné a ranné lovy. Výnimku tvorila Latorica, kde najviac jedincov sme ulovili popoludní a ráno, potom nasledovali večerné lovy a nočné lovy. Pri porovnaní relatívneho zastúpenia jednotlivých druhov (Kruskal-Wallis test a Man-Whitney párové porovnanie, $p < 0,05$) sa na lokalite na riekach Latorica a Bodrog signifikantne líšili lovy popoludní a večer, na lokalite na rieke Tisa sa žiadne lovy signifikantne nelíšili. Z výsledkov je zrejmé, že denná doba počas stmievania (21 hod.) sa javí ako najvhodnejšia k zachyteniu najvyššej druhovej diverzity veľkých riek.

Pod'akovanie:

Práca bola súčasťou riešených projektov VEGA 1/0352/08 a APVV 0154-07.

Literatúra

CASSELMAN, J. M., PENCZAK, T., CARL, L., MANN, R. H. K., HOLČÍK, J., WOITOWICH W. A. (1990) An evaluation of fish sampling methodologies for large-river systems. *Polish Archives of Hydrobiology*, 37: 521–552.

HAMMER Ø., HARPER, D.A.T., & RYAN P. D. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 1-9.

LAPOINTE, N.W.R., CORKUM L.D., MANDRAK N.E. (2006) Comparison of methods for sampling on and offshore littoral zone fishes in large rivers. *North American Journal of Fisheries Management*, 26: 503-513.

PRCHALOVÁ, M., KUBEČKA, J., JÚZA, T., ŘÍHA, M., JAROLÍM, O., TUŠER, M., PETERKA, J., VAŠEK, M. (2006): Komplexní průzkum rybí obsádky nádrže Želivka, největší vodárenské nádrže v ČR, v letech 2004 a 2005. In: Vykusová B. (ed.): *IX. Česká ichtyologická konference, sborník příspěvků*, Vodňany, 4.-5. 5. 2006, 114-118.

VAŠEK, M., MATĚNA, J., KUBEČKA, J., SEĎA, J. (2006): Distribution and Diet of 0+ Fish within a Canyon-Shaped European Reservoir in Late Summer. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 91, (2): 178–194.

Adresy autorov:

PaedDr. Ján Koščo, PhD., FHPV PU v Prešove, ul. 17. novembra 1, 080 01 Prešov, SR,

kosco@unipo.sk

Mgr. Ladislav Pekárik, Ústav zoológie, Slovenská Akadémia Vied, Dúbravská cesta 9 845 06 Bratislava, SR, ladislav.pekarik@savba.sk

Michał Nowak, Department of Ichthyobiology and Fisheries, Agricultural Univeristy of Kraków, ul. T. Spiczakowa 6, 30-199 Kraków, Polska / Poland, mikhael.nowak@gmail.com

MVDr. Lenka Košuthová, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva, Komenského 73, 041 81 Košice, SR, kosuthova@yahoo.com

Tab. 1: Súhrnné relatívne zastúpenie jednotlivých druhov na plážach skúmaných riek

	Latorica	Bodrog	Tisa
	18.08.07	29.08.07	28.08.07
<i>Abramis bjoerkna</i>	6,45	6,35	-
<i>Abramis brama</i>	2,58	10,55	-
<i>Abramis sapa</i>	0,35	0,09	0,75
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	-	-	10,43
<i>Alburnus alburnus</i>	39,98	48,21	56,75
<i>Aspius aspius</i>	12,19	3,13	0,04
<i>Barbus barbus</i>	-	-	0,92
<i>Cobitis elongatoides</i>	0,23	0,09	-
<i>Esox lucius</i>	0,12	-	-
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	0,12	-	-
<i>Gymnocephalus schraetser</i>	3,28	1,52	0,37
<i>Chondrostoma nasus</i>	0,12	-	7,22
<i>Leuciscus cephalus</i>	0,94	0,45	3,68
<i>Leuciscus idus</i>	0,94	-	0,25
<i>Leuciscus leuciscus</i>	5,04	2,77	1,79
<i>Perca fluviatilis</i>	0,47	0,27	0,04
<i>Rhodeus amarus</i>	-	-	0,25
<i>Romanogobio albipinnatus</i>	7,85	7,42	15,07
<i>Romanogobio kessleri</i>	-	-	0,19
<i>Rutilus rutilus</i>	17,70	17,89	0,65
<i>Sabanejewia balcanica</i>	1,06	0,63	1,56
<i>Sander lucioperca</i>	0,35	0,63	-
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,12	-	-
<i>Vimba vimba</i>	0,12	-	-
<i>Zingel zingel</i>	-	-	0,04
počet ulovených jedincov	853	1118	4805

DRUHOVÉ ZLOŽENIE ICTHYOFAUNY V BIOKORIDORE VD ŽILINA

Diversity of ichthyofauna in the by-pass of the Žilina dam

T. KRAJČ, B. CHLÁDECKÝ

Summary: At the present time, the Váh River (403 km) is segmented by 22 migration barriers. Some barriers have fish passes, but their functionality is controversial. The newest waterwork on the Váh River is a waterwork of Žilina. Construction was completed in 1998 and in the same year it came into operation. As a part of the waterwork, there is a right-hand fish by-pass – 9 km long biocorridor, which after 10 years forms a new habitat for 20 fish species with different abundance, belonging to 8 families. The biocorridor is administered by Water building management, g. e., Bratislava and maintained by Slovak Fishing Association – The Council. Periodic monitoring of the biocorridor is conducted by staff of Slovak Fishing Association – Department of running waters.

Úvod

Biokoridor VD Žilina (ďalej tiež BKR) je umelo vybudovaný kanál na pravej strane rieky Váh dnes tvoriacej vodnú nádrž pri meste Žilina na severozápade Slovenska. Biokoridor má lichobežníkový tvar s prírodne upravenými brehmi. V hornej časti má charakter podhorského potoka s viacerými prúdivými úsekmi, s kamenitoštrkovitým dnom. Nižšie sa mení skôr na nízinný kanál s pomaly tečúcou vodou, s nánosmi jemného sedimentu na dne. V spodnom úseku je umiestnené oddychové jazierko (cca 1,5 ha) s pravostranným prítokom Tepličky. Od tejto časti sa opäť jedná skôr o podhorský potok so značným spádom a rýchlosťou prúdu na úrovni $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Priemerná šírka je 5-7 m a hĺbka dodného stĺpca 0,6 m. Prítok je zabezpečený stály, na úrovni 2 m^3 , dvomi napúšťacími klapkami umiestnenými vedľa seba, cca 50 m pod vyústením Varínky do Váhu. Biokoridor je v zmysle zákona č. 139/2002 Z.z. o rybárstve v znení neskorších predpisov vyhlásený za chránenú rybársku oblasť so zákazom rybolovu. Medzi hlavné jeho účely využitia patrí okrem funkcie rybieho prechodu, funkcia drenážna, krajnotvorná a športovorekreačná- ako trať pre vodných slalomárov v jeho spodnej časti.

Metodika

Na 9 km dlhom úseku BKR boli vytypované tri lokality, na ktorých sa monitoring ichthyofauny pravidelne uskutočňuje. Pri výbere lokalít bola hlavným kritériom skutočnosť, aby v nich boli zastúpené všetky typy mezohabitátov (perejovité úseky, tíšiny atď.). Dĺžka prelovených úsekov na lokalitách č. 1, č. 2 a č. 3 predstavovala 100 m. Spodná lokalita (lokalita č.1) bola vzdialená cca 800 m od vyústenia spodnej časti biokoridoru do Váhu. Vyústenie BKR sa nachádza približne 2 km od hrádzového telesa vodnej nádrže. Stredná lokalita (lokalita č. 2) bola na úrovni hrádze s hydroelektrárnou a tretia lokalita (lokalita č.3) sa nachádzala pod napúšťacími klapkami vo Varíne. Monitoring prebiehal v mesiaci apríl, máj a október 2007. Jednalo sa o 5 odlovov na každej lokalite. Vykonával sa pomocou jedného benzínového elektrického agregátu (Honda) s výstupným napätím 220 - 230 V a elektrickým prúdom 0,4-0,5 A. (BMA+, prípadne NB). Vodivosť lovného

prostredia predstavovala 315 μ S. Odlov vykonávala jedna lovná skupina pozostávajúca zo siedmich členov, pričom jeden obsluhoval elektrický agregát na brehu, jeden ryby šokoval, tri osoby omráčené ryby lovili pomocou podberákov a ďalší členovia skupiny ich dočasne ukladali do prenosných nádob. Lovná skupina sa pohybovala rovnomerne po celej šírke daného úseku toku so zámerom preloviť čo najväčšiu plochu. Všetky profily boli prelovené jedenkrát s približne rovnakou dobou lovu zaznamenanou pre potreby vyhodnotenia CPUE (catch per unit effort – „úlovok na jednotku úsilia“), ako semikvantitatívneho parametra.

Pri monitoringu bola použitá štandardná metóda odberu a spracovania materiálu, ktoré spočívalo v terénnej determinácii zistených taxónov do úrovne druhu a následnom meraní dĺžky tela (longitudo corporis) a hmotnosti jednotlivých ulovených jedincov. Zo získaných údajov bola u jednotlivých odlovov vyhodnotená druhová diverzita, početnosť a hmotnosť dominancia zastúpených taxónov. Z hľadiska početnostného zastúpenia boli druhy prítomné v danej vzorke zaradené do piatich kategórií (eudominant – viac ako 10%, dominant – 5-10%, subdominant – 2-5%, recedent – 1-2%, subrecedent – menej ako 1%).

Účelom monitoringu ichtyofauny biokoridoru VD Žilina v roku 2007 bolo zistiť aktuálny stav vo vývoji rybích spoločenstiev v tomto type rybieho prechodu.

Názov a bližší popis jednotlivých lokalít:

- Lokalita č. 1: úsek biokoridoru nachádzajúci v jeho spodnej časti pod tzv. „oddychovým jazierkom“, v mieste jeho vyústenia cca 300 m od jeho ústia do Váhu
- Lokalita č. 2: úsek biokoridoru nachádzajúci v strednej časti biokoridoru súběžne vedľa telesa hrádze (hydrocentrála) VD Žilina cca 1500 m od ústia do Váhu
- Lokalita č. 3: úsek biokoridoru nachádzajúci v hornej časti biokoridoru, 100 m pod nápuštným objektom - končiaci klapkami

Výsledky

DRUHOVÁ DIVERZITA A EKOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA

V rámci všetkých odberných profilov bolo v biokoridore VD Žilina identifikovaných do úrovne druhu spolu 4825 exemplárov rýb. Zaznamenaných bolo 20 druhov patriacich do 8 čeľadí. Prehľad zistených druhov, ich zaradenie do príslušnej čeľade, ekologickú charakteristiku podľa vzťahu k prúdovým podmienkam a neresovému substrátu a celkový počet zaznamenaných jedincov daného taxónu uvádza tabuľka č.1.

Všeobecne najviac zastúpeným druhom v rámci celého biokoridoru bola belička európska, hoci na lokalite č.3 sa vyskytovala iba subrecedentne. Naopak výrazne najvyššiu početnosť iba na tejto lokalite dosahovala čerebľa pestrá, z ďalších druhov boli v pomerne väčšom množstve zaznamenané aj jalec hlavatý, slíž severný a plotica červenooká. Pri niektorých konkrétnych odlovoch mierne zvýšenú početnosť dosiahla tiež podustva

severná (lokality č.1), ostriež zelenkavý (lokality č.2) a hrúz škvrnitý a hlaváč pásoplutvý (lokality č.3), príp. tiež pstruh potočný a ploska pásavá. Ostatné druhy boli zastúpené všeobecne výrazne menej, z troch druhov bolo celkovo ulovených iba po dvoch jedincoch.

Na všetkých odberných profiloch zaznamenaný takmer zhodný počet vyskytujúcich sa druhov rýb. Mieň sladkovodný, plž severný (po 2 jedince z oboch druhov) a hlaváč pásoplutvý boli zaznamenané iba na lokalite č.3, naopak iba tu sme nezachytili pstruha dúhového. Jedince mreny severnej boli ulovené iba na lokalite č.1, hrebenačka frkaná (2 jedince) sa zase vyskytla iba na lokalite č.2, čerebľa pestrá na lokalitách č.2 a č.3.

Tab. č.1: Prehľad druhov rýb zistených v biokoridore VD Žilina v roku 2007

druh ryby	čel'ad'	ekologická charakteristika druhu	počet jedincov (ks)
lipeň tymiánový (<i>Thymallus thymallus</i>)	<i>Thymallidae</i>	reofilný litofil	43
pstruh potočný (<i>Salmo trutta m. fario</i>)	<i>Salmonidae</i>	reofilný litofil	140
pstruh dúhový (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	<i>Salmonidae</i>	eurytopný litofil	22
št'uka severná (<i>Esox lucius</i>)	<i>Esocidae</i>	limnofilný fytofil	17
ostriež zelenkavý (<i>Perca fluviatilis</i>)	<i>Percidae</i>	eurytopný fytofil	76
hrebenačka frkaná (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	<i>Percidae</i>	eurytopný fytofil	2
podustva severná (<i>Chondrostoma nasus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	reofilný litofil	95
nosáľ s'ahovavý (<i>Vimba vimba</i>)	<i>Cyprinidae</i>	reofilný litofil	33
mrena severná (<i>Barbus barbus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	reofilný litofil	16
jalec hlavatý (<i>Leuciscus cephalus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	eurytopný litofil	466
jalec maloústý (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	reofilný litofil	40
hrúz škvrnitý (<i>Gobio gobio</i>)	<i>Cyprinidae</i>	eurytopný psammofil	226
ploska pásavá (<i>Alburnoides bipunctatus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	reofilný litofil	66
belička európska (<i>Alburnus alburnus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	eurytopný fytofil	2199
plotica červenooká (<i>Rutilus rutilus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	eurytopný fytofil	386
čerebľa pestrá (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	<i>Cyprinidae</i>	eurytopný litofil	454
mieň sladkovodný (<i>Lota lota</i>)	<i>Gadidae</i>	eurytopný psammofil	2
slíž severný (<i>Noemacheilus barbatulus</i>)	<i>Cobitidae</i>	reofilný psammofil	466
plž severný (<i>Cobitis taenia</i>)	<i>Cobitidae</i>	reofilný litofil	2
hlaváč pásoplutvý (<i>Cottus poecilopus</i>)	<i>Cottidae</i>	reofilný litofil	83

Všeobecne najvyššia hustota rýb bola zaznamenaná na lokalite č.3 (predovšetkým jesenný odlov), a to pri takmer úplnej absencii beličky európskej najmä vďaka zvýšenému výskytu čereble pestrej a hrúza škvrnitého, ako aj plosky pásavej a hlaváča pásoplutvého. Naproti tomu, na lokalite č.2 je celkovo vysoký počet jedincov spôsobený hlavne výskytom beličky európskej a slíža severného. Najnižšia početnosť rýb spomedzi všetkých odberných profilov bola zistená na lokalite č.1.

Pokiaľ ide o sezónne zmeny, iba na lokalite č.3 bola zistená výrazne vyššia celková početnosť rýb v jesennom období, a to v dôsledku zvýšeného výskytu jalca hlavatého, plotice červenookej a hrúza škvrnitého. V prípade ostatných dvoch lokalít boli výsledky z oboch sezón všeobecne vyrovnané. Z pohľadu celkovej hmotnosti zaznamenaných rýb (ichtiomasy) však možno jednoznačne konštatovať, že hodnoty zistené v rámci jesenných

odlovov sú výrazne vyššie (asi 2-krát), výnimkou je iba jeden jarný odlov na lokalite č.1 s výskytom vyššieho počtu adultných jedincov podustvy severnej na ťahu.

Tab. č.2: Prezencia druhov a počet zaznamenaných jedincov na jednotlivých lokalitách

druh ryby	Lokalita č.1	Lokalita č.2	Lokalita č.3
lípeň tymiánový	X	-	X
pstruh potočný	X	X	X
pstruh dúhový	X	X	-
šŕuka severná	X	X	X
ostriež zelenkavý	X	X	X
hrebenačka fřkaná	-	X	-
podustva severná	X	X	X
nosáľ sťahovavý	X	X	X
mrena severná	X	-	-
jalec hlavatý	X	X	X
jalec maloušty	X	X	X
hrúz škvrnitý	X	X	X
ploska pásavá	X	X	X
belička európska	X	X	X
plotica červenooká	X	X	X
čerebľa pestrá	-	X	X
mieň sladkovodný	-	-	X
slíž severný	X	X	X
píž severný	-	-	X
hlaváč pásoplutvý	-	-	X
počet druhov	15	15	17

POČETNOSTNÁ DOMINANCIA

LOKALITA č. 1

Na tejto lokalite bola zaznamenaná priemerne najnižšia celková početnosť rýb spomedzi všetkých odberných profilov. Počas jarných odlovov tu výrazne dominovala belička európska, v menšej miere spravidla sprevádzaná podustvou severnou, ploticou červenookou a tiež nosáľom sťahovavým. Na jeseň boli najviac zastúpené jalec hlavatý a pstruh potočný, ďalej tiež hrúz škvrnitý, slíž severný ako i mrena severná, pričom aj početnosť týchto druhov bola vyššia ako na jar. Pri jesennom odlove bol pritom zachytený iba jediný exemplár beličky európskej. V prípade jedincov podustvy severnej a nosáľa sťahovavého odlovených na jar išlo o evidentne tiahnuce adultné ryby (vyfarbenie, neresová vyrážka, uvoľňovaný mlieč), aj u pstruha potočného odloveného na jeseň a lipňa tymiánového sa na základe veľkosti jednalo prevažne o pohlavne dospelé jedince.

LOKALITA č. 2

V rámci všetkých odlovov na tejto lokalite výrazne dominovala belička európska, na jar vyššie zastúpenie dosahoval už iba slíž severný, na jeseň zase jalec hlavatý. Z pohľadu sezónnych rozdielov, okrem uvedených dvoch druhov, sa na jeseň s výraznejšie väčšou početnosťou vyskytoval ešte hrúz škvrnitý a tiež pstruh potočný vrátane viacerých adultných jedincov. Naproti tomu u podustvy severnej a nosáľa sťahovavého, ktoré tu boli zachytené iba pri jesennom odlove, išlo výlučne o juvenilné jedince. Iba na jeseň tu bola rovnako zaznamenaná aj čerebl'a pestrá.

LOKALITA č. 3

Na rozdiel od ostatných odberných profilov bola na tejto lokalite belička európska zastúpená iba subprecedentne (jesenný odlov), resp. nebola zaznamenaná vôbec (jarný odlov). Naproti tomu podstatne zvýšenú početnosť tu dosahovala čerebl'a pestrá, na jar s výrazne najvyššou dominanciou. Na jeseň bol podiel tohto druhu podstatne menší, a to okrem vlastnej zníženej početnosti aj v dôsledku značne zvýšeného výskytu jalca hlavatého, plotice červenookej a hrúza škvrnitého. V menšej miere bola obdobná zmena zaznamenaná aj u plosky pásavej, slíža severného a hlaváča pásoplutvého, pričom prvé dva druhy neboli na jar prítomné vôbec a tretí uvedený druh bol zachytený iba na tejto lokalite.

Záver

Sledovaním vybraných lokalít sme dospeli k zisteniu, že hoci ryby v rámci biokoridoru v určitej miere podnikajú neresové a potravné migrácie, zároveň ho využívajú aj ako celoročne vhodný biotop, vrátane neresových stanovišť. Takýto záver naznačuje aj pravidelný výskyt juvenilov uvedených litofilných druhov (pstruh potočný, lipeň tymiánový, nosáľ sťahovavý, ako i ostatné). Všeobecne je možné konštatovať, že biokoridor je svojím charakterom vhodným biotopom pre minimálne 20 druhov ichtyofauny s charakteristickým zastúpením jednotlivých druhov rýb špecifických pre konkrétnu lokalitu a charakter biotopu v sledovaných lokalitách. Uvedené druhy zastupujú 8 čeľadí a svojím zložením kopírujú zloženie ichtyofauny v hlavnom koryte Váhu. Veľmi dôležitým zistením je prítomnosť migrujúcich reofilných druhov v jarných mesiacoch v spodnej a strednej časti, vzhľadom k otázke funkčnosti celého biokoridoru, ktorého prioritnou funkciou je prepojenie predelenej časti Váhu výstavbou VD Žilina. Sledovaniu ichtyofauny v biokoridore vodného diela Žilina sa budeme venovať aj v najbližšom období.

Adresy autorů:

Ing. Tibor Krajč, Mgr. Boris Chládecký

Slovenský rybársky zväz – Rada Žilina, Andreja Kmeťa 20, 010 55 Žilina

Email: oetv@srzrada.sk

VLIV PŘÍDAVKU RYBÍHO, LNĚNÉHO A ŘEPKOVÉHO OLEJE DO KRMIVA NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN VE SVALOVINĚ KAPRA OBECNÉHO BĚHEM POSTUPNÉHO SNIŽOVÁNÍ TEPLoty PROSTŘEDÍ

Influence of fish, linseed and rapeseed oil addition to the diet on the fatty acid spectrum of common carp muscle during gradual decrease of environmental temperature

KUKAČKA V., FIALOVÁ M., MAREŠ J.

Summary: Effect of fish, linseed and rapeseed oil supplement to the diets on fatty acid spectrum of common carp (*Cyprinus carpio*) during gradual decrease of environmental temperature was investigated. Three variants of experimental feed with 6% of oils (fish oil – F 06; linseed oil – L 06; rapeseed oil – R 06) supplement were served to two year old carps for 21 days. The water temperature was 15-17°C during this period. The water temperature was gradually decreased by 3°C every 14 days sequentially. The fatty acid (FA) spectrum was investigated before and at the end of feeding experiment (A, B in the tables of results) and every 14 days of experiment sequentially (C-F).

The fish oil supplement to the fish diet of variant F 06 caused significant EPA (250% growth), n-3 PUFA and n-3/n-6 ratio increase. The linseed oil supplement caused significant increase of α -linolenoleic acid (500% growth), PUFA, n-3 PUFA and n-3/n-6 ratio. During gradual decrease of water temperature the values of FA spectrum of F 06 and L 06 variants did not change. The spectrum of FA in fish muscle of R 06 variant was not influenced by feed (except α -linolenoleic acid and SFA). Gradual decrease of water temperature significantly increased the values of arachidonic acid; DHA and n-3 PUFA in the muscle of fish variant R 06, whereas the MUFA values significantly decreased.

Úvod

Se vzrůstající četností výskytu civilizačních onemocnění ve společnosti se mnoho lidí začíná zajímat o zdravější životní styl, především o pohyb a stravu. Tímto moderním trendem dostávají možnost nového uplatnění potraviny, které díky svému složení a obsahu specifických látek civilizačním chorobám předcházejí či přímo omezují jejich projevy. Rybí maso, díky vysokému obsahu polynenasycených mastných kyselin (PUFA) řady n-3, zejména kys. eikosapentaenové (EPA) a kys. dokosahexaenové (DHA), je právě jednou z potravin s prokázaným pozitivním vlivem na lidské zdraví. PUFA n-3 působí zejména antiateroskleroticky (Rudel et al, 1998). Steffens (1997) uvádí mnoho prací, které dokazují pozitivní vliv PUFA n-3 i při léčbě dalších nemocí např. artritidy, zánětu ledvin, roztroušené sklerózy, astmatu i chorob kůže.

Jedním z důležitých faktorů ovlivňujících skladbu mastných kyselin (FA) je teplota prostředí. Fauconneau (1995) popisuje 2-3x vyšší aktivitu enzymů syntetizujících FA ve svalovině kaprů chovaných v prostředí o teplotě 2-10°C než u ryb chovaných při 20-30°C. Zvýšení nasycenosti FA u kapra obecného v závislosti na snížení teploty prostředí se může uskutečnit již během několika hodin (Farkas et al., 1980).

Složení mastných kyselin svaloviny ryb je nejvíce ovlivněno složením mastných kyselin jejich potravy (Henderson a Tocher, 1987; Sargent et al., 2002). V podmínkách ČR se kapr produkuje téměř výhradně v rybničním chovu s využitím příkrmování obilovinami. Srovnáváním spektra mastných kyselin kaprů chovaných v rybnících s odlišnou intenzitou chovu provedli Csengeri a Farkas (1993) a Wirth a Steffens (1996). Konstatovali pokles celkových PUFA a n-3 PUFA v svalovině kapra obecného vlivem příkrmování obilovinami v porovnání s kapry přijímajícími výlučně přirozenou potravu. Cílenou změnou spektra FA, zejména navýšením PUFA a n-3 PUFA, masa kapra obecného pomocí dotace krmných směsí různými druhy olejů a tuků se zabývali např. Runge et al. (1987) a Steffens et al. (1995).

Materiál a metodika

Experiment proběhl na experimentálním zařízení Oddělení rybářství a hydrobiologie MZLU v Brně. K experimentu byla použita dvouletá násada linie Pohořelický lysec z chovu Rybníkářství Pohořelice a.s. o průměrné hmotnosti 103 g. Ryby byly homogenně rozděleny do tří skupin o 50 kusech a umístěny oddělených částí jednoho žlabu. Cirkulace vody a kvalita prostředí bylo zajištěno třemi biofiltry Eheim a vzduchováním. Po dobu 21 dní (1. fáze: 12.12. 2007 – 2.1. 2007) bylo rybám předkládáno experimentální krmivo v množství 2 % hmotnosti obsádky.

Tab. 1.: Složení krmných směsí

Komponent	%	Krmivo bylo shodného základního složení (31% NL; 8%T). Rozdílnosti krmiva pro jednotlivé skupiny bylo dosaženo 6-ti % přídatkem různého oleje: var. F - (fish oil) rybího oleje, var. L – (linseed oil) lněného oleje a var. R - (rapeseed oil) řepkového oleje jako kontrolní varianty. Složení směsí je uvedeno v tab. 1. Spektrum FA krmiv je uvedeno v tab. 2. a 3. V dalším pokračování experimentu již rybám nebylo předkládáno krmivo. Teplota vody se po dobu první fáze (předkládání experimentálního krmiva) pohybovala v rozmezí 15-18 °C. Poté byly ryby
Pšeničná mouka	24	
Pšeničné otruby	5	
Sójová mouka odtučněná	16	
Sójová mouka plnotučná	14	
ŘEŠ	18	
Vitex	8	
Olej (L, F, R)	6	
Syrovátka	7	
Aminovitan	2	

přemístěny ve skupinách na 3 kruhové nádrže s napojeným biofiltrem Eheim a teplota prostředí byla plynule snižována řízenou ventilací vždy o 3 °C za 14 dní až na cílovou teplotu 6 °C. Na této hranici byla teplota prostředí následně udržována. Snižování teploty prostředí mělo za účel simulovat podmínky konečné fáze výrobního cyklu kapra až do jeho distribuce na vánoční trh a jeho schéma je uvedeno v tab. 2. i 3. Nasycení vody kyslíkem se v nádržích pohybovalo v rozmezí 88,3-94,3%, pH v rozmezí 7,65 - 8,19.

Na počátku (**A** – ozn. ve výsledkových tabulkách) a konci první fáze (**B**) a v intervalech 14-ti dní (**C-F**) v průběhu experimentu bylo z každé varianty odebíráno 6 ks ryb. Vzorek svaloviny na stanovení FA byl odebírán z celého příčného profilu levé filety před odstupem hřbetní ploutve, bez žebních kostí a kůže. Z tohoto vzorku byly extrahovány lipidy metodou dle Folch et al. (1957) a následně analyzovány na plynovém

chromatografu HP 4890 D s kapilární kolonou DB-23. Výsledky byly podrobeny statistickému zpracování programem UNISTAT 5.1 Scheffeho metodou. Výsledky statistického zpracování jsou v tabulkách označeny: hodnoty s označením $(X)^{A-E,a-e}$ (X^A - statisticky vysoce průkazně, $P < 0,01$; X^a průkazně, $P < 0,05$) jsou odlišné od hodnoty téže FA z sloupce označeného tímto písmenem (A-F) uvnitř každé varianty. $X_{R,L,F,r,l,f}$ - označení statisticky vysoce průkazně (X_R)/průkazně (X_r) odlišné hodnoty od stejného údaje varianty označené tímto písmenem (L-lněný olej; R-řepkový olej, F- rybí olej).

Výsledky a diskuse

Předkládání experimentálních krmiv ani pokles teploty prostředí v průběhu experimentu nemělo vliv na obsahu tuku a sušiny ve svalovině ryb. Ve všech variantách se obsah tuku ve svalovině ryb v průběhu pokusu pohyboval v rozmezí 2,40 – 2,90 % čerstvé hmoty ryb, sušina svaloviny nabývala hodnot 20,49 – 21,71 %. Hodnoty chemických analýz svaloviny ryb jsou spolu s hodnotami zastoupení vybraných FA uvedeny v tabulce 2. Profily FA svaloviny těchto ryb jsou uvedeny v tab. 3.

U varianty F 06 (rybí olej) došlo v odběru B (26,88%) ke statisticky vysoce průkaznému a v odběrech C (27,18%) a E (28,72%) pouze k průkaznému snížení zastoupení k. olejové oproti počáteční hodnotě (A-32,49%). Hodnoty této FA byly při všech odběrech této varianty průkazně nižší v porovnání s variantou R 06 (řepkový olej). Vysoké zastoupení EPA v krmivu F 06 se projevilo vysoce průkazným zvýšením obsahu této FA v masě ryb oproti vstupním hodnotě (A-0,73%) ve všech následných odběrech. Statisticky vysoce průkazně se tyto hodnoty zvýšily i v porovnání s hodnotami obou variant. To koresponduje s výsledky, kterých dosáhli ve svých pokusech Runge et al. (1987) a Steffens et al. (1995). Nárůst zastoupení EPA ve svalovině ryb se pohyboval v rozmezí 324 – 380% počáteční hodnoty. Rozdíl ve složení FA diet R 06 a F 06 se projevil průkazným snížením podílu mononenasycených FA (MUFA), ale zvýšením obsahu nasycených FA (SFA) ve spektru FA svaloviny ryb varianty F 06. Obdobně jako Steffens (1995) jsme zjistili, že přidavek rybího oleje v krmivu F 06 způsobil průkazné zvýšení zastoupení FA n-3 a zvýšení poměru FA n-3/n-6. Toto zvýšení bylo zjištěno v porovnání s počátkem (A-6,74%, resp. 0,22) a to ve všech odběrových termínech (B-F), i při porovnání se stejnými hodnotami varianty R 06.

Stejně jako přidavek rybího oleje tak i přidavek lněného oleje v krmivu var. L 06 snížil zastoupení SFA ve svalu ryb této varianty ve všech odběrech oproti skupině R 06. Nejvýrazněji se přidavek lněného oleje podle očekávání projevil na zastoupení k. α -linolenové - obdobně jako uvádí Runge et al. (1987). Její obsah se zvýšil z vstupních 1,76% na 8,81% při ukončení fáze předkládání experimentálního krmiva (B). To znamená nárůst 500% původní hodnoty. Zastoupení k. α -linolenové v masě ryb var. L 06 mělo v dalším průběhu experimentu klesající tendenci, přesto však zůstalo nad hranicí vysoce průkazného rozdílu jak v porovnání s počátkem tak i ve srovnání s ostatními variantami R 06 a F 06. V profilu FA došlo dále k průkaznému snížení zastoupení MUFA a k vysoce průkaznému zvýšení obsahu celkových PUFA ve všech odběrech oproti vstupním hodnotám (MUFA - 41,52%; PUFA- 36,91%). U obou skupin FA byl zjištěn rozdíl ve

všech odběrech (s výjimkou odběru F) v porovnání s variantou R 06. U hodnot FA n-3 i FA n-3/n-6 v odběrech B-F této varianty došlo k vysoce průkazným zvýšením oproti vstupním hodnotám A. Ovšem v termínu odběru F (ukončení pokusu) poklesly oba parametry s vysokou průkazností oproti hodnotám odběru D. I přes tento pokles byl zjištěn vysoce průkazný rozdíl obou parametrů var L 06 v porovnání s variantou R 06 ve všech odběrech a v porovnání s var. F 06 v odběrech B (pouze průkazně), D (obě hodnoty) a E (pouze u FA n-3). Runge et al. (1987) konstatovali ve svých pokusech sice navýšení FA n-3 u ryb krmených krmivem s přídatkem 12% lněného oleje na téměř dvojnásobnou hodnotu oproti rybám krmených krmivem s přídatkem 12% rybího oleje, ale stejně tak i navýšení zastoupení FA n-6, takže u vzájemného poměru n-3/n-6 nebyl mezi oběma variantami zjištěn průkazný rozdíl. Na toto má zřejmě rozhodující vliv kvalita použitého lněného oleje z hlediska výše zastoupení k. α -linolenové.

U varianty R 06 byly zjištěny změny spektra FA s poněkud rozdílnou dynamikou než u ostatních variant. Zastoupení FA ve svalovině těchto ryb nabylo v takové míře ovlivněno předkládaným krmivem- pouze u k. α -linolenové a SFA byl zjištěn vysoce průkazný nárůst, resp. pokles v průběhu celého trvání experimentu. U hodnot k. olejové a k. linolové došlo k průkaznému zvýšení při odběru B v porovnání se vstupem A, ale v dalším pokračování pokusu tyto hodnoty opět poklesly a nadále již nedosáhly průkazných rozdílů se vstupem. U ryb této varianty byl při odběrech C, D, E, F zjištěn průkazný nárůst k. arachidonové a DHA a FA n-3 ve srovnání s odběrem B, čili ukončením překládání experimentálního krmiva. Naopak obsah k. olejové a MUFA se v porovnání s odběrem B v dalším průběhu experimentu snížil.

Na spektrum a profil mastných kyselin svaloviny kapra obecného má rozhodující vliv složení FA jejich potravy. Postupné snižování teploty prostředí v průběhu experimentu výrazně nezměnilo spektrum a profil FA ryb dosažené předkládáním krmiv dotovaných rybím a lněným olejem. Dotace krmiva rybím olejem zvýšila zastoupení EPA a FA n-3 v masě ryb v průběhu pokusu. U DHA nebylo tohoto efektu kvůli nízkému obsahu této FA v oleji dosaženo. Lněný olej přidaný do krmiva varianty L 06 zvýšil obsah k. α -linolenové, PUFA a FA n-3, naopak snížil zastoupení MUFA. Přídatky obou těchto olejů zvýšil vzájemný poměr FA n-3/n-6. U svaloviny ryb krmených dietou s přídatkem řepkového oleje nebylo dosaženo významných změn spektra FA vlivem této diety. V dalším průběhu byl zjištěn nárůst k. arachidonové, DHA a FA n-3 ve srovnání s odběrem B, obsah MUFA se oproti stejnému odběru naopak snížil.

Přídatkem lněného i rybího oleje do krmiva pro kapra průkazně snižuje podíl MUFA a zvyšuje zastoupení FA n-3, hodnotu parametru n-3/n-6 ve spektru a profilu mastných kyselin svaloviny těchto ryb. Pomocí krátkodobého předkládání krmné směsi s dotací těchto olejů lze pozitivně ovlivnit spektrum mastných kyselin svaloviny kapra, ve smyslu zvýšení obsahu žádoucích FA, i v konečné fázi jeho chovu a tím zlepšit vyhlídky uplatnění kapřího masa coby potraviny s pozitivním vlivem na lidské zdraví.

Tab. 2.: Hodnoty zastoupení vybraných mastných kyselin, tuku a sušiny svaloviny experimentálních ryb (v % z celkových FA a v % čerstvé hmoty)

datum	12.12.07	2.1.08	16.1.08	30.1.08	12.2.08	27.2.08	
t [°C]	17	15	12	9	6	6	Krmivo
F06	A (Den 0)	B (Den 21)	C (Den 35)	D (Den 49)	E (Den 63)	F (Den 77)	F06
C18:1n9c	32,49 ± 3,47	26,88 ± 0,98 ^{A_R}	27,18 ± 2,01 ^{a_R}	28,80 ± 1,35 ^{b_R}	28,72 ± 1,32 ^{ab_R}	28,80 ± 4,26 _r	17,98
C18:2n6c	25,73 ± 1,72	27,19 ± 1,10	25,17 ± 1,46 ^b	26,67 ± 1,91	26,08 ± 2,21	24,83 ± 2,23 _r	24,97
C18:3n3	1,76 ± 0,20	3,30 ± 0,28 ^{A_L}	2,86 ± 0,30 ^{Ab_L}	3,08 ± 0,48 ^{A_L}	2,92 ± 0,46 ^{A_L}	2,58 ± 0,50 ^{Ab_L}	3,73
C20:4n6	3,64 ± 1,12	2,41 ± 0,63	3,78 ± 0,76 ^b	3,16 ± 0,97	3,22 ± 0,77	3,57 ± 1,54	0,47
C20:5n3	0,73 ± 0,20	2,61 ± 0,22 ^{A_{RL}}	2,64 ± 0,40 ^{A_{RL}}	2,32 ± 0,21 ^{A_{RL}}	2,26 ± 0,43 ^{A_{RL}}	2,25 ± 0,61 ^{A_{RL}}	8,10
C22:6n3	3,52 ± 1,44	3,23 ± 0,81	5,23 ± 0,91 ^{ab_{RI}}	3,90 ± 0,72 _c	4,23 ± 0,71	4,67 ± 1,92	3,36
Tuk	2,63 ± 0,67	2,93 ± 0,37	2,59 ± 0,45	2,66 ± 0,32	2,59 ± 0,37	2,90 ± 0,55	14,25
Sušina	20,62 ± 0,80	20,79 ± 0,51	20,49 ± 2,19	20,70 ± 0,36	20,88 ± 0,71	21,05 ± 0,76	91,93
L06	A (Den 0)	B (Den 21)	C (Den 35)	D (Den 49)	E (Den 63)	F (Den 77)	L06
C18:1n9c	32,49 ± 3,5	28,21 ± 2,49 ^{a_R}	29,46 ± 1,34 _R	26,37 ± 2,62 ^{ac_R}	28,50 ± 1,61 ^{a_R}	29,47 ± 1,17 ^{d_r}	21,82
C18:2n6c	25,73 ± 1,7	27,69 ± 1,76	26,46 ± 1,86	26,11 ± 1,23	27,82 ± 1,67	27,11 ± 1,32	31,39
C18:3n3	1,76 ± 0,2	8,81 ± 1,85 ^{A_{FR}}	7,15 ± 1,05 ^{A_{FR}}	6,88 ± 0,72 ^{A_{FR}}	6,93 ± 1,16 ^{A_{FR}}	6,25 ± 1,64 ^{Ab_{FR}}	28,81
C20:4n6	3,64 ± 1,1	2,67 ± 0,38	3,24 ± 0,99	4,45 ± 0,97 ^B	3,43 ± 0,66	3,31 ± 0,76	0,00
C20:5n3	0,73 ± 0,2	0,90 ± 0,10 _{Fr}	1,01 ± 0,18 ^{a_F}	1,27 ± 0,17 ^{ABc_{FR}}	1,09 ± 0,16 ^{a_F}	0,97 ± 0,12 ^{ad_F}	0,11
C22:6n3	3,52 ± 1,4	2,93 ± 0,63	3,60 ± 1,05 _f	4,97 ± 1,00 ^B	3,82 ± 1,15	3,30 ± 0,70 ^d	0,01
Tuk	2,63 ± 0,67	2,63 ± 0,43	2,87 ± 0,22	2,47 ± 0,29	2,74 ± 0,66	2,81 ± 0,48	14,18
Sušina	20,62 ± 0,80	21,05 ± 1,07	21,23 ± 0,35	20,91 ± 0,49	21,46 ± 0,54	21,20 ± 0,89	91,89
R06	A (Den 0)	B (Den 21)	C (Den 35)	D (Den 49)	E (Den 63)	F (Den 77)	R06
C18:1n9c	32,49 ± 3,5	36,83 ± 0,75 ^{a_{FL}}	34,80 ± 1,45 ^{b_{FL}}	34,94 ± 1,74 ^{b_{FL}}	34,55 ± 2,34 _{FL}	33,82 ± 1,73 ^{B_f}	42,66
C18:2n6c	25,73 ± 1,7	28,15 ± 1,30 ^a	26,59 ± 1,08	26,61 ± 1,83	27,18 ± 1,39	27,52 ± 0,60 _f	33,24
C18:3n3	1,76 ± 0,2	3,15 ± 0,28 ^{A_L}	2,82 ± 0,25 ^{A_L}	2,73 ± 0,43 ^{A_L}	2,64 ± 0,34 ^{Ab_L}	2,69 ± 0,13 ^{AB_L}	6,60
C20:4n6	3,64 ± 1,1	2,49 ± 0,46	3,75 ± 0,49 ^B	3,56 ± 0,72 ^b	3,81 ± 0,75 ^B	3,53 ± 0,88 ^b	0,00
C20:5n3	0,73 ± 0,2	0,63 ± 0,08 _{Fl}	0,77 ± 0,06 ^{B_F}	0,74 ± 0,11 _{FL}	0,79 ± 0,20 _F	0,80 ± 0,11 ^{b_F}	0,03
C22:6n3	3,52 ± 1,4	2,11 ± 0,49	3,36 ± 0,37 ^{B_F}	3,49 ± 0,85 ^b	3,22 ± 0,86 ^b	3,39 ± 0,52 ^B	0,00
Tuk	2,63 ± 0,67	2,90 ± 0,60	2,90 ± 0,60	2,48 ± 0,27	2,76 ± 0,42	2,40 ± 0,30	13,95
Sušina	20,62 ± 0,80	21,71 ± 1,30	21,14 ± 0,47	20,79 ± 0,33	20,66 ± 0,87	20,92 ± 0,60	92,08

Tab. 3.: Profil mastných kyselin v svalovině experimentálních ryb (v % z celkových FA)

Datum	12.12.07	2.1.08	16.1.08	30.1.08	12.2.08	27.2.08	Krmivo
t [°C]	17	15	12	9	6	6	
F 06	A (Den 0)	B (Den 21)	C (Den 35)	D (Den 49)	E (Den 63)	F (Den 77)	F 06
SFA	21,56 ± 0,99	21,22 ± 0,67 _R	20,84 ± 1,00 _r	19,91 ± 1,43	20,51 ± 1,60 _r	21,23 ± 2,36 _r	24,70
MUFA	41,52 ± 3,62	38,03 ± 0,95 _R	37,14 ± 1,91 ^a _R	38,84 ± 1,44 _{rL}	38,69 ± 1,14 _r	38,77 ± 4,85	32,08
PUFA	36,91 ± 3,67	40,75 ± 0,86 ^a _l	42,03 ± 1,77 ^a _r	41,25 ± 0,96 ^a _L	40,80 ± 2,47 _L	40,00 ± 3,45	43,22
(n-6)	30,17 ± 2,48	30,13 ± 0,53	29,71 ± 1,08	30,53 ± 1,18	29,98 ± 1,97	29,12 ± 1,67 _r	25,55
(n-3)	6,74 ± 1,75	10,62 ± 0,93 ^A _{RI}	12,32 ± 1,28 ^{Ab} _R	10,71 ± 0,62 ^{Ac} _{RL}	10,82 ± 0,85 ^A _{RL}	10,89 ± 2,49 ^a _r	17,67
(n-3)/(n-6)	0,22 ± 0,05	0,35 ± 0,03 ^A _{RI}	0,41 ± 0,04 ^{Ab} _R	0,35 ± 0,03 ^{Ac} _{RL}	0,36 ± 0,03 ^{Ac} _R	0,37 ± 0,09 ^A _R	0,69
L 06	A (Den 0)	B (Den 21)	C (Den 35)	D (Den 49)	E (Den 63)	F (Den 77)	L 06
SFA	21,56 ± 1,0	19,36 ± 1,76 ^a _r	19,37 ± 1,59 ^a	20,16 ± 1,79	18,70 ± 1,28 ^A	19,63 ± 1,53 ^a	14,81
MUFA	41,52 ± 3,6	35,49 ± 3,15 ^a _R	36,90 ± 1,49 ^a _R	33,44 ± 2,59 ^{Ac} _{FR}	35,97 ± 1,92 ^a _R	37,39 ± 1,43 ^{ad}	24,86
PUFA	36,91 ± 3,7	45,15 ± 3,90 ^A _{fR}	43,72 ± 1,89 ^A _R	46,40 ± 1,29 ^{Ac} _{FR}	45,33 ± 1,77 ^A _{FR}	42,98 ± 1,79 ^{AD}	60,33
(n-6)	30,17 ± 2,5	31,15 ± 1,69	30,60 ± 1,31	31,66 ± 0,67	32,14 ± 1,36	31,22 ± 0,92	31,39
(n-3)	6,74 ± 1,7	14,00 ± 2,41 ^A _{fR}	13,12 ± 1,34 ^A _R	14,74 ± 1,26 ^A _{FR}	13,19 ± 1,15 ^A _{FR}	11,76 ± 1,13 ^{AD} _R	28,94
(n-3)/(n-6)	0,22 ± 0,1	0,45 ± 0,06 ^A _{fR}	0,43 ± 0,05 ^A _R	0,47 ± 0,04 ^A _{FR}	0,41 ± 0,04 ^A _R	0,38 ± 0,03 ^{AbD} _R	0,92
R06	A (Den 0)	B (Den 21)	C (Den 35)	D (Den 49)	E (Den 63)	F (Den 77)	R06
SFA	21,56 ± 1,0	16,73 ± 0,88 ^A _{Fl}	18,11 ± 1,26 ^A _f	18,13 ± 2,30 ^a	17,80 ± 1,76 ^a _f	18,23 ± 0,61 ^{Ab} _f	12,44
MUFA	41,52 ± 3,6	45,02 ± 1,07 _{FL}	42,64 ± 1,47 ^b _{FL}	42,80 ± 1,69 ^b _{fL}	42,51 ± 2,26 ^b _{fL}	41,90 ± 1,88 ^B	47,67
PUFA	36,91 ± 3,7	38,25 ± 1,71 _L	39,24 ± 1,07 _{fL}	39,07 ± 1,78 _L	39,70 ± 1,61 _L	39,87 ± 1,76	39,87
(n-6)	30,17 ± 2,5	31,59 ± 1,41	31,38 ± 0,92	31,21 ± 1,64	32,13 ± 1,25	32,08 ± 1,27 _f	33,24
(n-3)	6,74 ± 1,7	6,66 ± 0,61 _{FL}	7,87 ± 0,39 ^B _{FL}	7,86 ± 0,77 ^b _{fL}	7,57 ± 0,89 ^b _{fL}	7,79 ± 0,63 ^b _{fL}	6,63
(n-3)/(n-6)	0,22 ± 0,1	0,21 ± 0,02 _{FL}	0,25 ± 0,01 ^B _{FL}	0,25 ± 0,03 ^b _{fL}	0,24 ± 0,03 _{FL}	0,24 ± 0,01 ^b _{fL}	0,20

SFA- C14:0; C16:0; C18:0 MUFA-C16:1n7; C18:1n9c; C18:1n7; C20:1 PUFA- C18:2n6c; C18:3n6; C18:3n3; C18:4n3; C20:4n6; C20:4n3; C20:5n3; C22:4n6; C22:5n6; C22:5n3; C22:6n3
 Σ (n-6)- C18:2n6c; C18:3n6; C20:4n6; C22:4n6; C22:5n6 ; Σ (n-3)- C18:3n3; C18:4n3; C20:4n3; C20:5n3; C22:5n3; C22:6n3

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a za finanční podpory projektu Ministerstva zemědělství ČR NAZV QH71305.

Literatura

- CZENERI, I., FARKAS, T. (1993): Effect of essential fatty acid deficient diets on the carcass acids and membrane viscosity in the common carp. In: *Proceeding of EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient Requirements in Fish*. Eichenau, Abstract, p.62
- FARKAS, T., CSENGERI, I., MAJOROS, F., OLAH, J. (1980): Metabolism of fatty acids in fish, 3: combined effect of environmental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. *Aquaculture*, 20: 29-40. ISSN 0044-8486
- FOLCH, J., LEES, M., SLOANE-STANLEY, G. H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509. ISSN 0021-9258
- FAUCONNEAU, B., ALAMI-DURANTE, H., LAROCHE, M., MARCEL, J., VALLOT, D. (1995): Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture* 129: 265-297. ISSN 0044-8486
- HENDERSON, R. J., TOCHER, D. R. (1987) : The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, 26: 281-347 ISSN: 0163-7827
- RUDEL, L. L., PARKS, J. S., HEDRICK, C. C., THOMAS, M., and WILLIFORD, K. (1998): Lipoprotein and cholesterol metabolism in diet-induced coronary artery atherosclerosis in primates. Role of cholesterol and fatty acids. *Prog. Lipid Res.*, 37: 353-370. ISSN: 0163-7827
- RUNGE, G., STEINHART, H., SCHWARZ, F. J., KIRCHGESNER, M. (1987): Influence of different fats with varying addition of α -tokoferyl acetate on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fat Sci. Technol.*, 89: 389-393. ISSN 0931-5985
- SARGENT, J. R., TOCHER, D. R., BELL, J. G. (2002) : The lipids. In: HALVER, J. E.: *Fish nutrition*. 3rd edition, Academic Press, San Diego, 182-246. ISBN 0-12-319652-3
- STEFFENS, W., WIRTH, M., RENNERT, B. (1995): Effect of adding oils to the diet on growth, feed conversion, chemical composition of carp (*Cyprinus carpio*). *Arch anim Nut*, 47: 381-389 ISSN 0003-942X
- STEFFENS, W. (1997): Effect of variation in Essential fatty acid in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151: 97-119. ISSN 0044-8486
- WIRTH, M., STEFFENS, W. (1996): Zum Fettstoffwechsel von Speisekarpfen bei der Aufzucht auf Naturnahrungsbasis und mit Getreidezufütterung. *Fischer und Teichwirt*, 47: 270-272. ISSN 0342-5703

Adresy autorů

Ing. Vladimír Kukačka (kukin@email.cz), Doc. Dr. Ing. Jan Mareš (mares@mendelu.cz)
Oddělení rybářství a hydrobiologie, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství
Ing. Milada Fialová (milada.fialova@seznam.cz) Ústav chemie a biochemie
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno- Černá pole, Česká republika

OBNOVA PODÉLNÉ MIGRAČNÍ PROSTUPNOSTI FRAGMENTOVANÉ ŘÍČNÍ SÍTĚ POVODÍ ŘEKY MORAVY

Renewal of migration permeability in the fragmented river network of the Morava River drainage area

S. LUSK., V. LUSKOVÁ., O. KLÍMA

Summary: Different weir types present one of the most significant factors that have basically altered the riverine character of most streams and even caused their extinction (valley reservoirs, slackwater pools, altered slope) and subsequently also the previous status and composition of fish populations. At present, renewing the migration permeability of weirs for fishes is considered one of the strategic revitalisation measures which can significantly contribute to the restoration and stabilisation of fish biodiversity in the Czech Republic. In view of the required financial support, as well as to the realisation problems, it is inevitable to define priorities for the preparation and realisation of successive steps in this respect. In principle, the migration permeability should be renewed systematically, starting from the lowest lying migration barriers and proceeding upstream. Highest priority should be given to measures and constructions that are vital in renewing the occurrence and dispersion of native and mostly protected and rare species (*Zingel zingel*, *Z. streber*, *Pelecus cultratus*, *Gymnocephalus schraetser*, *G. baloni*, among others). High priority should be given to fish ladders which permit reproduction migrations (*Chondrostoma nasus*, *Leuciscus idus*, *Lota lota*, *Vimba vimba*, etc.), in which this is an important part of biology, and the condition of restoring stability of their populations. Of importance are those measures which, apart from longitudinal migration, will also lead to lateral migrations to adjacent floodplains over their levees. In view of the above principles, a concrete process of restoring migration permeability has been elaborated for the most important streams of the Morava R. drainage area.

Úvod

Volnost migračního pohybu v podélném profilu vodních toků je základním předpokladem pro přirozené změny rozšíření jednotlivých druhů ryb, základním faktorem ovlivňujícím početnost populací, jejich genetickou diverzitu a v podstatě i existenci. Lidské aktivity vedly k tomu, že byla postupně přerušena podélná kontinuita jednotlivých vodních toků a vedle dalších změn (regulace říčních koryt, protipovodňové hráze, aj.) u všech vodních toků došlo k zamezení jejich migrační prostupnosti pro ryby v jejich podélném profilu. Současně jako další doprovodný destruktivní faktor původního říčního charakteru vodních toků se projevil vznik jezových zdrží. Jezové zdrže mohou představovat další faktor, který z komplikuje další směřování migrace některých druhů po překonání migrační překážky prostřednictvím rybiho přechodu.

V současnosti je v podstatě vyřešen problém znečištění a kvalita vody již nepůsobí negativně na rybí osídlení vodních toků. Obnova migrační prostupnosti příčných staveb na vodních tocích se stala jedním ze strategických revitalizačních opatření, které může významně přispět k obnově a stabilizaci biodiverzity ichtyofauny ČR. Záměry a plánování (rozhodování a výběr profilů) v našich podmínkách probíhá většinou formou „kampaně“

v časovém a termínovém „stresu“, kdy je zcela logicky nedostatek „rozhodovacích“ objektivních podkladů a materiálů. Tato dílčí studie by mohla z části přispět a poskytnout potřebné podkladové informace pro řešení migrační prostupnosti hlavních vodních toků v povodí Moravy.

Metodické poznámky

Poznatky o problémech migrační prostupnosti s ohledem na rybím osídlení byly sestaveny na základě vlastních výzkumných aktivit v říční síti povodí řeky Moravy včetně povodí řeky Dyje s důrazem na aktuální stav, tj. období 2001-2006, zejména pak období 2005 až 2008. Údaje o jezích a stupních byly získány z různých dostupných materiálů, konkrétní poznatky o funkčnosti RP a jejich stavu jsou výsledkem našeho šetření.

Výsledky a diskuse

Priority zprůchodňování migračních bariér na vodních tocích

Migrační zprůchodnění vodních toků v jejich podélném profilu je záležitost vyžadující značné finanční náklady, projekční a stavební kapacity, což souvisí s poměrně dlouhodobým časovým rozvrhem. Proto je nutné sestavit určité „pořadí“, jak přistoupit a realizovat migrační zprůchodnění jednotlivých bariér tak, aby efekty – přínosy z hlediska biodiverzity ryb byly co „nejvyšší“. V následujícím přehledu jsme posuzovali jak hlediska ekologicko-biologická, tak i hlediska hydrogeografická v souvislosti s již započatými resp. v návaznosti na již existující strategické postupy při migračním zprůchodňování vodních toků.

A Priorita - Biodiverzita

1. kategorie: Obnova druhového výskytu a příp. rozšíření areálu původních zejména chráněných a vzácných druhů ryb (*Zingel zingel*, *Zingel streber*, *Pelecus cultratus*, *Abramis sapa*, *Gymnocephalus schraetser*, *Gymnocephalus baloni*, aj.) .

2. kategorie: Zajištění reprodukčních migrací v rámci říčního koryta pro druhy, u nichž je tento projev velmi důležitou součástí jejich biologie a významným faktorem stability a dostatečné početnosti populací. Jedná se zejména o druhy, které tvoří tzv. velké populace – *Chondrostoma nasus*, *Vimba vimba*, případně *Leuciscus idus*, *Barbus barbus*, *Lota lota*.

3. kategorie: Zajištění migrací v podélném profilu říčního koryta s možností návazných migrací do zátopového území – týká se zejména fytofilních druhů.

4. kategorie: Dolní části přítoků hlavního toku, které představují významné lokality pro reprodukci např. lososovitých druhů (*Salmo trutta*, *Thymallus thymallus*), *Cottus* sp., *C. nasus* a další.

B Priorita – Návaznosti a souvislosti v rámci říčních systémů

1. kategorie: Akční plán I – dokončení v povodí Moravy na toku Dyje stupně-Břeclav, Lednice, Bulhary.

2. kategorie: Návaznost na akční plán I, 5 stupňů na toku Moravy od soutoku s Dyjí po Hodonín a vlastní stupeň Hodonín.

3. kategorie: Toky na území s různým stupněm plošné ochrany NP, CHKO, EVL.

4. kategorie: Pozitivní dopad RP na výrazné prodloužení migračně průchodné části toku.

Ichtyofauna povodí Moravy

a) Historická skladba ichtyofauny

Povodí Moravy patří k úmoří Černého moře, což zásadně určuje i složení tamní ichtyofauny. Z hlediska druhové pestrosti je povodí Moravy nejbohatší v ČR a jednou z nejbohatších evropských řek vůbec. Pro toto povodí na našem území je zaznamenán výlučný výskyt 15 druhů ryb a 1 druhu mihule, které se na území ČR v jiných povodí nevyskytují. Velmi solidní informace o rybím osídlení vlastního toku Moravy obsahují studie, které sestavili v 19. století Jeitelles (1863, 1864) a Kitt (1905). Absence migračních bariér umožňovala průnik vzácných druhů (*Zingel* sp., *Gymnocephalus* sp. *Cyprinus carpio* – dunajská forma a další) vysoko po toku Moravy až po Olomouc, některé druhy pronikaly i do přítoků, např. do Bečvy až po Valašské Meziříčí (Princ 1882). V současnosti je výskyt těchto vzácných druhů omezen na dolní úsek Moravy a případně Dyje – oblast jejich soutoku.

Vzhledem k mohutnosti, která je u Dyje shodná s Moravou na jejich soutoku, byla skladba rybiho osídlení v Dyji v podstatě shodná s Moravou. Historické literární informace jsou oproti poznatkům z Moravy méně konkrétní a pouze všeobecné (Heinrich 1856). Některé konkrétní informace na základě různých hospodářských záznamů a kronik v souvislosti s rybářstvím uvedli Hurt (1960) a Lucký (1997). Přehlednou studii na základě výzkumů po roce 1950 publikovali Hochman, Jirásek (1958).

b) Aktuální stav

V celém povodí řeky Moravy na území ČR byl v současnosti (1995-2006) prokázán výskyt 2 druhů kruhoustých, 45 původních druhů ryb a dalších 11 druhů ryb pro povodí Moravy nepůvodních. Pro povodí Moravy má původní výskyt celkem 18 druhů (včetně zaznamenaných historicky), v současnosti výlučný výskyt pro povodí Moravy v oblasti soutoku s Dyjí vykazuje 10 druhů (Lusk a kol. 2002a, 2004 Lusk et al. 2002). Výskyt vzácných dunajských prvků je omezen na dolní úseky obou řek nad jejich soutokem. Základním aktuálním opatřením k rozšíření výskytu druhů omezených na cca 4 km toku Moravy nad soutok s Dyjí a v toku Dyje až po jez Břeclav (ř.km 26,7) je obnova migrační prostupnosti bariér výše směrem proti proudu.

Migrační průchodnost – rybí přechody

Morava: V toku Moravy na území ČR vznikaly migrační bariéry postupně a teprve stavby vybudované v průběhu posledních 150 let představují nepřekonatelné překážky pro volnou protiproudovou migraci ryb. Skutečnost, že tok Moravy byl v dávné minulosti zcela migračně prostupný dokládá např. výskyt mihule ukrajinské v potoku ve Velkých Losinách (povodí Desné-přítok Moravy) a nebo výskyt sekavčíka horského v Bečvě. Stavby, které byly ve středověku budovány na tocích za účelem odběru vody pro mlýny a nebo rybníky, nebyly tak mohutné a stabilní, aby představovaly trvalé překážky pro migrace ryb a zásadněji měnily charakter toku, jak vyplývá ze zprávy, kterou vypracoval o jezích na řece Moravě Luchese (1654). Až ve druhé polovině 19. a dále v průběhu 20 století byly provedeny zásadní úpravy a regulace toku Moravy a její údolní nivy. Na toku byly

postupně vybudovány pevné poměrně vysoké stupně, které definitivně zabránily migracím ryb. Ve druhé polovině 19. století byly vybudovány první tři vysoké jezy v ř.km 141,6 (r. 1866), ř.km 145,65 (r. 1886) a ř.km 226,33 (r. 1872), které znemožnily migrace ryb do oblasti Olomouce (ř.km 234), jak je ještě znal Jeitteles (1863,1864). V první polovině 20. století bylo v úseku Hodonín – Olomouc vybudováno dalších 9 pro ryby nepřekonatelných jezů. Dolní část toku od Hodonína po soutok s Dyjí byla upravena v rámci vodohospodářských úprav jižní Moravy (1969 -1976), v úseku byly vybudováno 5 stupňů různého typu které za normálních průtoků představují nepřekonatelné migrační překážky pro ryby. Strategický význam pro další vývoj ichtyofauny Moravy na území ČR má slovensko-rakouska dolní část toku, která přes regulační zásahy zůstala bez migračních bariér. Tak je otevřená možnost migrací ryb z Dunaje do oblasti soutoku Moravy a Dyje na území ČR (Lusk, Holčík 1998).

Dyje: Na řece Dyji se první stupeň nachází v ř.km 26,76 vybudovaný v letech 1953-1957. Na jezu byl v pravém břehu vybudován komůrkový rybí přechod (14 komor), který se ukázal jako neprůchodný vzhledem ke konstrukčním nedostatkům a nízké přitažlivosti výstupního proudu vody (Lelek, Libosvářský 1960, Lusk a kol. 1996). Migrační zprůchodnění tohoto jezu bylo zařazeno do Akčního programu – I. V letech 2004-2005 tam byl vybudován RP typu balvanitá rampa. Monitoring prováděný v roce 2006 a částečně v r. 2007 prokázal, že RP je absolutně prostupný pro všechny druhy ryb s výjimkou horní části, kde bylo nutno postupně v letech 2007 a 2008 provést rekonstrukční zásahy. Další migrační bariéru tzv. Jamborův práh se nachází v ř.km 35,61. Jeho migrační zprůchodnění je projekčně připravené. Při větších průtocích je tento stupeň pravděpodobně výběrově prostupný. Segmentový jez Bulhary v ř.km 39,9 tvoří další neprostupnou migrační bariéru. Spolu s výstavbou MVE zde byl vybudován a uveden do provozu v r. 2007 rybí přechod v podobě přírodního bypassu. Naše šetření v roce 2008 prokazují výbornou průchodnost tohoto RP pro ryby. V ř.km 46,0 je vybudována hráz spodní zdrže VD Nové Mlýny, která v návaznosti na další zdrže představuje migrační bariéru jejíž zprůchodnění z globálního hlediska je vysoce diskutabilní až nereálné. Rovněž z hlediska historického aspektu (původní rozšíření), existence vlastních jezer, zatopené části řek, aj. je případný přínos pro biodiverzitu značně pochybný. Dalších 5 stupňů na toku Dyje nad nádržemi VD Nové Mlýny v trati Drnholec-Znojmo lze z perspektivního hlediska zařadit do programu zprůchodnění. V této trati by měl existovat RP na stupni Krkovice (ř.km 117,73), bližší údaje o typu případné funkčnosti nejsou k dispozici.

Některé významné toky

Bečva: Vedle Dyje je to nejvýznamnější přítok řeky Moravy. V minulosti do tohoto toku pronikaly i typické dunajské elementy (Princ 1882). Řeka Bečva má v současnosti charakteristické rybí společenstvo typu *Barbus-Chondrostoma* včetně výskytu *Vimba vimba* a vzácného chráněného druhu *Romanogobio kesslerii*. U základních druhů tamního rybího společenstva (*Ch. nasus*, *B. barbus*, *V. vimba* a další) je migrační potřebnost (zejména reprodukční migrace) významným předpokladem rozvoje a stability jejich populací.

Jihlava: V úseku od ústí do střední Věstonické zdrže VD NM až po Ivančice, v délce cca 60 km, se nachází celkem 5 stupňů tvořících migrační překážky pro ryby. Rybí osídlení má charakter typu *Barbus-Chondrostoma* s tím, že v dolní části se projevuje vliv možnosti migrací některých dalších druhů z Věstonické nádrže. Migrační zprůchodnění dotyčného úseku řeky Jihlavy by mělo být zařazeno mezi priority. Významným podpůrným aspektem je i skutečnost, že v Ivančicích zaústíují do Jihlavy řeky Rokytná a Oslava, kde stupně jsou poměrně vzdálené od ústí.

Závěrečná poznámka

Zprůchodňování migračních bariér by mělo probíhat od dolní části toku směrem proti proudu, jak bylo postupováno na toku Dyje. Obvykle je však rybí přechod budován v souvislosti s generální opravou stupně a nebo v souvislosti s výstavbou nebo obnovou MVE. Ve většině případů potom tyto aktivity působí chaotickým dojmem a i efekty v jednotlivých případech mohou být diskutabilní. Prioritou v povodí Moravy by mělo být migrační zprůchodnění toku Moravy od soutoku s Dyjí až po Hodonín včetně tamního stupně.

Poděkování

Studie byla vypracována v rámci výzkumného projektu VaV – SPII2d1/9/07, finančně podporovaného Ministerstvem životního prostředí ČR.

Literatura

- HEINRICH, A. (1856): *Mährens und k.k. Schlesiens Fischer, Reptilie und Vögel*. Brünn, In Commission bei Nitsch und Grosse, 200 s.
- HOCHMAN, L., JIRÁSEK, J. (1958): Příspěvek k současnému stavu zarybnění řeky Dyje. *Sb. VŠZL v Brně, ř.A, r. 1958, 2: 245-265*.
- HURT, R. (1960): *Dějiny rybníkářství na Moravě a ve Slezsku*. Vydalo Krajské nakladatelství v Ostravě péčí Slezského ústavu ČSAV v Opavě, I. 274 s, II. 323 s.
- JEITTELES, L.H. (1863): Die Fische der March bei Olmütz. *I.Abth. Jahres-Bericht über das kaiserl. königl. Gymnasium in Olmütz während des Schuljahres 1863: 3-33*.
- JEITTELES, L.H. (1864): Die Fische der March bei Olmütz. *II.Abth. Jahres-Bericht über das kaiserl. königl. Gymnasium in Olmütz während des Schuljahres 1864: 1-26*.
- KITT, M. 1905: Die Fische der March bei Olmütz. *I. Bericht der Naturwissenschaftlichen Sektion der Vereins „Botanischer Garten in Olmütz“*, 1905: 1-15.
- KUX, Z. 1956: Příspěvek k ichtyofauně dolní Moravy a Dunaje. *Čas.Moravského Musea, XLI: 93-112*.
- LELEK, A., LIBOSVÁRSKÝ, J. (1960): Výskyt ryb v rybím přechodu na řece Dyji při Břeclavi. *Zool. Listy, 9: 293-306*.
- LUCKÝ, Z. (1997): Historie podivínských rybných vod a řemeslného rybolovu. *Podivín – Vlastivědný sborník jihomoravského města. Knižnice Jižní Moravy sv. 18: 51-75*.
- LUCHESE, F. (1654): Relace císařského architekta a inženýra Filiberta Luchese o splavnosti řeky Moravy. *V Brně dne 13. Února 1654. Zemský archiv v Brně, gubern.Registratura M 25, fol. 19-23*.
- LUSK, S. (2001): Břeclav – řeka Dyje a ryby. In: Kordiovský E., Klanicová E. (eds.): *Město Břeclav*. Muzejní a vlastivědná společnost, Brno: 51-63.

- LUSK, S., HALAČKA, K., LUSKOVÁ, V. (1996): Rybí přechod na jezu v Břeclavi v řece Dyji. *Sb. referátů z II. české ichtyol.konf., Vodňany*: 11-16.
- LUSK, S., HOLČÍK, J. (1998): Význam bezbariérového spojení říčního systému Moravy a Dyje na území České republiky s Dunajem. *Biodiverzita ichtyofauny ČR (II)*: 69-83.
- LUSK S., LUSKOVÁ V., DUŠEK M. (2002a): Biodiverzita ichtyofauny České republiky a problematika její ochrany. *Biodiverzita ichtyofauny ČR (IV)*: 5-22.
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V., HALAČKA, K., HORÁK, V. (2002): Osteichthyes. In: Řehák Z., Gaisler J., Chytil J. (eds.): Vertebrates of the Pálava Biosphere Reserve of UNESCO. *Folia Fac.Scientarium Nat. Univ. Masarykianae Brunensis* 106: 22-49.
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V., HALAČKA, K., HORÁK, V. (2004): Ryby a rybářství v lužních lesích v aluviu dolních toků Dyje a Moravy. In: Hrib M., Kordiovský E. (eds.): *Lužní les v Dyjsko-moravské nivě. Moraviapress Břeclav*: 351-365.
- PRINC, V. (1882): Ryby v Bečvě u Val. Meziříčí. *Vesmír*, 11: 164-165.

Adresy autorů:

Doc.Ing.Stanislav Lusk, CSc., RNDr. Věra Lusková, CSc., Ondřej Klíma
Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno, lusk@ivb.cz

PLOIDNÍ A SEXUÁLNÍ STATUS KOMPLEXU „*CARASSIUS AURATUS*“ VE VODÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

Ploidy and sexual status of the "Carassius auratus" complex in the waters of the Czech Republic

V. LUSKOVÁ, S. LUSK, K. HALAČKA, L. VETEŠNÍK, I. PAPOUŠEK

Summary: The "*Carassius auratus*" complex, non-indigenous in the Czech Republic, comprises several forms: *C. a. auratus* (aquarium and decorative form), *C. a. gibelio* (predominant), and *C. a. langsdorfii* (Japanese form). All these forms are of East Asian origin. In regard of its relationship to the indigenous biodiversity, *C. a. gibelio* is considered a "non-indigenous invasive species". Around 1975, the form invaded the waters of the Czech Republic from the Danube drainage area and, aided by man, successively invaded most suitable habitats. The first invasive individuals were triploid females reproducing gynogenetically. The first males occurred in the Dyje River drainage area after 1990 and their number increased gradually. The female unisexual population ($3n$) began transforming to a mixed type, both the sexual and ploidy status of *C. a. gibelio* populations changing. At present, the overall percentage representation of males in *C. a. gibelio* populations varies around 30 %, most of them being diploids, triploids occurring only occasionally. A larger part (60 %) of the females, which still predominate in the population, are triploids, the rest being diploids. Tetraploid individuals of both sexes occur quite singly. Local populations vary considerably as regards the representation of sexes and ploidy. *C.a. aurata* occur quite occasionally owing to individuals having evaded from cultures or released in nature, and all are diploids. Several times even the Japanese form, *C. a. langsdorfii*, has been found in natural conditions, and a small population of this form was ascertained in one case.

Úvod

Karas stříbřitý (*Carassius auratus*), který v průběhu několika posledních desetiletí osídlil vody východní, střední a zčásti i západní Evropy, představuje problematický subjekt z hlediska taxonomického i z hlediska biologického. Povýšení subspecie (*C.a. gibelio*, *C.a. auratus*) na druhovou úroveň a současné zpochybnění oprávněnosti druhového statusu *C. gibelio* vytvořilo jakýsi nerozhodný stav, kdy jednotliví autoři či vědecké skupiny prezentují některé taxony jako druhy (*C.auratus*, *C. gibelio*), jiní používají nadále subspecie, a další vedle toho používají „hybridní komplex“ zejména pro *C. gibelio* (Kottelat 1997, Kottelat, Freyhof 2007, Kalous, Bohlen 2002, Szczerbowski 2002, Abramenko et al. 1997, Vasileva, Vasilev 2000 a další). Kromě toho je specifická situace u skupiny tzv. japonských karasů (Murakami et al. 2001 a další). Vzhledem k dosavadní nejednoznačnosti v oblasti taxonomického statusu „stříbřitého karasa“ vycházíme z předpokladu, že se jedná o komplex forem či linií, jejichž fylogenetické vztahy a taxonomický status nejsou dosud jednoznačně objasněny a které lze jednoznačně rozlišit na genetické úrovni. Trinomické označení, které jsme použili, nechápeme jako subspecii, ale jako formu. Pro podmínky České republiky karas stříbřitý a jeho dosud identifikované formy (*C.a. gibelio*, *C.a.auratus* a *C.a. langsdorfii*) je nepůvodní ryba (alien species).

Zcela dominantním a až na výjimky obecně rozšířeným prvkem je forma *C.a. gibelio*, které se bude týkat i tato studie.

Karas stříbřitý pronikl do našich vod v povodí Moravy okolo roku 1975 a v průběhu 15 až 20 let se rozšířil vlastními migračními aktivitami a s pomocí člověka do většiny vhodných lokalit (Lusk 1986, Lusk et al. 1977, Lusk a kol. 1998, Halačka et al. 2003, Lusková et al. 2004). Karas stříbřitý se v našich podmínkách naturalizoval a vytvořil stabilní početné populace. Vzhledem k negativnímu působení na původní biodiverzitu byl klasifikován jak nepůvodní invazivní prvek (Lusk, Lusková 2005). *C.a.gibelio* se vyznačuje některými specifickými biologickými charakteristikami, které v dlouhodobém časovém rozmezí zaznamenaly průkazné změny. Konkrétně se jedná o ploidní status, kdy v rámci populace se vyskytují jedinci jak diploidní tak i triploidní a ojediněle i tetraploidní a s tím souvisí i výskyt pohlavní reprodukce a gynogeneze. V úzké souvislosti s ploidním statutem je i zastoupení resp. podíl samců a samic v populaci. Dílčí výsledky jsme již publikovali (Lusková et al. 2004). V této studii shrnujeme naše dlouhodobé dílčí výsledky o vývoji poměru pohlaví a ploidie u *C.a.gibelio* až do roku 2007.

Materiál a metodika

Většina materiálu karasa stříbřitého pro šetření sexuality a ploidie byla získána z oblastí soutoku Moravy a Dyje z regionu jižní Moravy, kde se karas stříbřitý objevil poprvé a odkud se dále rozšířil v ČR. Sexualita u adultních jedinců byla zjišťována podle spouštěných pohlavních produktů. U jedinců usmrcených bylo pohlaví určeno makroskopicky, v případě nedostatečně vyvinutých gonád u juvenilů histologickými řezy. Ploidie byla zjišťována dvěma postupy: -metodou počítačové analýzy mikroskopického obrazu buněk – červené krvinky (obrazové cytometrie, ICM), - nebo průtokovou cytometrií (FCM) na cytometru Partec CCA 1 (Partec GmbH, Německo) stanovením relativního obsahu DNA v jádrech buněk periferní krve.

Výsledky a diskuse

Na základě našich souhrnných znalostí (výzkumem karasa stříbřitého se s rozdílnou intenzitou zabýváme z různých aspektů již od doby jeho proniknutí do vod ČR) lze ve vývoji a stavu populací karasa stříbřitého vymezit následující časová období:

1976-1985: První migrační vlny pravděpodobně triploidních samic pronikly z Dunaje přes slovensko-rakouský úsek Moravy do výše ležící části Moravy a do Dyje na území ČR. Následovalo postupné šíření a okupace vhodných biotopů, kde vznikly početné populace. Překonání hranic povodí a migračních bariér umožnily záměrné i nechtěné aktivity člověka. – jednoznačně prokázaný přesun karasa stříbřitého s násadami kapra do povodí Labe, obdobně i do povodí Odry. V tomto období se jednalo o monosexuální samičí populace, reprodukce probíhala výlučně formou gynogeneze. Karas stříbřitý se stal významným objektem sportovního rybolovu ve volných vodách, jeho výskyt v rybnících byl hodnocen negativně (konkurence kapra, neprodejnost).

1986-1990: Proběhlo další šíření karasa stříbřitého v rámci jednotlivých povodí, v souvislosti s vysazováním násad jiných druhů a jeho hojný výskyt v rybnících. Ve vhodných přírodních ekosystémech i v soliterních biotopech se vytvořily početné a stabilní populace. Zvyšování početnosti populací a rozšíření této ryby dokumentuje nárůst úlovků sportovních rybářů (v roce 1985-7, 4 tis. ks, v roce 1990–63,9 tis. ks).

1991-2000: Další rozšiřování výskytu do soliterních biotopů a oblastí převážně v souvislosti s převozy a vysazováním rybích násad (převážně kapra). Nárůst početnosti populací ve vhodných podmínkách. V tomto období (1995) jsou zjištěni první samci v oblasti prvotního výskytu karasa stříbřitého (soutok řek Moravy a Dyje). Počet samců postupně roste, nepřevyšuje však 10 %. Začala transformace původního monosexuálního samičího typu populace na typ smíšený. Nárůst úlovků sportovních rybářů dokumentuje vysokou početnost stabilních populací karasa stříbřitého (v roce 1991-65,3 tis., v roce 1999 již okolo 110 tis. ks).

2001-2007: Byla dokončena transformace populační charakteristiky karasa stříbřitého na smíšený typ s nepohlavní (gynogeneze – 3n samice) i pohlavní formou (samice 2n, samci 2n) reprodukce. Některé soliterní populace jsou tvořeny pouze 3n samicemi výlučně s nepohlavní formou reprodukce. Genetické analýzy vedly ke zjištění, že dominantní část komplexu karasa stříbřitého tvoří forma *C. a. gibelio*, diploidní (2n) i polyploidní (3n a 4n) jedinci obou pohlaví. Ojedinelý výskyt formy *C. a. auratus* (diploidní jedinci) je podmíněn únikem či vysazením jedinců této formy z akvárií nebo chovů pro okrasné účely. Kromě toho byl zjištěn výskyt triploidní verze japonské formy *C. a. langsdorfii*. Pokles úlovků (v roce 2006–50,6 tis. ks) nelze jednoznačně zdůvodnit, neboť *C.a. gibelio* se stále vyskytuje ve vysoké početnosti.

Sexualita

Data získaná v průběhu dlouhodobé časové řady jednoznačně dokumentují postupný nárůst podílu samců ve velké směsné populaci v oblasti „Soutoku“ (Tab. 1). Tato oblast sestává vedle vlastního dolního toku Dyje (cca 27 km) a krátkého úseku Moravy (cca 4 km) z řady soliterních biotopů v záplavovém území. Vzhledem k absenci migračních bariér na slovensko-rakouském úseku dolní Moravy se mohou připojovat a nebo namigrovat i jedinci z této části Moravy, případně i z Dunaje. V obdobích záplav dochází k promísení a propojení jednotlivých metapopulací, kde mohou být sexuální poměry velmi rozdílné. Prokazují to údaje stavu sexuality v jednotlivých biotopech, lokality s výlučným výskytem samic (lokalita Pastvisko - 100% samic 3n) nebo velmi nízkým zastoupením samců (lokalita Včelínek - 3 ks 2n samců/ 64 ks samic) až po lokality s vysokým zastoupením samců (zemník Bažina 73 samců /101 samic). Tzv. soliterní biotopy mohou vykazovat metapopulace výlučně 3n samic. Tento stav jsme zjistili v umělém mokřadu Chomoutov, kde se vedle populace formy *C. a. gibelio* tvořené výlučně 3n samicemi, vyskytovala populace *C. a. langsdorfii*, rovněž výlučně triploidních samic (Vetešník et al. 2007). Tyto jednopohlavní samičí populace mají původ z několika samičích jedinců s následnou gynogenetickou reprodukcí. Příčina nebo zdroj výskytu samců v populaci stále nejsou jednoznačně prokázány. Výskyt a zvyšování podílu samců v populaci je připisován vývoji a stabilizaci populace, chybí však jednoznačný poznatek z přírodních podmínek. Dřívější

údaje z oblasti Ruska týkající se problematiky výskytu a zastoupení samců nejsou blíže specifikovány a nelze je považovat za zcela průkazné. V pokusech s umělou reprodukcí v rámci projektu jsme prokázali, že některé 3 n samice v procesu gynogeneze daly v potomstvu 3 n samce.

Tab. 1. Sexualita a ploidie karasa stříbřitého v oblasti soutoku Dyje a Moravy ; M–samci, F–samice, 2n-diploid, 3n-triploid, 4n-tetraploid.

Rok	Celkem N	M N %	M 2n	M 3n	M 4n	F N	F 2n N %	F 3n N- %	F 4n N	M + F 2n N-%	M 2n %
1976-1987	5380	0				5380					
1988-1990	460	0				460					
1995	78	5 6,4				73					
1996	185	7 3,8				181					
1997	342	15 4,4				327					
1998	485	34 7,1				451					
1999	359	64 17,8				295					
2000	183	16 8,7				167					
2001	210	17 8,1	15	2		193	10 4,8	178 92,2	5	25 11,9	60,0
2002	185	22 11,9	19	3		163	14 7,6	147 79,5	2	33 17,8	57,6
2003	369	82 22,2	68	10	4	287	52 14,1	227 61,5	8	120 32,5	56,7
2004	476	137 27,8	136	1		339	133 29,9	206 43,3		267 56,1	50,9
2005	342	94 27,5	90	4		248	73 21,4	174 50,9	1	163 47,7	55,2
2006	184	37 20,1	33	4		147	56 30,4	91 49,5		89 48,9	37,1
2007	326	45 13,8	45			281	73 22,4	208 63,8		118 36,2	38,1

Ploidie

Ploidie samic je rozhodující faktor pro způsob reprodukce a proto změny a stav ploidie jedinců v populaci jsou významným atributem pro její charakteristiku. Analýza ploidní charakteristiky vzorků karasa stříbřitého z oblasti Soutoku v průběhu období 2001 až 2007 v návaznosti na poznatky z předchozích roků (Tab.1) svědčí o tom, že v populaci vznikl rovnovážný stav, kdy polovinu (55,5 %) tvoří triploidní jedinci výlučně samice, druhou polovinu tvoří diploidní jedinci v poměrně vyrovnaném zastoupení samců (20,7%) a samic (23,8%). Ojedinelý byl výskyt triploidních samců a tetraploidních samic, zcela výjimečně byli v roce 2003 zjištěni tetraploidní samci viz Tab. 1. V porovnání s předchozími roky se výskyt variant ploidie 3n a 4n u samců a 4n u samic snížil.

Analýza třecího hejna (148 jedinců) z počátku dubna 2007 ukázala, že 3n samice tvořily většinu (62,2%), diploidní samice 21,6% a diploidní samci 16,2% zkoumaných jedinců s identifikovanou ploidii. Třecí hejno vytvořené v době záplavy, představovalo směs jedinců z různých soliterních fragmentů tamního areálu. Nebyl zjištěn významný rozdíl případně závislost ve vztahu ploidie a věk zkoumaných ryb. Frekvence jedinců o různé ploidii je rovnoměrná v jednotlivých věkových kategoriích. Z hlediska věkové skladby reprodukcí jedinců byla nejpočetnější skupina ve stáří 5 až 8 roků, podíl samců 87,5%, 2n samic 78,1% a 3n samic 74,4%. Nejpočetnější byla věková skupina 6-letých ryb. Z uvedeného je zřejmé, že 3n samice a tedy nepohlavní forma reprodukce má stále zásadní úlohu při udržování megapopulace formy *C.a.gibelio* v oblasti dolního toku Dyje.

Poděkování

Studie byla vypracována na základě výzkumů realizovaných při řešení grantového projektu r.č. GA206/05/2159 podporovaného Grantovou agenturou České republiky.

Literatura

- ABRAMENKO, M.I., KRAVCHENKO, O.V., VELIKOIVANENKO, A.E. (1997): Genetičeskaja struktura populacij v diploidno-triploidnom komplekse serebrajnogo karasja *Carassius auratus gibelio* v bassejne nižnego Dona. *Voprosy ichtiologii* 37 (1), 62-71 (in Russian).
- HALAČKA, K., LUSKOVÁ, V. (2000): Polyploidy in *Carassius auratus* in the lower reaches of the River Dyje – determination using the size of erythrocyte nuclei. *Proc. 4th Czech conference of ichthyology, Vodňany*, 106-109.
- HALAČKA, K., LUSKOVÁ, V., LUSK, S. (2003): *Carassius „gibelio“* in fish communities of the Czech Republic. *Ecohydrology & Hydrobiology* 3 (1): 133-138.
- KALOUS, L., BOHLEN, J. (2002): Silver Prussian carp (*Carassius gibelio*); Problem with the taxonomical identification. *Proc. the 5th Czech conference of ichthyology, Brno*, 75-80.
- KOTTELAT, M. (1997): European freshwater fishes. *Biologia Bratislava, section Zoologica*, 52 (suppl. 5): 1-271
- KOTTELAT, M., FREYHOF J. (2007): *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Formol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 s.
- LUSK, S. (1986): Problematika karasa stříbřitého (*Carassius auratus*). *Živočišná výroba* 32: 945-951.
- LUSK, S., BARUŠ, V., VESELÝ, V. (1977): On the question of the occurrence of *Carassius auratus* L. in the Morava River watershed. *Folia Zool.* 26: 377-381.
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V. (2005): Invazivní druhy ryb v podmínkách České republiky. *Sb. referátů VIII. české ichtyol. konference, Brno*: 116-121.
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V., HALAČKA, K. (1998): Karas stříbřitý – 25 let od jeho přirozené introdukce. *Sb. ref. z III. České ichtyol. konf., Vodňany*: 135-140.
- LUSKOVÁ, V., HALAČKA, K., VETEŠNÍK, L., LUSK, S. (2004): Changes of ploidy and sexuality status of „*Carassius auratus*“ populations in the drainage area of the Dyje River (Czech Republic). *Ecohydrology & Hydrobiology* 4 (2): 166-171.
- MURAKAMI, M., MATSUBA, Ch., FUJITANI, H. (2001): The maternal origins of the triploid ginbuna (*Carassius auratus langsdorfi*): phylogenetic relationships within the *C. auratus* taxa by partial mitochondrial D-loop sequencing. *Genes Genet. Syst.* 76: 25-32.

SZCZERBOWSKI, J.A. (2002) *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). In: Banarescu, P.M., Paepke, H.-J. (eds). *The freshwater Fishes of Europe*. Vol.5/III. Cyprinidae 2, AULA-Verlag, 5-41.

VASILEVA, E.D., VASILEV, V.P. (2000): K probleme proischoždenija i taxonomičeskogo statusa triploidnoj formy serebrjanog karasja *Carassius auratus* (Cyprinidae). *Voprosy ichtyologii* **40**, 581-591 (in Russian).

VETEŠNÍK, L., PAPOUŠEK, I., HALAČKA, K., LUSKOVÁ, V., MENDEL, J. (2007): Morphometric and genetic analysis of *Carassius auratus* komplex from an artificial wetland in Mortava River floodplain, Czech Republic. *Fisheries Science* **73**: 817-822.

Adresa autorů:

RNDr. Věra Lusková, CSc., Doc.Ing. Stanislav Lusk, CSc., Ing. Karel Halačka, CSc., Ing.

Lukáš Vetešník, PhD., Mgr. Ivo Papoušek

Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno, luskova@ivb.cz

MODELOVANIE PREFERENCIE NIEKTORÝCH ABIOTICKÝCH PARAMETROV HABITATU RÝB NA HORSKÝCH TOKOCH SLOVENSKA

Modeling of preference of some abiotic parameters of aquatic habitat on Slovak mountain streams by fish

V. MACURA, A. ŠKRINÁR, M. JALČOVÍKOVÁ

Summary: The IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) evaluates the habitat quality of the aquatic part of a stream using bioindicators represented by criteria curves. This script presents information on the generalization of the criteria curves of various fish species with the intention of enabling the wide use of the IFIM methodology for an assessment of the quality of aquatic habitats according to EU Framework Directive 2000/60/EC. It is important to point out that particular fish species behave differently in various streams. Therefore, it is necessary to divide streams into sections with similar attributes according to particular characteristics. Data from 9 mountain streams in a flysch area of Northern Slovakia were evaluated. The choice of an appropriate representative fish species was one of the most important factors influencing the evaluation. Brown trout was selected since it appears in all the streams studied and has the highest abundance of all fish species. The velocity and depth criteria curves are similar, which confirms the assumption that the application of criteria curves of a particular fish species from other streams of a similar character is possible. The correctness of this assumption also follows from the cumulative criteria curves of brown trout for depth and velocity given in the script.

The dependence between the M-factor and the criteria curves for depth and velocity of all the reference sections was evaluated. It may be stated that the correlation is insignificant in the case of the file created by the union of natural and regulated reference sections. A high correlation occurred between the M-factor and velocity criteria curves of the regulated reference sections. Regarding natural streams, a high correlation was found between the depth criteria curves and the M-factor. These results have directly confirmed the sensitivity of brown trout as a bioindicator to the habitat parameters which predominate in typical sections, and we may state that the interpreted correlations confirm the possibility of the regionalization of fish criteria curves for the Slovak flysch streams.

1. Úvod

Porozumenie vplyvu dôsledkov ľudskej činnosti na štruktúru akvatického habitatu toku zostáva periférnou oblasťou výskumu vo vodnom hospodárstve. Vyhodnotenie kvality habitatu je vhodným vstupom pre rôzne vodohospodárske rozhodnutia a plánovanie, napríklad pri určovaní minimálnych (ekologických) prietokov, pri návrhu revitalizácií tokov, alebo pri stanovení vplyvu úpravy toku na kvalitu a kvantitu jeho biologických spoločenstiev. Tieto modely poskytujú základný prehľad o časovej a priestorovej interakcii fyzických a biologických komponentov riečnych systémov.

Zmeny časovej a priestorovej interakcie fyzických a biologických komponentov akvatickej oblasti toku je možné prognózovať pomocou modelov, ktoré poskytnú dostatočný stupeň spoľahlivosti hodnôt pre návrh vodohospodárskych opatrení.

2. Materiál a metódy

Na modelovanie bola použitá Prírastková metodika prúdenia v toku IFIM (*Instream Flow Incremental Methodology*), ktorá bola vyvinutá v Spojených štátoch organizáciou U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS) pre stanovenie účinku vodohospodárskych projektov na prírodné prostredie prostredníctvom kvantifikácie akvatického prostredia. Spracovanie kvantifikácie prostredníctvom IFIM je uskutočňované sériou počítačových programov pod spoločným názvom PHABSIM (Physical Habitat Simulation) - Milhouse a kol. (1989), ktorý spája hydrauliku toku s preferenciami fyzického habitatu rybami.

V metodike IFIM sú základné parametre habitatu toku rozdelené na abiotické a biotické. Abiotickými parametrami sú hĺbka, šírka a plocha hladiny a rýchlostné pole toku. Biotické parametre habitatu sú reprezentované rybami v podobe vhodnostných kriviek.

2.1 Vhodnostné krivky

Vhodnostné krivky sú grafickým znázornením preferencie hlavných abiotických zložiek mikrohabitatu jednotlivými druhmi rýb. Určenie vhodnostných kriviek je prácne, pretože k ich vyhodnoteniu sú potrebné stovky údajov z terénnych meraní. Riešenie je preto zamerané na zovšeobecnenie týchto kriviek na podobné úseky tokov, čo umožní širšiu aplikáciu metodiky IFIM, aj pre modelovanie neovplyvnených úsekov toku v súlade so smernicou európskeho parlamentu a rady 2000/60/ES.

Pre vyhodnotenie korelačného vzťahu parametrov vhodnostných kriviek bol použitý Pearsonov korelačný koeficient. Testované boli dva parametre, hĺbka a rýchlosť v závislosti na konštante kvázivrovnomerného pohybu M .

$$M = \frac{R(g.B)^{\frac{1}{4}}}{Q^{\frac{1}{2}}}$$

kde R - je hydraulický polomer (m), g - gravitačné zrýchlenie ($m.s^{-2}$), B - šírka koryta v hladine (m) a Q - prietok ($m^3.s^{-1}$) Podrobnejší popis parametra M je uvedený v literatúre (Jakubis, 2003a, 2003b, 2004, Macura, 1987).

2.2 Charakteristika riešenia

Pre stanovenie vplyvu jednotlivých parametrov na vhodnostné krivky z pohľadu aplikácie na iné podobné toky bol zvolený nasledujúci postup:

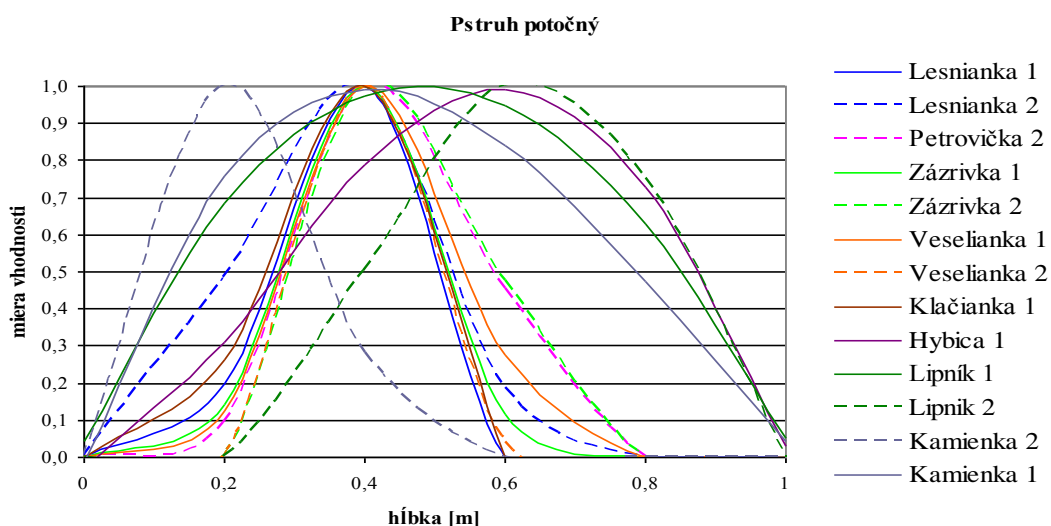
- vytýčenie konkrétnych referenčných úsekov, ktoré charakterizujú záujmový úsek toku,
- ichtyologické a hydraulické merania zamerané na vyhodnotenie vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb,
- zameranie topografických parametrov referenčných úsekov,
- štatistické vyhodnotenie hydraulických a ichtyologických parametrov toku.

3. Výsledky a diskusia

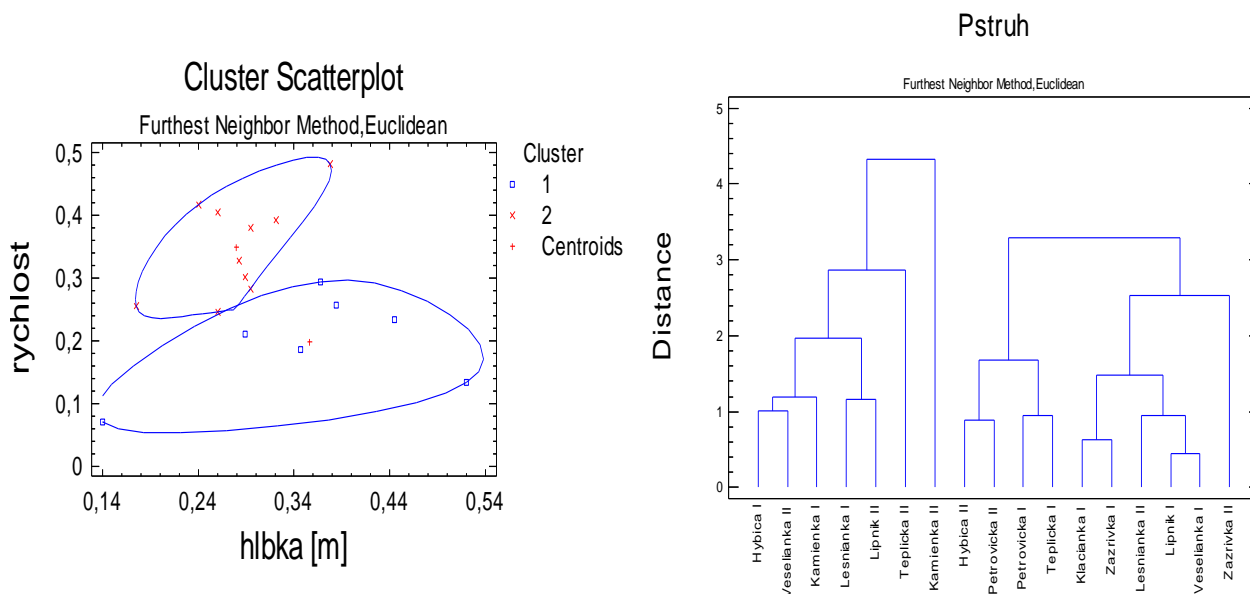
Databáza údajov pre výber referenčných úsekov bola vytvorená v prostredí ArcGIS, ktorá bola zapožičaná zo Slovenského Hydrometeorologického Ústavu, v zmysle

Smernice 2000/60 ES Európskeho parlamentu a Rady, Príloha II, časť 1.2.1. povrchové toky - rieky databáza povodí. Charakteristika referenčných úsekov a ich ichtyofauny je popísaná v literatúre (Macura a kol. 2004, 2007). Vhodnostné krivky pre hĺbku a rýchlosť sú podobné, čo potvrdzuje predpoklad, že je možná aplikácia vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb z iných tokov podobného charakteru. Tento predpoklad vyplýva aj z kumulatívnych vhodnostných kriviek pstruha potočného pre hĺbku – obr.1.

Obr. 1: Vhodnostné krivky Pstruha potočného pre hĺbku



Obr. 2: Dendrogram zhlukovej analýzy tokov s výskytom pstruha potočného a priestorový graf rozdelenia jednotlivých tokov do zhlukov, oblasť 1 prirodzené toky, oblasť 2 – upravené toky,



Dôležitým faktorom bol výber vhodného reprezentatívneho druhu rýb. Bol vybraný pstruh potočný, ktorý sa vyskytoval na všetkých sledovaných tokoch a bol aj početne najviac zastúpený. Vyhodnotená bola závislosť medzi M a vhodnostnými krivkami pre

hlbku a rýchlosť. Z vhodnostných kriviek boli porovnávané vrcholy, to znamená miesta s najväčším výskytom daného druhu v určitej hĺbke a rýchlosti.

Pri zovšeobecňovaní vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb bola využitá klastrová analýza a následne pomocou ďalších multivariačných štatistických metód bol definovaný vzťah medzi jednotlivými faktormi charakterizujúcimi habitat.

Bola zvolená Euklidovská vzdialenosť, použitá bola zhlukovacia metóda Najvzdialenejšieho suseda. Pre overenie výsledkov zhlukovej analýzy (Horváth a Gregušová, 1999) bol súbor rozdelený na dva zhluky, toky upravené a prirodzené. Ako premenné boli použité údaje z vhodnostných kriviek pre hĺbku a rýchlosť jednotlivých druhov rýb. Počet kompletných prípadov zhlukovej analýzy bol u pstruha potočného 17.

Dendrogram (obr. č. 2) znázorňuje postup spájania objektov do zhlukov. Objekty, ktoré sa spojili v dolnej časti grafu, sú si podobné a tie objekty, ktoré sú spojené vyššie, sú rozdielne. Z dendrogramu vyplývajú dva zhluky tokov.

- 1) Hybica1, Veselianska2, Kamienka1, Lesnianska1, Lipník2, Teplička2, Kamienka2
- 2) Hybica2, Petrovička2, Petrovička1, Teplička1, Kľačianska1, Zázrivka1, Lesnianska2, Lipník1, Veselianska1, Zázrivka2.

Toto rozdelenie potvrdzuje aj dvojparametrický graf klastrovej analýzy (obr. 2)

Tab. 1: Porovnanie korelácií parametrov pstruha potočného.

Súbor tokov	rýchlosť - M	hlbka - M	rýchlosť - i	hlbka - i
1 - všetky	0,06	0,14	-0,24	-0,14
2 - upravené	0,64	-0,28	-0,33	0,15
3 - prirodzené	0,13	0,52	-0,17	-0,30

4. Záver

Na základe štatistického vyhodnotenia možno konštatovať, že korelačný vzťah sa neprejavil u všetkých tokov jednotne pri korelovaní toho istého parametra, ale zvlášť a odlišne pri korelovaní rôznych parametrov. Veľká korelácia sa prejavila v prvej sade meraní u pstruha potočného vo vzťahu hĺbka-M (0,52) a rýchlosť-M (0,64) (tab. 1) až po rozčlenení korelovaných súborov (tokov) na prirodzené a upravené. Korelácie hĺbky aj rýchlosti s parametrom i hodnotíme ako stredné. Za zmienku stojí fakt, že na upravených tokoch sa prejavila väčšia korelácia vo vzťahu rýchlosť-M (0,64), resp. rýchlosť-i (-0,33) a korelácia vzťahu hĺbky s týmito dvoma parametrami bola malá (tab. 1). Príčinou týchto výsledkov môže byť skutočnosť, že v upravených tokoch je koryto prizmatické s malým rozdielom hĺbok. Preto ryby a hlavne pstruh preferujú priestor na základe rýchlostí.

Na prirodzených tokoch nastal opačný jav, keďže tu sa prejavila korelácia vo vzťahu hĺbka-M (0,52), resp. hĺbka-i (-0,3) korelácia rýchlosti s M (i) bola malá. Vzťah parametra i s hĺbkou a rýchlosťou definujeme ako nepriamy. Tento výsledok je v priamej súvislosti s morfológickými charakteristikami prirodzeného toku. Pstruh preferuje úkryty s dostatočnou hĺbkou. Rýchlosť nie je v priestoroch s väčšími hĺbkami rozhodujúca, lebo spravidla v oblasti s väčšou hĺbkou (úkryt) sú malé rýchlosti. Vyhodnotený výsledky

priamo potvrdili citlivosť pstruha ako bioindikátora na parametre habitatu, ktoré sú v charakteristických úsekoch dominujúce.

Na základe priebežných výsledkov výskumu na vybraných referenčných úsekoch tokov Slovenska sa dá konštatovať, že vzťah medzi populáciou rýb a charakteristikami habitatu dobre vystihuje zmeny vyvolané úpravami tokov, prietokom, či terestrickou oblasťou toku. Modely fungujúce na princípe IFIM dokážu kvantifikovať biologické zmeny v toku, z ktorých odborníci z oblasti biotickej a abiotickej môžu objektívne stanoviť parametre minimálneho prietoku, alebo charakterizovať neovplyvnený stav toku v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES. Výskum zameraný na zovšeobecnenie vhodnostných kriviek je v štádiu riešenia, ak by sa však verifikáciu potvrdil podobný charakter miery podobnosti vhodnostných kriviek aj na iných tokoch, predstavovalo by to výrazné zjednodušenie a rozšírenie aplikácie metodiky IFIM a modelu RHABSIM.

Pod'akovanie: Ďakujeme agentúram za podporu projektov č. 1/2141/05, AV 4/0110/06, APVV-0335-06 a APVT-20-003204.

Literatúra:

JAKUBIS, M. (2003a): Analýza vzájomných závislostí geometrických charakteristík prirodzene ustálených korýt bystrín na neovulkanitoch. *Acta facultatis forestalis*. XLIV, 281 – 295. ISSN 0231-5785.

JAKUBIS, M. (2003b): Vzťah hydraulickej geometrie v prirodzene ustálených úsekoch bystrín. *Acta facultatis forestalis*. XLV, 113 – 125. ISSN 0231-5785.

JAKUBIS, M. (2004): O zákonitostiach morfoгенézy bystrinného koryta. *Acta facultatis forestalis*. XLVI, 305 – 313s. ISSN 0231-5785.

MACURA, V. 1987. Vodní hospodářství, roč. 6, s. 152

HORVÁTH, J., GREGUŠOVÁ, H. (1999): Zhuková analýza a projektívne metódy. In: *Matematická štatistika a numerická matematika a ich aplikácie*. Bratislava: Stavebná fakulta STU, 205-237. ISBN 80-227-1290-6.

MACURA, V., a kol. (2004): Stratégia revitalizácie tokov a stanovenie hydroekologických limitov. Záverečná správa projektu 114/VTP/2000

MACURA, V., ŠKRINÁR, A., ANDO, M (2007): Zovšeobecnenie vhodnostných kriviek rýb tokov na Slovensku a ich aplikácia pri modelovaní neovplyvnených úsekov tokov v súlade s rámcovou smernicou EU. *Medzinárodná vedecká konferencia Krajinné inžinierstvo v novom tisícročí*. FZKI SPU v Nitre 25. 1. 2007, 119-125 (on CD). ISBN 978-80-8069-841-6.

MILHOUS, R.T., UPDIKE, M.A., SCHNEIDER, D.M. (1989): Reference manual for the Physical Habitat Simulation System (PHABSIM) - Version II. Instream Flow Information Paper 26. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report.

SMERNICA 2000/60/ES EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky

Adresy autorů:

Prof. Ing. Viliam Macura, PhD., Ing. Andrej Škrinár, Ing. Monika Jalčová, Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, +421 (2) 592 74 498, viliam.macura@stuba.sk, andrej.skrinar@stuba.sk, monika.jalcovikova@stuba.sk

ÚROVEŇ ORGANICKÉ ZÁTĚŽE STŘEDNÍHO TOKU ŘEKY JIHLAVY DLE INDEXU SAPROBITY A TROFICKÉHO POTENCIÁLU

THE LEVEL OF ORGANIC POLLUTION OF MIDDLE COURSE OF THE JIHLAVA RIVER ACCORDING TO SAPROBIC INDEX AND TROPHIC POTENTIAL

J. Makovský, P. Spurný, R. Kopp

Summary: In the vegetation season during the year 2008, on the two locations middle course of the Jihlava River - above and below water reservoirs Dalešice and Mohelno, the samples of water and macrozoobenthos were taken for the assessment of the level of organic pollution and evaluation of importance of the water reservoirs impact on the level of organic pollution, at monthly intervals. The pollution was evaluated by the trophic potential and the saprobic index. The trophic potential from the samples of water, the saprobic index was determined from the macrozoobenthos samples.

On the Vladislav location, above the water reservoirs, the trophic potential was determined $220 \pm 37 \text{ mg.l}^{-1}$ it means the mezo-eutrophic class. The saprobic index was determined $2,19 \pm 0,09$ to β it means the mezosaprobic class. On the Biskoupky location, below the water reservoirs, the trophic potential was determined $214 \pm 29 \text{ mg.l}^{-1}$ it means mezo-eutrophic class. The saprobic index was determined $1,67 \pm 0,18$ to β it means mezosaprobic class.

Statistically decisive wasn't the difference of the trophic potential between the locations. Values of the saprobic index were statistically decisive lower on the Biskoupky locality than the values of the locality Vladislav.

Úvod

Jako nejdůležitější zdroje znečištění povrchových vod je v současné době uváděno bodové znečištění, tj. města, obce, průmyslové závody a objekty soustředěné zemědělské živočišné výroby. Na toku řeky Jihlavy se vyskytuje několik významných aglomerací, jako jsou například Jihlava, Třebíč a další, ke kterým povětšinou náleží i rozvinutá průmyslová činnost a s tím spojená vyšší míra vypouštění odpadních vod do biotopu řeky Jihlavy.

Pravidelné sledování organické zátěže na řece Jihlavě metodou vyhodnocení trofického potenciálu a saprobního indexu se provádí od poloviny minulého století. Zvýšená pozornost střednímu toku této řeky se věnuje od dostavby soustavy vodních děl Dalešice – Mohelno a jaderné elektrárny Dukovany. Již dříve zde byla uváděna vyšší míra trofie ve vodě řeky Jihlavy pod městem Třebíč (Kočková a Žáková 1983, Kočková a kol. 1995, Kočková a kol. 1998, Punčochár a Desortová 2003). Jako příčiny vyššího zatížení tohoto toku organickými látkami autoři uvádějí především urbanizační vlivy, zemědělství a splach z přiléhajících pozemků a komunikací a od uvedení jaderné elektrárny Dukovany do provozu i zkoncentrování živin při odběru chladicí vody a vypouštění odpadní oteplené vody z chladicích okruhů zpět do recipientu.

Dle Zprávy o stavu ochrany vod v České republice 2006 (MŽP ČR 2007), jež kvalitu povrchové vody v tocích kategorizuje do stupňů I až V dle normy ČSN 75 7221, je řeka Jihlava z hlediska stavu celkového fosforu, dusičnanového dusíku, sušiny dusíkatých látek (NL 105 °C) $CHSK_{Mn}$ a $CHSK_{Cr}$ zařazena ve všech sledovaných profilech do IV až V třídy, to znamená silně zatížených vod.

Cílem tohoto sledování bylo stanovit míru organického zatížení středního toku řeky Jihlavy na základě stanovení trofického potenciálu a saprobního indexu. Dále porovnat hodnoty mezi lokalitami a z výsledku určit, zda mají vodní díla Dalešice a Mohelno prokazatelný vliv na míru organické zátěže v tomto toku.

Materiál a metodika

Vzorky vody pro stanovení úrovně trofického potenciálu a saprobního indexu byly odebrány v měsíčních intervalech v průběhu vegetačního období roku 2008 na dvou lokalitách středního toku řeky Jihlavy. První lokalita byly vybrána nad vzdutím vodního díla Dalešice, v k.ú. obce Vladislav, GPS location Loc: 9°12'49.36"N,15°55'50.71"E. Druhá lokalita byla vybrána pod vodními díly Dalešice a Mohelno, v k.ú. obce Biskoupky, GPS location Loc: 9°5'43.93"N,16°16'27.55"E. Odběry byly prováděny v proudnici do předem připravených, uzavíratelných polyetylenových nádob tak, aby v nádobě po odebrání vzorku nezůstaly vzduchové bubliny. Okamžitě po odběru byly vzorky vody uloženy do tmavého chladicího boxu a následně po převezení na Oddělení rybářství a hydrobiologie MZLU zamrazeny. Zamražené vzorky vody byly předány na Výzkumný ústav vodohospodářský, pobočka Brno ke stanovení trofického potenciálu jednorázovou suspenzní metodou (Žáková a kol. 1981). Vzorky byly po přefiltrování kultivovány při 25 ± 1 °C, za stálého provzdušňování. Jako testovací inokulum byla použita řasa *Desmodesmus communis* (*Scenedesmus quadricauda*). Na konci testu byla stanovena sušina řas, přírůstky byly stanovovány nefelometricky. Jako parametr trofického potenciálu byla zvolena koncentrace sušiny řas v $mg \cdot l^{-1}$ (CSN EN ISO 8692).

Odběry vzorků zoobentosu k vyhodnocení saprobního indexu byly prováděny dle norem EN 25 667 – 2, EN ISO 27 828 a EN 25 667 – 3, za pomoci bentické odběrné sítě Surber a bentické odběrné sítě Kick Sampler. Odebraný zoobentos byl zakonzervován v 4% roztoku formaldehydu a převezen na Oddělení rybářství a hydrobiologie, kde byl determinován a na základě druhového spektra a kvantitativních charakteristiky byl stanoven saprobní index lokality v čase odběru. Pro stanovení saprobního indexu byl použit vzorec dle ČSN 75 7716.

Při odběru vzorků byly zároveň sledovány základní chemické parametry vody, a to : teplota, pH, obsah rozpuštěného kyslíku a vodivost měřícími přístroji WTW Multi 340i a HANNA Combo HI 98129.

Získaná data byla statisticky zpracována pomocí programu Unistat 5.1, Sheffeho analýzou s hladinou významnosti α 0,99.

Výsledky a diskuze

Tabulka č.1 Hodnoty trofického potenciálu na řece Jihlavě v roce 2008

	duben	květen	červen	červenec	srpen	září
Biskoupky	170	196	220	245	243	207
Vladislav	201	183	210	265	268	194

Tabulka č.2 Hodnoty saprobního indexu na řece Jihlavě v roce 2008

	duben	květen	červen	červenec	srpen	září
Biskoupky	1,62	1,59	1,82	1,45	1,93	1,59
Vladislav	2,22	2,16	2,35	2,09	2,14	2,2

Na lokalitě Vladislav se hodnoty trofického potenciálu pohybovaly během vegetačního období v rozmezí hodnot 183 – 268 mg.l⁻¹ (viz. tabulka č.1) s průměrem 220±37 mg.l⁻¹. Po porovnání se stupnicí trofie vod dle Žáková (1986) byla voda z lokality Vladislav vyhodnocena jako mezo-eutrofní. Při porovnání s prací Žáková (2002), která tuto řeku v minulosti dlouhodobě sledovala, jsou výsledky získané při tomto sledování velmi podobné a není mezi nimi statisticky průkazný rozdíl. Autorka ve své práci uvádí na řece Jihlavě hodnoty trofického potenciálu s postupnou klesající tendencí od roku 1990 do současnosti.

Saprobita na lokalitě Vladislav byla stanovena na hodnotu 2,19±0,09, což znamená β-mezosaprobní stupeň dle hodnocení trofie vod (Hrbáček 1972). Tyto hodnoty nejsou na našich tocích nijak výjimečné, ale již ukazují na zvýšenou organickou zátěž. Hodnoty saprobního indexu během sledovaného období jsou uvedeny v tabulce č.2.

V porovnání s výsledky z pozorování autorů, jež tuto lokalitu sledovali v minulosti, je patrný mírný pokles indexu saprobity v průběhu času. Spurný a kol. (2002) uvádí na lokalitě Vladislav v roce 1999 saprobní index 2,26 (β-mezosaprobity). Další autor, Losos (1984) uvádí saprobní index na této lokalitě v roce 1984 v rozmezí hodnot 2,5 – 3,5 (α-mezosaprobní stupeň). Hodnota 3,5 je již dosti vysoká a svědčí o silně zatíženém toku.

Na lokalitě Biskoupky trofický potenciál dosahoval hodnot 170 – 245 mg.l⁻¹ (viz. tabulka č.1) s průměrem 214±29 mg.l⁻¹. Ve stupnici hodnocení trofie dle Žáková (1986) byla tato lokalita zařazena do stupně mezotrofie až mezo-eutrofie. Mezo-eutrofie je již stupeň s vyšší hodnotou organického zatížení. Po porovnání s prací Žáková (2002) není mezi výsledky patrný rozdíl. Průběh hodnot trofického potenciálu v tomto sledování a ve sledování Žákové (2002) jsou si velmi podobné. Autorka hodnotí vodu pod vodním dílem Mohelno jako mezotrofní až mezo-eutrofní, tudíž ve stejném stupni, jako v tomto sledování.

Saprobní index lokality Biskoupky byl stanoven na hodnotu 1,67±0,18 β-mezosaprobní stupeň, ale spíše při jeho dolní hranici. Tyto hodnoty vypovídají o velmi mírném organickém zatížení této lokality, hodnoceném dle hodnoty saprobního indexu. Hodnoty saprobního indexu během sledovaného období jsou uvedeny v tabulce č.2. Při porovnání s řekou Dyjí pod vodními díly Nové Mlýny, na jejímž toku se nacházejí významná vodní díla a protéká zemědělsky a aglomeračně exponovanou krajinou, je

hodnota saprobity udávaná $1,96 \pm 0,24$ (Makovský 2006), 2,09 (Brychta 1999) až 3,55 (Sukop 1990). Je zřejmé, že jsou si toky podobné v organické zátěži dle hodnoty saprobního indexu. Z udávaných hodnot saprobity řeky Dyje je patrný i podobný trend poklesu saprobního indexu v čase.

Po statistickém vyhodnocení získaných dat saprobního indexu z průběhu roku 2008, s hladinou pravděpodobnosti $P < 0,01$, byl zaznamenány statisticky průkazně nižší hodnoty saprobního indexu na lokalitě v k.ú. Biskoupky pod vodními díly Dalešice a Mohelno. Při statistickém vyhodnocení získaných hodnot trofického potenciálu nebyly mezi lokalitami Vladislav a Biskoupky zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Vliv vodních děl na hodnotu saprobního indexu se při tomto sledování nepodařilo prokázat. Tato skutečnost může být dána vypouštěním odpadní oteplené vody do vodní nádrže Mohelno, kde je organická zátěž silně zkoncentrována průchodem chladicími okruhy jaderné elektrárny Dukovany (Žáková 2002).

Mlejnková et al. (2005) hodnotila chemické a biologické parametry vody v řece Vltavě pod nádrží Kořensko a na údolní nádrží Orlík. Trofický potenciál na lokalitě Kořensko a na lokalitách situovaných na nádrží Orlík byl vyhodnocen v rozmezí $50 - 80 \text{ mg.l}^{-1}$, což je výrazně méně, než na řece Jihlavě. Autorka uvádí výrazné zkoncentrování živin (až 5,3x) a tím i nárůst trofického potenciálu v odpadní oteplené vodě vypouštěné z jaderné elektrárny Temelín, kde hodnoty v průběhu let 2003 – 2005 kolísaly v rozpětí $280 - 300 \text{ mg.l}^{-1}$, ve stupni eutrofních vod. Stejný poznatek uvádí i Žáková (2002) na řece Jihlavě pod vodní nádrží Mohelno, která slouží jako rezervoár chladicí vody pro jadernou elektrárnu Dukovany. V Skryjském potoce, kterým se vrací oteplená voda z jaderné elektrárny Dukovany zpět do recipientu autorka uvádí stupeň organické zátěže na hranici polytrofie, s následným naředěním ve vodní nádrží Mohelno a snížení na stupeň mezo-eutrofní.

Závěr

Dle trofického potenciálu byla řeka Jihlava na obou lokalitách zařazena do mezo-eutrofních vod. Rozdíly v hodnotách trofického potenciálu mezi lokalitou nad vodními nádržemi Dalešice a Mohelno a lokalitou pod nimi nebyly zjištěny a nelze tedy na základě těchto výsledků usuzovat na výraznější vliv těchto vodních nádrží na hodnotu trofického potenciálu. Dle indexu saprobity byla řeka Jihlava na lokalitě Vladislav zhodnocena jako β -mezosaprobní. Na lokalitě Biskoupky byla vyhodnocena rovněž ve stupni β -mezosaprobity, ale na spodní hranici tohoto stupně. Byly prokázány statisticky průkazně nižší hodnoty saprobního indexu na lokalitě Biskoupky, pod vodními nádržemi Dalešice a Mohelno a tím jejich prokazatelný vliv na míru organického zatížení tohoto toku.

Rozdíly v hodnocení vlivu vodních nádrží na míru organické zátěže tohoto toku jsou dány rozdílným přístupem obou metod k hodnocení organické zátěže. Saprobní index vypovídá o zatížení vod organickými sloučeninami, které se v nádržích zachycují a rozkládají, kdežto trofický potenciál hodnotí obsah elementárních prvků, které se naopak z vodních nádrží a jejich sedimentů mohou vyplavovat.

Na základě výsledků získaných z vyhodnocení trofického potenciálu a indexu saprobity v průběhu vegetačního období roku 2008 byl střední tok řeky Jihlavy vyhodnocen jako tok se středně vysokým organickým zatížením.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován s finanční podporou projektu Interní grantové agentury IGA číslo DP 26/2008: „Stanovení a vyhodnocení organické zátěže středního

toku řeky Jihlavy pomocí indexu saprobity a trofického potenciálu“ a Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- BRYCHTA, M. (1999): *Fauna dolního toku Dyje a přilehlých říčních ramen*, MZLU Brno. Diplomová práce. 50 s
- EN ISO 27 828 (ČSN 75 7051): *Pokyny pro odběr vzorků makrozoobentosu ruční sítkou*. Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz.
- EN 25 667 – 3 (ČSN 75 7051): *Pokyny pro konzervaci vzorků a manipulaci s nimi* Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz
- ČSN 75 7716 : *Jakost vod – Biologický rozbor – stanovení saprobního indexu*. Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz
- CSN 757221: *Klasifikace jakosti povrchových vod*. Dostupný z WWW: <http://seznam.normy.biz/>
- HRBÁČEK, J.a kol.. (1972): *Limnologické metody*, 208 s.
- ČSN EN ISO 8692 *Jakost vod - Zkouška inhibice růstu sladkovodních zelených řas*. Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz
- KOČKOVÁ, E., ŽÁKOVÁ, Z., (1983): *Vliv přečerpávání vody na chemické a biologické poměry v soustavě nádrží Dalešice – Mohelno*. In: Sborník „Voda–životné prostredie – viacúčelové využitie vodných nádrží“ Košice, : 19
- KOČKOVÁ, E., et al. (1995): *Jakost vody pro vodní dílo dalešice. Kvalita vody v nádrži Mohelno ve vztahu k JE Dukovany*. Výzkumná zpráva VUV T.G.M., pobočka Brno
- KOČKOVÁ, E., ŽÁKOVÁ, Z., MLEJNKOVÁ, H., BERÁNKOVÁ, D., (1998): *Influence of Riwer Basin, Hydro- and Nuclear power Plants on Vater Quality Changes in Dalešice-Mohelno Reservoirs System*, Internat.Rev.Hydrobiol. 83, 331 – 338.
- LOSOS, B., (1984): *The influence of pollution on the density and production of Chironomidae (Diptera) in running waters*. Limnologica (Berl.), 15, 7–19
- MAKOVSKÝ, J., SUKOP, I., (2006): *Dynamika zoobentosu řeky Dyje*. In MendelNet'06 Agro – sborník, MZLU v Brně: Ediční středisko MZLU v Brně, 2006, s. 131. ISBN 80-7157-999-8
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, (2007): *Zpráva o stavu ochrany vod České republiky za rok 2006*
- MLEJNKOVÁ, H., KOČKOVÁ, E., PAVLOVIČ, M., ŽÁKOVÁ, Z.,(2005): *Chemický a biologický monitoring vlivu odpadních a dešťových vod JE Temelín : Závěrečná zpráva VÚV T.G.M., pobočka Brno*,. 125 s.
- POVODÍ MORAVY s.p. (2006): *Souhrnná zpráva o vývoji jakosti povrchových vod v povodí Moravy ve dvouletí 2005/2006*. 135 s. Dostupný z WWW: <<http://www.pmo.cz>>.
- PUNČOCHÁR P., DESORTOVÁ, B., (2003): *Informace o stavu trofie našich vodních zdrojů* In. SOVAK no 5/2003, 1-3
- SPURNÝ, P., MAREŠ, J., HEDBÁVNÝ, J., SUKOP, I., (2002): *Heavy metals distribution in the ecosystems of the upper course of the Jihlava River*. In.: Czech J. Anim. Sci., 47,160–167
- SUKOP,I. (1990): *Influence of the water works at Nové Mlýny on macrozoobenthos of the Dyje Rver in the vicinity of biosphere reserve Pálava (southern Moravia)*. Ekológia, (ČSSR) 9, 1 :73-86.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1986): *Kriteriahodnocení trofie, klasifikace, mapování*. – In: LHOTSKÝ, O., ŽÁKOVÁ, Z., MARVAN, P. (1986): *Řasové testy a jejich aplikace*. – Sborník přednášek, DT Brno, s. 41 – 47.
- ŽÁKOVÁ, Z. (2002): *Změny trofického potenciálu a koncentrace chlorofylu a v řece Jihlavě a v nádržích Dalešice a Mohelno od jejich napuštění (Changes of the trophic potential and chlorophyll a content in the River Jihlava, and Dalešice-Mohelno Reservoirs since the infilling*. Czech Phycology 2: 115-124, ISSN 1802-5439

Adresy autorů:

Ing. Josef Makovský, Prof. Ing. Petr Spurný, CSc., Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Oddělení rybářství a hydrobiologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 613 00 Brno, ČR

NEJNOVĚJŠÍ POZNATKY O DRUHOVÉ PESTROSTI HROUZKA RODU *GOBIO* A *ROMANOGOBIO* NA ÚZEMÍ ČR A SR

*The latest findings concerning the species diversity of gudgeon of the genera
Gobio and Romanogobio in the territory of the Czech Republic and Slovakia*

**J. MENDEL, S. LUSK, V. LUSKOVÁ, J. KOŠČO, L. VETEŠNÍK, K.
HALAČKA**

Summary: During last 15 years the taxonomy and systematics of gudgeon have undergone extensive changes in terms of both the generic and species structure. Among the gudgeons of both the genera, there are a lot of taxa which are endemites in various areas of Europe and Asia, and at the same time a lot of species under various levels of threat. The findings important for preservation of ichthyofauna of the Czech Republic and Slovakia include confirmation of generic differentiation of the original genus *Gobio* into two genera *Gobio* and *Romanogobio*. On the basis of molecular genetic analyses, the originally accepted uniform structure of the species *Gobio gobio* was divided into the structures which can be assigned the level of species (*Gobio gobio*, *Gobio obtusirostris*, *Gobio carpathicus* and *Gobio* sp.). In the species of the genus *Romanogobio*, changes in their scientific designation take place: the original *Romanogobio albipinnatus* can be divided into the species *Romanogobio vladykovi* and *Romanogobio belingi*. The original species *Romanogobio kesslerii* can be divided into *Romanogobio banaticus* and apparently also *Romanogobio* sp. With regard to newly acquired knowledge it is necessary to revise the system of efficient preservation of the biodiversity found in the above mentioned taxa. The areas of sympatric occurrence of some species were localized and hybridization within both the genera was demonstrated.

Úvod

V posledních 10-15 letech dochází k významnému posunu v ichtyologickém výzkumu. Stále více badatelských kapacit se zaměřuje na oblast taxonomie s využitím poznatků fylogeneze a fylogeografie. Příčinami tohoto posunu je především stupňující důraz kladený na poznání a ochranu biodiverzity a extrémní nárůst aplikace nových zejména molekulárních metod. Přehlednou revidovanou skladbu rodu *Gobio* podal Berg (1949). Další výrazné změny vnesl Banareescu (1961, 1962), který v rodu *Gobio* (Cuvier, 1816) vyčlenil dva další podrody: *Rheogobio* a *Romanogobio*. Později Naseka (1996) podrod *Romanogobio* zavedl jako samostatný rod. V dalším vývoji jsou do tohoto rodu zařazovány hrouzci skupin „*albipinnatus*“ a „*kesslerii*“, avšak původní označení *Gobio* se stále ještě vyskytuje (Mustafič et al., 2005; atd.). Podobně i podrod *Rheogobio* se ojedinele objevuje jako samostatný rod u druhu *R. uranoscopus* (Nalbant et al., 2004). V posledních letech se objevuje řada studií věnovaných taxonomii hrouzka, jsou objevovány nové druhy či povyšovány dosavadní poddruhy na druhovou úroveň (Freyhof & Naseka, 2005; Naseka et al., 2006; atd.).

Zástupci rodu *Romanogobio* obývají západní část Palaearktické ekozóny. Většinou se jedná o endemity s různým stupněm ohroženosti. Na území ČR a SR je hodnocen jako

kriticky ohrožený hrouzek Kesslerův, v SR i hrouzek dlouhovousý. Hrouzek běloploutvý patří na obou územích k „naturovým druhům“. Areál rozšíření rodu *Gobio* je od Španělska a Britských ostrovů až po severní Čínu. Druh *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) sensu lato vykazuje mimořádnou fenotypickou diverzitu a je považován za jeden z nejvíce variabilních druhů ryb v Evropě (Bănărescu et al., 1999). Zahrnuje mnoho poddruhů a lokálních forem, popsanych v minulosti, o validitě mnohých z nich se vedou rozsáhlé diskuse. Hrouzek obecný není objektem národní ani evropské ochrany.

Cílem této studie bylo posoudit validitu již dříve popsanych druhů či poddruhů rodu *Gobio* a *Romanogobio* a odhadnout fylogenetické vztahy mezi nimi. Zpřehlednit taxonomii hrouzka a přinést nové poznatky z oblasti genetiky, včetně identifikačních diagnostických markerů. V tomto článku se omezím pouze na zástupce připadající v úvahu pro území ČR a SR, kompletní znění je pak uvedeno ve studiích Mendel et al. (2006), Mendel (2007) a Mendel et al. (2008).

Materiál a metodika

Sběry vzorků byly provedeny v letech 2000 - 2006. Rod *Gobio/Romanogobio* byl zastoupen 11/5 lokalitami v ČR a 8/12 lokalitami v SR s celkovým počtem analyzovaných jedinců 114/67 (Tab. 1). Sekvence kontrol regionu (CR), cytochromu *b* (cyt *b*) a prvního intronu *S7* r-proteinu (*S7*) byly amplifikovány pomocí PCR s primery a podmínkami specifikovanými ve studiích Mendel (2007) a Mendel et al. (2008). Podrobněji zde i další metodika a použitá statistika.

Výsledky a diskuze

Literární řešerše vybraných pramenů zabývající se taxonomickým statusem hrouzků rodu *Gobio* uvádí, že poddruh *G. g. gobio* (Linnaeus, 1758) obývá toky úmoří Severního moře a poddruh *G. g. obtusirostris* Valenciennes, 1842 obývá toky povodí Dunaje (Černé moře; Bănărescu, 1961). Vedle těchto dvou taxonů je popisován výskyt poddruhu *G. g. carpathicus* Vladykov, 1925 v oblasti horní Tisy (Bănărescu, 1972-73). V minulosti Albertová & Suchomelová (1953), Dorko (1966), Krupka (1969), Toušková (1978) a Závěta (1990) studovali morfologickou proměnlivost hrouzků různých povodí a došli k názoru, že území ČR a SR obývá pouze nominotypická subspecie *G. g. gobio*.

U zástupců rodu *Romanogobio* jsou z hlediska literárních údajů a geografické lokace obou území pravděpodobní pouze dva poddruhy hrouzka Kesslerova – *G. k. kesslerii* Dybowski, 1862 a *G. k. carpathorossicus* Vladykov, 1925 z horního toku Tisy. Oliva (1950, 1951) hrouzka Kesslerova poprvé objevil v Bečvě a uvedl, že je identický s nominátním poddruhem *G. k. kesslerii* z Dniestru. Podobně Vladykov (1931) vyjádřil názor, že poddruh z povodí horní Tisy je konspecifický s *G. kesslerii*. Naopak Bănărescu & Oliva (1966) polemizují, zda tito jedinci, kteří jsou v některých znacích intermediární mezi poddruhy *G. k. kesslerii* a *G. k. banaticus* Bănărescu, 1953, by měli být přiřazeni k nominátnímu poddruhu z Dniestru a nebo vyčleněni jako odlišný poddruh *G. k. carpathorossicus*.

Hrouzek dlouhovousý nebyl na území ČR zjištěn. Na území SR jsou literární údaje o jeho výskytu z východoslovenské oblasti (Koščo et al., 2005). Pouze dvě subspecie jsou uvažovány – *G. u. uranoscopus* Agassiz, 1828 z povodí horního Dunaje a *G. u. frici* Vladykov, 1925 z horní Tisy, ovšem jeho validitu později Vladykov (1931) zpochybnil. Libosvářský & Kux (1982) považovali populace z východoslovenských řek za druh *G. uranoscopus*.

U hrouzka běloploutvého jsou uvažovány tři poddruhy: *G. a. albipinnatus* Lukasz, 1933 z povodí Volhy, *G. a. belingi* Slatenenko, 1934 z Dněpru a *G. a. vladykovi* Fang, 1943 z delty Dunaje. Berg (1948-49) a Oliva (1950) synonymizovali oba posledně jmenované poddruhy s druhem *G. albipinnatus*. Komplikovanou historii těchto subspecií uvádí studie Mendel (2007). V roce 2003 (Šlechta, pers. com.) a Lusk et al. (2005) uvádějí z Labe výskyt druhé subspecie, avšak již s druhovým pojmenováním *Romanogobio belingi*.

Na základě molekulárních analýz (Mendel, 2007, Mendel et al., 2008) byla potvrzena rodová diference původního rodu *Gobio* na dva rody *Gobio* a *Romanogobio* s vysokou úrovní sekvenční divergence (Tab. 2; 9,30 – 12, 60%). Na pozadí fylogenetických analýz hrouzka v Evropě jsme došli k závěrům (Obr. 1), že na území ČR se nacházejí tři čisté monofyletické linie rodu *Gobio*, popisovány jako *G. gobio* (L_I), *G. obtusirostris* (L_II) a *G. carpathicus* (L_IV). Na území Slovenska se navíc vyskytuje čtvrtá monofyletická linie *Gobio* sp. 1 s dočasným označením „species-in-waiting“ (L_III). Byla vyhodnocena úroveň inter a intraliniální sekvenční divergence (Tab. 2). Byla nalezena nadějná identifikační metoda „S7indel diagnostika“, která umožní rychlé a levné rozlišení jednotlivých zástupců rodu *Gobio* (Mendel et al., 2008). Lokality výskytu jednotlivých druhů uvádí Tab. 1, podobně i u druhů rodu *Romanogobio*.

V rámci rodu *Romanogobio* byla potvrzena monofilie tří skupin: „*kesslerii*“, „*uranoscopus*“ a „*albipinnatus*“ (Obr. 2). Bylo prokázáno, že na území ČR i SR se nevyskytuje druh *R. kesslerii*. Byl potvrzen výskyt druhu *R. banaticus* a navržen ke komplexní revizi možný výskyt druhu *Romanogobio* sp. (*carpathorossicus*) na obou územích. Na území SR byl v souladu s literárními údaji o jeho geografickém výskytu prokázán druh *R. frici*. Zbývá však prokázat odlišný druhový status od nominotypického druhu *R. uranoscopus* popsaného v horní části Dunaje. Bylo prokázáno, že se na území ČR a SR nenachází druh *R. albipinnatus*. Na území ČR byl potvrzen výskyt druhu *R. belingi*, ale původnost v Labi není jednoznačná. Současně na území ČR i SR byl potvrzen výskyt druhu *R. vladykovi*.

Při hodnocení otázky výskytu přírodních hybridů hrouzka jsme identifikovali dvě oblasti sympatrie s častou cytonukleární nerovnováhou na mezirodové i mezidruhové úrovni (Mendel et al., 2006, Mendel, 2007, Mendel et al., 2008).

Závěr

Prokázali jsme, že na území ČR a SR je úroveň genetické diverzity hrouzka zásadně odlišná od původních předpokladů. Konkrétně je nutno vnímat ve vztahu k ochraně biodiverzity následující zjištění:

- Byla potvrzena diferenciací původního rodu *Gobio* na dva rody: *Gobio* s druhy *G. gobio*, *G. obtusirostris*, *G. carpathicus* a *Gobio* sp. 1 a *Romanogobio* s druhy *R. belingi*, *R. vladykovi*, *R. banaticus* a po revizi možná i *R. carpathorossicus*. Pro definitivní potvrzení validity druhu *R. frici* na území SR je nezbytné prokázat odlišný druhový status od nominotypického druhu z horní části Dunaje.
- Byly identifikovány zdrojové populace pro případ posilování kriticky ohrožených druhů rodu *Romanogobio*.
- Specifický význam pro posouzení taxonomického statusu mají hybridizační procesy, které byly zjištěny u druhů *G. gobio*, *G. carpathicus*, *Gobio* sp. 1, *Gobio* sp. 2, *R. banaticus*, *R. belingi* a *R. vladykovi*.

S ohledem na nové poznatky o taxonomické a genetické struktuře hrouzka, vyvstává problém efektivní ochrany zjištěné biodiverzity u této části ichtyofauny ČR a SR. Jsme si vědomi komplikovanosti vytváření, aktualizace i uplatňování ochrannářského managementu, který potřebuje jednoduché a efektivní nástroje. Za nejefektivnější a nejsnáze uplatnitelný postup je možno považovat rozšíření subjektu ochrany, kdy vedle „ochrany druhu“ bude zavedena plnohodnotně i „ochrana genetické diverzity“, jak pro naše podmínky uvádějí např. Lusk et al. (2002a, 2002b), Hanel & Lusk (2005).

Poděkování

Studie byla zpracována v rámci řešení projektu VaV-MS/6/3/05 a SP/2d4/55/07 finančně podporovaného Ministerstvem životního prostředí ČR.

Literatura

- ALBERTOVÁ, O., SUCHOMELOVÁ, K. (1953): K ekologické variabilitě hrouzka (*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)). *Acta Soc. Zool. Bohemoslovenicae* 17 (1): 1-7 (in Czech with German summary)
- BĂNĂRESCU, P. (1961): Weitere systematische Studien über die Gattung *Gobio* (Pisces, Cyprinidae), insbesondere im Donaubecken. *Věst. čs. Společ. zool.* 25 (4): 318-346
- BĂNĂRESCU, P. (1962): Phylletische Beziehungen der Arten und Artbildung bei der Gattung *Gobio* (Pisces, Cyprinidae). *Věst. čs. Společ. zool.* 36 (1): 38-64
- BĂNĂRESCU, P. (1972-73): Zur Kenntnis der Fischfauna des Theisbeckens. *Tiscia* (Szeged) 7: 69-77
- BĂNĂRESCU, P., OLIVA, O. (1966): A note on *Gobio kessleri* Dybowski, 1862, and *Gobio albipinnatus* Lukasz, 1933 (Cyprinidae, Osteichthyes) from the river Bečva. *Věst. čs. Společ. zool.* 30 (1): 1-4
- BĂNĂRESCU P., ŠORIĆ V.M., ECONOMIDIS P. (1999): *Gobio gobio*. In: Bănărescu P. (Eds.) The freshwater fishes of Europe. Vol.5/I. *Aula-Verlag, Wiebelsheim*, pp. 81-134
- BERG L.S. (1949): [Fishes of Fresh Waters of the USSR and Adjacent Countries]. *Nauka, Moscow-Leningrad* (in Russian)

- DORKO, J. (1966): Morfologicko-systematická charakteristika hrúza obyčajného (*Gobio gobio* L.) z Ondavy a jej prítokov. *Sb. biol. a geol. věd Pedagogických fakult 2*: 137-147
- FREYHOF, J., NASEKA, A.M. (2005): *Gobio delyamurei*, a new gudgeon from Crimean Peninsula (Cyprinidae, Gobioninae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 16 (4): 331-338
- HANEL, L., LUSK, S. (2005): *Fishes and Lampreys of the Czech Republic: Distribution and Conservation*. ČSOP Vlašim, 447 pp, ISBN 80-86327-49-3
- KOŠČO, J., LUSK, S., HALAČKA, K., LUSKOVÁ, V., KOŠUTH, P. (2005): Distribution of species of the genus *Gobio* in the Tisza River drainage area, Slovakia. *Folia Zool.* 54 (Suppl. 1): 65-72
- KRUPKA, I. (1969): A contribution to the variability of meristic features and ecology of some species of cyprinoid fish in the River Turiec. *Práce Lab. Rybárstva, Bratislava 2*: 121-158
- LIBOSVÁRSKÝ, J., KUX, Z. (1982): Multivariate analysis of five morphometric characters in the genus *Gobio*. *Folia Zoologica* 31 (1): 83-92
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V., DUŠEK, M. (2002a): Biodiverzita ichtyofauny České republiky a problematika její ochrany. *Biodiverzita ichtyofauny ČR (IV)*: 5-22
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V., HALAČKA, K. (2002b): Umělý chov a vysazování násad – významné riziko pro vnitrodruhovou diverzitu divoce žijících ryb v České republice. *Sb. Produkce násadového materiálu ryb a raků. VÚRH Vodňany*: 23-27
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V., HALAČKA, K., HORÁK, V. (2005): Distribution of *Gobio* species in the Czech Republic. *Folia Zool.* 54, Suppl. 1: 56–64
- MENDEL, J. (2007): The using of mtDNA for characteristics of population structures of species from the genera *Gobio* and *Romanogobio*. *Ph.D. thesis, Brno*: 203p.
- MENDEL, J., LUSK, S., LUSKOVÁ, V., KOŠČO, J., V., PAPOUŠEK, I., HALAČKA, K., VETEŠNÍK, L. (2006): Molekulárně-biologické analýzy hrouzka Kesslerova ve vodách České republiky a Slovenska. (Molecular biological analyses of Sand gudgeon (*Romanogobio kesslerii*) in the waters of the Czech Republic and Slovakia). *Biodiverzita ichtyofauny ČR (VI)*: 95-101
- MENDEL, J., LUSK, S., VASIL'eva, E. D., VASIL'EV, V. P., LUSKOVÁ, V., ERK'AKAN, F., RUCHIN, A., KOŠČO, J., VETEŠNÍK, L., HALAČKA, K., ŠANDA, R., PASHKOV, A. N., RESHETNIKOV, S. I. (2008): Molecular phylogeny of the genus *Gobio* Cuvier, 1816 (Teleostei: Cyprinidae) and its contribution to taxonomy. *Mol. Phylogenet. Evol.* 47: 1061-1075
- MUSTAFIĆ, P., ČALETA, M., MRAKOVČIĆ, M., BUJ I., ZANELLA D., MIŠETIĆ, S. (2005): Distribution and status of the genus *Gobio* in Croatia. *Folia Zool.* 54 (Suppl. 1): 81-84
- NALBANT, T.T., BATTES, K.W., PRICOPE, F., URECHE, W. (2004): First record of the Amur sleeper *Percottus glenii* (Pisces: Perciformes: Odontobutidae) in Romania. *Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle „Grigore Antipa“* 47, 279-284
- NASEKA, A. M. (1996): Comparative study on the vertebral column in the Gobioninae (Cyprinidae, Pisces) with special reference to its systematics. *Publ. Espec. Inst. Espan. Oceanogr.* 21: 149-167
- NASEKA, A. M., ERK'AKAN, F., KÜCÜK, F. (2006): A description of two new species of the genus *Gobio* from Central Anatolia (Turkey) (Teleostei: Cyprinidae). *Zoosyst. Rossica* 15: 185-194
- OLIVA, O. (1950): K nálezu řízka *Gobio belingi* Slastenenko 1934 a *Gobio kessleri* Dybowski 1862 (Cyprinidae-Gobiini) v Československu. *Akv. listy, Praha* 22 (7): 124-125
- OLIVA, O. (1951): *Gobio belingi* Slastenenko = *Gobio albipinnatus* Lukaš 1933. *Akv. listy, Praha* 22 (2): 20-21

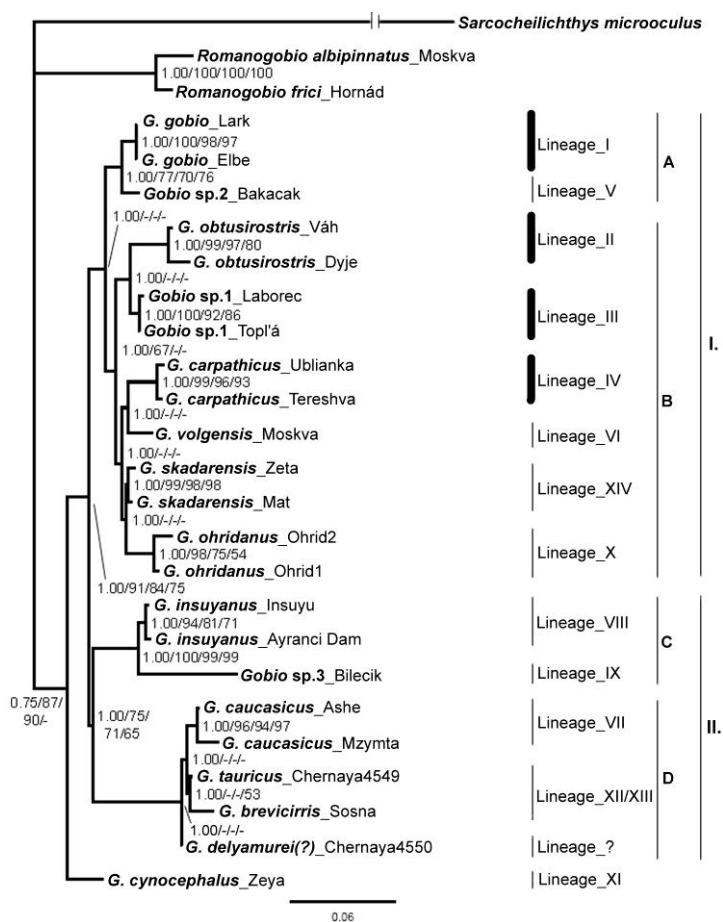
- TOUŠKOVÁ, E. (1978): Contribution to the morphological variability of gudgeon *Gobio gobio* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Věst. Čs. Společ. zool.* 42 (4): 289-302
- VLADYKOV, V. (1931): Les poissons de la Russie Sous-Carpathique (Tchécoslovaquie). *Mém. Soc. Zool. France* 29 (4): 217-374
- ZÁVĚTA, J. (1990): Morphologische Variabilität von Gründling *Gobio gobio* (Cyprinidae, Osteichthyes). *Acta Universitatis Carolinae-Biologica* 34: 275-311

Adresa autorů:

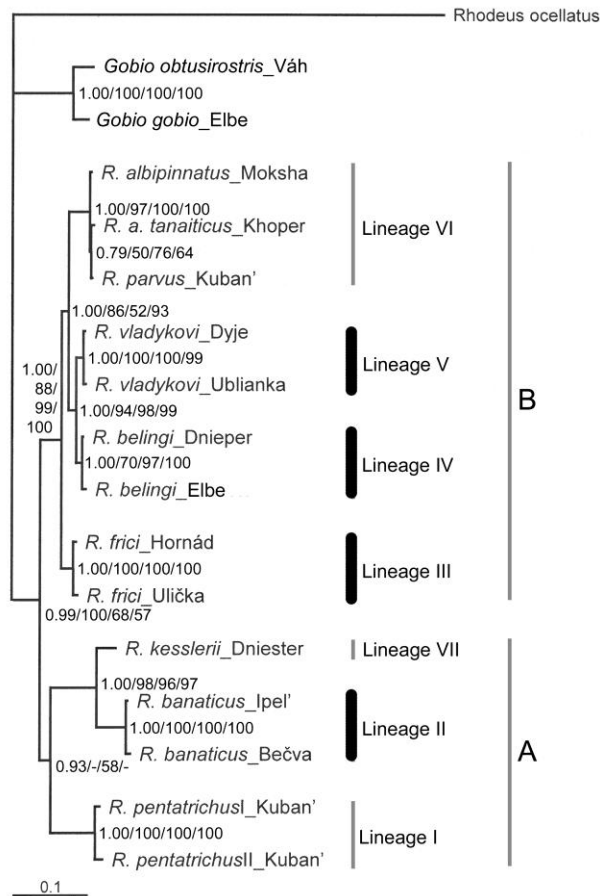
J. Mendel, S. Lusk, V. Lusková, L. Vetešník, K. Halačka, Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Ichthyologické oddělení, Květná 8, 603 65 Brno, E-mail: jmendel@seznam.cz

J. Koščo, Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity, 17. novembra 1, SK-081 16 Prešov, E-mail: kosco@unipo.sk

Obr. 1. Bayesovský konsenzuální strom sestavený ze sekvencí CR. Posteriorní pravděpodobnosti/NJ/MP/ML bootstrap hodnoty ($\geq 50\%$) jsou zobrazeny blízko uzlů (podobně i v Obr. 2). Druhové jméno je následováno názvem lokality. Identifikované linie jsou rozděleny do dvou hlavních skupin (I. a II.) a do čtyř podskupin (A-D). Čtyři linie osídlující řeku ČR a SR jsou zvýrazněny.



Obr. 2. Bayesovský konsenzuální strom založený na analýze kombinovaných dat (S7, cyt b, CR) studovaných taxonů rodu *Romanogobio*. Vyznačeno je sedm linií roztríděných do dvou skupin. Zvýrazněny jsou linie obývající území ČR a SR.



Tab. 1: Zkoumaný taxon, zdroj sesbíraných vzorků a přístupová čísla v databázi GenBank

Linie/druh	Řeka, lokalita, povodí, stát	Přístupové číslo
Outgroup		
<i>R. ocellatus</i>	neznámá	AY017149, AF051876, AY325789
<i>S. microoculus</i>	neznámá	NC_004694
Ingroup taxa - <i>Gobio</i> a <i>Romanogobio</i>		
Linie_G_I <i>G. gobio</i> s. stricto	Bečva, Rybáře, Dunaj, CZ; Blanice, Vlašim a Vodňany, Labe, CZ; D. Orlice, Kostelec n. Orlicí, Labe, CZ; Labe, Neratovice a Srnojedy, Labe, CZ; Haná, Vyškov, Dunaj, CZ; Odra, Odry, Odra, CZ; Revišťa kanál, Tisa, SK; Stěna, Broumov, Odra, CZ	EU131542, EU131543, EU131544, EU131545, EU131546, EU131589, EU131590, EU131591, EU131592
Linie_G_II <i>G. obtusirostris</i>	Bečva, Rybáře, Dunaj, CZ; Bystrička, Martin, Dunaj, SK; Dyje, Soutok, Dunaj, CZ; Haná, Vyškov, Dunaj, CZ; Ipeľ, st. hranice, Dunaj, SK; Jevišovka, Božice, Dunaj, CZ; Odra, Odry, Odra, CZ; Váh, Hlohovec, Dunaj, SK	EU131554, EU131555, EU131556, EU131557, EU131558, EU131607
Linie_G_III <i>Gobio</i> sp. 1	Belžanský potok, Tisa, SK; Laborec, Kochánovce, Tisa, SK; Revišťa kanál, Tisa, SK; Topľa, Poliakovce, Tisa, SK	EU131562, EU131563, EU131564, EU131565, EU131603
Linie_G_IV <i>G. carpathicus</i>	Dyje, Soutok, Dunaj, CZ; Laborec, Kochánovce, Tisa, SK; Revišťa kanál, Tisa, SK; Ublianka, Ubl'a, Tisa, SK	EU131559, EU131561, EU131604, EU131605, EU131606
Linie_R_Ila <i>R. banaticus</i>	Bečva, Rybáře, Dunaj, CZ; Ipeľ, st. hranice, Dunaj, SK	EF427393, EF427435, EF427436, EF427405, EF427417, EF427445, EF427394, EF427416
Linie_R_Ilb <i>Romanogobio</i> sp. (<i>carpathorossicus</i>)	Laborec, Kochánovce, Tisa, SK; Morava, Tovačov, Dunaj, CZ; Topľa, Poliakovce a Nemcovce, Tisa, SK	EF427441, EF427437, EF427443, EF427442, EF427444, EF427438, EF427439, EF427440
Linie_R_III <i>R. frici</i>	Hornád, Košice, Tisa, SK; Laborec, Kochánovce, Tisa, SK; Ulička, Ulič, Tisa, SK	EF427392, EF427414, EF427433, EF427434, EF427415, EF427432, EF427404, EF427391
Linie_R_IV <i>R. belingi</i>	Labe, Střekov, Labe, CZ	EF427387, EF427398, EF427431
Linie_R_V <i>R. vladykovi</i>	Dyje, Břeclav a Podhradí, Dunaj, CZ; Ipeľ, st. hranice, Dunaj, SK; Morava, Blata, Dunaj, CZ; Revišťa kanál, Tisa, SK; Topľa, Nemcovce, Tisa, SK; Ublianka, Ubl'a, Tisa, SK; Uh, Lehárovice, Tisa, SK; Váh, Hlohovec, Dunaj, SK	EF427428, EF427385, EF427412, EF427411, EF427429, EF427430, EF427400, EF427427, EF427399, EF427386

Tab. 2: Vzájemné porovnání mitochondriálních a jaderných sekvenčních divergencí u linií rodu *Gobio* a *Romanogobio*

LINIE	G _I	G _{II}	G _{III}	G _{IV}	R _V	R _{IV}	R _{III}	R _{II}
G _I	0,001	0,006	0,006	0,004	0,011	0,010	0,010	0,012
G _{II}	0,025	0,003	0,005	0,005	0,011	0,011	0,011	0,012
G _{III}	0,027	0,020	0,002	0,005	0,011	0,011	0,011	0,012
G _{IV}	0,015	0,015	0,017	0,002	0,011	0,011	0,011	0,012
R _V	0,103	0,106	0,110	0,104	0,001	0,004	0,006	0,011
R _{IV}	0,096	0,097	0,103	0,097	0,015	0,003	0,006	0,011
R _{III}	0,093	0,095	0,100	0,095	0,026	0,025	0,002	0,011
R _{II}	0,120	0,126	0,123	0,124	0,099	0,098	0,096	0,012

Průměrná p-distance na mtDNA markeru (CR) je zobrazena pod diagonálou, nad diagonálou je uvedena směrodatná odchylka. Hodnoty na diagonále popisují divergenci uvnitř linií. Hodnoty pro jaderný marker (S7) jsou uvedeny ve studii Mendel et al. (2008).

POROVNÁNÍ REPRODUKCE UMĚLE AKLIMATIZOVANÉ A PŘIROZENĚ CHOVANÉ FORMY JIKERNAČEK OKOUNA ŘÍČNÍHO (*PERCA FLUVIATILIS* L.) PŘI JEJICH VÝTĚRU V KONTROLOVANÝCH PODMÍNKÁCH

*Comparison of the reproduction between artificially naturalized and natural reared forms of perch female (*Perca fluviatilis* L.) during their spawning under controlled conditions*

T. POLICAR, P. TRNKA, J. HAMÁČKOVÁ

Summary: First spawning of artificially naturalized (domesticated) form in perch was performed in the Czech Republic. After this spawning, reproduction characteristics (fecundity, fertilization and hatching rate, quality and size larvae) were compared to reproduction characteristics of wild broodstock spawned under same conditions. This study found significantly lower fecundity, hatching rate in domesticated perch. However, other characteristics (fertilization rate, quality and size larvae) were not differ between domesticated and non-domesticated

Úvod

Okoun říční (*Perca fluviatilis* L.) se v posledních desetiletí stává významným novým druhem evropské intenzivní akvakultury především v Irsku, Švýcarsku, Francii, Dánsku a Švédsku (Fontaine, 2004; Watson, 2008). Trh a obchod s okounem říčním je v současné době v Evropě jen lokálního charakteru, který je vázán především na země alpského regionu. Hlavní evropské trhy s okounem jsou soustředěny ve Švýcarsku (s roční spotřebou 6000 t filet), Německu (2000 t), Francii (1500 t) a Rakousku (500 t) (Watson, 2008). Velikost tržních okounů je závislá na lokálních trzích (Fontaine, 2004): ve francouzsky mluvící části Švýcarska jsou požadovány ryby na produkci 15 gramových filet, v německy mluvící části Švýcarska ryby pro 40 gramové filety. Naopak v Německu jsou vyžadovány větší ryby o živé hmotnosti 100 – 150 gramů (Watson, 2008).

Největšími současnými producenty okouna říčního v Evropě jsou Finsko, Rusko a Estonsko (Watson, 2008). Tyto země odlovují divokého okouna říčního z tavných jezer (Ashe, 1997). V roce 2005 byla celková produkce odlovených okounů v 25 evropských zemích 21 492 tun. Vedle toho bylo pouze 315 tun tržního okouna uměle odchováno a vyprodukováno v rybnících či jiných intenzivních systémech (Watson, 2008). Z těchto důvodů je produkce tržního okouna v Evropě kvalitativně i kvantitativně nestálá a výrazně ovlivněná místními klimatickými podmínkami (Ashe, 1997).

Intenzivní chov okouna říčního v kontrolovaných podmínkách je založen na kontinuální a kvalitně vyrovnané produkci tržních okounů (Mélard et al., 1996). Z tohoto důvodu musí intenzivní chovy okouna využívat především domestikovanou formu ryb, která je plně adaptovaná na kontrolované podmínky prostředí (Fontaine et al., 2008) a

může být využita k mimosezónní produkci larev a následně juvenilních a tržních okounů (Migaud et al., 2004).

Cílem předložené práce bylo realizovat v ČR první výtěr domestikovaných (aklimatizovaných) okounů říčních v kontrolovaných podmínkách. Jednotlivé reprodukční charakteristiky domestikovaných okounů byly v průběhu jejich výtěru a po něm porovnány s reprodukcí nedomestikovaných (divokých) okounů získaných při jarních výloveh z produkčního rybníku.

Materiál a metodika

Dvě skupiny (domestikovaná a divoká forma) odlišně chovaných okounů byly použity k realizaci této studie. Domestikovaná forma okouna říčního byla tvořena tříletými rybami (celková délka (TL)=174,1±21,9 mm; hmotnost (W)=75,5±31,3 g gonadosomatický index jikernaček a mlíčáků (GSI_F)=23,4±4,4 a (GSI_M)=5,3±0,92) trvale chovaných v kontrolovaném systému chovu ryb (v rybochovném objektu VÚRH JU Vodňany) od věku 2 měsíců. Tito okouni byli krmeni po dobu odchovu krmivem Bio-Optimal Start 68 (o velikosti pelet 0,8; 1,1; 1,5 a 1,9 mm do živé hmotnosti ryb 8 gramů a následně po celou dobu odchovu krmivem Ecolife 60 (3 mm) od firmy Biomar (Francie). Všichni domestikovaní okouni byli 8 týdnů před plánovaným výtěrem krmeni směsí uvedeného umělého krmiva (80%) a 20 % mražených patentek (larvy komára kouřového, *Chironomus plumosus*). Divoká forma okounů (tříleté ryby TL=220,4±20,9 mm, W=5,3±0,92 g, GSI_F=21,3±2,3 a GSI_M=8,2±2,6) byla získána při jarním výlovu rybníka Blatec (Rybářství Nové Hrady), kde byli okouni chováni s dvouletou kapří nasadou a jinými menšími kaprovitými rybami tvořící pro okouny přirozenou potravu. Po výlovu byli okouni následně převezeni do VÚRH JU Vodňany, kde byli nejprve aklimatizováni ve dvou venkovních žlabech po dobu 7 dní. Před vlastním nasazením generačních ryb do experimentu bylo u každé skupiny usmrceno 25 jikernaček a 25 mlíčáků, u kterých byl zjištěn gonadostomatický index (GSI). Pro potřeby experimentu bylo 5. března u každé skupiny nasazeno celkem 36 jikernaček a 36 mlíčáků. Ryby v každé skupině byly vysazeny do 3 žlabů (opakování) o rozměrech 1000x800x600 mm o objemu 480 litrů. Všichni nasazení okouni byli změřeni a zváženi (TL a W) a jikernačky domestikované skupiny označeny pomocí PIT čipů. Jikernačky divoké formy okounů (vzhledem k jejich citlivosti ke stresu) značeny nebyly a při výtěru byly identifikovány podle rozdílné velikosti těla. Po nasazení do žlabů byly ryby krmeny krmnými rybami (hrouzkovec východní, *Pseudorasbora parva*) v množství 72 krmných ryb denně. Ryby byly drženy při teplotě 12±0,2°C. Teplota vody a obsah rozpuštěného kyslíku byly sledovány dvakrát denně v pravidelných intervalech (8:00 a 16:00 hod.). Kvalita vody (pH, -NH₃, -NO₂⁻ a -NO₃⁻) byla hodnocena v pravidelných intervalech jedenkrát týdně v průběhu celého experimentu a všechny zjištěné hodnoty odpovídaly požadavkům chovu ryb. Po jednoměsíční aklimatizaci (8. dubna) byla teplota vody zvýšena na 14,5±0,3°C a do jednotlivých nádrží byly nainstalovány suché dřevěné větve jako výtěrový substrát pro obě skupiny generačních okounů. Následně byly v pravidelných 6-ti hodinových intervalech kontrolovány výtěry generačních okounů tím, že byly sledovány a odebírány provazce

jiker z každé nádrže. Každý zjištěný provazec jiker byl přiřazen k dané vytřené jikernačce v nádrži. Objemovou metodou byl zjištěn počet jiker v provazci (plodnost dané jikernačky) podle Kouřila a Hamáčkové (1999). Z jednotlivých provazců byly odebrány čtyři přibližně stejné vzorky jiker (1 ml). U každého vzorku byly přesně zjištěny počty jiker pro stanovení hodnot oplozenosti jiker a líhivosti larev u dané vytřené jikernačky obou skupin. Vzorky jiker byly umístěny a inkubovány ve dvou žlabech (2600x400x350 mm) napojených na malý recirkulační systém. Každý vzorek jiker byl odděleně inkubován v malých porodničkách (150x100x100 mm) pro akvariální ryby. Oplozenost jiker byla stanovena 24 hodin po nasazení, jako procentuální poměr mezi oplozenými jikrami a celkovým počtem jiker v jednotlivých vzorcích. Líhivost larev byla vyhodnocena po vylíhnutí všech larev ve vzorku, jako procentický poměr mezi všemi vylíhnutými larvami a celkovým počtem nasazených jiker. Vedle průměrných hodnot oplozenosti jiker a líhivosti larev byla hodnocena oplozenost jiker a líhivost larev v závislosti na termínu výtěru jikernaček. Celé období výtěrů jikernaček bylo rozděleno na rané (od 8. do 13.4.), střední (od 14.4. do 20.4.) a pozdní výtěry (od 21.4. do 1.5.). Po vylíhnutí larev byla u všech vytřených jikernaček hodnocena kvalita larev měřením jejich celkové délky (TL v mm s přesností na 0,1 mm) po vylíhnutí a zjišťováním přežití larev v průběhu osmotických šoků (Migaud et al., 2001) ve čtyřech opakováních u larev od každé vytřené jikernačky, kdy byla zjišťována mortalita larev po 30, 60, 90 a 120 minutách působení osmotického šoku. Dva týdny po výtěru byla zjišťována mortalita generačních ryb u obou skupin. Všechny zjištěné parametry reprodukce (plodnost jikernaček, oplozenost jiker, líhivost larev, kvalita larev) a přežití generačních ryb po výtěru byly mezi oběma skupinami statisticky porovnány pomocí jednofaktorové ANOVY a t-testu s pravděpodobností 95 % (Statistica software 6.1, StatSoft).

Výsledky

První výtěr jikernaček u obou skupin byl zaznamenán 8.4.2007. Výtěrové období trvalo 19 dní u domestikovaných a 24 dní u nedomestikovaných ryb. Celkem za tyto období bylo vytřeno 34 kusů (94,4%) domestikovaných a 28 kusů (77,7%) nedomestikovaných jikernaček.

Průměrné zjištěné hodnoty plodnosti (absolutní i relativní) byly mezi oběma skupinami vytřených jikernaček signifikantně rozdílné. Absolutní plodnost u domestikovaných jikernaček byla $18\,660 \pm 6\,809$ jiker na jikernačku oproti nedomestikovaným jikernačkám s absolutní plodností $31\,081 \pm 3\,276$ jiker na jikernačku. Podobné rozdíly byly zjištěné u relativní plodnosti (domestikované jikernačky $112\,470 \pm 13\,370$ jiker.kg⁻¹ živé hmotnosti jikernačky a nedomestikované $137\,054 \pm 48\,513$ ks. kg⁻¹ živé hmotnosti jikernačky).

U oplozenosti jiker nebyly zjištěny statisticky rozdílné hodnoty mezi skupinami jikernaček (domestikované $91,9 \pm 6,9$ % a nedomestikované $90,5 \pm 6$ %). Vedle průměrných hodnot oplozenosti jiker však byla zjištěna snižující se oplozenost jiker při pozdějším termínu výtěru jikernaček. Rané výtěry vykazovaly nejvyšší oplozenost jiker (94,4 – 93,8 %) naopak pozdní výtěry nejnižší oplozenost jiker (88,1 – 90,4 %).

U průměrných hodnot líhivosti larev za celé výtěrové období ovšem byly prokázány statistické rozdíly mezi oběma skupinami. U domestikovaných jikernaček byla zjištěna statisticky nižší líhivost larev ($27,9 \pm 9,3$ %) oproti nedomestikovaným jikernačkám ($62,0 \pm 16,0$ %). Podobně jako u oplozenosti jiker i líhivost larev byla negativně ovlivněna pozdějším termínem výtěru obou skupin jikernaček. Raný termín výtěru u domestikovaných jikernaček vykazoval líhivost $43,8 \pm 18,7$ % oproti nedomestikovaným jikernačkám s líhivostí $76,6 \pm 8,5$ %. Naopak pozdní výtěr domestikovaných jikernaček vykázal pouze $11,7 \pm 5,6$ % líhivost oproti $50,7 \pm 24,5$ % líhivosti u nedomestikovaných jikernaček.

U kvality larev hodnocené jako schopnosti larev přežít ve vodním prostředí se zvýšenou osmolalitou ($483 \pm 18,5$ mOsm. kg⁻¹) nebyly zjištěny statisticky odlišné hodnoty přežívání larev po 120 minutách působení zvýšené osmolality vodního prostředí. Domestikovaná forma jikernaček vykazovala přežití $51,1 \pm 25,2$ %, naopak nedomestikovaná forma dosáhla velmi podobných hodnot přežití ($53,5 \pm 26,2$ %). Přežití larev po 120 minutách působení prostředí se zvýšenou osmolalitou (kvalita larev), se podobně jako hodnoty oplozenosti jiker a líhivosti larev, výrazněji snižovaly v závislosti na termínu výtěru jednotlivých jikernaček obou skupin. Larvy z raného termínu výtěru původem od domestikovaných jikernaček dosáhly $52,4 \pm 16,3$ % přežití po 120 minutách působení zvýšené osmolality a larvy ze stejného termínu výtěru od nedomestikovaných jikernaček dosáhly $57,1 \pm 21,7$ % přežití po stejné expozici zvýšené osmolality. Larvy z pozdních výtěrů od domestikovaných a nedomestikovaných jikernaček dosáhly statisticky průkazně nižšího přežití $48,1 \pm 18,7$ % a $49,6 \pm 18,4$ % jako larvy z raného termínu líhnutí.

Podobně jako u přežívání larev v průběhu osmotických šoků nebyla u larev zjištěna ani statisticky odlišná celková délka larev pocházejících od obou skupin vytíraných jikernaček. Celková délka larev od domestikovaných jikernaček byla $5,88 \pm 0,55$ mm versus TL larev od divokých jikernaček ($5,82 \pm 0,51$ mm). Celková délka larev se výrazně nelišila ani v závislosti na termínu výtěrů jednotlivých jikernaček obou skupin.

Dva týdny po výtěrovém období (15. května) bylo zjištěno nízké přežití nedomestikovaných generačních okounů (jikernačky $7,5 \pm 2,5$ % a mlíčáci $8,5 \pm 3$ %). Naopak domestikovaní okouni dosáhli statisticky průkazně vyššího přežití (jikernačky $78,5 \pm 12,5$ % a mlíčáci $82,5 \pm 15,0$ %) než okouni nedomestikovaní.

Diskuze

Dosažená relativní plodnost zjištěná v této studii u nedomestikovaných okounů ($137\,054$ ks jiker.kg⁻¹) plně odpovídá hodnotám prezentovaným Policarem et al. (2008). Naopak Kouřil a Hamáčková (1999) uvádějí nižší relativní plodnost $102\,100$ ks jiker.kg⁻¹. Plodnost domestikovaných okounů ($112\,470$ ks jiker.kg⁻¹) byla statisticky prokazatelně nižší, což bylo způsobeno především menší velikostí domestikovaných ryb (Kouřil et al., 1998; Švátora, 1986). Poměrně vysoká oplozenost jiker u obou skupin jikernaček ($90,5 - 91,9$ %) odpovídá výsledkům dosažených v publikaci Kouřil et al. (1997). Kouřil a Hamáčková (1999) uvádějí oplozenost jiker u okouna říčního po umělém výtěru $60 - 95$

%). U oplozenosti jiker nebyly sledovány žádné rozdíly mezi oběma skupinami jikernaček, čímž prozatím nebyl prokázán negativní vliv kontrolovaných podmínek chovu na kvalitu reprodukce okouna říčního, kterou prezentují Fontaine et al. (2008). Postupně snižující se oplozenost jiker, ale následně i líhivost a kvalita larev v průběhu výtěrového období zjištěná u obou skupin jikernaček byla zaznamenána také Kestemontem et al. (1999) a je způsobena sníženou kvalitou jiker v důsledku fyziologického stáří. U průměrných hodnot líhivosti larev v průběhu celého výtěrového období jikernaček byla zjištěna statisticky průkazně nižší líhivost larev u domestikovaných ryb (27,9 %) oproti nedomestikovaným (62 %). Tato skutečnost byla způsobena pravděpodobně sníženou kvalitou pohlavních gamet u domestikovaných ryb, která se projevila až při inkubaci jiker. Na sníženou kvalitu reprodukce domestikovaných okounů v kontrolovaných podmínkách chovu upozorňuje (Fontaine et al., 2008). Tito autoři současně dodávají, že proti snížené reprodukci domestikovaných okounů je třeba používat vylepšeného krmení v podobě krmných ryb a většího podílu přirozené potravy v krmné dávce (např. v podobě předkládaných mražených patentek). Kestemont et al. (2008) doporučují pro vylepšenou reprodukci domestikované formy okouna říčního využívat krmiva s vyšším zastoupením kyseliny arachidonové (C20:4 n6). Při porovnání kvality larev po vylíhnutí nebyly zaznamenány žádné statistické rozdíly mezi skupinami jikernaček jak při osmotických šocích, tak ve velikosti larev. Tato skutečnost byla poměrně překvapující, protože u těchto ukazatelů nebyla prokázána snížená reprodukce domestikovaných ryb.

Závěr

V ČR byl poprvé proveden výtěr domestikované formy okouna říčního. U tohoto výtěru byla prokázána statisticky snížená plodnost domestikovaných ryb a následně i líhivost larev. U jiných ukazatelů reprodukce domestikovaných okounů (oplozenost jiker či kvalita larev) nebyly vzhledem k nedomestikovaným okounům zjištěny snížené hodnoty.

Poděkování

Tato práce byla finančně podpořena výzkumným záměrem VÚRH JU Vodňany MSM 6007665809 a projektem NAZV QH71305.

Seznam literatury

- ASHE, D.A. (1997): Cultivating perch. *Aquaculture explained. Bord Iascaigh Mhara*, 20, 47 p
- FONTAINE, P. (2004): L'élevage de la perche commune, une voie de diversification pour l'aquaculture continentale. *Prod. Anim.*, 17, 189-193
- FONTAINE, P., KESTEMONT, P., MELARD, CH. (2008): Broodstock management. In: ROUGEOT C., TORNER D. (eds) *Special publication BIM. Farming of Eurasian Perch*, 16-22
- KESTEMONT, P., COOREMANS, J., ABI-AYAD, S.M., MÉLARD, C. (1999): Cathepsin L in eggs and larvae of Perch *Perca fluviatilis*: variations with developmental stage and spawning period. *Fish Physiology and Biochemistry*, 21: 59-64

- KESTEMONT, P., HENROTTE, E., WANG, N., HAMZA, N., PAULSEN, H., OVERTON, J. (2008): Feeding and nutrition of European percid broodstock and early life stages. In: FONTAINE, P., KESTEMONT, P., TELETCHÉA, F., WANG, N. (eds.) *Proceeding of abstracts and short communications of the workshop Percid Fish Culture From Research to Production*, Namur: 28-34
- KOUŘIL, J., LINHART, O., RELOT, P. (1997): Induced spawning of perch by means of a GnRH analogue. *Aquaculture International*, 5: 375-377
- KOUŘIL, J., LINHART, O., HAMÁČKOVÁ, J. (1998): Optimalizace dávek analogu GnRH a teploty vody při hormonálně indukovaném poloumělém a umělém výtěru okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). *Bulletin VÚRH Vodňany*, 34(4):137-149
- KOUŘIL, J., HAMÁČKOVÁ, J. (1999): Artificial propagation of european perch (*Perca fluviatilis*) by means of a GnRH analogue. *Czech Journal of Animal Science*, 44: 309-316.
- MÉLARD, C., KESTEMONT, P., GRIGNARD, J.C. (1996): Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of Applied Ichthyology*, 12: 175-180
- MIGAUD, H., GARDEUR, J.N., FORDOXCEL, L., FONTAINE, P., BRUN-BELLUT, J. (2001): Influence of the spawning time during the reproductive period on the larval quality of Eurasian perch *Perca fluviatilis*. In: E.A.S. (ed.), *Proceedings of the LARVI 2001 conference*, Ghent, Belgium, 30: 371-374
- MIGAUD, H., GARDEUR, J.N., KESTEMONT, P., FONTAINE, P. (2004): Off-season spawning of Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquaculture International*, 12: 87- 102
- POLICAR, T., KOUŘIL, J., STEJSKAL V., HAMÁČKOVÁ, J. (2008): Induced ovulation of perch (*Perca fluviatilis* L.) by preparations containing GnRH α with and without metoclopramide. *Cybium*, 32(2) suppl., 308
- ŠVÁTORA, M. (1986): Okoun říční. ČRS, Praha, 82 s
- WATSON, L. (2008): The European market for perch (*Perca fluviatilis*). In: FONTAINE, P., KESTEMONT, P., TELETCHÉA, F., WANG, N. (eds.) *Proceeding of abstracts and short communications of the workshop*. Namur: Percid Fish Culture From Research to Production, 10-14

Adresy autorů

Ing. **Tomáš Policar**, Ph.D., Ing. **Jitka Hamáčková**, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, E-mail: policar@vurh.jcu.cz, hamackova @vurh.jcu.cz.

Petr Trnka, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 13, 370 05, České Budějovice, E-mail: PT84@seznam.cz

RŮST A DISTRIBUCE KAPRA OBECNÉHO (*CYPRINUS CARPIO*) V ÚN BRNO A DALEŠICE

Common carp (Cyprinus carpio) growth and distribution in the Brno and Dalešice reservoirs

M. PROKEŠ, J. MAREŠ, V. BARUŠ, V. HABÁN, M. PEŇÁZ

Summary: The study of growth and distribution parameters in tagged carp from the canyon-shaped dam reservoirs (Brno and Dalešice) was performed. Altogether, 59 (1.5%) and 274 (4.6%) individuals from the Brno and Dalešice reservoirs, respectively, were recaptured and documented (by anglers) from originally 4000 and 6000 tagged fish released. The growth performance of tagged fish (two-year-old carp K_2) was only moderate during the first year after stocking in the Brno reservoir (for time span d_0 - d_{360} it corresponds to $TL = 304$ - 384 mm, $w = 497$ - 1170 g, and $SGR = 0.2378$ $\% \cdot d^{-1}$), very similar to that in the Dalešice reservoir (d_0 - d_{360} $TL = 301$ - 386 mm, $w = 510$ - 1215 g and $SGR = 0,2399$ $\% \cdot d^{-1}$). The condition parameters ($TL:w$ and FWC) were very similar as well. Different distributional patterns of the catches were however recorded. In the Brno reservoir, the major part of fish catches (80%) was recorded in the upper part in the section from Rokle to Rakovec. On the contrary, in the Dalešice reservoir, the major part of fish catches (70%) originated from the inflow part (the section from Vladislav to Číměř). The growth performance of carp in the Brno reservoir was lower, than expected on the basis of its altitude and mean annual water temperature. Maximal parameters of tagged carp growth and condition were registered in the Nové Mlýny reservoir (fishing ground MRS Dyje 5 in 2006-2007).

Úvod

V předkládané studii prezentujeme výsledky výzkumu růstu a prostorové distribuce úlovků značkováného kapra obecného (K_{2-3}) v Brněnské údolní nádrži (ÚN), která se nachází na řece Svatce (ř. km 56,157) na severozápadním okraji Brna. Tato ÚN se významně liší od Novomlýnské ÚN a Dalešické ÚN, kde již výzkum růstu kapra obecného byl stejnou metodou proveden v předchozích letech (Habán a kol. 2006, 2007). Brněnská ÚN je podle morfologických, hydrologických a hydrobiologických parametrů (např. Draštík a kol., 2004a,b) typově řazena do skupiny tzv. údolních, kaňonovitých, nekaskádových, hlubokovodních nádrží s tzv. standardním hydrologickým režimem. Není předpokládáno významné, zejména teplotní a hydrobiologické ovlivnění prostředí v přítokové části nádrže existencí a standardním provozem údolních nádrží Vír II a Vír I, nacházejících se v horní části řeky Svatky. Vyrovnávací nádrž Vír II (ř. km 111,60; zatopená plocha 12,5 ha; kóta maximální hladiny 469,0 m n.m.) a vodárenská nádrž Vír I (ř. km 114,900; zatopená plocha 223,6 ha; kóta maximální hladiny 469,00 m n.m.) jsou vzdáleny od konce vzduť Brněnské ÚN 45,443 a 48,743 km. Brněnská nádrž je však specifická významným rekreačním a současně také vodárenským využitím a aktuálními problémy s výskytem nadměrného množství (denzity) tzv. „kvetoucích sinic“ v letním období.

Přehled o rybářském významu údolních nádrží v rámci ČR (včetně Moravského rybářského svazu), o produkčním významu kapra obecného vysazovaného, značkovaného a loveného tzv. sportovním způsobem (na udici) a o intenzitě růstu a migracích tohoto druhu poskytuje připojený seznam literatury.

CHARAKTERISTIKA NÁDRŽE

Brněnská údolní nádrž, dříve nazývaná „Kníničská“ (podle zatopené obce) byla vybudovaná na řece Svratce na ř. km 56,157 (začátek vzduť) na severním okraji Brna v období před zahájením druhé světové války. Do trvalého provozu byla uvedena v roce 1940. Zatopená plocha nádrže je 259 ha, plocha rybářského revíru MRS (161 141 Svratka 5, MO Brno 2) je 220 ha a délka vzduť 10 km. Při úrovni (kótě) maximální hladiny (130,08 m n.m.) je maximální hloubka nádrže 19 m a celkový objem činí 21 000 mil.m³ vody. Průměrná roční teplota vody je 10,51 °C a délka růstové sezóny při teplotě vody ≥12 °C je 5,7 měsíce. Plocha povodí je 1586,23 km, průměrný dlouhodobý roční průtok vody je 8,263 m³.s⁻¹ (Q_{100d} = 290 m³.s⁻¹, Q_{355d} = 1,16 m³.s⁻¹), rovnoměrné nadlepení je 3,4 m³.s⁻¹, kapacita bezpečnostního přelivu při maximální hladině je 400 m³.s⁻¹ a neškodný odtok je 360 m³.s⁻¹ (Vlček a kol. 1984).

V nádrži je odhadován výskyt 31-34 druhů ryb. Do nádrže se ročně vysazuje 49,4 kg.ha⁻¹ násady kapra obecného (K₂) a roční těžba je 103,0 kg.ha⁻¹ při průměrné kusové hmotnosti 2,09 kg. Lovná míra kapra obecného je aktuálně snížena z původních 45 cm na 35 cm TL. V posledním období je prováděn intenzivní hydrobiologický monitoring a výzkum nádrže (Procházková a kol. 2008; Maršálek a kol. 2006, 2007) s cílem připravit podklady pro realizaci opatření ke snížení výskytu sinic a řas a zlepšení kvality vody zejména v letním období.

Charakteristika Dalešické nádrže je za účelem porovnání uvedena v předchozích publikacích věnovaných této problematice (Habán a kol. 2007; Prokeš 1999, Prokeš a kol. 1998a,b, 1999; Šovčík a kol. 2004). Charakteristika některých dalších nádrží v ČR, členěných do různých typů, je uvedena v publikaci Draštík a kol. (2004a).

Materiál a metodika

Vysazování značkovaných kaprů obecných, tzv. násady (K₂) do Brněnské ÚN je prováděno každoročně od roku 2006. V období 2006-2007 bylo vysazeno 4000 jedinců (ks) jejichž průměrná celková délka (TL) byla 300,7 mm (210-422), průměrná hmotnost 475,5 g (140-1350) a průměrná hodnota FWC 1,7132 (0,8093-2,7235). Do Dalešické nádrže bylo v letech 2005-2007 vysazeno 6000 jedinců. Průměrná celková délka (TL) byla 293,7 mm (192-444), průměrná hmotnost 468,0 g (130-1360) a průměrná hodnota FWC 1,8253 (0,8700-3,4722).

K individuálnímu značení ryb byly použity plastové kotvičkové, válečkové značky s registračním číslem, které byly aplikované nástřelem v dorzální části těla pod bází hřbetní ploutve. Podrobněji je metoda popsána v předchozích publikacích (Habán a kol. 2006, 2007). Evidence o značkovaných jedincích vysazených i ulovených je uložena na

sekretariátu Svazového výboru Moravského rybářského svazu (MRS) v Brně a v Ústavu biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., v Brně.

Při statistickém zpracování získaných dat byl použit procesor Excel. Byla provedena základní statistika, vypočteny polynomické regresní křivky růstu, mocninné křivky délko-hmotnostního vztahu, Fultonův faktor (koeficient) hmotnostní kondice (FWC) a specifická rychlost růstu (SGR). Základní hydrologické a hydrobiologické údaje o zkoumaných nádržích byly získány z citované a další literatury a údaje o úlovcích ryb z evidence MRS a vlastních výzkumů.

Výsledky a diskuze

Intenzita růstu značkových kaprů obecných (násady K_2) byla v Brněnské nádrži v prvním ročním růstovém období po vysazení (2006/2007) podobná jako v Dalešické nádrži, ale významně nižší než v Novomlýnské nádrži. V době jednoho roku po vysazení (d_{360}) byla zjištěna průměrná celková délka ryb (TL) 384 mm a průměrný přírůstek délky byl 80 mm. Hmotnost byla 1170 g, přírůstek byl 673 g a specifická rychlost růstu (SGR) byla $0,2378 \% \cdot d^{-1}$. V Dalešické nádrži byl růst ve stejném roce sledování (2007) mírně intenzivnější (TL v době $d_{360} = 405$ mm, přírůstek TL = 100 mm, prům. hmotnost = 1350 g, přírůstek = 839 g a $SGR = 0,2699 \% \cdot d^{-1}$). Další údaje o růstu kapra obecného v Dalešické a Novomlýnské nádrži jsou uvedeny v Tab. 1.

Parametry o návratnosti vysazených značených kaprů obecných byly následující: v Brněnské nádrži byla návratnost ze 4000 vysazených ryb 1,5%, v Dalešické nádrži za 6000 vysazených ryb 4,6 % a v Novomlýnské nádrži z 10000 vysazených ryb 0,6%. Celkově v rámci všech 20000 vysazených ryb byla návratnost 2%. Orientační (nahlášené) údaje o uhynulých označených jedincích kapra obecného kolísaly v rámci jednotlivých nádrží od 0,04% do 0,22%, průměr pro 20000 vysazených ryb byl 0,1%. Distribuce úlovků v podélném profilu sledovaných nádrží se lišila. V Brněnské nádrži bylo větší množství ryb uloveno v první polovině vzduť v úseku od Rokle po Rakovec (80%), kdežto v Dalešické nádrži byla většina ryb (70%) ulovena v přítokové části, tj. na konci vzduť a ve dvoukilometrovém úseku řeky nad koncem vzduť (Číměř – Vladislav).

Údaje o růstu násady kapra obecného ve druhém a dalších letech po vysazení jsou v rámci námi prováděného sledování zatím známy pouze z Novomlýnské nádrže. Jedná se o velmi rychlý růst, který je shodný, nebo intenzivnější, než hodnoty vypočtené pomocí následující polynomické regrese: $TL(mm) = -0,0511x^2 + 12,268x + 33,429$; $R^2 = 0,9967$; x = stáří ryb v měsících (ve 12. měsíci po vysazení násady = TL 175 mm, 24 = 300, 36 = 410, 48 = 510, 60 = 590, 72 = 650, 84 = 700 mm).

Intenzita růstu kapra obecného byla v Brněnské nádrži nižší, než bylo předpokládáno na základě hodnot nadmořské výšky a teploty vody v nádrži. Zjištěný růst byl v roce 2007 pomalejší než v Dalešické nádrži, ale rychlejší než v Dalešické nádrži v roce 2006 (Tab. 1). Uvedenou skutečnost zřejmě nejvíce ovlivňuje kvantita a kvalita dostupné potravy a ostatní parametry prostředí, včetně výskytu sinic a řas. Brněnská nádrž patří mezi eutrofizaci nejpostiženější nádrže v celém povodí Moravy (Procházková a kol. 2008). V posledních čtyřech letech však dochází ke zmírnění důsledků eutrofizace

(Maršálek a kol. 2006, 2007; Procházková a kol. 2008) a aktuálně jsou prováděna opatření ke snížení výskytu masového rozvoje sinic, tj. vodního květu v nádrži. Specifická charakteristika nádrže, která je využívána současně k rekreačním a v omezené míře i k vodárenským účelům, naznačuje omezené možnosti rybářského využití, včetně omezené možnosti krmení ryb (především kaprů obecných) formou vnaďení. Vnos krmiva (potravy) do nádrže formou vnaďení, je např. v Novomlýnské nádrži značný a má pozitivní vliv na intenzitu růstu kapra obecného a dalších druhů ryb.

Distribuce ryb v podélném profilu nádrží má podle Draštíka (2008), Draštíka a kol. (2004a,b), Prchalové (2008), Vaška a kol. (2004) a dalších autorů charakter gradientu. Hodnoty tohoto gradientu (např. abundance) jsou největší v přítokové části nádrže a nejmenší u hráze nádrže. V případě Dalešické nádrže byl uvedený trend gradientu (množství ulovených kaprů obecných) potvrzen, v případě Brněnské nádrže byly však zjištěné hodnoty opačné. Distribuce úlovků byla významně ovlivněna morfologií nádrží a dostupností lovných míst pro sportovní rybáře, což zřejmě významně ovlivnilo získané výsledky. Evidentně se značkování kapři obecní vyskytovali v celém podélném profilu zkoumaných nádrží a v úsecích řek nad nádržemi i pod nádržemi. Kapři migrovali např. z Novomlýnské nádrže proti toku přes Věstonickou nádrž do koncových částí řek Svratky a Jihlavy až k nepřekonatelným jezům. V Mušovské nádrži, která se nachází nad Věstonickou nádrží, ale jejich výskyt nebyl dosud zaznamenán.

Byly opět potvrzeny rekordní hodnoty růstu a kondice kapra obecného v Novomlýnské nádrži v prvních (2001/2002) i následných letech po vysazení násady. Výsledky tohoto výzkumu jsou efektivně využívány pro určení optimální hmotnosti násad (K_2), lovné délky a migrací kapra obecného v revírech MRS.

Poděkování

Autoři děkují za pomoc všem účastníkům značkování. Při zpracování příspěvku bylo použito finanční podpory z MZe ČR, NAZV, projekt č.: QH 71305 a výzkumného záměru IVB ASCR, v.v.i., No. AVOZ60930519.

Literatura

- BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., KOHLMANN, K., 2002: *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). In: Bănărescu, M., Paepke, H.J. (eds.), The freshwater fishes of Europe, Vol. 5/III, Cyprinidae 2, Part III: *Carassius* to *Cyprinus*. AULA-Verlag GmbH, Wiehelsheim, pp. 85-179.
- BARUŠ, V., PROKEŠ, M., PEŇÁZ, M., 1997: Dispersion and density assessment of the common carp (*Cyprinus carpio* m. *domestica*) in the Mohelno Reservoir, Czech Republic. *Folia Zool.*, 46(4): 315-324.
- DRAŠTÍK, V., 2008: Fish community in man-impacted cascade reservoirs on the Vltava River. Ph.D. Thesis. University of South Bohemia, České Budějovice 2008, 56 pp.
- DRAŠTÍK, V., KUBEČKA, J., ŠOVČÍK, P., 2004a: Hydrobiology and angler's catches in the Czech reservoirs. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 4: 429-439.
- DRAŠTÍK, V., KUBEČKA, J., TUŠER, M., ČECH, M., FROUZOVÁ, J., JAROLÍM, O., PRCHALOVÁ, M., 2004b: The effect of hydropower on fish stocks: comparison between cascade and non-cascade reservoirs. *Hydrobiologia* (in press).

- HABÁN, V., PROKEŠ, M., BARUŠ, V., MAREŠ, J., 2006: Individuální růst a hmotnostní kondice kapra obecného (*Cyprinus carpio* m. *domestica*) v Novomlýnské nádrži (Předběžné výsledky) [Individual growth and weight condition of the common carp (*Cyprinus carpio* m. *domestica*) in the Nové Mlýny Reservoir (Preliminary results)]. In: Vykusová, B. (ed.), Sb. IX. česká ichtyologická konference. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech. Vodňany 2006, s. 16-21 (recenzováno).
- HABÁN, V., PROKEŠ, M., BARUŠ, V., MAREŠ, J., PEŇÁZ, M., 2007: Individuální růst značkových jedinců kapra obecného (*Cyprinus carpio* m. *domestica*) ve dvou rozdílných nádržích v povodí Moravy (ČR) v prvním roce po vysazení násad [The individual growth of carp (*Cyprinus carpio* m. *domestica*) in two different water reservoirs in drainage area of Morava (CR) the first year after stocking]. In: Švátora, M. (ed.), Sb. X. česká ichtyologická konference. Univerzita Karlova v Praze, Praha 2007, s. 41-47 (recenzováno).
- KÁLAL, L., 1995: 1. druh *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. In: Baruš, V., Oliva, O. (eds.) a kol., 1995: Mihulovci Petromyzontes a ryby (2) Osteichthyes. Fauna ČR a SR. Academia, Praha 1995, s. 234-261.
- KRUPAUER, V., KUBŮ, F., 1985: Kapr obecný. Český rybářský svaz Praha. Vyd. Naše vojsko, n.p., 1985, 201 s.
- MARŠÁLEK, B., SLOVÁČKOVÁ, H., SADÍLKOVÁ, M., HETEŠA, J., ŠEJNOHOVÁ, L., GREGOR, J., 2006: Sledování změn v množství a složení fytoplanktonních společenstev v Brněnské přehradě v období červen-září 2006. Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny & Sdružení Flos Aquae. Brno, září 2006, 30 s. + přílohy.
- MARŠÁLEK, B., SLOVÁČKOVÁ, H., SADÍLKOVÁ, M., KOPP, R., GREGOR, J., 2007: Sledování změn v množství a složení fytoplanktonních společenstev Brněnské přehrady v období červen-říjen 2007. Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny & Sdružení Flos Aquae. Brno, říjen 2007, 40 s. + přílohy.
- PRCHALOVÁ, M., 2008: Gradients of fish distribution in reservoirs. Ph.D. dissertation. University of South Bohemia, České Budějovice, 2008, 72 pp.
- PROCHÁZKOVÁ, L., KOSOUR, D., PREISLEROVÁ, V., GERIŠ, R., VRABCOVÁ, D., JAHODOVÁ, D., HUSÁK, V., 2008: Souhrnná zpráva o vývoji jakosti povrchových vod v povodí Moravy ve dvouletí 2006/2007. Povodí Moravy, s.p., Brno a Český hydrometeorologický ústav. Ročenka 2006/2007.
- PROKEŠ, M., 1999: Vliv energetické soustavy Dukovany – Dalešice na cenózy ryb v zájmovém území. In: Hanus, V. (ed.), O vlivu provozu jaderných elektráren na životní prostředí. Česká nukleární společnost a Česká vědeckotechnická společnost, Týn nad Vltavou, pp. 38-47.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., 1998a: Characterization of the fish communities in the selected water reservoirs of the Morava river basin. In: Lusk, S., Halačka, K. (Eds.), Biodiversity of fishes in the Czech Republic (II). Ústav biologie obratlovců AV ČR Brno, pp. 93-98.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., 1998b: Fish communities in the water bodies of the Dukovany-Dalešice Energy Complex. Přírodovědný sborník Západoomoravského muzea v Třebíči, 33: 1-48.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., 1999: Ichtyologické charakteristiky a rybářské využití VD Dalešice. Bulletin VÚRH Vodňany, 1999(3/4): 91-102.
- PROKEŠ, M., SPURNÝ, P., MAREŠ, J., 1994: Length-weight relationship of young carp (*Cyprinus carpio*) in the course of wintering. Folia Zool., 43(3): 267-278.
- ŠOVČÍK, P., PROKEŠ, M., SPURNÝ, P., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., 2004: Ichtyologický monitoring nádrží s extrémním denním kolísáním vodnej hladiny – VD Dalešice –

Mohelno. In: Vykusová, B. (ed.), Sb. VII. Česká ichtyologická konference. Jihočeská univerzita České Budějovice, VÚRH Vodňany, Vodňany 2004, s. 175-179.

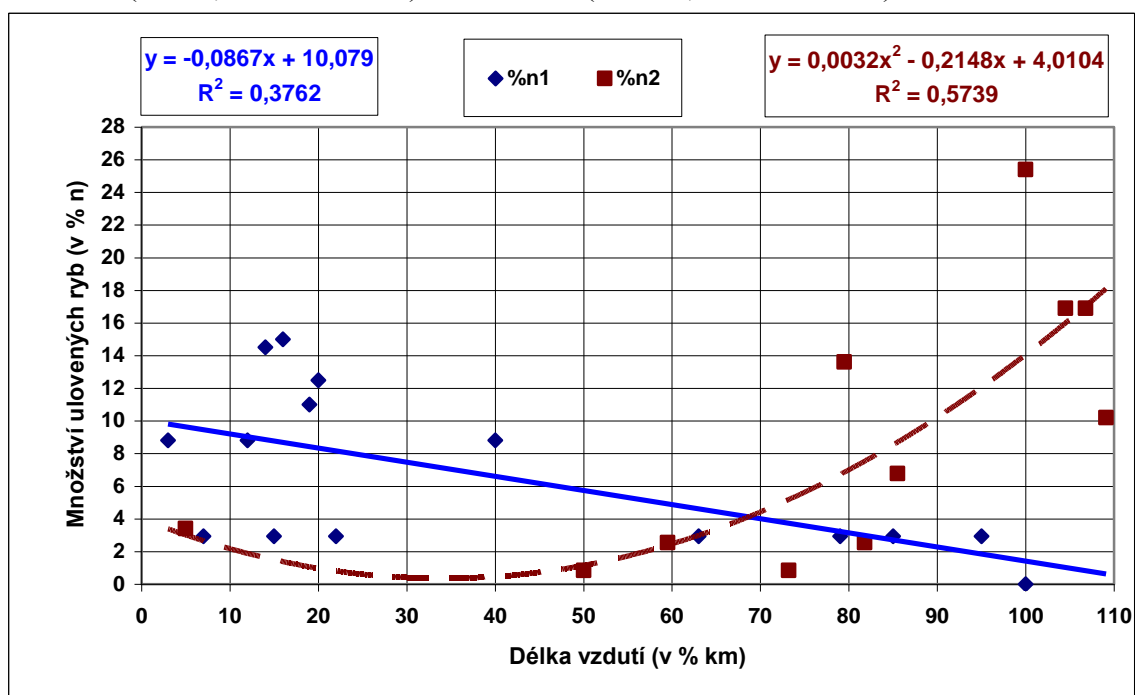
VAŠEK, M., KUBEČKA, J., PETERKA, J., ČECH, M., DRAŠTÍK, V., HLADÍK, M., PRCHALOVÁ, M., FROUZOVÁ, J., 2004: Longitudinal and vertical gradients in the distribution of fish within a canyon-shaped reservoir. Internat. Rev. Hydrobiol. 89: 352-362.

VLČEK, V., KESTRÁNEK, J., KRÍŽ, H., NOVOTNÝ, S., PÍŠE, J., 1984: Vodní toky a nádrže [Streams and reservoirs]. Academia Praha (Engl. Summ.).

Adresy autorů:

Ing. Miroslav Prokeš, CSc., Prof. Ing. Vlastimil Baruš, DrSc., Ing. Milan Peňáz, DrSc., Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno; Doc. Ing. Jan Mareš, Dr., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno; Ing. Václav Habán, Moravský rybářský svaz, Soběšická 83, 614 00 Brno.

Obr. 1. Distribuce úlovků značkových jedinců kapra obecného v podélném profilu Brněnské ($n_1=34$, vzdutí=10 km) a Dalešické ($n_2=118$, vzdutí=22 km) nádrže v roce 2007.



Tab. 1. Intenzita růstu značkových jedinců kapra obecného (z K2 na K3) v Brněnské, Dalešické a Novomlýnské nádrži v letech 2004-2007. Vysvětlivky: D = doba ve dnech od okamžiku vysazení, SGR = specifická rychlost růstu, FWC = faktor (koeficient) hmotnostní kondice, TL = celková délka, w = hmotnost.

Nádrž	Roky	n (ks)	TL(mm)			w(g)			SGR (TL)	SGR (w)	FWC	FWC
			D ₀	D ₃₆₀	přír.	D ₀	D ₃₆₀	přír.	(%.D ⁻¹)	(%.D ⁻¹)	D ₀	D ₃₆₀
Brněnská	06-07	59	304	384	80	497	1170	673	0,0649	0,2378	1,7690	2,0663
Dalešická	05-06	102	297	368	71	510	1080	570	0,0595	0,2084	1,9467	2,1671
Dalešická	06-07	172	305	405	100	511	1350	839	0,0788	0,2699	1,8010	2,0322
Novomlýnská	04-05	60	303	478	175	520	2802	2282	0,1266	0,4679	1,8693	2,5656

Tab. 2. Návratnost a úhyn značkových jedinců kapra obecného v Brněnské, Dalešické a Novomlýnské nádrži v letech 2001-2007.

Nádrž	Roky	Vysazeno (ks)	Uloveno	Návratnost	Úhynulí jedinci	
			(ks)	(%)	(ks)	(%)
Brněnská	06-07	4 000	59	1,5	3	0,08
Dalešická	05-07	6 000	274	4,6	13	0,22
Novomlýnská	01-07	10 000	60	0,6	4	0,04
Celkem	01-07	20 000	393	2	20	0,1

Tab. 3. Charakteristika intenzity délkového a hmotnostního růstu kapra obecného v ÚN ČR, včetně ÚN (mimopstruhových revírů) Moravského rybářského svazu a ve vybraných rybnících ČR. Vysvětlivky: VP = velmi pomalý růst, PO = pomalý růst, PR = průměrný růst, RY = rychlý růst, VR = velmi rychlý růst, ER = extrémně rychlý růst. Podle našich výsledků a literárních dat (Baruš a kol. 1997, 2002; Habán a kol. 2006, 2007; Kálal 1995; Krupauer a Kubů 1985; Prokeš a kol. 1994 a další, zejména soupisy literatury u uvedených citací).

Věk (roky)	Věk (měsíce)	Nádrže						Rybníky
		TL (mm)						
		VP	PO	PR	RY	VR	ER	
1	12	<85	85-112	112-141	141-174	174-215	215-280	
2	24	<172	172-217	217-259	259-298	298-345	345-410	
3	36	<250	250-310	310-363	363-409	409-480	480-540	
4	48	<325	325-394	394-454	454-505	505-580	580-640	
5	60	<391	391-466	466-531	531-587	587-655	655-720	
6	72	<452	452-525	525-591	591-652	>652		
7	84	<505	505-572	572-638	638-703	>703		
		w (g)						
1	12	<11	11-25	25-48	48-92	92-175	175-400	
2	24	<89	89-180	180-320	320-500	500-800	800-1420	
3	36	<280	280-560	560-945	945-1400	1400-2390	2390-3520	
4	48	<655	655-1250	1250-2000	2000-2820	2820-4480	4480-6200	
5	60	<1200	1200-2160	2160-3315	3315-4560	4560-6600	6600-9000	
6	72	<1950	1950-3200	3200-4750	4750-6500	>6500		
7	84	<2820	2820-4250	4250-6000	6000-8250	>8250		

WPLYW ŻYWIENIA PSTRĄGA ŹRÓDLANEGO (*SALVELINUS FONTINALIS* MITCHILL, 1814) WYBRANYMI PASZAMI PRZEMYSŁOWYMI NA PODSTAWOWE WSKAŹNIKI JEGO CHOWU W SADZACH W WODZIE POCHŁODNICZEJ

*Effect of feeding brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) reared in cooling water with chosen commercial feeds on basic rearing rates*

J. SADOWSKI, M. WIELOPOLSKA, M. BARTŁOMIEKCZYK, M. KIELPIŃSKI, K. KUTAJ, K. MARCZAK

Summary: The study was aimed at comparing effects of different commercial feeds on rearing indicators and body chemical composition of brook trout. The study was carried out in two experiments: 3 November 2005-5 January 2006 and 8 March 2006-26 April 2006 at the Szczecin Agricultural University Department of Aquaculture's Fisheries Research Station.

Each of the experiments involved 4 treatments, each tested in 3 replicates. The cages were stocked at 100 ind. per cage. The fish were fed 4 different commercial feeds (Aller Aqua): No. 576 (48.18% protein and 30.29% fat), 45/15 (45.21% protein and 14.33% fat), Safir (45.12% protein and 20.53% fat), and Avant (45.74% protein and 25.83% fat). In the first experiment, the feed dose used equalled the metabolic dose (0.8%). In the second experiment, the doses differed and were related to the feed gross energy content. The basic treatment involved the Safir feed offered at 0.8% of the metabolic weight.

During the first experiment, the cooling water temperature, dissolved oxygen content, and pH were found to range within 6.0–17.1°C, 9.3–13.9 mg·dm⁻³, and 7.2–8.2, respectively. On the completion of the experiment, the mean individual weight of the fish was, depending on the treatment, 410; 380; 397; and 431 g, the respective food conversion rates amounting to 0.93; 1.00; 0.81; and 0.86. The Safir-fed fish showed the highest energy retained (ER, 68.95%), the lowest food conversion rate (FCR, 0.81), the highest growth rate (MGR, 9.86 g·kg^{-0.8}·d⁻¹), and the highest feeding cost effectiveness (PLN 2.94 kg⁻¹).

During the second experiment, the cooling water temperature, dissolved oxygen content, and pH varied within 6.3–22.0°C; 5.3–12.8 mg·dm⁻³; and 7.2–8.4, respectively. On termination of the experiment, the mean individual weight of the fish amounted to 178; 178; 182; and 185 g, depending on the treatment, the respective food conversion rates being 1.07; 1.23; 1.09; and 1.00. The Avant-fed fish showed the highest growth rate (MGR, 7.99 g·kg^{-0.8}·d⁻¹), the lowest food conversion rate (FCR, 1.00), and the highest feeding cost effectiveness (PLN 3.82 kg⁻¹).

Wstęp

Jedną z intensywnych metod akwakultury jest chów ryb w sadzach w wodach pochłodniczych elektrowni. W okresie zimowym wody pochłodnicze wykorzystywane są do chowu pstrąga tęczowego. Niestety, z takim chowem związane jest także niebezpieczeństwo wystąpienia posocznicy łososiowatych VHS. Oprócz VHS pstrągi tęczowe nie są odporne na często pojawiającą się zimą w wodach pochłodniczych chorobę gazową (Karpiński 1997a, b). Dlatego alternatywą dla pstrąga tęczowego jest posiadający podobne wymagania środowiskowe pstrąg źródłany, który w porównaniu do tęczowego rośnie wolniej, ale jest bardziej odporny na VHS. Z naszych obserwacji wynika, że jest on również zdecydowanie odporniejszy na chorobę gazową. Stąd nasze zainteresowanie tym gatunkiem. Celem badań było zbadanie wpływu

żywienia wybranymi paszami pstrągowymi na tempo wzrostu i skład chemiczny ciała pstrąga źródlanego, chowanego w wodzie pochłodniczej.

Material i metody

Badania przeprowadzono w okresie od 03.11.2005 do 05.01.2006 r. (doświadczenie A) oraz w okresie od 8.08.2006 do 26.04.2006 r. (doświadczenie B) w Rybackiej Stacji Doświadczalnej (RSD) Zakładu Akwakultury Akademii Rolniczej w Szczecinie, znajdującej się przy elektrowni Dolna Odra w Nowym Czarnowie. Oba doświadczenia przeprowadzono w 12 sadzach o wymiarach 1,75 x 1,525 x 1,3 m i objętości użytkowej 2 m³. Materiałem obsadowym był pstrąg źródlany o średniej masie jednostkowej 206 g·szt.⁻¹ (A) i 110 g·szt.⁻¹ (B). Zagęszczenie ryb wynosiło 100 szt.·sadz⁻¹.

Każde z doświadczeń obejmowało 4 warianty (w 3 powtórzeniach). Ryby żywiono 4 różnymi paszami przemysłowymi (rozmiar M) firmy Aller Aqua tj.: 576, 45/15, Safir, Avant. W doświadczeniu A ryby żywiono, jednakową dla wszystkich wariantów doświadczenia, metaboliczną dawką paszy (Sadowski i in. 1999) wynoszącą 0,8%. W doświadczeniu B rydom podawano, jednakową dla wszystkich wariantów doświadczenia, energetyczną dawkę paszy. Wyznaczono ją po ustaleniu energii paszy podstawowej (pasza Safir). Paszę Safir podawano w dawce metabolicznej wynoszącej 0,8%, pozostałe pasze dawkowano tak, by ilość energii w dawce odpowiadała energii zawartej w dawce paszy Safir.

Pasze podawano ręcznie na powierzchnię wody, w jednej-dwóch porcjach dziennie. Śnięte podczas doświadczenia ryby były zastępowane znakowanymi rybami rezerwowymi o tej samej masie jednostkowej.

W oparciu o uzyskane wyniki, obliczono średnie wartości współczynników: pokarmowego (FCR), dobowego przyrostu średniej masy jednostkowej ryb (SGR), dobowego przyrostu masy metabolicznej (MGR – Sadowski i Trzebiatowski 1995). Ponadto obliczono wskaźniki retencji: białka ogólnego (aNPU), tłuszczu (aLR) i energii (ER).

Analizę statystyczną wyników oparto o jednoczynnikową analizę wariancji i test LSD istotności różnic dla średnich przy $p \leq 0,05$ i przeprowadzono przy użyciu pakietu Statistica 7,1 (StatSoft 2005). Brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wynikami w poszczególnych kolumnach oznaczono takimi samymi literami ($p > 0,05$). Ponadto w każdej tabeli dla wszystkich obliczanych wskaźników podano średni kwadrat odchyłeń wewnątrzgrupowych (MSE) lub odchylenie standardowe (SD).

Przed doświadczeniem i po jego zakończeniu z każdego wariantu pobierano po 10 (A) lub 4 (B) ryby, w których po określeniu wydajności rzeźnej i uprzedniej homogenizacji oznaczono oddzielnie dla części niejadalnych i płatów mięsa zawartość: suchej masy, białka ogólnego, lipidów i popiołu. Takie same oznaczenia wykonano w paszach. Zawartość poszczególnych składników chemicznych w ciele całych ryb obliczono jako średnią ważoną z wyników uzyskanych dla części niejadalnych i płatów.

Poziom energii brutto i węglowodanów określono tylko w paszy. Zastosowano następujące przeliczniki (Jobling 1994): dla białka ogólnego - 23,63 kJ·g⁻¹, lipidów - 39,53 kJ·g⁻¹ oraz węglowodanów - 17,15 kJ·g⁻¹, których zawartość w paszy obliczono z różnicy pomiędzy suchą masą a sumą białka ogólnego, lipidów i popiołu. W celu określenia wydajności rzeźnej próby

ryb z każdego wariantu poddano obróbce wstępnej. Każda para płatów oraz części niejadalne z poszczególnych ryb zostały zważone z dokładnością do 1 g. Na podstawie uzyskanych danych obliczono procentową wydajność rzeźną płatów.

Oznaczano także temperaturę ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), zawartość tlenu ($\pm 0,2 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i odczyn wody pochłódniczej ($\pm 0,1 \text{ pH}$).

W celu określenia ekonomicznej efektywności żywienia obliczono jednostkowy koszt przyrostu ryby jako iloczyn średniego współczynnika pokarmowego i ceny jednostkowej paszy.

Wyniki i dyskusja

Pstrąg źródłany należy do ryb zimnolubnych. Badania preferowanej przez niego temperatury wykazały, iż najlepiej znosi on zakres $14\text{--}16^{\circ}\text{C}$. Jednak znane są przypadki występowania pstrąga źródlanego w wodach o rocznych wahaniami temperatury od około 0 do 24°C (McCrimmon i Campbell 1969).

W okresie trwania doświadczenia A średnia dobową temperatura wody pochłódniczej wynosiła $10,8^{\circ}\text{C}$, a jej wartości ekstremalne $6,0$ (02.12.) i $17,1^{\circ}\text{C}$ (14.12.). Przez 21 dni temperatura wody utrzymywała się w przedziale $12\text{--}14^{\circ}\text{C}$, w pozostałej części doświadczenia mieściła się w przedziale $7,6\text{--}11,9^{\circ}\text{C}$. Nie była to temperatura zagrażająca zdrowiu ryb, ale ograniczyła pobieranie przez pstrągi pokarmu, a więc i tempo ich wzrostu.

Podczas trwania doświadczenia B średnia temperatura wody w kanale wynosiła $13,2^{\circ}\text{C}$, a jej wartości graniczne $6,3^{\circ}\text{C}$ i $22,0^{\circ}\text{C}$. Przez 31 dni doświadczenia temperatura utrzymywała się na poziomie $11\text{--}16^{\circ}\text{C}$, czyli zbliżonym do optymalnego. W pozostałej części doświadczenia temperatura wody mieściła się w przedziale $8,9\text{--}10,9^{\circ}\text{C}$ (11 dni), oraz $16,1\text{--}20,0^{\circ}\text{C}$ przez 8 dni. Mimo dużych wahań temperatura pozwoliła uzyskać zadowalające przyrosty masy ciała pstrągów. Potwierdza to, że gatunek ten ma duże możliwości adaptacji do zmian temperatury.

Kolejnym czynnikiem środowiska wpływającym na efektywność chowu jest ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie, która wpływa na intensywność metabolizmu, a także na zużycie paszy. Latem nasycenie tlenem wody wykorzystywanej do hodowli ryb łososiowatych nie powinno być mniejsze niż 80%. Naturalne przyswajanie tlenu przez łososiowate występuje w wodzie o nasyceniu powyżej 60%, jest to tzw. próg pełnej adaptacji tlenowej (Goryczko 2005).

W trakcie doświadczenia A średnia dobową zawartość tlenu w wodzie wynosiła $11,9 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, a jej wartości skrajne: $9,3 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (05.01) oraz $13,9 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (06.12). W okresie doświadczenia B średnia dobową zawartość tlenu w wodzie wynosiła $9,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, a jej wartości ekstremalne $5,3 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i $12,8 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Ilość rozpuszczonego w wodzie tlenu mieściła się zatem w zakresie uważanym za optymalny.

Następnym badanym parametrem fizykochemicznym wody był jej odczyn (pH). Poszczególne gatunki ryb mają określony zakres tolerancji na odczyn wody. Goryczko (2005) jako odpowiedni dla łososiowatych podaje odczyn $6,5\text{--}8,2 \text{ pH}$. W okresie doświadczenia A średnia dobową wartość pH wynosiła $7,6$, a skrajne jego wartości: $7,2$ i $8,2$. W okresie doświadczenia B średnia dobową wartość pH wynosiła $7,7$, a wartości graniczne to: minimalna $7,2$ i maksymalna $8,4$. Odczyn wody mieścił się w zakresie korzystnym dla pstrąga źródlanego i nie wpłynął na wyniki chowu.

Podsumowując omawianie warunków środowiskowych wód kanału w stosunku do wymagań środowiskowych pstrąga źródłanego należy stwierdzić, że zaobserwowane w okresie obu doświadczeń warunki fizykochemiczne wody były korzystne do wzrostu tego gatunku (poza kilkoma dniami kiedy panowała choroba gazowa) i nie wywarły negatywnego wpływu na przebieg doświadczeń.

Poza warunkami środowiskowymi na osiągnięte efekty chowu znaczny wpływ wywiera jakość zadawanej paszy. W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących wymagań żywieniowych pstrąga źródłanego, ale ze względu na przynależność tego gatunku do rodziny łososiowatych można przyjąć dla niego wymagania pokarmowe pstrąga tęczowego. Pasze dla pstrągów zawierają od 45-50% białka ogólnego i 15-25% tłuszczu. Rzeczywiste potrzeby pokarmowe pstrągów tęczowych ocenia się na 36% białka strawnego w paszy, przy poziomie tłuszczu ok. 16% (Cho i in. 1985). Odpowiada to stosunkowi białka strawnego do energii równym 22 g DP/MJ DE (DP- strawne białko, DE- strawna energia). Cho i Woodward (1989) twierdzą, że minimalna zawartość energii dla ryb łososiowatych wynosi 15 MJ DE/kg paszy.

W przeprowadzonych doświadczeniach ryby żywiono czterema całkowicie ekstrudowanymi paszami przemysłowymi firmy Aller Aqua o optymalnej dla ryb łososiowatych zawartości białka (576, 45/15, Safir, Avant -tab. 1).

Tab. 1. Skład chemiczny pasz stosowanych w doświadczeniu [% w mokrej masie].

Składniki	Pasza			
	576	45/15	Safir	Avant
Sucha masa	93,62 (0,37)	94,70 (0,06)	95,38 (0,05)	96,15 (0,02)
Białko ogólne	40,18 (0,33)	45,21 (0,24)	45,12 (0,18)	45,74 (0,20)
Tłuszcz	30,29 (0,33)	14,33 (0,01)	20,53 (0,36)	25,83 (0,20)
Popiół	6,33 (0,33)	8,75 (0,03)	6,17 (0,07)	7,50 (0,07)
Węglowodany	16,82	26,41	23,56	17,08
Energia brutto (MJ/g)	24,35	20,88	22,82	23,95

() - odchylenie standardowe

W doświadczeniu A najniższe współczynniki pokarmowe osiągnęły kolejno ryby żywione w wariantach: Safir- 0,81; Avant- 0,86; 576- 0,93 i 45/15- 1,0 (tab. 2). W przypadku wskaźników tempa wzrostu (SGR i MGR) najkorzystniejsze wyniki uzyskano na paszach Safir i Avant, nieco gorzej wypadła pasza 576, a znacznie gorzej 45/15. Największą wartość wskaźnika retencji białka ogólnego aNPU osiągnięto w wariantcie 576, a najmniejszą w wariantcie 45/15. Uzyskane w doświadczeniu wartości aNPU (od 28,45 do 39,03%) mogą świadczyć, że pasze były prawidłowo zbilansowane po względem podstawowych składników odżywczych. W przypadku retencji tłuszczu największą wartość aLR uzyskano w wariantcie 45/15 a najmniejszą stosując paszę 576. Największą retencję energii brutto (ER) uzyskano (w kolejności) w ciełe ryb otrzymujących paszę Safir, 45/15, Avant i 576 (tab. 2).

Tab. 2. Średnie masy jednostkowe oraz wartości wskaźników chowu po zakończeniu doświadczenia A.

Wariant	Średnia masa jednostkowa ryby		MGR ¹ (g·kg ^{-0,8} ·dzień ⁻¹)	SGR ² (%)	FCR ³	aNPU ⁴ (%)	ALR ⁵ (%)	ER ⁶ (%)	Śniećcia ryb	
	początkowa [g·szt. ⁻¹]	końcowa [g·szt. ⁻¹]							[szt.]	[%]
576	211	410	8,56 ^b	1,06 ^{ab}	0,93 ^c	39,03 ^c	37,43 ^a	55,77 ^a	28	9,3
45/15	201	380	7,97 ^a	1,01 ^a	1,00 ^d	28,45 ^a	83,20 ^d	62,43 ^c	18	6
Safir	203	397	9,86 ^d	1,06 ^b	0,81 ^a	35,84 ^b	58,05 ^c	68,95 ^d	5	1,7
Avant	209	431	9,29 ^c	1,15 ^c	0,86 ^b	34,58 ^b	45,20 ^b	59,08 ^b	18	6
MSE			0,05	0,01	0,01	0,89	0,36	1,36		

W doświadczeniu dokonano również oceny wpływu użytych pasz przemysłowych na skład chemiczny mięsa oraz całych ryb. Z dotychczasowych wyników badań prowadzonych na innych gatunkach ryb wynika, że rodzaj stosowanej diety wpływa istotnie na skład chemiczny ich ciała (Sargent i in. 1999; Sadowski i in. 2000). Zawartość białka i tłuszczu w ciele ryb wpływa na ich walory smakowe oraz wartość dietetyczną. Porównując skład chemiczny płatów i całych pstrągów na początku i końcu doświadczenia (tab. 3) stwierdzono, że ryby we wszystkich wariantach zwiększyły poziom białka w swoim ciele i mięsie. Najwyższą nie różniącą się statystycznie zawartość białka w płatach odnotowano u ryb żywionych paszami 45/15 oraz Safir, a najmniejszą paszą Avant. W przypadku zawartości tłuszczu we wszystkich wariantach uzyskano wyższy jego udział w ciele badanych ryb podoświadczalnych w porównaniu do wartości początkowej. Natomiast nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy wariantami 576 i Avant oraz Safir i 45/15. Najwyższy poziom tłuszczu w ciele całych ryb zanotowano u pstrągów żywionych paszami z najmniejszą ilością tego składnika (45/15 i Safir).

Analizując koszty żywienia pstrąga można stwierdzić, że najbardziej ekonomiczna była pasza Safir. Koszt przyrostu 1 kg pstrąga wyniósł na paszy Safir 2,94 zł, Avant 3,82 zł, 45/15 3,33 zł oraz 3,60 zł na paszy 576.

Podsumowując wyniki doświadczenia A należy stwierdzić, że zastosowane pasze pozwalają na uzyskanie zadawalających wyników chowu w warunkach podwyższonej termiki kanału wód pochłodniczych. Doświadczenie wykazało możliwość stosowania w sadzowym chowie pstrąga źródłanego różnych pasz pstrągowych. Jednak należy podkreślić, że najniższy współczynnik pokarmowy w połączeniu z brakiem różnic w jakości mięsa i wydajności rzeźnej (tab. 4) w porównaniu do pasz droższych i bardziej energetycznych uzyskano skarmiając paszę Safir.

Doświadczenie B charakteryzowało się w miarę stabilnymi i korzystnymi warunkami fizykochemicznymi wody, które spowodowały, że przyjmowanie przez pstrągi pasz nie było niczym zakłócone. Najkorzystniejszą wartość FCR osiągnęły kolejno ryby żywione w wariantach: Avant- 1,00; 576- 1,07; Safir- 1,09; i 45/15- 1,23 (tab. 5). Najkorzystniejsze wskaźniki tempa wzrostu (SGR i MGR) uzyskano na paszach Avant i Safir, nieco słabiej wypadła pasza 576, a znacznie gorzej 45/15. Kolejność wskaźników retencji aNPU ukształtowała się następująco: 576; Avant; Safir i 45/15. Największą retencję aLR uzyskano

w wariacie paszowym 45/15, następnie Safir, Avant, a najmniejszą stosując paszę 576. Największą retencję energii brutto (ER) uzyskano w ciele pstrągów karmionych paszą 45/15, następnie Safir, Avant i 576 (tab. 5).

Tab. 3. Skład chemiczny pstrągów źródłanych (%) na początku i końcu doświadczenia A

Wariant	Sucha masa*	Białko ogólne*	Lipidy*	Popiół*
	MIĘSO			
Początek doświadczenia	25,52 ^a	17,52 ^a	6,24 ^a	1,31 ^a
576	30,25 ^d	19,47 ^b	9,76 ^c	1,38 ^a
45/15	29,46 ^b	20,26 ^c	9,26 ^b	1,41 ^a
Safir	30,66 ^e	20,08 ^c	9,60 ^{bc}	1,40 ^a
Avant	30,07 ^c	19,43 ^b	9,66 ^{bc}	1,41 ^a
MSE	0,01	0,01	0,05	0,03
	CAŁE RYBY			
Początek doświadczenia	29,04	10,97 ^a	15,75 ^a	1,98
576	33,89	15,20 ^c	16,98 ^b	1,76
45/15	33,17	14,40 ^b	17,74 ^c	1,76
Safir	34,27	14,45 ^b	17,54 ^c	1,73
Avant	33,94	14,64 ^b	17,00 ^b	1,74
MSE		0,03	0,02	

*/ w mokrej masie ;

Tab. 4. Wydajność rzeźna płatów uzyskanych z pstrągów źródłanych w doświadczeniu A (%).

Wariant	576	45/15	Safir	Avant
Wydajność rzeźna [%]	59,92 ^a	62,87 ^b	62,64 ^b	63,68 ^b
SD	2,54	2,15	2,27	1,92
MSE	4,98			

W tabeli 6 porównano skład chemiczny płatów (mięsa) i całych ryb na początku i końcu doświadczenia. Pstrągi prawie we wszystkich wariantach zwiększyły poziom białka w ciele i mięsie. Wyjątkiem był tu wariant 576, w mięsie którego zanotowano nieznaczny spadek poziomu białka ogólnego. Przyczyna może tkwić w tym, że pasza ta ma najmniejszą zawartość białka ogólnego i była podawana w najmniejszej ilości. Największy nieróżniący się statystycznie poziom białka w całych rybach odnotowano w wariantach 45/15, Safir i Avant. W przypadku płatów najlepsza okazała się pasza 45/15, następne były pasze Safir, Avant i 576. Zawartość lipidów w ciele we wszystkich wariantach po doświadczeniu była wyższa w porównaniu do wartości początkowych. W mięsie największe zawartości tłuszczu stwierdzono dla wariantów 576, Safir i Avant. W całej rybie największą zawartość tłuszczu uzyskała pasza 45/15, która

posiada najmniejszą zawartość tłuszczu z pasz użytych w doświadczeniu. Podobnie było w doświadczeniu A, gdzie najwyższy poziom tłuszczu uzyskano na paszy 45/15 i Safir.

W tabeli 7 przedstawiono wydajność rzeźną płatów uzyskanych z pstrągów źródłanych żywionych poszczególnymi paszami. Najwyższą wydajność uzyskano na paszy Safir oraz statystycznie taką samą na paszy Avant, następnie na paszy 45/15 oraz 576, również nieróżniące się statystycznie.

Porównując wydatki na żywienie pstrąga źródlanego można stwierdzić, że najbardziej ekonomiczna była pasza Avant. Koszt przyrostu 1 kg pstrąga wyniósł na paszy Safir 2,94 zł, Avant 3,82 zł, 45/15 3,33 zł oraz 3,60 zł na paszy 576.

Tab. 5. Średnie masy jednostkowe oraz wartości wskaźników chowu po zakończeniu doświadczenia B.

Wariant	Średnia masa jednostkowa ryby		MGR (g·kg ^{-0,8} ·dzień ⁻¹)	SGR (%)	FCR	aNPU (%)	aLR (%)	ER (%)	Śnięcia ryb	
	początkowa [g·szt. ⁻¹]	końcowa [g·szt. ⁻¹]							[szt.]	[%]
576	109	178	7,48 ^b	1,00 ^a	1,07 ^b	42,96 ^c	53,45 ^a	43,03 ^a	16	5,3
45/15	108	178	6,53 ^a	1,01 ^b	1,23 ^c	36,14 ^a	112,60 ^d	49,05 ^c	32	10,7
Safir	110	182	7,36 ^b	1,04 ^{ab}	1,09 ^b	40,67 ^b	78,33 ^c	46,86 ^{bc}	5	1,7
Avant	109	185	7,99 ^c	1,08 ^b	1,00 ^a	42,66 ^{bc}	63,53 ^b	46,34 ^b	52	17,3
MSE			0,07	0,002	0,002	1,40	3,26	1,44		

Tab. 6. Skład chemiczny pstrągów źródłanych (%) na początku i końcu doświadczenia B

Wariant	Sucha masa*	Białko ogólne*	Lipidy*	Popiół*
	MIEŚO			
Początek doświadczenia	27,88 ^a	19,65 ^{ab}	6,63 ^a	1,98 ^b
576	28,77 ^{bc}	19,48 ^a	8,57 ^c	1,40 ^a
45/15	28,65 ^b	20,59 ^d	7,12 ^a	1,42 ^a
Safir	29,29 ^d	20,22 ^c	8,61 ^c	1,38 ^a
Avant	29,20 ^{cd}	20,05 ^{bc}	7,91 ^b	1,43 ^a
MSE	0,04	0,04	0,05	0,01
	CAŁE RYBY			
Początek doświadczenia	28,43 ^a	15,97 ^a	10,92 ^a	2,26 ^c
576	31,90 ^b	16,93 ^b	13,39 ^b	1,83 ^b
45/15	33,77 ^e	17,56 ^c	14,39 ^c	1,81 ^b
Safir	32,61 ^d	17,56 ^c	13,54 ^b	1,77 ^b
Avant	32,28 ^c	17,43 ^c	13,18 ^b	1,66 ^a
MSE	0,02	0,03	0,04	0,01

*/ w mokrej masie;

Tab. 7. Wydajność rzeźna płatów uzyskanych z pstrągów źródłanych w doświadczeniu A (%).

Wariant	576	45/15	Safir	Avant
Wydajność rzeźna [%]	63,29 ^a	63,51 ^a	66,86 ^b	66,32 ^b
SD	1,40	1,01	1,58	1,36
MSE	1,84			

Podsumowując rezultaty doświadczenia B należy stwierdzić, że stosowane pasze pozwoliły na uzyskanie zadawalających rezultatów chowu w warunkach podwyższonej termiki kanału wód pochłodniczych. Doświadczenie pokazało, że możliwe jest stosowanie różnych pasz pstrągowych. Należy jednak zauważyć, że dla badanej wielkości pstrągów źródłanych najlepszą paszą był Avant. Najniższy współczynnik pokarmowy, najszybsze tempo wzrostu, statystycznie brak różnic w wydajności rzeźnej oraz jakości mięsa w porównaniu do innych pasz czyni z tego produktu prawdopodobnie podstawową paszę, jaką należy zaproponować hodowcom tego gatunku stosując dawkowanie uwzględniające energię paszy. Z porównania doświadczeń A i B bardzo ostrożnie można wywnioskować, że bardziej ekonomiczne jest zadawanie metabolicznej dawki paszy niż „energetycznej”. Mimo że uzyskano wyższą wydajność rzeźną zadając energetyczną dawkę paszy, to nie rekompensuje to większych wydatków na pasze. Należy również pamiętać, że te dwa doświadczenia były przeprowadzone w różnych porach roku, co mogło mieć znaczący wpływ na wyniki. Nie ulega natomiast wątpliwości, że zastosowanie dawki energetycznej zmienia kolejność w „rankingu” pasz. W przypadku doświadczenia A najkorzystniejsze było stosowanie paszy Safir, w B paszy Avant.

Literatura

- CHO, C.Y., COWEY, C.B., WATANABE, T. (1985): *Finfish Nutrition in Asia. Methodological approaches to research and development.* International Development Research Centre, Ottawa, Ont., Publ. No. IDRC-233e, 154 s. ISBN 0-88936-429-X.
- CHO, C. Y., WOODWARD, W. D., (1989): Studies on the protein to energy ratio in diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). in: *Energy Metabolism of Farm Animals. Proc. 11th Symposium*, EAPP Publ. No. 43, 37-48. ISBN 90-22009-51-3
- GORYCZKO, K. (2005): *Pstrągi. Chów i hodowla. Poradnik hodowcy*, 162 s. Wyd. IRS. Olsztyn. ISBN 83-87506-54-0
- JOBLING, M. (1994): *Fish bioenergetics*, 309 s. Chapman & Hall. Londyn. ISBN 0-412-58090-X
- KARPIŃSKI, A. (1997a):- Choroba gazowa u karpia i pstrągów tęczowych - opis przypadku. *Kom. Ryb.* 1: 5-7. ISSN 1230-641X.
- KARPIŃSKI, A. (1997b): - Kolumna redukująca przesylenie gazami atmosferycznymi wody w akwakulturze. *Kom. Ryb.* 2: 1-2. ISSN 1230-641X.
- MCCRIMMON, H.R., SCOTT, CAMPBELL, J. (1969): World distribution of brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26, 1699-1725. ISSN 0015-296X
- SADOWSKI, J., TRZEBIATOWSKI, R., 1995: Effect of different food rations on growth of the African catfish (*Clarias gariepinus*) in cages in cooling water [in: *International Conference: New fish species in aquaculture.*] Szczecin October 23-24 1995. Spec. Publ. Agricult. Univ. Szczecin 49-54.

SADOWSKI, J., TRZEBIATOWSKI, R., FILIPIAK, J., (1999): *Chów Ryb. Przewodnik do ćwiczeń*. AR Szczecin, 194 s. ISBN 83-87327-22-0.

SADOWSKI J., TRZEBIATOWSKI R., ODEBRALSKA D., WIELOPOLSKA M., WOJCIECHOWSKI B. (2000): Effects of commercial feeds on growth and chemical composition of carp (*Cyprinus carpio* L.) kept in power station cooling water. *Electr. J. Pol. Agr. Univ. Fisheries*, Vol.3, Issue 2. ISSN 1505-0297

SARGENT, J., BELL, G., MCEVOY, L., KOCHER, D., ESTEVEZ, A. (1999): Recent developments in essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture*. 177: 191-199. ISSN 0044-8486

STATSOFT, INC. (2005):. STATISTICA (data analysis software system), version 7.1.www.statsoft.com.

Adresa autorů:

Jacek Sadowski, Magdalena Wielopolska, Marek Bartłomiejczyk, Maciej Kiełpiński, Karol Kutaj, Krzysztof Marczak

Katedra Akwakultury, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Kazimierza Królewicza 4, 71–550 Szczecin, Poland, akwa@fish.ar.szczecin.pl

AKTYWNE ŹRÓDŁO SKAŻENIA INSEKTYCYDAMI CHLOROORGANICZNYMI A POZOSTAŁOŚCI W RYBACH

Active source of chloroorganic insecticides pollution and its residues in fish

K. A. SKIBNIEWSKA, J. ZAKRZEWSKI, J. GUZIUR, J. SZAREK

Summary: Unwanted stocks of chloroorganic pesticides banned in Poland after 1974 were deposited in so called tombs. About 300 of them were registered in Poland. Tombs were often built carelessly and rain and ground waters could wash out the deposits causing soil and surface waters contamination. This phenomenon is one of the reason why still DDT residues are detected in environment and food.

One of the tomb, located on a territory of a fish farm, was liquidated in 2004: about 54 tons of the hazardous wastes were removed and it was calculated that about 20 tons of the deposit were washed out into the near-by environment. The aim of the work was to determine HCH and DDT and its metabolites content in fish netted in 2006 in the lake catching the ground waters from the territory of the tomb.

On average 0.0267 ppm of DDE, 0.0291 ppm of DDD and 0.0569 ppm of DDT were found. Mean content of Σ DDT amounted to 0.1127 ppm. Also 0,2761 ppm of γ HCH was determined. The residues were significantly higher then those detected in the period 2002 - 2004 what confirmed the fact of secondary contamination of the environment during the tomb liquidation.

Wstęp

Od 19975 r. istnieje w Polsce zakaz obrotu i stosowania preparatów opartych na DDT. Zabroniono również stosowania pestycydów zawierających lindan (γ HCH). W momencie wprowadzania zakazu polska wieś posiadała znaczne zapasy tych preparatów, zwłaszcza zawierających produkowany w Polsce DDT. Nie wykorzystane zapasy zostały złożone w tzw. mogilnikach, których stan nie zawsze gwarantował odpowiednie zabezpieczenie depozytu (Zaleska, Hupka 1999). Z końcem XX w. podjęto w Polsce akcję likwidacji starych składowisk niebezpiecznych odpadów. Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała istnienie ok. 300 takich obiektów, z których do chwili obecnej znaczna część została wywieziona i odpowiednio zabezpieczona.

Jeden z mogilników został założony w 1974 r. we wsi Warlity Wielkie, Polska płn.-wschodnia, na terenie gospodarstwa rybackiego. Terenu badań został wcześniej opisany przez Skibniewską i in. (2004). W 2004 r. mogilnik został zlikwidowany; wywieziono 54 tony odpadów pestycydowych i innych niebezpiecznych substancji z 32 studni i 2 niezabezpieczonych dołów ziemnych. Z objętości studni wyliczono, że mogły one pomieścić 74 tony odpadów, co pozwala przypuszczać, że około 20 ton zostało rozproszone w środowisku.

Celem pracy była ocena stopnia skażenia insektycydami chloroorganicznymi (OCI) tkanki mięśniowej karpia hodowanego w stawach gospodarstwa rybackiego po likwidacji mogilnika pestycydowego.

Material i metody

Karp (*Cyprinus carpio* L., n = 9) został odłowiony w październiku 2007 r., w stawie położonym ok. 100 m od miejsca, na którym w okresie 1974 - 2004 zlokalizowany był mogilnik pestycydowy. Jako ryby kontrolne odłowiono 3 szt. karpia w gospodarstwie rybackim Sorkwity, położonym w odległości 118 km od mogilnika na zalesionym terenie, z dala od pól uprawnych. Wszystkie ryby miały podobną masę ok. $1 \pm 0,15$ kg.

Z każdej ryby wycięto filet o masie ok. 50 g, zmielono, wymieszano z bezwodnym Na_2SO_4 i wyekstrahowano z niego tłuszcz mieszaniną eteru etylowego i naftowego, a następnie oznaczono w nim zawartość OCl (Amarowicz i in. 1993). Zastosowano chromatograf gazowy PU 4600 Unicam z detektorem wychwytu elektronów. Metoda oznaczenia jest cyklicznie walidowana poprzez udział w krajowych badaniach laboratoryjnych.

Wyniki badań

Wyniki oznaczeń przedstawiono w tab. 1. W próbkach karpia z Warlit oznaczono zawartość HCH średnio 0,2761 ppm (od 0,0398 do 1,1361 ppm), DDE średnio 0,0267 ppm (od 0,0067 do 0,0758 ppm), DDD średnio 0,0291 ppm (od 0,0081 do 0,0989 ppm), DDT średnio 0,0569 ppm (od 0,0182 do 0,146 ppm). Średnia zawartość ΣDDT wyniosła 0,1127 ppm.

W próbkach karpia z jeziora Sorkwity nie oznaczono zawartości HCH, natomiast średnie zawartości badanych związków wynosiły: DDE – 0,037 ppm; DDD – 0,0166 ppm; DDT – 0,0493 ppm. Średnia zawartość ΣDDT wyniosła 0,103 ppm.

Dyskusja

Zwracają uwagę znaczne różnice w zawartości badanych związków wewnątrz obu grup ryb. Ryby ze stawu położonego w gospodarstwie rybackim, na którego terenie zlokalizowany był mogilnik, pochodziły z tego samego tarła i wylęgu, były karmione taką samą paszą zbożową, niemniej oznaczono znaczne rozbieżności w poziomach badanych związków. Odrębnych badań wymagałoby ustalenie drogi przedostawania się pozostałości OCl do organizmów ryb, co pozwoliłoby na wyjaśnienie zaobserwowanych różnic.

Zaskakująco wysokie pozostałości OCl oznaczono w próbkach ryb, które miały pełnić rolę kontroli. To już drugie gospodarstwo, które w trakcie realizacji projektu okazało się wątpliwą kontrolą. Wybrano je z tego względu, że otoczone jest w większości lasami, a na niewielkich obszarach pól uprawnych przyległych do gospodarstwa nigdy (wg zapewnień właścicieli) nie stosowano środków ochrony roślin. Natomiast, z początkiem 1980tych lat lasy polskie były zaatakowane przez pasożyta brudnicę nieparkę (*Lymantria dispar*). Oficjalnie preparatów OCl nie wolno było ich stosować, ale z informacji poufnych wiadomo, że były one wykorzystywane do ochrony polskich lasów, co mogło stać się źródłem skażenia terenów omawianego gospodarstwa rybackiego.

Porównanie uzyskanych danych do wielkości uzyskiwanych przed likwidacją mogilnika jest trudne, ze względu na różną wielkość ryb. Po raz pierwszy do badań odłowiono ryby w 2002 roku, ale były to karpie K1 o wadze od 35 do 85 g/szt

(Skibniewska i in. 2004). Pozostałości OCl były niewielkie: γ -HCH i DDT oznaczono w tkance mięśniowej jedynie w ilościach śladowych, natomiast DDE – 0,012 ppm. W kolejnych latach analizie poddano ryby o wadze zbliżonej do opisywanej w niniejszej pracy, niemniej lindan oznaczano zawsze w ilościach śladowych : DDT 5 – 10 razy mniej, DDE – ok. 2 razy mniej.

Tab. 1. Pozostałości insektycydów chloroorganicznych [ppm] w karpniu

Ryby	γ HCH	DDE	DDD	DDT	Σ DDT
K1	0,0634	0,0204	0,0090	0,0242	0,0536
K2	1,1361	0,0443	0,0989	0,1123	0,2555
K3	0,3941	0,0758	0,0578	0,1460	0,2796
K4	0,1165	0,0067	0,0082	0,0268	0,0417
K5	0,0959	0,0319	0,0184	0,0527	0,1030
K6	0,2389	0,0142	0,0224	0,0515	0,0881
K7	0,0398	0,0120	0,0081	0,0182	0,0383
K8	0,1244	0,0083	0,0099	0,0235	0,0417
średnia	0,2761	0,0267	0,0291	0,0569	0,1127
SD	0,36585	0,02360	0,03275	0,04727	0,09860
Kontr. 1	nd	0,0226	0,0170	0,0470	0,0866
Kontr. 2	nd	0,0236	0,0141	0,0406	0,0783
Kontr. 3	nd	0,0650	0,0187	0,0604	0,1441
Kontr. średnia	nd	0,0370	0,0166	0,0493	0,1030

K – karp ze stawu położonego w gospodarstwie z mogilnikiem

Kontr. – karp ze stawów przyjętych za kontrolne

nd – poniżej poziomu wykrywalności

SD – odchylenie standardowe

W niniejszej pracy na szczególną uwagę zasługują znaczne ilości lindanu oznaczone w mięsie karpia. Po raz pierwszy od 2002 roku tj., od momentu rozpoczęcia badań nad wpływem mogilnika pestycydowego na otaczające ekosystemy uzyskano potwierdzenie, że do mogilnika pestycydowego złożono również niewykorzystane preparaty zawierające γ -HCH. Szarek i in. (2007) zwracali uwagę na trudności w wykrywaniu zanieczyszczeń środowiska gleb lekkich za pomocą analizy chemicznej. Gleby lekkie nie posiadają właściwości sorbowania zanieczyszczeń i nawet wykonanie badań hydrologicznych dokumentujących drogi przepływu wód opadowych i podskórnych nie gwarantuje uzyskania wyników potwierdzających obecność źródła skażenia.

Wnioski

Pozostałości oznaczone w karpkach z Gospodarstwa Rybackiego w Warlitach były znacząco wyższe od oznaczonych w latach poprzednich, co świadczy o wtórnym zanieczyszczeniu terenu wokół mogilnika podczas jego likwidacji.

Trudności w ustaleniu kontrolnych obiektów świadczą o powszechności występowania w tym regionie Polski skażeń środowiska insektycydami chloroorganicznymi.

Podziękowania

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2006-2009 jako projekt badawczy.

Literatura

AMAROWICZ, R., SMOczyński, S., BOREJSZO, Z. (1986). Szybka metoda wyodrębniania chlorowanych węglowodorów z tłuszczu. *Roczn. PZH.*, 37, 6:542 – 545.

SKIBNIEWSKA, K.A., GUZIUR, J., SZAREK, J. (2004). DDT and its metabolites in fat of fish sampled in reservoirs influenced by pesticide tomb. *Bulletin VURH Vodnany* 40, 164-170.

SZAREK, J., SKIBNIEWSKA, K.A., GRZYBOWSKI, M., GUZIUR, J., SAWICKA-KAPUSTA, K., ZAKRZEWSKA, M., ANDRZEJEWSKA, A., ZMYSŁOWSKA, I., FELSMANN, M.Z. (2007). Pathomorphology as a tool in searching for sources of environmental pollution. In: KUNGOŁOS A., ARAVOSSIS A., KARAGIANNIDIS A., SAMARAS P. (eds). *Proceedings of the International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics*. Skiathos, 24-28.06. Vol. 1, 7-12. ISBN 978-960-89090-8-3.

ZALESKA, A., HUPKA, J. (1999). Problem of disposal of unwanted pesticides deposited in concrete tombs. *Waste Manag. Res.*, 17, 220-226.

Adresa autora:

Prof. dr hab. Krystyna A. Skibniewska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
Pl. Cieszyński 1, 10-719 Olsztyn, Polska, e-mail: kas@uwm.edu.pl

VLIV DLOUHODOBÉ PREDACE ZIMUJÍCÍCH KORMORÁNŮ NA ROZVOJ SALMONIDNÍHO SPOLEČENSTVA ŘEKY DYJE V NÁRODNÍM PARKU PODYJÍ

Influence of the long-term predation of overwintering cormorants on the salmonid fish community development in the Dyje River National Park

P. SPURNÝ, J. SUKUP

Summary: During years 1997 – 1998, 2001 – 2002, 2005 and 2007, consequences of continuous predation of winter flocks of cormorants on fish community of the secondary trout zone of the Dyje River in the Dyje National Park (situated on the border between Czech Republic and Austria) were studied. At the same 4 localities (Vranov, Nový Hrádek, Podmolí and Pod papírnou), repeated ichthyological research was carried out using electrofishing. Fish community was evaluated applying basic ichthyological methods. Abundance (average values from all the localities) of brown trout fluctuated from 73 to 253 fish.ha⁻¹ and of grayling from 4 to 49 fish.ha⁻¹. Lusk *et al.* (1993) reported 491 fish.ha⁻¹ as average abundance of brown trout and 80 fish.ha⁻¹ of grayling at the same section of the Dyje River prior to cormorant invasion. Very low catches of sport anglers also correspond with this unfavorable state. In case of grayling, they were nearly zero in the central part of the National Park (Dyje 13 fishery) in the last years (0 – 0.1 kg.ha⁻¹ in 2001 – 2006).

Úvod

Mezi nejvíce ohrožené úseky toků predací kormoránů patří pstruhová a lipanová pásma, kde tyto rybožraví ptáci nacházejí v průzračné a mělké vodě dostatek potravy ideální velikosti. To platí zejména pro sekundární pstruhová pásma pod velkými údolními nádržemi, kde vodní hladina v zimě obvykle nezamrzá. V takových podmínkách dokáží kormoráni v průběhu 1 – 2 let zlikvidovat rybí společenstvo až z 90%. První zde přichází na řadu lipan podhorní, který žije v hejnech a po vyrušení nevyhledává úkryty, ale výrazně je postihován i pstruh obecný a další rybí druhy (Spurný, 1997). Na řece Dyji v Národním parku Podyjí tato situace poprvé nastala v zimním období 1995/1996, kdy zde zimovalo hejno kormoránů v počtu až 250 jedinců, v následující zimě 1996/1997 pak až 200 jedinců (Spurný a Mareš, 2000). Další významná invaze zimujících kormoránů byla na tomto říčním úseku zaznamenána v průběhu zimy 1999/2000 s početností hejna 40 – 200 jedinců (Spurný, 2003). V zimách 2000/2001 a 2001/2002 byl v zájmové oblasti zaznamenán pobyt 20 – 60 jedinců kormorána, v zimě 2002/2003 jen ojedinělé přelety, v zimě 2003/2004 pobyt asi 12 jedinců, v zimě 2004/2005 zimující hejno v počtu 23 – 85 jedinců, v zimě 2005/2006 zimující hejno do 50 jedinců a v zimě 2006/2007 byly zjištěny jen přelety 4 – 20 jedinců (evidence Správy NPP).

Materiál a metodika

Ichtyologický výzkum zaměřený na důsledky predančního tlaku kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na rybí společenstvo sekundárního pstruhového pásma řeky Dyje v Národním parku Podyjí (NPP) byl poprvé realizován v letech 1997 – 1998 po silné

invazi ptáků v předcházejících dvou zimních obdobích (Spurný a Růžička, 1999). Další studie následovala v letech 2000 a 2001 po opakované silné invazi kormoránů během zimního období 1999/2000 (Spurný, 2003). Ichtyologické průzkumy provedené v letech 2005 (Sukup, 2006) a 2007 (Sukup, 2008) si kladly za cíl zjistit schopnost regenerace rybího společenstva postiženého opakovanou kalamitní predací za podmínek standardního rybářského hospodaření, tedy bez mimořádného hospodářského opatření.

Všechny ichtyologické průzkumy probíhaly na 4 shodných lokalitách (Vranov, Nový Hrádek, Podmolí a Pod papírnou) na 32,7 km dlouhém úseku (mezi říčními kilometry 171,6 a 138,9), který zahrnuje pstruhové rybářské revíry Dyje 12A, Dyje 13 a Dyje 14 (uživatel Moravský rybářský svaz v Brně). S využitím metody elektrolovu byly opakovaně prolovovány říční úseky o délce 83-120 m v závislosti na šířce říčního koryta (20-30 m). Používán byl agregát typu Honda se standardními deskovými elektrodami. Narkotizované ryby byly druhově determinovány a zjišťována záklaní délkově-hmotnostní charakteristika.

Ze získaných údajů byla stanovována abundance a biomasa rybího společenstva i druhových populací pstruha obecného a lipana podhorního, dominance zastoupených druhů, index diverzity (H') společenstva (Shannon a Weaver, 1963) a index ekvitability (E) dle Sheldona (1969). Z hospodářské evidence revírů Moravského rybářského svazu v Brně bylo provedeno vyhodnocení ročních úlovků sportovním rybolovem a rybářského tlaku na předmětné rybářské revíry v posledních deseti letech (1997 – 2006).

Výsledky a diskuze

Během ichtyologických průzkumů řeky Dyje v NPP, realizovaných v letech 1997 – 2007, byl zjišťován stabilní výskyt 8 druhů ryb náležejících do 5 čeledí (*Salmo trutta* m. *fario*, *Oncorhynchus mykiss*, *Salvelinus fontinalis*, *Thymallus thymallus*, *Rutilus rutilus*, *Leuciscus cephalus*, *Perca fluviatilis*, *Cottus gobio*). V letech 1997 – 1998 a 2000 – 2001 byl navíc ojediněle zachycen výskyt *Anguilla anguilla*, v letech 1997 – 1998 *Abramis brama* a v letech 2005 a 2007 *Leuciscus leuciscus* a *Gymnocephalus cernuus*. Okrajový a nepravidelný výskyt těchto druhů ve sledovaném úseku je zřejmě důsledkem častější frekvence extrémních průtokových poměrů výše ležící Vranovské údolní nádrže.

Průběh změn druhové diverzity a zejména abundance rybího společenstva v důsledku predačních vln kormorána velkého je patrný z Tab. 1, která detailně zachycuje fluktuaci abundance pstruha obecného a lipana podhorního v jednotlivých letech sledování.

Pokles abundance hospodářsky významných druhů pstruha obecného a lipana podhorního časově koresponduje s početností zimujících kormoránů v oblasti NPP v jednotlivých letech. Po prvních hromadných invazích v zimách 1995/1996 a 1996/1997 se abundance pstruha obecného snížila až na úroveň 34,8% a lipana podhorního dokonce na úroveň 5% ve srovnání se stavem publikovaným Luskem *et al.* (1993). Abundance pstruha obecného dosáhla nejnižších hodnot v roce 2005 (14,9%), lipana podhorního již v roce 2001 (3,1%). Výraznější zvýšení abundance zejména pstruha obecného na 231 ks.ha⁻¹ (47,0%) a částečně i lipana podhorního na 11,5 ks.ha⁻¹ (14,4%) v roce 2007 je důsledkem neobvykle teplého charakteru posledních dvou zimních období s výskytem

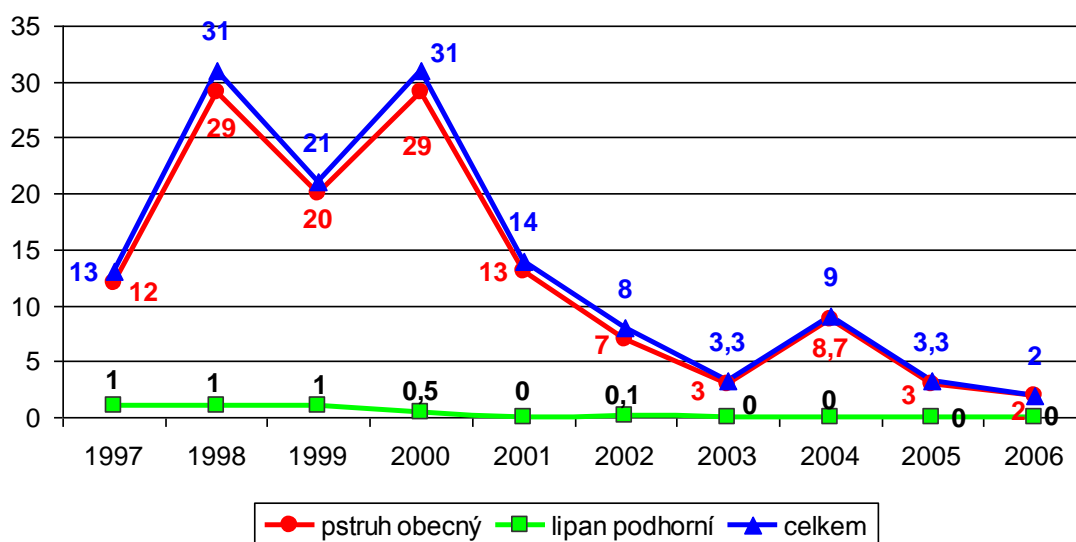
kormorána v oblasti v zimě 2005/2006 do 50 jedinců a v zimě 2006/2007 s registrovanými přelety 4 – 20 jedinců. Strmý nárůst abundance rybiho společenstva v letech 2000 a 2001 byl způsoben rychlým zvýšením početnosti vranky obecné, která se stala na lokalitách 2 a 3 eudominantním druhem s početnostní dominancí 57,9 – 99,0%. Tento jev lze považovat za přímý důsledek prudkého poklesu početnosti pstruha obecného a snížení jeho predančního tlaku na tento potravně významný druh větších pstruhů.

Tab. 1: Změny druhové diverzity a abundance rybiho společenstva řeky Dyje v NPP v letech 1997 – 2007 (průměrné hodnoty ze všech 4 lokalit)

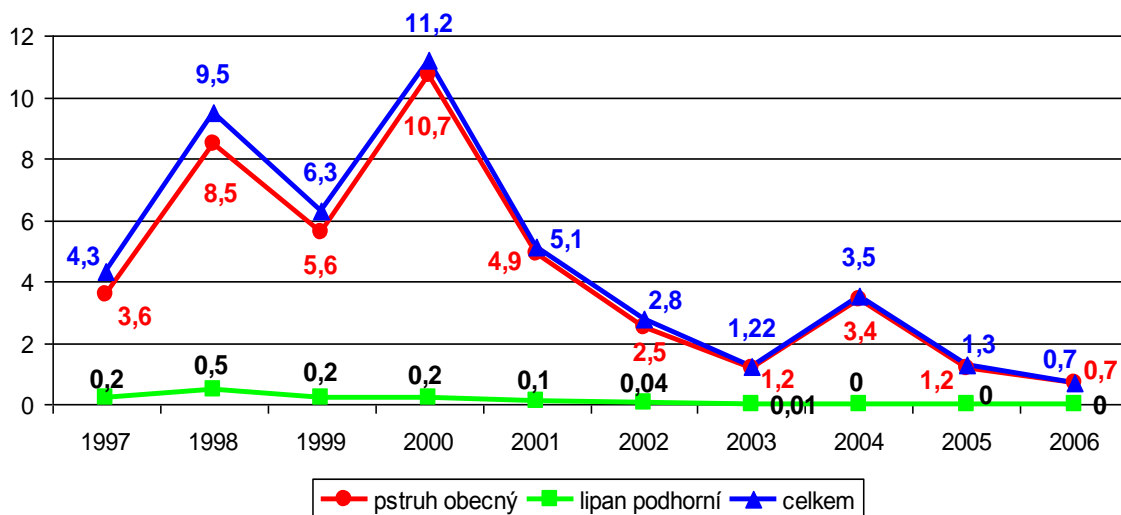
Rok	Index diverzity	Index ekvitability	Abundance					
			Společenstvo		Pstruh obecný		Lipan podhorní	
			ks.ha ⁻¹	%	ks.ha ⁻¹	%	ks.ha ⁻¹	%
1993*	-	-	797	100	491	100	80	100
1997	0,898	0,766	507	63,6	253	51,5	49	61,3
1998	1,821	0,632	318	39,9	171	34,8	4	5,0
2000	0,827	0,542	1.198	150,3	239	48,7	7,5	9,4
2001	0,746	0,457	5.538	694,8	149	30,3	2,5	3,1
2005	0,477	0,383	84	10,5	73	14,9	6,5	8,1
2007	0,870	0,585	852	106,9	231	47,0	11,5	14,4

* Hodnoty zjištěné Luskem *et al.* (1993) v období před první invází zimujících kormoránů

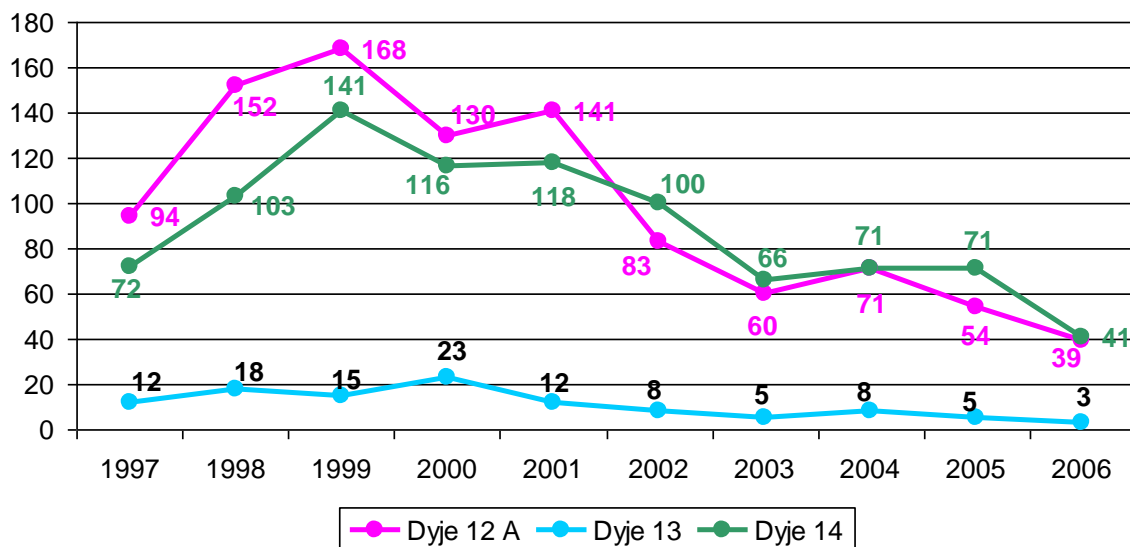
Obr. 1: Roční úlovky sportovních rybářů z revíru Dyje 13 v letech 1997-2006 (v ks.ha⁻¹)



Obr. 2: Roční úlovky sportovních rybářů z revíru Dyje 13 v letech 1997-2006 (v kg.ha⁻¹)



Obr. 3: Úroveň rybářského tlaku na revíry NPP v letech 1997-2006 (v ročních doch.ha⁻¹)



Aktuální biomasa populace pstruha obecného dosahovala v roce 2007 65,8 kg.ha⁻¹ na lokalitě 1, 43,9 kg.ha⁻¹ na lokalitě 2, 36,5 kg.ha⁻¹ na lokalitě 3 a 11,9 kg.ha⁻¹ na lokalitě 4 (s průměrnou hodnotou za celý sledovaný úsek 39,5 kg.ha⁻¹). Lipan podhorní byl v roce 2007 zachycen pouze na lokalitě 1 v biomase 3,5 kg.ha⁻¹ a na lokalitě 2 v biomase 5,6 kg.ha⁻¹.

V grafech na Obr. 1 a 2 jsou pro ilustraci zachyceny kusové a hmotnostní úlovky sportovních rybářů v letech 1997 – 2006 z revíru Dyje 13, který je situován v centrální části NPP. Úlovky pstruha obecného (v kusovém i hmotnostním vyjádření) zde zaznamenaly prudký pokles v roce 2001, který pokračoval (s mírným zvýšením v roce 2004) až do roku 2006 na úroveň 2 ks.ha⁻¹, respektive na 0,7 kg.ha⁻¹. V roce 2007 došlo ke zvýšení úlovků na 6,4 kg.ha⁻¹ s průměrnou kusovou hmotností lovených exemplářů 0,38 kg. Úlovky lipana podhorního byly v tomto revíru ojedinělé již od roku 1997 a v letech

2003 – 2006 dokonce dosahovaly nulových hodnot. V roce 2007 byl lipan ojediněle loven v množství $0,4 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($0,13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ o průměrné kusové hmotnosti $0,38 \text{ kg}$).

Úroveň rybářského tlaku (Obr. 3) na revírech Dyje 12A, Dyje 13 i Dyje 14 výrazně klesala s menšími výkyvy od roku 2000 a v roce 2006 dosahovala rozpětí 3 docházek. ha^{-1} (Dyje 13) až 41 docházky. ha^{-1} (Dyje 14).

Závěr

Opakované invaze zimujících hejn kormorána velkého způsobily během sledovaného desetiletého období pstruhových revírů řeky Dyje v NPP dramatickou redukci hospodářsky významných druhů ryb, která v případě lipana podhorního představuje rozvrat životaschopné populace bez možnosti nahrazení úbytku přirozenou reprodukcí. Snížení početnosti populace pstruha obecného bylo provázáno prudkým vzestupem populace vranky obecné, ale ve srovnání s lipanem podhorním nedošlo k jejímu úplnému rozvratu. To je důsledek jednak biologicky odlišného chování pstruha obecného, který na rozdíl od lipana vyniká rychlou únikovou reakcí a vyhledává úkryty, ale zejména odlišnými kategoriemi vysazovaných násad obou druhů uživatelem revírů. Zarybňování pstruhem obecným je převážně realizováno dvouletou násadou (částečně v podzimním a částečně v jarním období), která v potravně extrémně příznivých podmínkách řeky Dyje v NPP velmi rychle roste a stačí jí jedno zimní období bez invaze kormorána, aby tomuto predátoru „růstově unikla“. V případě lipana podhorního je však výhradně zarybňováno kategorií tohorůčka (0+) v podzimním období (TL 8 – 12 cm), takže vysazené ryby dosáhnou v druhém roce života optimální velikosti kormorání kořisti (TL 25 – 28 cm). Zarybňování dvouletou násadou lipana není za daných podmínek pro uživatele revírů racionální a ani finančně únosné s ohledem na nízké úlovky sportovních rybářů a na minimální úroveň rybářského tlaku.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Autoři rovněž děkují Správě Národního parku Podyjí ve Znojmě za umožnění výzkumu v chráněném území a Moravskému rybářskému svazu v Brně za technickou podporu terénních prací a za poskytnutí údajů z hospodářské evidence rybářských revírů.

Literatura

- LUSK, S., HALAČKA, K., JURAJDA, P., PEŇÁZ, M. (1993): Fauna ryb vodních ekosystémů Národního parku Podyjí. ÚEK AV ČR Brno, 25 s.
- SHANNON, C.E., WEAVER, W. (1963): The mathematical theory of communities. Univ. Illinois Press, Urbana
- SHELDON, A.L. (1969): Equitability indices: dependence on the speices count. *Ecology* 50, s. 466-467
- SPURNÝ, P. (1997): Kormorán velký, hrozba evropského rybářství. *Rybářství* 8, s. 310-311

- SPURNÝ, P., RŮŽIČKA, P. (1999): Zhodnocení predačního tlaku kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na pstruhové revíry Národního parku Podyjí. In *50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*. Sborník referátů mezinárodní konference. Brno, s. 236-241
- SPURNÝ, P., MAREŠ, J. (2000): Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) predation on fish populations in rivers of the Czech Republic. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, 214 Piscaria (27), s. 201-206
- SPURNÝ, P. (2003): Deterioration of the fish community of the salmonid Dyje river caused by overwintering cormorant (*Phalacrocorax carbo*). *Acta Scientiarum polonorum, Piscaria* 2(1), s. 247-254
- SUKUP, J. (2006): *Vliv zimní predace kormorána velkého na rybí společenstva vybraných pstruhových vod*. Bakalářská práce MZLU Brno, 45 s.
- SUKUP, J. (2008): *Zhodnocení vývoje rybiho společenstva řeky Dyje v Národním parku Podyjí vystaveného opakované predaci zimujících kormoránů velkých*. Diplomová práce MZLU Brno, 59 s.

Adresa autorů

Prof. Ing. Petr Spurný, CSc., Ing. Jiří Sukup, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství MZLU v Brně, Zemědělská 1, CZ-613 00 Brno, E-mail: fishery@mendelu.cz

PRODUKČNÍ SCHOPNOSTI CELOSAMIČÍ OBSÁDKY OKOUNA ŘÍČNÍHO V SYSTÉMU KOMBINUJÍCÍM RYBNIČNÍ A TECHNICKOU AKVAKULTURU

Production capability of monosex perch stock under system combined pond and technical aquaculture

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

Summary: The goal of this study was to verify, whether all-female perch juveniles grow faster than bisexual ones in intensive culture. Monosex all-female stock (M) was obtained by mating masculinized females (XX) with common females of local strain (XX). Bisexual stock (B) was obtained by routine method (XX x XY). Perch was reared by method combined pond-nursery phase and ongrowing (juvenile and marketable fish) in recirculation system. No significant differences in total survival were observed during rearing of juvenile ($P = 0.065$) and marketable fish ($P = 0.462$) between monosex and bisexual stock. All monosex groups expressed 100 % females. Monosex perch gained 20 % more weight ($P = 0.048$) than the bisexual ($25.2 \text{ g} \pm 9.7$ contrary to 21.0 ± 7.5 ; mean \pm S.D.) in juvenile phase. In ongrowing phase monosex perch achieved 12 % ($P = 0.026$) and 16% ($P = 0.001$) more weight, suggesting that culture of monosex female perch could provide an economic benefit. Growth patterns for both stocks were retained in monosex and mixed sex culture, demonstrating that the superior growth of females has a genetic constituent and is not due simply to more aggressive feeding behaviour.

Úvod

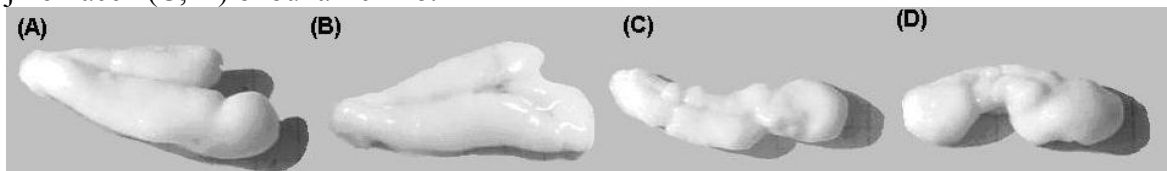
Okoun říční (*Perca fluviatilis* L) se řadí spolu s několika dalšími evropskými a severoamerickými okounovitými rybami mezi perspektivní sladkovodní druhy ryb, kterým je v posledních letech věnováno mnoho odborné pozornosti. V současnosti není trh v EU, v čele s hlavními dovozci okouna Švýcarskem a Francií, plně zásoben (Watson, 2008). Mezi nedostatky intenzivního chovu patří poměrně nízká intenzita růstu a celková produktivita (Mélard a kol., 1996; Fontaine., 1997). Proto je v rámci výzkumných aktivit v souvislosti s okounem řešeno testování metod pro zvýšení růstu, jako je mezidruhá hybridizace, triploidizace a manipulace s pohlavím ryb (chov monosexních obsádek) (Rougeot a Mélard, 2008). U okouna říčního, stejně jako u candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) a blízce příbuzných severoamerických druhů (*P. flavescens* a *S. vitreum*) jsou jikernačky preferovaným rychleji rostoucím pohlavím. Doposud provedené studie v bisexuálních obsádkách prokázaly rychlejší růst samic a proto produkce monosexních samičích populací může být pro producenty nástrojem k zvýšení růstu (Fontaine a kol., 1997; Rougeot a Mélard, 2008). Předchozí práce byly zaměřeny především na vývoj metod pro produkci monosexních obsádek (Rougeot a kol., 2002) a na vyhodnocení reprodukčních ukazatelů hormonálně zvrácených ryb (Rodina a kol., 2008).

Cílem této práce bylo vyhodnotit růst, přežití a poměr pohlaví v monosexní a bisexuální obsádce okouna v systému kombinujícím rybníční a technickou akvakulturu.

Materiál a metodika

Plůdek okouna monosexní samičí obsádky (M) byl získán umělým výtěrem 15 ks jikernaček normální populace, které byly oplodněny testikulárním spermatem 20 ks maskulinizovaných jikernaček (tzv. neomales). Identifikace těchto ryb byla provedena podle vnější morfologie gonád (Obr. 1) a dále byly použity pouze žlázy s uzlíčkovitou strukturou (Rougeot et al., 2002). Zároveň byl produkován plůdek bisexuální obsádky (B), původem od 20 jikernaček a 15 mlíčáků stejného původu.

Obr. 1. Morfologická struktura testes normálních mlíčáků (A, B) a maskulinizovaných jikernaček (C, D) okouna říčního.



Počáteční odchov larev probíhal v 6 pokusných rybnících (2 skupiny po třech opakováních) na přirozené potravě (Peterka a kol., 2003). Vzorkování pro determinaci růstu bylo prováděno v 15 denních intervalech. Po 60 dnech byly ryby sloveny do odlovné klece a transportovány do experimentální rybochovné haly VÚRH JU Vodňany a adaptovány na podmínky intenzivního chovu v průběhu 14 dní pomocí vlhčeného krmiva (Stejskal a kol., 2007). Experiment v intenzivních podmínkách byl rozdělen na odchov juvenilů a chov tržních ryb.

Odchov juvenilních okounů v délce 126 dní byl rozdělen na 9 dvoutýdenních dílčích období. V rámci každého dílčího období bylo 13 krmných dnů a 1 den bez krmení, kdy bylo provedeno individuální měření a vážení ryb. Plůdek byl nasazen po 70 ks do 50 1 průtočných akvárií napojených na recirkulační systém. Obě skupiny byly nasazeny ve 3 opakováních. Na počátku experimentu byla ve všech opakováních obou skupin přibližně stejná biomasa ryb (průměr 155,7 g, S.D. 0,7). Vstupní obsádky byly charakterizovány ukazateli uvedenými v tab. 1.

Během odchovu byly ryby krmeny 5x denně, ve 2 h intervalech. Denní krmné dávky stanovené na základě studie Fiogbého a Kestemonta (2003) byly vypočteny podle vzorce $R_{opt} = 4.89 \cdot W^{-0.27}$ a byly stejné pro obě skupiny. Granulace krmiv (viz. tab. 2) pro jednotlivé velikostní kategorie byla zvolena na základě doporučení Mohamada (2005).

Odchov tržních okounů probíhal v podmínkách recirkulačního systému ve 100 l nádržích v počtu 35 ks na nádrž. Celková délka odchovu 224 dní byla rozdělena na 9 dílčích období, každé v délce 28 dní. V rámci dílčího období bylo 27 krmných dnů a 1 den kontrolní přelovení. Monosexní i bisexuální obsádky byly nasazeny ve dvou velikostních skupinách větší ryby (Mv, Bv) a ryby o menší kusové hmotnosti (Mm, Bm) viz tab. 1. Každá varianta ve třech opakováních. Počáteční biomasy byly v rámci velikostní skupiny vyrovnané ($709,5 \pm 1,5$ g pro Mm a Bm; $992,5 \pm 1,5$ g pro Mv a Bv).

Teplota a obsah kyslíku byly v průběhu obou odchovů v intenzivních podmínkách udržovány v optimu pro okouna ($23 \text{ }^\circ\text{C}$, $6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Světelný režim byl upraven na konstantní v poměru 12:12.

Tab. 1. Počáteční parametry monosexních a bisexuálních obsádek okouna

skupina		M	B	Mm	Bm	Mv	Bv
průměrná hmotnost	g	2,1±0,3	2,0±0,4	20,8±2,4	20,9±2,2	29,1±3,2	29,2±3,2
hustota	ks.l ⁻¹	1,4	1,4	0,35	0,35	0,35	0,35
biomasa	g.l ⁻¹	2,9	2,9	7,1	7,1	9,9	9,9

Tab. 2. Nutriční složení krmiv BioMar deklarované výrobcem

Hmotnostní interval	Krmivo	Protein %	Tuk %	Energie MJ	Granulace mm
2 - 8 g	BioOptimal Start	56	18	22,3	1,1
8 - 18 g	BioOptimal Start 68°	50	18	21,4	1,9
18 - 80 g	Ecolife 60	47	14	20,2	3

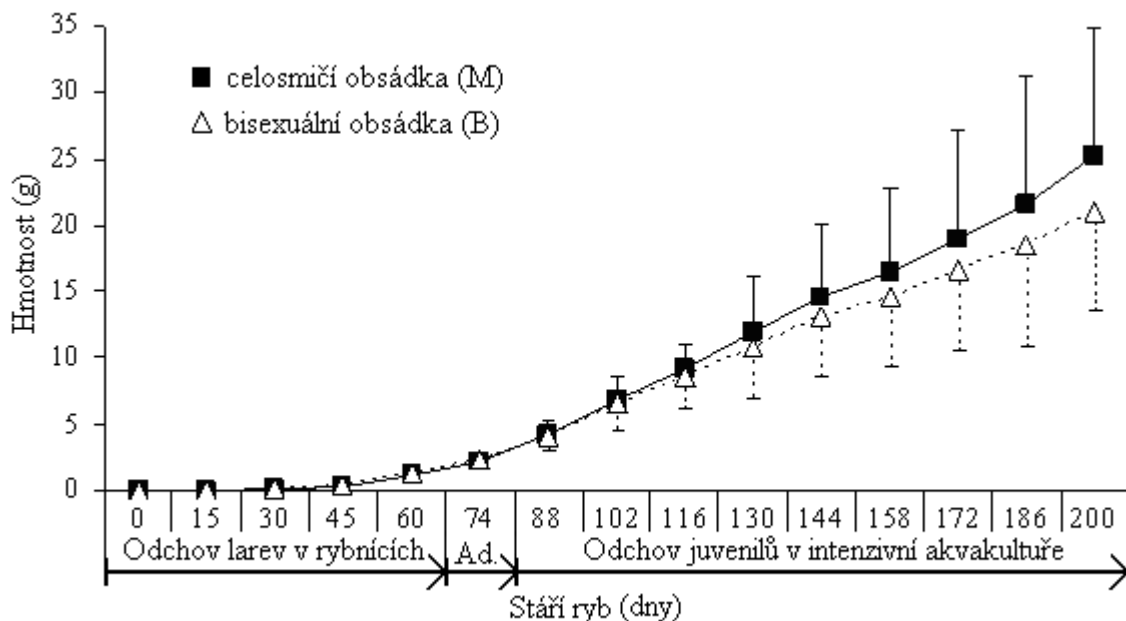
Výsledky a diskuze

Při počátečním odchovu larev v rybníce vzrostla hmotnost těla okounů z 0,008 g (věk 0 dní) na $1,1 \pm 0,6$ g (M) a $1,3 \pm 0,7$ g (B) (věk 60 dní). Rozdíl v růstu mezi skupinami M a B nebyl v této fázi odchovu statisticky významný ($p = 0,107$). Kritickým bodem při použití metody kombinující rybniční a technickou akvakulturu je fáze adaptace (Stejskal a kol., 2007; Kestemont kol., 2008). V prezentované studii došlo během dvoutýdenní adaptace k nárůstu hmotnosti těla na $2,1 \pm 0,3$ g (M) a $2,0 \pm 0,4$ g (B). Pro obě skupiny bylo dosaženo srovnatelné ($p = 0,551$) celkové přežití prezentované hodnotami $80,6 \pm 2,1$ % pro skupinu M a $82,3 \pm 3,3$ % pro skupinu B. V porovnání s dříve publikovanými daty bylo dosaženo lepších nebo srovnatelných výsledků a to jak v hmotnostním růstu tak v ukazateli celkového přežití (Stejskal a kol., 2007; Kestemont kol., 2008).

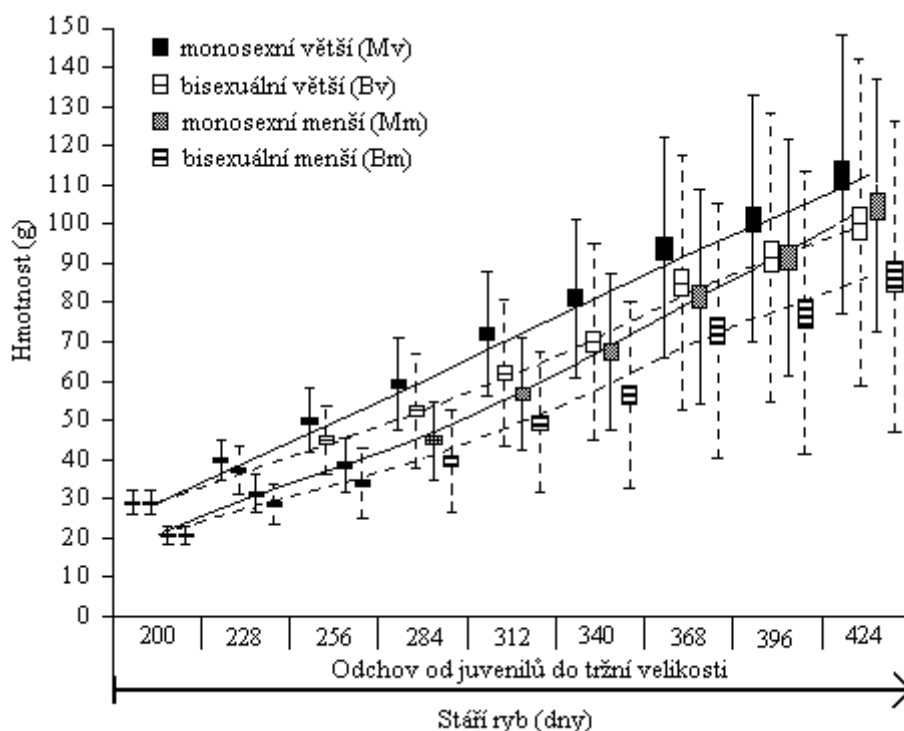
Během odchovu juvenilních okounů v intenzivních podmínkách dosáhla skupina M statisticky průkazně ($P = 0,048$) vyšší specifické rychlosti růstu (SRR) $1,94 \pm 0,01$ % den⁻¹ v porovnání se skupinou B, u které bylo dosaženo hodnot $1,73 \pm 0,06$ % den⁻¹. Hmotnost těla ryb ze skupiny M dosáhla na konci odchovu (po 126 dnech věk 200 dní) $25,2 \pm 9,7$ g v porovnání s $21,0 \pm 7,5$ g u ryb skupiny B, což je 20 % rozdíl. Signifikantní rozdíly mezi skupinami M a B byly evidovány od 56 dne odchovu tj. věku 114 dní (Obr. 2). Toto je ve shodě se sdělením Babiaka a kol., (2004) jenž nepozorovali mezipohlavní rozdíly v růstu u juvenilů (5 g). Rougeot a Mélard (2008) dosáhli u monosexní obsádky ve stáří 200 dní o 12,5 % vyšší růst (45 g vs. 40 g). Vyšší celková hmotnost byla dosažena především díky intenzivnímu odchovu larev v řízeném prostředí (vyšší teplota, časný převod na umělou dietu). Juell a Lekang uvádí o 20 % rychlejší růst samičího pohlaví v bisexuální obsádce.

Statisticky nevýznamný byl rozdíl v celkovém přežití $95,3 \pm 0,3$ % (skupina M), respektive $96,3 \pm 1,0$ (skupina B) na konci pokusu. Data porovnávající přežití monosexní a bisexuální obsádky okouna v literatuře chybí. Identifikace pohlaví založená na vizuálním posouzení gonád prokázala úspěšnou produkci all-female obsádky. Ve všech nádržích skupiny M bylo 100 % zastoupení samičího pohlaví a ve skupině B se zastoupení jikernaček pohybovalo od 52,2 do 62,5 %.

Obr. 2. Růst larev a juvenilů (průměr ± S.D.) monosexní samicí (n=3) a bisexuální (n=3) obsádky v systému kombinujícím rybniční odchov a intenzivní akvakulturu. Ad. = fáze adaptace



Obr. 3. Porovnání růstu monosexní obsádky s větší (30 g, Mv) a menší (20 g, Mm) počáteční hmotností s bisexuální obsádkou se srovnatelnou počáteční hmotností (30 g, Bv), respektive (20 g, Bm) v průběhu odchovu tržních okounů..



Na konci odchovu tržních okounů bylo dosaženo celkové hmotnosti $113,9 \pm 35,3$ g (Mv), $101,6 \pm 41,8$ g (Bv), $103,3 \pm 31,9$ g (Mm) a $89,3 \pm 39,2$ g (Bm). Rovněž v této fázi bylo dosaženo vysokého přežití, konkrétně $93,3 \pm 0,0$ % (Mv), $91,4 \pm 1,4$ % (Bv), $92,4 \pm$

1,4 % (Mm) a $90,5 \pm 1,4$ (Bm). Vliv monosexní obsádky na celkovou hmotnost byl průkazný ve skupině s vyšší ($p = 0,026$) i nižší ($p = 0,001$) počáteční hmotností. U obou velikostních skupin byly statistické rozdíly mezi obsádkami (M x B) evidovány již po prvním přelovení (28 dní). Požadovaná tržní hmotnost 100 g (Fontaine a kol., 2004) byla dosažena ve věku 396 (Mv) a 424 (Bv, Mm) dní. U skupiny Bm nebylo během pokusu dosaženo průměrné 100 g hmotnosti (Obr. 3). Rougeot a Mélard (2008) prezentují výsledky z chovu pouze v řízeném prostředí s tím, že monosexní obsádka je schopna dosáhnout tržní hmotnosti za 280 dní a bisexuální za 340 dní. V této studii ovšem chybí podrobnosti o růstové variabilitě. Obsádka (monosexní x bisexuální) ani počáteční hmotnost ryb neměly statisticky významný vliv ($P = 0,571$) na přežití.

Závěr

Z výsledku je evidentně patrné, že zakládání celosamičích obsádek okouna má praktický význam pro chovatele v podobě vyššího růstu. Studie rovněž ukázala růstový potenciál monosexní a bisexuální obsádky v systému kombinujícím rybniční odchov larev, adaptaci na intenzivní podmínky a finální odchov juvenilů a tržních okounů v recirkulačním systému. Tato metoda by mohla nalézt uplatnění především v zemích s velkým rybničním fondem.

Poděkování

Práce byla podpořena výzkumným záměrem MSM 6007665809 a projektem NAZV QF4118. Autoři děkují Dr. Carole Rougeot za poskytnutí neomlčáků.

Literatura

- BABIAK, I., MANDIKI, S.N.M., RATSINJOMANANA, K., KESTEMONT, P., (2004): Initial weight variation in post-larval Eurasian perch affect quantitative characteristic of juvenile cohorts under controlled conditions. *Aquaculture*. 234: 263-276.
- FIOGBÉ, E. D., KESTEMONT, P., (2003): Optimum daily ratio for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. *Aquaculture*, 216: 234-52.
- FONTAINE, P., GARDEUR, J.N., KESTEMONT, P., GEORGES, A., (1997): Influence of feeding level on growth, intraspecific weight variability and sexual growth dimorphism of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared in a recirculation system. *Aquaculture*, 157: 1-9.
- FONTAINE, P., MÉLARD, C., KESTEMONT, P., (2004) The intensive culture of the Eurasian perch and pikeperch. In: Land Fisheries, Budapest (Maďarsko), PROFET Workshop, CD-ROM: 31 p.
- JUELL, J.E., LEKANG, O.I., (2001): The effect of feed supply rate on growth of juvenile perch (*Perca fluviatilis*). *Aquacul. Res.* 32 (6): 459-464
- KESTEMONT, P., ROUGEOT, C., MUSIL, J., TONER, D., (2008): Chapter 5: Larval and Juvenile Production. In: D. Toner and C. Rougeot (Ed.) *Aquaculture Explained (Special publication): Farming of Eurasian Perch – Juvenile Production*. 30-41pp
- MÉLARD, C., KESTEMONT, P., GRIGNARD, J.C., (1996): Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): Effect of major biotic and abiotic factors on growth. *J. Appl. Ichthyol.*, 12: 175-180.

- MOHAMAD, KY., (2005): L'influence du taux de rationnement sur la croissance de juveniles de perche commune (*Perca fluviatilis* L.). Dissertation, Unité de recherche Animal
- PETERKA, J. MATĚNA, J., LIPKA, J. (2003): The diet and growth of larval and juvenile pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.): A comparative study of fishponds and reservoir. *Aquacul. Int.*, 11: 337-348.
- RODINA, M., POLICAR, T., LINHART, O., ROUGEOT, C., (2008): Sperm motility and fertilizing ability of frozen spermatozoa of males (XY) and neomales (XX) of perch (*Perca fluviatilis*). *J. Appl. Ichthyol.*, 24: 438-442.
- ROUGEOT, C., JACOBS, B., KESTEMONT, P., MÉLARD, CH., (2002): Sex control and sex determinism study in the Eurasian perch, *Perca fluviatilis*, by use of hormonally sex-reversed male breeders. *Aquaculture*, 211: 81-89.
- ROUGEOT, C., MÉLARD, CH., (2008): Chapter 5: Genetic Improvement of Growth. In: D. Toner and C. Rougeot (Ed.) *Aquaculture Explained (Special publication): Farming of Eurasian Perch – Juvenile Production*. 42-51pp.
- STEJSKAL, V., POLICAR, T., MUSIL, J., KOUŘIL, J., (2007): Adaptace různých velikostí plůdku okouna říčního na umělé krmivo. *Bull. VÚRH Vodňany*, 43(1): 41-46.
- WATSON, L., (2008): The European market for perch. In: P. Fontaine, P. Kestemont, F. Teletchea, N. Wang (Ed.) *Percid fish culture - From research to production*. Namur (Belgium) 23 - 24 January. 10-14pp.

Adresy autorů

Ing. **Vlastimil Stejskal**, Ing. **Tomáš Policar**, Ph.D., Ing. **Jitka Hamáčková**, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, E-mail: stejskal@vurh.jcu.cz, policar@vurh.jcu.cz, hamackova@vurh.jcu.cz

ICHTYOFAUNA VYBRANÝCH PRÍTOKOV HORNEJ ČASTI HRONA S VÝSKYTOM PSTRUHA POTOČNÉHO (*SALMO TRUTTA M. FARIO*)

Ichthyofauna of selected tributaries of upper Hron River with occurrence of brown trout (Salmo trutta m. fario)

I. STRÁŇAI, J. ANDREJI

Summary: In last deceniums it comes to marked changes on abundance and species diversity at great as well as small streams. By one of most important effects is a predation pressure of fish predators and on this depended brown trout management. In this work we assess qualitative and quantitative parameters of 14 tributaries of Hron River in its upper part. From this count, at 11 tributaries is ichthyofauna formed by two species (*Salmo trutta m. fario* + *Cottus poecilopus*). The abundance at these streams varied from 73 to 1074 ind.ha⁻¹, with biomass 3.1 – 61.2 kg.ha⁻¹. In streams with more than 2 species reaches the brown trout abundance values of 103 – 470 ind.ha⁻¹ with biomass of 8.9 – 22.1 kg.ha⁻¹. Generally, most abundant are one-year-old specimens; specimens over 200 mm of standard length at individual streams formed only 4 – 21 % from total brown trout abundance.

Úvod

Povodie Hrona sa nachádza na rozhraní horského západného Karpatského biografického regiónu a Podunajskej nížiny. Z tohto dôvodu má veľmi rôznorodé ekologické podmienky, so širokým rozsahom nadmorskej výšky, geologických a pôdnych podmienok v kombinácii s veľkými plochami prírodných lesov, trávnych porastov vodných ekosystémov.

Hron je riekou stredohorskej oblasti, podľa režimu odtoku patrí stredoeurópskemu typu riek. Po Banskú Bystricu priberá krátke svahové, viac menej rovnobežné a na smer dolinovej osi kolmé prítoky.

V poslednom desaťročí vystupuje do popredia manažment pstruha potočného v zápornom slova zmysle a z tohto dôvodu sme sa zamerali na 14 charakterovo odlišných prítokov Hrona s cieľom zdokumentovať ich súčasnú druhovú diverzitu.

Materiál a metodika

Ichtyologický prieskum sa uskutočnil v júli prenosným benzínovým elektrickým agregátom firmy Hans Grassl, GmbH, trojnásobným prelovením 14 vytypovaných úsekov zameraných GPS (tabuľka 1). V každom prelovenom úseku sa zmerala jeho dĺžka, šírka a vypočítala sa jeho plocha. Výsledky sa definovali ako úlovok v kusoch a kilogramoch prepočítaný na 1 ha a 1 km toku. Terénne spracovanie vyloveného materiálu spočíva v určení druhu, individuálnej dĺžky tela (SI) a hmotnosti. Dominanciu sme hodnotili podľa klasifikácie Losos et al. (1984).

Výsledky a diskusia

Na sledovaných lokalitách sme celkom zistili prítomnosť štyroch druhov rýb, charakteristických pre pstruhové toky – pstruh potočný (*Salmo trutta m. fario*), hlaváč pásoplutvý (*Cottus poecilopus*), pstruh dúhový (*Oncorhynchus mykiss*), lipeň tymiánový (*Thymallus thymallus*). Prevažnú väčšinu tokov však zastupujú len dva druhy (*Salmo trutta m. fario* a *Cottus poecilopus*), ktorí sú prítomní na všetkých lokalitách. Na dvoch tokoch je ichtyofauna obohatená po jednom druhu (*Oncorhynchus mykiss* a *Thymallus thymallus*) a len Bukovec má plné zastúpenie všetkých druhov.

Tabuľka 1. Charakteristika jednotlivých sledovaných lokalít

Lokalita	GPS (WGS-84)	nadmorská výška (m n m)	prelovená plocha (m ²)	vodivosť (mS)	teplota vody (°C)	pH	obsah kyslíka (mg.l ⁻¹)	dĺžka toku (km)	plocha povodia (km ²)
1-Vážna	48° 47.242' N 19° 19.842' E	435	638	0.26	13.0	7.1	8.89	10.5	15.8
2-Sopotnica	48° 48.349' N 19° 22.305' E	474	434	0.08	11.2	6.8	9.57	23.3	12.2
3-Bukovec	48° 48.348' N 19° 23.526' E	456	340	0.18	14.0	7.0	9.07	9.4	16.3
4-Jasenianský potok	48° 51.332' N 19° 27.287' E	564	570	0.08	13.3	6.9	8.84	17.9	22.9
5-Petrikovo	48° 50.654' N 19° 49.804' E	597	600	0.05	9.7	6.5	9.81	10.4	18.7
6-Osrblianka	48° 47.444' N 19° 34.393' E	502	549	0.24	14.3	7.7	9.03	16.1	49.1
7-Bystriansky potok	48° 49.152' N 19° 33.638' E	518	678	0.19	16.3	7.5	8.70	41.7	18.9
8-Čelno	48° 48.600' N 19° 29.997' E	511	242	0.12	13.6	7.1	9.18	7.8	15.6
9-Veľký zelený potok	48° 49.778' N 19° 46.659' E	560	414	0.09	13.8	7.1	9.06	8.1	11.7
10-Volchovo	48° 50.949' N 19° 52.195' E	588	259	0.05	9.7	6.7	10.1	7.5	10.3
11-Krivuľa	48° 53.218' N 19° 57.688' E	838	277	0.12	12.4	7.5	9.05	7.5	9.8
12-Rácov	48° 50.676' N 19° 59.896' E	701	472	0.10	11.5	7.3	9.45	7.9	22.2
13-Bacúšsky potok	48° 51.945' N 19° 48.328' E	653	668	0.13	12.2	7.1	9.43	9.1	27.1
14-Malý zelený potok	48° 50.429' N 19° 48.104' E	579	179	0.09	14.7	7.0	8.88	6.3	12.2

Na uvedenom území sme spracovali potoky, ktoré sú rybárskymi revírmi, ale časť sú odchovnými potokmi slúžiacimi na produkciu jednoročných a dvojročných násad pstruha potočného.

Celková abundancia kôliše v rozmedzí 334 až 2567 ks.ha⁻¹ a celková ichtyomasa od 11,5 do 69,3 kg.ha⁻¹. Z týchto hodnôt početnosť pstruha potočného vytvára hodnoty 73 až 1074 ks.ha⁻¹ s biomasou 3,1 – 61,2 kg.ha⁻¹.

Tabuľka 2. Abundancia, biomasa a dominancia rýb na sledovaných lokalitách; D-ks – kusová dominancia, D – kg – hmotnostná dominancia.

Lokalita	Druh	1 ha		1 km		D-ks (%)	D-kg (%)
		ks	kg	ks	kg		
1	pstruh potočný	298	22,2	66	4,9	57,6	69,8
	pstruh dúhový	47	6,4	10	1,4	9,1	20,2
	hlaváč pásoplutvý	172	3,2	38	0,7	33,3	10,0
	Σ	517 ks	31,8 kg	114 ks	7,0 kg	100	100
2	pstruh potočný	115	7,4	28	1,8	9,8	64,7
	hlaváč pásoplutvý	1059	4,1	254	1,0	90,2	35,3
	Σ	1174 ks	11,5 kg	282 ks	2,8 kg	100	100
3	pstruh potočný	470	20,3	99	4,2	24,6	45,8
	pstruh dúhový	294	10,8	62	2,3	15,4	24,5
	lípeň tymianový	59	1,9	12	0,4	3,1	4,2
	hlaváč pásoplutvý	1088	11,3	228	2,4	56,9	25,5
	Σ	1911 ks	44,3 kg	401 ks	9,3 kg	100	100
4	pstruh potočný	509	59,2	305	11,6	61,7	94,5
	hlaváč pásoplutvý	316	3,4	189	0,7	38,3	5,5
	Σ	825 ks	62,6 kg	494 ks	12,3 kg	100	100
5	pstruh potočný	267	20,1	80	6,0	80	96,3
	hlaváč pásoplutvý	67	0,8	20	0,2	20	3,7
	Σ	334 ks	20,9 kg	100 ks	6,2 kg	100	100
6	pstruh potočný	73	3,2	36	1,6	3,9	13,8
	hlaváč pásoplutvý	1804	19,9	884	9,7	96,1	86,2
	Σ	1877 ks	23,1 kg	920 ks	11,3 kg	100	100
7	pstruh potočný	103	9,0	58	5,0	4,2	22,4
	lípeň tymianový	30	1,2	17	0,7	1,2	3
	hlaváč pásoplutvý	2302	29,8	1289	16,7	94,5	74,6
	Σ	2435 ks	40,0 kg	1364 ks	22,4 kg	99,9	100
8	pstruh potočný	1074	61,2	215	12,2	54,2	88,4
	hlaváč pásoplutvý	909	8,1	182	1,6	45,8	11,6
	Σ	1983 ks	69,3 kg	397 ks	13,8 kg	100	100
9	pstruh potočný	169	6,0	37	1,3	19,4	43,8
	hlaváč pásoplutvý	701	7,7	154	1,7	80,6	56,2
	Σ	870 ks	13,7 kg	191 ks	3,0 kg	100	100
10	pstruh potočný	1003	21,9	181	3,9	55,3	75
	hlaváč pásoplutvý	810	7,3	146	1,3	44,7	25
	Σ	1813 ks	29,2 kg	327 ks	5,2 kg	100	100
11	pstruh potočný	505	23,1	96	4,4	25,9	50,6
	hlaváč pásoplutvý	1442	22,5	274	4,3	74,1	49,4
	Σ	1947 ks	45,6 kg	370 ks	8,7 kg	100	100
12	pstruh potočný	932	22,5	364	8,8	63,8	84
	hlaváč pásoplutvý	530	4,3	207	1,7	36,2	16
	Σ	1462 ks	26,8 kg	571 ks	10,5 kg	100	100
13	pstruh potočný	329	17,6	168	9,0	50	94,4
	hlaváč pásoplutvý	329	1,0	168	0,5	50	5,6
	Σ	658 ks	18,6 kg	336 ks	9,5 kg	100	100
14	pstruh potočný	614	10,9	86	1,5	23,9	32,9
	hlaváč pásoplutvý	1953	22,2	273	3,1	76,1	67,1
	Σ	2567 ks	33,1 kg	359 ks	4,6 kg	100	100

Hodnoty početnosti pstruha nad tisíc kusov na hektár sú evidované len na dvoch tokoch (Volchovo 1003 ks.ha⁻¹ a Čelno 1074 ks.ha⁻¹) a na Racove 932 ks.ha⁻¹. Na ostatných tokoch je početnosť pstruha potočného okrem minimálnej (Osrblianka 73 ks.ha⁻¹) veľmi nízka v rozmedzí 103 – 614 ks.ha⁻¹. Na podobných tokoch, kde obsádku predstavujú takisto len dva druhy sa zistila početnosť pstruha od 1314 – 3708 ks.ha⁻¹ na Kuneradskom potoku (Strážnai – Andreji, 2006). Na Breznickom potoku (Strážnai – Andreji, 2004), kde obsádku tvorí len pstruh potočný je jeho početnosť 1634 – 7045 ks.ha⁻¹.

Naopak vysokú početnosť pstruha potočného (1080 – 4566 ks.ha⁻¹) a to na tokoch, kde obsádku tvoria hlaváč a pstruh uvádza (Lusk et al., 2004) na 5 tokoch v povodí Ostravice na území CHKO, pričom táto podľa autora súvisí s rybárskym obhospodarovaním tokov za účelom produkcie násad pstruha. Menšie toky Pohronia, ktoré sú takisto rybársky obhospodarované a sú odchovnými potokmi, majú abundanciu pstruha nižšiu a to od 298 ks.ha⁻¹ (Vážna) po 1074 ks.ha⁻¹ (Čelno).

V súčasnosti na takýchto tokoch vystupuje do popredia vysoká početnosť hlaváča pásoplutvého, ktorý je početnejší než pstruh potočný. Okrem najnižšej hodnoty 67 ks.ha⁻¹ (Petříkovo) na sledovaných tokoch sme zistili abundanciu 316 – 2302 ks.ha⁻¹. Tento fenomén je výrazný aj napr. na Kuneradskom potoku (Strážnai – Andreji, 2006), kde je abundancia hlaváča pásoplutvého 1176 – 2258 ks.ha⁻¹. Aj v menších tokoch beskydskej časti systému Odry je hlaváč pásoplutvý základným a dominujúcim prvkom (Lojkásek – Lusk, 2000) a jeho abundancia je od 322 ks.ha⁻¹ (Ostravice) až 5064 ks.ha⁻¹ (Čeladénka).

Obmedzenie vysádzania preferovaných druhov má za následok ich úbytok na úkor hlaváča. Na Toryse v oblasti odberového objektu „Tichý Potok“ (Koščo – Košuth, 1997) je takto početnejší hlaváč pásoplutvý na dvoch úsekoch v počte 698 ks.ha⁻¹ oproti pstruhovi (497 ks.ha⁻¹) resp. v počte 1710 ks.ha⁻¹ oproti 930 ks.ha⁻¹.

Z pohľadu kusovej dominancie je predpoklad na uvedených typoch vôd dominancia pstruha potočného. Zo štrnástich tokov je však až na 8 v početnej prevahe hlaváč pásoplutvý a dokonca na troch tokoch je výrazná aj jeho hmotnostná dominancia.

Zo 14 tokov sa odlovilo 236 ks pstruha potočného zastúpeného od 0. po IV. vekovú skupinu. V jednotlivých vekových skupinách bola najpočetnejšia I. veková skupina so 61,86 % a II. veková skupina (29,24 %). Tretia veková skupina je zastúpená na prítokoch Hrona 7,21 %. Najmenej početná je IV. veková skupina (1,27 %) zaregistrovaná len na Jasenienskom potoku a 0. veková skupina (0,42 %) prítomná len na toku Volchovo (tabuľka 3).

Dĺžková štruktúra pstruha potočného predovšetkým na lovných tokoch je poddimenzovaná. Jedince od 240 mm do 266 mm sme zistili len na jednom toku (Jasenienský potok) a boli to najväčšie exempláre. Najpočetnejšie sú zastúpené ryby do 160 mm.

Takéto vekové zloženie populácie pstruha potočného je charakteristické pre väčšinu pstruhových vôd, aj keď v niektorých úsekoch môže niektorá veková skupina chýbať. Napr. na Breznickom potoku zo 6 úsekov sa vo všetkých nachádzajú jedince I. a II. vekovej skupiny. Tretia veková skupina je zastúpená až v piatich úsekoch a 0. veková skupina len v troch úsekoch (Strážnai – Andreji, 2004). V Kuneradskom potoku chýba

v populácii pstruha už aj III. veková skupina na troch úsekoch a prítomná je len na jednom úseku v dolnej časti toku (Stráňai – Andreji, 2006).

Tabuľka 3 Početné a dĺžkové zastúpenie pstruha potočného v jednotlivých vekových skupinách

lokality	0.		I.		II.		III.		IV.	
	ks	mm	ks	mm	ks	mm	ks	mm	ks	mm
Vážna			15	105 - 158			4	222 - 235		
Sopotnica			2	103 - 110	1	132	2	176 - 195		
Bukovec			14	80 - 148	1	172	1	212		
Jasenianský potok			5	92 - 142	16	165 - 172	3	183 - 225	3	232 - 266
Petríkovo			5	102 - 132	9	155 - 185	2	202 - 206		
Osrblianka			3	125 - 136	1	152				
Bystriansky potok			1	135	5	145 - 188	1	235		
Čelno			15	93 - 143	9	151 - 188	1	210		
Veľký zelený potok			6	82 - 120			1	210		
Volchovo	1	33	20	95 - 142	1	192				
Krivuľa			10	78 - 132	3	145 - 185				
Rácov			23	79 - 142	18	150 - 171	1	220		
Bacúšsky potok			16	78 - 152	5	160 - 173	1	190		
Malý zelený potok			11	88 - 142						

Dosahované dĺžky tela pstruha potočného (tabuľka 4) v jednotlivých rokoch zodpovedajú rastu pstruha z podobných povodí aj napriek tomu, že pri jeho nižšej početnosti je predpoklad lepšieho využitia potravy a pri jej vyššej ponuke aj rýchlejšieho rastu. Tento fakt je možné čiastočne porovnať na Jasenianskom potoku (Sedlár et al., 1985), keď pstruh dosahoval v tom období v jednotlivých rokoch nasledovné dĺžky: 1. rok 69 mm, 2. rok 122 mm, 3. rok 163 mm, 4. rok 218 mm. Podľa terajších zistení pstruh na Jasenianskom potoku rastie rýchlejšie a dosahuje nasledovné dĺžky tela: 1. rok 91 mm, 2. rok 141 mm, 3. rok 180 mm, 4. rok 223 mm.

Tabuľka 4 Rast pstruha potočného z jednotlivých prítokov Hrona

lokality	N	dĺžka (l) v mm a hmotnosť (w) v g v jednotlivých rokoch							
		l ₁	w ₁	l ₂	w ₂	l ₃	w ₃	l ₄	w ₄
Vážna	19	91	15	159	70	201	134		
Sopotnica	5	83	10	129	38	169	89		
Bukovec	16	94	14	152	68	193	150		
Jasenianský potok	27	91	10	141	41	180	88	223	175
Petríkovo	16	97	16	143	55	185	119		
Osrblianka	4	94	18	129	40				
Bystriansky potok	7	94	14	153	60	218	173		
Čelno	25	85	12	143	55	179	108		
Veľký zelený potok	7	87	9	163	69	191	115		
Volchovo	22	93	14	169	69				
Krivuľa	13	86	9	140	48				
Rácov	42	86	10	144	50	187	116		
Bacúšsky potok	22	95	13	144	50	167	82		
Malý zelený potok	11	83	7						

Zo zloženia populácie pstruha potočného vyplýva aj jeho celková nízka priemerná hmotnosť – do 20 g na troch tokoch, do 50 g na štyroch tokoch, do 100 g na šiestich tokoch a len na jednom toku (Jasenienský potok) má pstruh priemernú hmotnosť 116 g, čo je aj najvyššia zistená hmotnosť.

Z predchádzajúcim úzko súvisí hmotnosť sprievodného hlaváča pásoplutvého, pričom najnižšiu hmotnosť a to do 5 g.ks⁻¹ sme zistili len na dvoch tokoch. Hmotnosť do 15 g.ks⁻¹ vidieť na 11 tokoch a najvyššiu – 19,6 g.ks⁻¹ sme zistili na toku Vážna, kde priemerná kusová hmotnosť pstruha je len 75 g.

Tabuľka 5 Regresné rovnice dĺžkovo-hmotnostného vzťahu pstruha potočného a priemerný koeficient kondície (KK)

lokality	log w = a + b * log l		log l = a + b * log w		KK
	a	b	a	b	
Vážna	-4,29347	2,787672	1,540164	0,727672	1,73
Sopotnica	-5,033897	3,134582	1,605923	0,319022	1,81
Bukovec	-5,429119	3,327439	1,631621	0,300531	1,84
Jasenienský potok	-5,227948	3,181013	1,643485	0,314365	1,51
Petríkovo	-4,877255	3,066726	1,590379	0,326081	1,87
Osrblianka	-3,773566	2,549217	1,480284	0,392277	1,83
Bystrienský potok	-4,722470	2,976787	1,586432	0,335933	1,69
Čelno	-4,626170	2,955452	1,565301	0,338358	1,91
Veľký zelený potok	-5,220895	3,192447	1,635390	0,313239	1,50
Volchovo	-4,238600	2,728130	1,553665	0,366551	1,68
Krivuľa	-5,851343	3,507921	1,668037	0,285069	1,65
Rácov	-4,868010	3,044300	1,599057	0,328483	1,69
Bacúšsky potok	-5,473862	3,324234	1,646654	0,300821	1,68
Malý zelený potok	-5,584047	3,363487	1,660196	0,297310	1,43

Nižšia početnosť pstruha potočného vo vodách je jav pretrvávajúci posledné desaťročia, registrovaný aj mimo nášho územia. Existuje veľmi veľa faktorov vplývajúcich na súčasný stav, či už je to nepravidelnosť vo vysádzaní násad, absencia dospelých jedincov, slabšia reprodukcia, nižšia ponuka prirodzenej potravy, zhoršený hydrologický režim, stavebné úpravy na tokoch a vplyv rybožravých predátorov. Z uvedeného je zrejmé, že sa jedná o komplex vplyvov a dostať toky do stavu z pred 30. rokov bude veľmi ťažké až nemožné. Ako príklad uvedieme lovný Jasenienský potok (Sedlár et al., 1985) kde v tom čase bol dominantným druhom pstruh potočný s abundanciou 1770 ks.ha⁻¹ (teraz 509 ks.ha⁻¹) o biomase o 100 kg vyššej (163 kg.ha⁻¹) než v súčasnosti. Nízke stavy obsádky v Pohroní sú príčinou predovšetkým nepravidelného zarybňovania a posledných rokoch nízkou prietoknosťou a prítomnosťou rybožravých predátorov, hlavne vydry.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore grantovej agentúry Ministerstva školstva SR VEGA 1/0585/08.

Literatura

KOŠČO, J.- KOŠUTH, P. (1997): Ichtyofauna Torysy v oblasti odberového objektu „Tichý Potok“. Přírodní vedy XXVIII. Acta.Fac.Stud.Hum. et Natur. Univ.Prešov, s.37-43.

LOJKÁSEK, B.- LUSK, S. (2000): Výskyt vranek (*Cottus*) ve vodních tocích na okrese Frýdek – Místek. Biodiverzita ichtyofauny ČR (III.), 2000, s. 87 –90.

LOSOS, B. et al.,1984 : Ekologie živočíchu. Praha, SPN, 316 s.

LUSK, S. – LUSKOVÁ, V. – HALAČKA, K. – LOJKÁSEK, B. (2004): Ryby říční sítě chráněné krajinné oblasti Beskydy. Biodiverzita ichtyofauny ČR (V.), 2004, s.137 – 143.

SEDLÁR, J. – STRÁŇAI, I. – MAKARA, A. (1985): Súčasný stav zarybnenia povodia Hrona. IV. časť. Početnosť, biomasa a dostupná produkcia rýb. v Pohroní. Poľnohospodárstvo, roč. 31, č.1., s.59 – 69.

STRÁŇAI, I. – ANDREJI, J. (2004): Rybie spoločenstvo Breznického potoka z oblasti Kremnických vrchov. In: VII. česká ichtyologická konference, Vodňany, 2004, s. 20 – 22.

STRÁŇAI, I. – ANDREJI, J. (2006): Kuneradský potok z pohľadu druhového zastúpenia obsádky rýb. Biodiverzita ichtyofauny ČR (VI.), 2006, s. 125 – 130.

Adresa autorov:

Doc. Ing. Ivan Stráňai, CSc., Ing. Jaroslav Andreji – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra hydínarstva a malých hospodárskych zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika. E-mail: Ivan.Stranai@uniag.sk; Jaroslav.Andreji@uniag.sk

ZOOBENTOS ŘÍČKY FRYŠÁVKY V ROCE 2007

Zoobenthos of the Fryšávka Rivulet in 2007 year

I. SUKOP, J. ŠŤASTNÝ, T. BRABEC, T. VÍTEK

Summary: Zoobenthos of the Fryšávka Rivulet was investigated in year 2007 (July, August, October, November). Our research included also physical – chemical factors of water (temperature, pH, conductivity, oxygen saturation). 113 taxa of zoobenthos were determined in Fryšávka Rivulet in that time. The average abundance of zoobenthos was 2136 ind.m⁻², the average biomass 5.7 g.m⁻². The quality of water in the sense of saprobity was oligosaprobic.

Úvod

V rámci výzkumného záměru „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ řešeného i Ústavem zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství byla za jeden z modelových toků vybrána i říčka Fryšávka ležící v oblasti Českomoravské vysočiny. V daném příspěvku jsou zahrnuty výsledky za první rok sledování 2007.

Říčka Fryšávka pramení ve Žďárských vrších v nadmořské výšce 760 m (průměrné srážky této oblasti jsou 730 mm) západně od obce Fryšavy. Tok je dlouhý 22,6 km, v Jimramově vtéká Fryšávka do řeky Svratky jako pravostranný přítok v nadmořské výšce 490 m. Spád toku je 11%, plocha povodí Fryšávky činí 66,6 km². Lesní porosty (převážně smrkové, buk jen místy) tvoří 65% plochy povodí, zbytek povodí tvoří louky a pastviny. Fryšávka má 21 přítoků, z nichž jen dva jsou větší (Medlovka a Bílý potok). Říčka Medlovka je dlouhá 17,1 km s plochou povodí 10,3 km². Identické údaje pro Bílý potok jsou 13,1 km a 6,4 km². V povodí říčky Medlovky, přítoku Fryšávky, leží i několik rybníků, z nichž největší jsou Medlov (21,8 ha) a Sykovec (13,8 ha). Průměrný průtok Fryšávky je 0,52 m³.s⁻¹. ČHMÚ Brno uvádí pro Fryšávku na lokalitě Jimramov následující hydrologické údaje: průměrný roční průtok činí 0,7 m³.s⁻¹, N- leté průtoky (m³.s⁻¹) jsou následující: Q₁ = 7,8; Q₅ = 20,6; Q₁₀ = 28,1; Q₅₀ = 50,6; Q₁₀₀ = 62,5. Průměrná roční hloubka toku v Jimramově činí 41 cm, nejvyšší zaznamenané vodní stavy byly následující: 104 cm (8.7.1997) a 182 cm (12.3.1981).

Údaje o ichtyofauně uvádějí Klas (1983), Adámek, Hochman (1990) a Lusk (1993), jako dominantní jsou uváděny druhy: pstruh potoční (*Salmo trutta m. fario*) a vranka pruhoploutvá (*Cottus poecilopus*).

Metodika

Fyzikálně-chemické parametry (teplota, pH, kyslík, vodivost) byly měřeny přístroji: Combo pH/EC HANNA (teplota, pH, vodivost) a oxymetrem HANNA HI 9146-04 (kyslík). Vzorok zoobentosu byly odebírány vodní sítí o pracovní ploše 1225 cm². Vzorok byl okamžitě po odběru fixován 4 % formaldehydem a stanovení biomasy proběhlo po 3

měsících od doby fixace vzorku. Saprobní indexy jednotlivých lokalit byly stanoveny postupem Zelinka, Marvan (1961).

Lokality

Lokalita Fryšávka 1 se nachází v dolním úseku toku nad obcí Jimramov před ústím do řeky Svratky. Jedná se o relativně přímý úsek bez zjevných meandrů, břehy nejsou podemlety. Substrát dna tvoří především velké balvany a menší kameny. V proudových stínech za balvany se ukládá jemný písek. Pravý břeh je tvořen jehličnatým lesem, vzrostlé stromy poskytují dostatečné zastínění. Zleva je břeh tvořen silničním náspem hustě porostlým bylinnou vegetací a zpevněným především vrby a olšemi. Jedná se o relativně mělký úsek, hloubka většinou nepřesahuje 0,3 m, šířka toku je 9,3 m.

Lokalita Fryšávka 2 je situována ve středním úseku toku nedaleko obce Líšná. Jedná se o partii nad jezem, koryto je zde opět téměř přímé. Substrát dna je tvořen převážně menšími kameny a pískem. Charakter břehů je obdobný, jako u předchozí lokality, tj. zprava jehličnatý les a zleva silniční násep porostlý vegetací, oba břehy jsou zpevněny vrby, olšemi a jeřáby. Úsek je rovněž poměrně mělký s hloubkou vodního sloupce nepřevyšující 0,3 m, šířka toku je 7,0 m.

Lokalita Fryšávka 3 byla zvolena pod soutokem řeky Fryšávky s potokem Medlovkou poblíž obce Kuklík. Koryto je zde úzké a částečně meandrující, oba břehy jsou podemlety. Dno je tvořeno většími balvany i menšími kameny. Oba břehy tvoří louka a jsou zpevněny stromy, především vrby, které tok ve vegetačním období zcela zastíňují. Úsek je značně hluboký, v proudech kolem 0,35 m a v tůních i přes 1 m, šířka toku je 3,0 m.

Lokalita Fryšávka 4 je horním úsekem toku nad soutokem s potokem Medlovka u obce Kadov. Jedná se o úzkou výrazně meandrující partii s mírně podemletými břehy tvořenými přechodem lesa v louku. Dno je převážně kamenité. Zpevnění břehů je zajištěno jak stromy listnatými (olše, vrby) tak smrky, zastínění je zde tudíž celoroční. Vodní sloupec zde již nedosahuje velkých hloubek (obvykle do 0,3 m), ale jsou zde i tůně s hloubkou až 0,5 m, šířka toku je 2,7 m.

Lokalita Fryšávka 5 je tvořena potokem Medlovka. Jedná se o pravostranný přítok odvádějící vodu z rybníka Medlov. Koryto je poměrně přímé bez výraznějších meandrů, v substrátu dna převažují kameny, místy je však v klidnějších partiích především u břehů deponován jemný bahnitý sediment, pocházející pravděpodobně z loviště rybníka Medlov. Břehy jsou tvořeny smíšeným lesem (buk, dub, olše, bříza, smrk). Hloubka vodního sloupce nepřesahuje 0,3 m, šířka toku je 2,5 m.

Výsledky

Fyzikálně – chemické ukazatele

V rámci našeho sledování byly měřeny i základní fyzikálně – chemické ukazatele kvality vody říčky Fryšávky, viz Tab. I.

Tab. I. Fyzikálně – chemické ukazatele říčky Fryšávky: teplota vody (°C), vodivost (μS), nasycení vody kyslíkem (%).

	teplota	pH	vodivost	kyslík
26. 07. 2007				
Fryšávka 1	16,7	7,51	143	97
Fryšávka 2	15,8	7,58	67	90
Fryšávka 3	14,9	7,49	140	91
Fryšávka 4	15,0	7,47	150	89
Fryšávka 5	14,8	7,44	150	95
23.08. 2007				
Fryšávka 1	15,5	9,02	157	96
Fryšávka 2	14,7	9,36	136	99
Fryšávka 3	13,3	9,06	135	91
Fryšávka 4	12,1	8,97	151	91
Fryšávka 5	12,5	9,34	145	95
24. 10. 2007				
Fryšávka 1	4,4	7,95	134	85
Fryšávka 2	4,1	7,94	124	85
Fryšávka 3	4,1	7,94	118	90
Fryšávka 4	4,7	8,05	127	89
Fryšávka 5	4,2	7,97	117	92
29. 11. 2007				
Fryšávka 1	1,1	7,18	136	89
Fryšávka 2	0,7	7,19	123	82
Fryšávka 3	0,5	7,36	97	86
Fryšávka 4	1,3	7,78	110	83
Fryšávka 5	0,4	7,47	100	89

Druhové složení zoobentosu říčky Fryšávky v období 1990 – 2007

Údaje o druhovém složení zoobentosu této pstruhové říčky jsou jen sporadické viz př. Adámek, Hochman (1990). Údaje o kvantitě pak chybějí úplně. Při našem výzkumu byl sledován roční cyklus kvantity zoobentosu, jeho druhové složení i saprobiologie Fryšávky na čtyřech lokalitách v letním (červenec, srpen) a podzimním období (říjen, listopad). Pátou lokalitou byl potok Medlovka odvádějící vodu z rybníka Medlov. Ve Fryšávce bylo dosud zjištěno 113 taxonů vodních bezobratlých živočichů. K druhově nejpestřejším skupinám pokud jde o druhové složení patřili dvoukřídlí (34 taxonů), chrostíci (24), jepice (17), pošvatky (14), brouci (8 taxonů), máloštětinatci (7 taxonů), měkkýši (2), ostatní skupiny: láčkovci, ploštěnky, pijavky, různonožci, desetinožci, vodule, střechatky (po 1 taxonu).

Kvantita zoobentosu

Abundance zoobentosu v říčce Fryšávce v roce 2007 kolísala v rozmezí 270 – 8 482 ks.m⁻², biomasa pak v intervalu 2,0 – 18,5 g.m⁻². Průměrná hodnota abundance zoobentosu v roce 2007 činila 2136 ks.m⁻², průměrná hodnota biomasy pak 5,7 g.m⁻². V potoce Medlovka byla průměrná abundance zoobentosu 3218 ks.m⁻², průměrná biomasa pak rovněž 5,7 g.m⁻².

Tab. II. Abundance (ks.m⁻²) a biomasa (g.m⁻²) zoobentosu Fryšávky

Lok.	1		2		3		4		5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
26.7. 2007	1029	5,2	270	6,1	694	2,7	514	2,0	3771	11,1
23.8. 2007	1788	7,4	1576	7,0	1372	6,2	1216	2,9	3241	4,1
24.10. 2007	1290	2,3	3249	7,3	3478	7,8	1380	2,3	3363	4,2
29.11. 2007	8482	18,5	1731	4,2	4498	7,1	1608	2,4	3698	3,5

Helan a kol. (1973) uvádějí, že nejvýznamnějšími skupinami z hlediska abundance byly larvy jepic (30,3 %), dále pak blešivci (15,4 %), chrostíci (13,5 %) a pakomáři (11, 4 %). Z hlediska biomasy byly nejvýznamnějšími skupinami chrostíci (31,4 %), jepice (19,7 %), blešivci (19,6 %) a pošvatky (15,6 %). Průměrná abundance zoobentosu byla 2 199 ks.m⁻², průměrná biomasa zoobentosu činila 14,9 g.m⁻². Tuša (1978) uvádí z Hučivé Desné průměrnou abundanci zoobentosu 3 158 ks.m⁻², průměrnou biomasu 7,2 g.m⁻². V pstruhovém potoce Moravského krasu (Křtinský potok) zjistil Sukop (1976), že průměrná abundance zoobentosu činila 3 973 ks.m⁻² a průměrná biomasa byla 24,7 g.m⁻². Sedlák (1969) sledoval zoobentos říčky Loučky, kde průměrná hodnota abundance činila 1 086 ks.m⁻², průměrná biomasa pak 13,3 g.m⁻². Jurajda a kol. (2000) zjistili v říčce Drietomici a jejich přítocích v Bílých Karpatech průměrnou abundanci zoobentosu 2 180 ks.m⁻², průměrnou biomasu 0,96 g.m⁻². Sukop (2006) uvádí z řeky Moravice průměrnou abundanci zoobentosu 430 ks.m⁻², průměrnou hodnotu biomasy pak 5,35 g.m⁻². V obou posledních případech však šlo pouze o jednorázové sledování, které neodráží dlouhodobější trend. Na kvantitu zoobentosu má nesporný vliv i predační tlak přítomných ryb (dominance pstruha potočního a vranky pruhoploutvé). Problémem konkurenčních potravních vztahů v pstruhových tocích se zabývala řada autorů viz např. Zelinka (1971). Pstruh preferuje zoobentos žijící na kamenech a driftující organismy. Vranka dává přednost organismům žijícím ve dně a pod kameny.

Saprobita Fryšávky

Tab. III. Saprobni indexy jednotlivých lokalit říčky Fryšávky v roce 2007

Lok.	1	2	3	4	5
26.7. 2007	1,48	1,40	1,61	1,44	1,84
23.8. 2007	1,09	1,25	1,41	1,56	1,61
24.10. 2007	1,05	1,15	0,95	0,93	0,85
29.11. 2007	1,35	1,17	1,02	1,10	1,27

Lusk (1993) uvádí, že Fryšávka má velmi dobrou samočisticí schopnost, která je schopná zvládat organické znečištění pocházející z bodových zdrojů (vesnice, rekreační zařízení, malé průmyslové provozovny). Kvalita vody byla hodnocena jako oligosaprobni. Při našem sledování v roce 2007 se saprobita v říčce Fryšávce pohybovala v rozmezí 0,93 – 1,61 což odpovídá stupni oligosaprobni až lepší betamezosaprobni. Saprobita stanovená na základě analýz zoobentosu byla v roce 2007 oligosaprobni (průměrná hodnota indexu

saprobity byla 0,99). V potoce Medlovka byla v roce 2007 průměrná hodnota saprobity 1,39 (horší oligosaprobity), což je zřejmě způsobeno přítokem vody z rybníku Medlov.

Závěr

V roce 2007 byla sledována kvantita zoobentosu říčky Fryšávky v letním a podzimním období. Průměrná hodnota abundance zoobentosu říčky Fryšávky v roce 2007 byla 2136 ks.m⁻², průměrná hodnota biomasy zoobentosu 5,7 g.m⁻². Saprobity stanovená na základě rozboru zoobentických společenstev v roce 2007 byla hodnocena jako oligosaprobna (průměrná hodnota (0,99). Tento stav odpovídá i dřívějším údajům z Fryšávky viz př. Lusk (1993).

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM 6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- ADÁMEK, Z., HOCHMAN, L., (1990): Zoobentos a ichtyofauna toku Fryšávky. *Sborník „Ochrana a ekologický rozvoj kulturní krajiny, Svratka: 1 – 4.*
- HELAN, J. a kol. (1973): Production conditions in the trout brooks of the Beskydy mountains. *Folia fac. sci. nat. univ. Purk. Brun.*, 14, *Biologia* 38, 4: 1 – 105.
- JURAJDA, P., ADÁMEK, Z., PRÁŠEK, V. (2000): Ryby a makrozoobentos povodí říčky Drietomice v Bílých Karpatech. *Sborník Přírod. klubu v Uh. Hradišti*, 5: 278–287.
- KLAS, M. (1983): Vliv zemědělské výroby na kvalitu vody a biocenózy některých pstruhových toků v oblasti Českomoravské vysočiny. *Kandidátská dizertační práce VŠZ Brno: 1–272.*
- LUSK, S. (1993): Fish communities and their management in the Fryšávka stream. *Folia zool.*, 42,2: 183–192.
- SEDLÁK, E. (1969): Die Biomasse der Bodenfauna des Flusses Loučka und ihre Beziehung zur Nahrung der Forelle. *Folia fac. sci. nat. univ. Purk. Brun.* 10, *Biologia* 25, 8 : 115–133.
- SUKOP, I. (1976): Roční cyklus zoobentosu – přirozené potraviny ryb pstruhového potoka v Moravském krasu. *Acta univ. agric. Brno*, řada A, 24, 3: 511–517.
- SUKOP, I. (2006): Zoobentos řeky Moravice a Bělokamenného potoka. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, LIV, 4: 75–80.
- TUŠA, I. (1987): Struktura, dynamika a produkce zoobentosu pstruhového toku (Hučivá Desná, Hrubý Jeseník). *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 36: 193 – 218.
- ZELINKA, M., (1971): Konkurenční potravní vztahy v pstruhovém toku. *Vertebrat. zprávy*, 2: 95 – 101.
- ZELINKA, M., MARVAN, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.*, 57: 389–407.

Adresy autorů:

Doc. RNDr. Ivo Sukop, Csc., Ing. Jan Šťastný, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, detašované pracoviště Nejdecká 600, 691 44 Lednice, Ing. Tomáš Vítek, Ph.D., Ing. Tomáš Brabec, Ústav rybářství, zoologie, rybářství a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno, maily: ivosukop@seznam.cz, stasnyjan@seznam.cz, gabon@centrum.cz, brabto@seznam.cz

ZALEŻNOŚĆ OBRAZU MORFOLOGICZNEGO WĄTROBOTRZUSTKI KARPI ŻYWIANYCH NA RÓŻNYM POZIOMIE INTENSYWNOŚCI

Dependence of morphologic pattern of hepatopancreas of carp on different intensity level of feeding

**J. SZAREK, K. A. SKIBNIEWSKA, A. ANDRZEJEWSKA, J. GUZIUR,
I. BABIŃSKA, T. MIESZCZYŃSKI, M. GESEK**

Summary: Quality of feeding is one of the most important factors deciding on conditional and health status of carp (*Cyprinus carpio* L.). The aim of the work was to determine the influence of semi-extensive (based on natural feeding) and highly intensive technology (feed of high protein content) of fish breeding on morphologic (macroscopic, histological and ultrastructural) pattern of carp hepatopancreas.

The experiment was carried out on 60 carps caught in the autumn 2007 and divided into 4 groups (n = 15): 1 - fish fed with natural feed (benthos), 2 - carp fed according to highly intensive production with granulate (Aller-Aqua), A – carps 2+ years old and B – carps 3+ years old. Proper macroscopic pattern was obtained for all fish. Some lesions were found using particularly ultrastructural analysis. Carp 2+ years old had less morphological lesions than one year older fish. Glycogen content in hepatocytes in fish from the groups 2 was slightly higher than in carps from the group 1. The technologies slightly only influenced the morphologic pattern of hepatopancreas of carp and the changes were a bit more often observed in fish under highly intensive technology of fish breeding.

Wstęp

Jednym z najistotniejszych czynników decydujących o stanie kondycyjnym i zdrowotnym karpia (*Cyprinus carpio* L.) jest odpowiednie żywienie (Wróbel 2003). Tak więc ważnym staje się dla lekarza weterynarii konieczność znajomości nie tylko warunków środowiskowych ale także sposobu odżywiania się tych ryb. Właśnie rodzaj diety wpływa nie tylko na efekty ekonomiczne chowu karpia, ale także decyduje o aspekcie zdrowotnym tych ryb (Hadjinikolova 2004, Tacon 1997). Na tej płaszczyźnie powinna kształtować się współpraca pomiędzy producentem tych ryb a lekarzem weterynarii sprawującym nad nimi opiekę zarówno profilaktyczną jak i leczniczą.

Celem badań było określenie wpływu rodzaju semi-ekstensywnej i wysoko intensywnej technologii produkcji rybackiej na obraz morfologiczny (makroskopowy, histologiczny i ultrastrukturalny) wątrobotrzustki karpia.

Material i metody

Badania przeprowadzono na 60 karpkach podzielonych na cztery grupy (n = 15): 1 - ryby żywione na pokarmie naturalnym (bentosie), bez dokarmiania (produkcja semi-ekstensywna), pochodzące z Gospodarstwa Rybackiego w Ełku, Zakładu w Knyszynie, 2 – ryby żywione granulatem firmy Aller-Aqua, hodowane w Gospodarstwie Rybackim w Iławie, Ośrodku Stawowym Mokre (produkcja wysoko-intensywna). Ponadto w każdej z tych grup wyodrębniono: A – karpie 2+ letnie i B – ryby 3+ letnie. Karpie wzięto do badań

jesienią 2007 r. Dokonano ocenę morfologiczną: makroskopową, mikroskopową i ultrastrukturalną. Bezpośrednio po uśmierceniu ryb pobierano do analizy wątrobotrzustkę (po 2 wycinki z różnych miejsc od każdej sztuki). Wycinki te utrwalono w 5 % zobojętnionej formalinie i poddano rutynowej obróbce w płynach pośrednich. Z każdego wycinka uzyskiwano po 4 preparaty (po 8 od jednej ryby) do barwienia hematoksyliną i eozyną (HE) oraz po 4 preparaty od każdego karpia, które zabarwiono celem uwidocznienia glikozaminoglikanów zgodnie z metodą PAS według McManusa.

Wycinki do badania ultrastrukturalnego wzięto od 4 karpia z każdej grupy (razem 16 sztuk). Materiał utrwalono w 2,5 % paraformaldehydzie na 0,2 mol/l buforze fosforanowym o pH 7,4. Postfiksację wykonano w 2 % czterotlenku osmu. Wycinki zatopiono w eponie 812. Ultracienkie skrawki kontrastowano w octanie uranylu i w cytrynianie ołowiowym. Analizę przeprowadzono w mikroskopie elektronowym Opton 900 PC TEM (produkcji RFN). Skrawki półcienkie barwiono według Levisa i Knighta (1997) i oglądano w mikroskopie świetlnym celem wyboru właściwego miejsca do analizy ultrastrukturalnej.

Wyniki badań

Stwierdzono u wszystkich karpia prawidłowy obraz makroskopowy. Natomiast w analizie mikroskopowej odnotowano niewielkie odstępstwa od normy. Wątrobotrzustka zarówno ryb grupy 1 jak i 2 wykazywała zróżnicowane stłuszczenie zwykłe - *steatosis simplex* (ryc. 1 – 4). Stosunkowo najmniejsze krople tłuszczu widoczne były w cytoplazmie hepatocytów grupy 1 A (ryc. 1). Natomiast u ryb starszych zarówno ich rozmiar jak i stopień intensywności ulegał wyraźnemu zwiększeniu, wypełniały większą część komórki spychając jądro na jej obwód (ryc. 2, 4). Sporadycznie obserwowano zwyrodnienie mięsiste, które obejmowało przeważnie pojedyncze hepatocyty, a bardzo rzadko ich skupiska. Nieco częściej zmiana ta występowała u ryb żywionych granulatem niż utrzymywanych w chowie semi-ekstensywnym. Przekrwienie wystąpiło u kilku ryb z każdej grupy i najczęściej lokalizowało się w pobliżu trzustki (ryc. 3). W kilku przypadkach odnotowano rozplamienie komórek gwiaździstych (ryc. 1). Rozplamienie to wyraźniej występowało u karpia żywionych pokarmem naturalnym. Nacieki komórek limfoidalnych wystąpiły u kilku ryb grupy 2 A i B.

Preparaty wątrobotrzustki barwione zgodnie z metodą PAS według McManusa wykazywały znacznie intensywniejszą barwę w przypadku karpia grupy 2 niż miało to miejsce u ryb odżywiających się w sposób naturalny. Intensywność ta wzrastała wraz z wiekiem ryb.

Ultrastrukturalnie stosunkowo bardzo często i bardzo wyraźnie obserwowano obecność w cytoplazmie hepatocytów różnej wielkości kropli lipidowych (ryc. 5 - 7). Ich intensywność występowania wzrastała wraz z wiekiem ryb i była wyraźniej zaznaczona u karpia grupy 2. U tych karpia zgrupowania kul lipidowych stosunkowo często gromadziły się w pobliżu zatok. Inne zmiany submikroskopowe stwierdzano okazjonalnie. Pośród nich stosunkowo najczęściej obserwowano proliferację mitochondrii (ryc. 8), zanik ich grzebieni i rozrzedzenie macierzy mitochondrialnej. Rzadko występowało poszerzenie

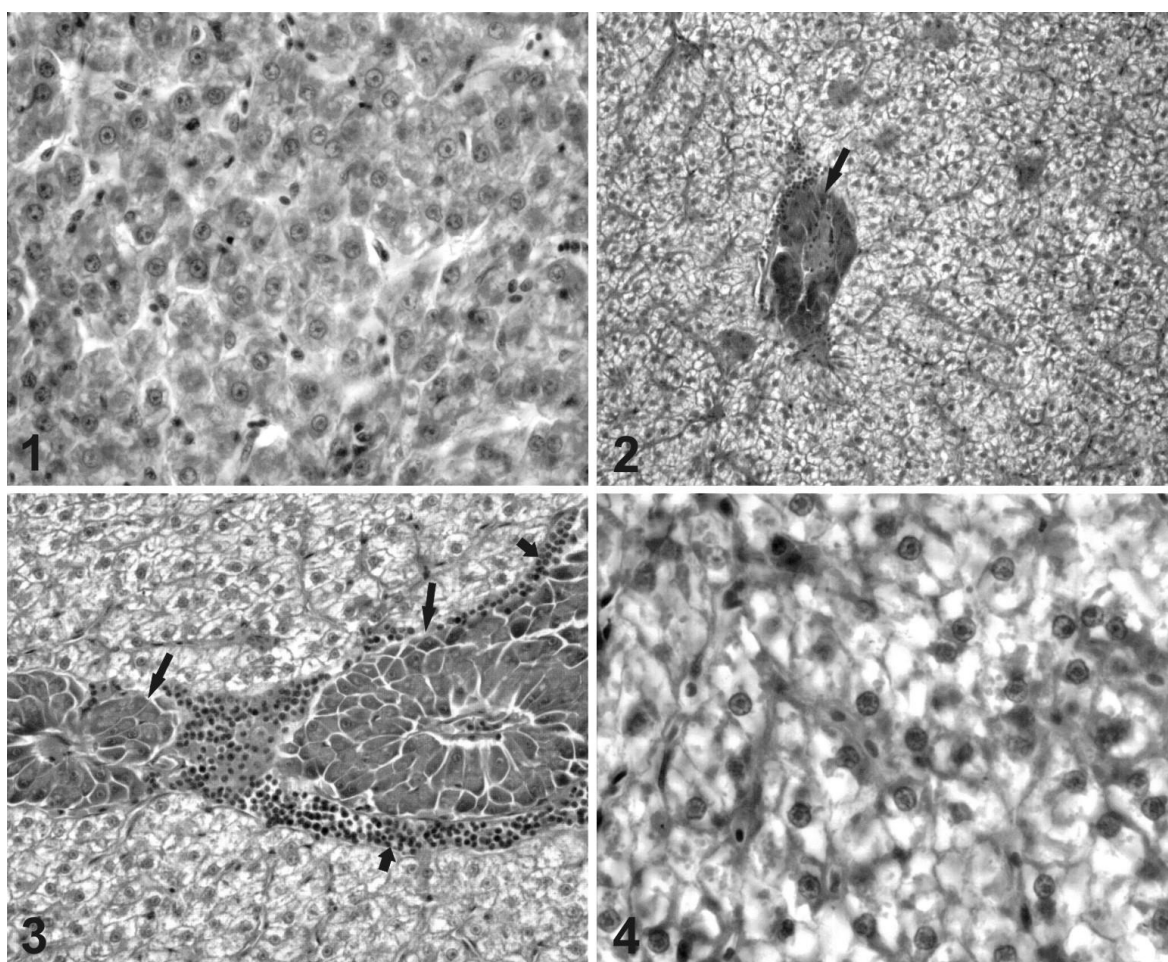
kanałów szorstkiej siateczki śródplazmatycznej i pojawianie się struktur mielinopodobnych (ryc. 8). Tylko w kilku przypadkach, niezależnie od grupy ryb, miało miejsce obrzmienie komórek śródbłonka naczyń krwionośnych. Hepatocyty karpia grupy 2 były bogatsze w glikogen (ryc. 7) w porównaniu z wymienionymi komórkami u ryb grupy 1.

Ryc. 1. Wątrobotrzustka karpia z grupy 1 A – stłuszczenie zwykłe (małe krople lipidów w cytoplazmie hepatocytów widoczne jako białe miejsca), rozplem komórek gwiaździstych. Barw. HE, pow. 500 X.

Ryc. 2. Wątrobotrzustka karpia z grupy 1 B - stłuszczenie zwykłe (dobrze widoczne małe krople lipidów w cytoplazmie hepatocytów), komórki trzustki (strzałka). Barw. HE, pow. 250 X.

Ryc. 3. Wątrobotrzustka karpia z grupy 2 A - stłuszczenie zwykłe (dobrze widoczne małe krople lipidów w cytoplazmie hepatocytów), komórki trzustki (długa strzałka), przekrwienie (krótka strzałka). Barw. HE, pow. 500 X.

Ryc. 4. Wątrobotrzustka karpia z grupy 2 B - stłuszczenie zwykłe (dobrze widoczne duże krople lipidów w cytoplazmie hepatocytów). Barw. HE, pow. 750 X.



Dyskusja

Najczęściej obserwowaną zmianą morfologiczną u karpia żywionych tradycyjnie i granulatem było stłuszczenie zwykłe. W ten sposób odzwierciedliło się zróżnicowanie poziomu zawartości tłuszczu w wątrobotrzustce karpia, które było najwyższe u ryb

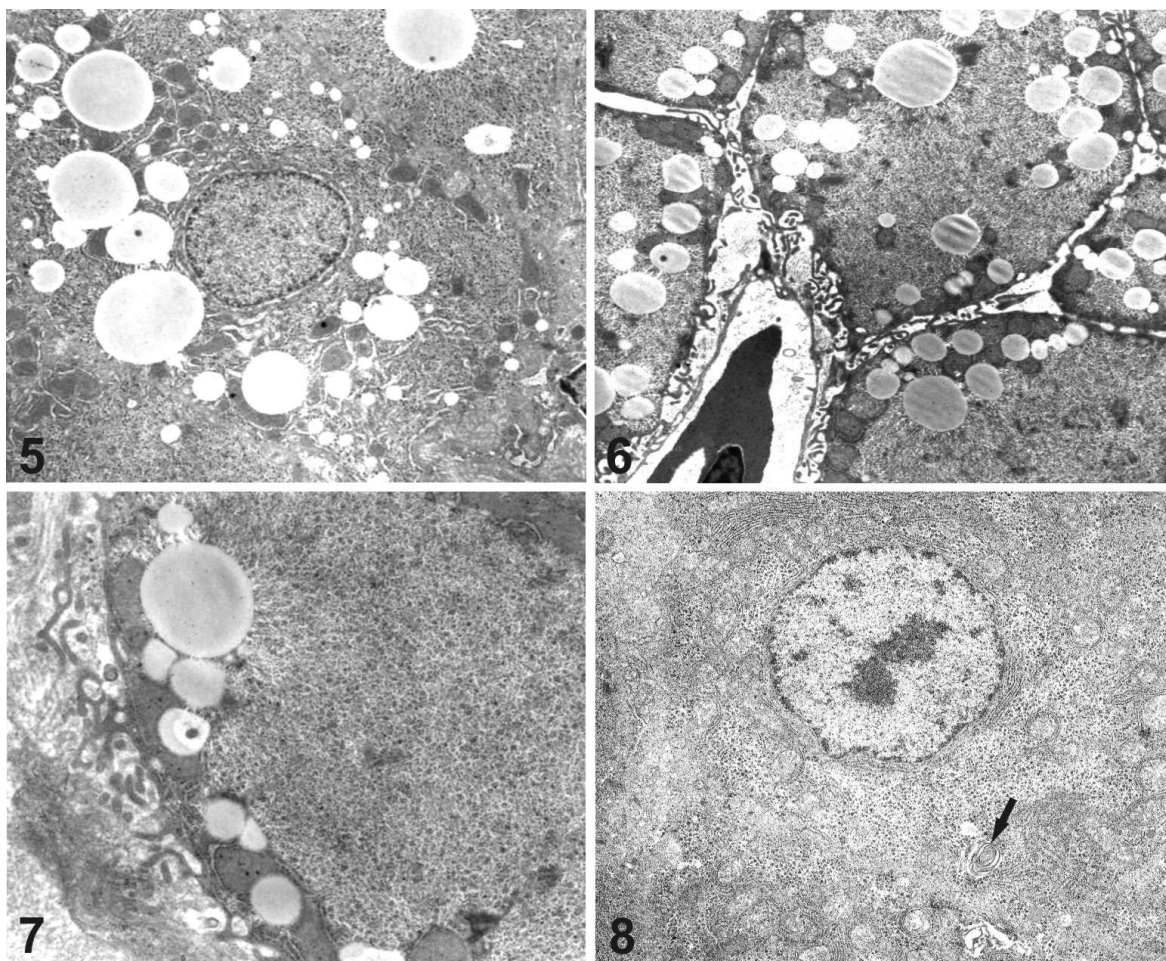
żywionych paszą wysokobiałkową. Na zróżnicowanie zawartości tłuszczu w wątrobie jako następstwo sposobu żywienia wskazują też inni autorzy (Steffens, Wirth 2007).

Ryc. 5. Fragmenty hepatocytów karpia z grupy 1 A – różnej wielkości krople lipidów. Pow. 5 000 X.

Ryc. 6. Fragmenty hepatocytów karpia z grupy 1 B – różnej wielkości krople lipidów w okolicy zatoki. Pow. 5 000 X.

Ryc. 7. Fragmenty hepatocytów karpia z grupy 2 A – różnej wielkości krople lipidów, bardzo liczne ziarna glikogenu w cytoplazmie. Pow. 7 500 X.

Ryc. 8. Fragment hepatocyta karpia z grupy 2 B – proliferacja mitochondrii, struktury mielinopodobne (strzałka). Pow. 7 500 X.



Inne zmiany występowały stosunkowo rzadko. Aczkolwiek dało się zauważyć większą podatność na odstępstwa od normy u karpia żywionych granulatem według systemu wysoko intensywnego w porównaniu z rybami żywionymi tradycyjnie. Odnotowano też większą skłonność do występowania zmian morfologicznych w wątrobotrzustce u ryb w grupach 1 B i 2 B w porównaniu z rybami w grupach 1 A i 2 A. Poziom glikogenu w badanym narządzie był znacząco większy u karpia żywionych granulatem w porównaniu do ryb pobierających pokarm naturalny.

Z uwagi na uzyskanie różnic morfologicznych obrazu wątrobotrzustki karpia żywionych różną dietą można stwierdzić, że badanie morfologiczne jest wskaźnikiem

odzwierciedlającym wpływ (aczkolwiek niewielki) stosowanych technologii żywienia na obraz strukturalny analizowanego narządu. Może być stosowane do takich ocen, podobnie jak w przypadku badania wpływu czynników środowiska na morfologię wątrobotrzustki ryb (Szarek i in. 2006, 2007). Daje też możliwość lekarzom weterynarii, poprzez analizę otrzymanych wyników, na wnioskowanie o stanie zdrowotności karpia żywionego paszą wysokobiałkową.

Wnioski

1. Badane technologie żywienia wywierały niewielki wpływ na obraz morfologiczny wątrobotrzustki karpia.
2. Obserwowane zmiany morfologiczne były nieco bardziej nasilone u ryb karmionych według systemu wysoko intensywnego i były nieco bardziej intensywne u ryb w wieku około 3 lat niż o rok młodszych.

Podziękowanie

Praca naukowa finansowana ze środków Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybołówstwo i przetwórstwo ryb” w latach 2007-2008 jako projekt innowacyjny.

Literatura

- HADJINIKOLOVA, L. (2004). The influence of nutritive lipid sources on the growth and chemical and fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). Arch. Polish Fisher. 12: 111-119.
- LEVIS, P.R., KNIGHT, D.R. (1977). Staining methods for sectioned material. North Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, Oxford.
- STEFFENS, W., WIRTH M. (2007). Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). Aquacult Int. 15: 313-319.
- SZAREK, J., SKIBNIEWSKA, K.A., GRZYBOWSKI, M., GUZIUR, J., SAWICKA-KAPUSTA, K., ZAKRZEWSKA, M., ANDRZEJEWSKA, A., ZMYSŁOWSKA, I., FELSMANN, M.Z. (2007). Pathomorphology as a tool in searching for sources of environmental pollution. In: KUNGOLOS A., ARAVOSSIS A., KARAGIANNIDIS A., SAMARAS P. (eds). *Proceedings of the International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics*. Skiathos, 24-28.06. Vol. 1, 7-12. ISBN 978-960-89090-8-3.
- SZAREK, J., SKIBNIEWSKA, K.A., GUZIUR J., WOJTACKA, J., GRZYBOWSKI, M., BABIŃSKA, I., ANDRZEJEWSKA, A., SAWICKA-KAPUSTA, K., ZMYSŁOWSKA, I., ZAKRZEWSKA, M., CHEŁSTOWSKA, D. (2006). Pathomorphological pattern of hepatopancreas in carp (*Cyprinus carpio* L.) originating from pond nearby pesticide tomb. In: Řehout V. (eds.). *Biotechnology 2006, Environmental biotechnology*, České Budějovice, Scientific Pedagogical Publishing, 899-901. ISBN: 80-85645-53-X.
- TACON, A. (1997). Feeding tomorrow's fish: keys for sustainability. Cah. Options Méditerran. 22: 11-34.
- WRÓBEL, S. (2003). Stawy – ich znaczenie w produkcji ryb i gospodarce wodnej. Przegląd Ryb. 68, 1: 22-26.

Adresa autora:

Prof. dr hab. Józef Szarek, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 13, 10-719 Olsztyn, Polska, e-mail: Szarek@uwm.edu.pl

STRUKTURA PLŮDKOVÉHO SPOLEČENSTVA RYB V PODÉLNÉM PROFILU ŘEKY LABE

Young of the year fish assemblage structure of the Czech Elbe river

J. ŠVANYGA, M. JANÁČ, P. JURAJDA

Summary: During the late summer in year 2007 a juvenile fish assemblage of the river Elbe was surveyed. Using electrofishing, 36 localities were sampled along a 177 km long segment between the village Verdek and the town Brandýs nad Labem. These localities consisted of nine backwaters, 14 channelized localities and 13 beach like localities with natural riverbeds. Altogether 4521 individuals of 0+ juvenile fishes were caught, belonging to 26 species.

The most species-rich fish populations were at the beach like localities and in the unaffected parts of the river. On the contrary, the least species-rich localities were those that were channelized, mostly in the region around Hradec Králové. These localities also showed the lowest, sometimes even zero abundance. 0+ juvenile fish populations with the highest abundance inhabited the beach like and the natural parts of the river. Generally, both the abundance and the diversity changed markedly along the studied stretch. In the natural and beach like stretches, there were mainly lithophilic and psammophilic fish species. The ostracophilic bitterling *Rhodeus amarus* dominated in the backwaters and at the regulated-channelized localities, where also lithophilic and phyto-lithophilic species were common. The phyto-lithophilic species were present in greater amounts in all three types of environment.

Evaluation of ecological groups confirmed the preference of beaches and natural areas by both of the rheophilic species types (A, B). On the contrary, the backwaters were preferred by the fish fry of limnophilic and eurytopic species. In the channelized parts of the river there was mostly the fish fry of limnophilic and eurytopic species.

Significant differences in species diversity and fish fry abundance were found among the three types of environment. At the natural localities and backwaters, usually six or seven species showed high frequencies. In the channelized parts, only the chub was present at the most localities.

Úvod

Řeka Labe je jednou z nejvýznamnějších řek střední Evropy. V České republice pak o to významnější. I přes to je z hlediska ryb poměrně málo prozkoumána. V minulosti na ní bylo provedeno několik ichtyologických studií (např. IKSE-MKOL 1996, FUKSA 2002), plůdkem se však detailněji zabývala jen práce MATĚNY a kol. (2000).

Labe bylo ve své minulosti poměrně dosti člověkem pozmeněno. Celkem 83% délky jeho české části bylo nějakým způsobem upraveno. Jednalo se o napřímení koryta a odstavení meandrů, zkrácení původní délky o 1/3, budování ochranných hrází a výstavbu celkem 93 příčných staveb. Díky provozování lodní dopravy je na části českého toku Labe zachována poměrně stálá výška vodní hladiny, která tak velkou měrou ovlivňuje i charakter prostředí obývaného právě např. rybím plůdkem. Na druhou stranu je labský ramenný systém s tokem částečně propojen a v hlavním korytě najdeme i přirozené úseky včetně štěrpkopískových pláží.

Cílem této studie bylo zmapovat 0+ juvenilní společenstva v podélném profilu řeky Labe a vyhodnotit jejich ekologické charakteristiky. Dále porovnat přirozenou reprodukci ryb ve třech různých typech prostředí (přirozené úseky s plážemi, slepá ramena a kanalizované části toku).

Materiál a metodika

Pro tento výzkum byl vybrán úsek Labe od obce Verdek nedaleko Dvora Králové nad Labem po Brandýs nad Labem. Celkem se jednalo o 177 km toku. V rámci studie bylo v zájmovém území prozkoumáno celkem 36 lokalit tak, aby byly rovnoměrně zastoupeny všechny hlavní typy prostředí. Lokality byly číslovány směrem po proudu. Přirozených úseků s plážemi bylo vzorkováno třináct, slepých ramen devět a míst s kanálovým charakterem čtrnáct.

Pro odlov plůdku bylo použito bateriového elektrického agregátu LENA (220-240 V, 1,5-2,0 A, 100 Hz). Elektrolov byl prováděn jednak ze břehu a tam, kde to charakter místa nedovolil, z lodě. Vždy se jednalo o kontinuální způsob lovu směrem proti proudu (SLAVÍK & JURAJDA 2001). Získaný vzorek byl přepočítán na 100 m břehové linie. Odlovy byly prováděny na konci července a v první polovině srpna 2007. Odlovený plůdek byl narkotizován roztokem hřebíčkového oleje a konzervován 4 % formaldehydem pro pozdější determinaci.

K vyhodnocení získaných terénních a laboratorních dat bylo použito ekologických charakteristik druhové pestrosti, druhové diverzity, abundance, dominance, frekvence, faunistické podobnosti a reprodukčních a ekologických skupin.

Výsledky a diskuse

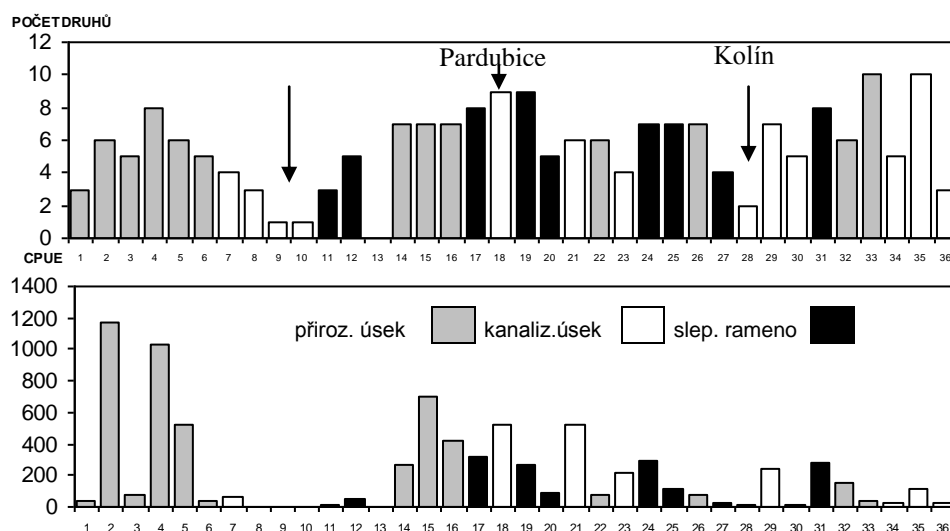
Druhová pestrost, diverzita a abundance

V rámci této studie byl odloven celkem 4521 ks 0+ juvenilních ryb náležejících do 26 druhů (Tabulka 1). Průměrná hodnota CPUE byla 149 ks/100 m břehové linie. Druhová pestrost se v podélném profilu výrazně měnila (Obrázek 1). Pláže a přirozené úseky poskytovaly pestřejší mozaiku různých mikrohabitatů než kanalizované části. Důsledkem toho zde byla plůdková společenstva v průměru druhově bohatší a vykazovala signifikantně vyšší diverzitu a abudanci než společenstva obývající napřímené koryto s unifikovanými břehy (ANOVA $df_{2,33}$; $p < 0,05$). Nejchudší společenstva co do počtu druhů, diverzity i abundance byla nalezena v kanalizovaných úsecích kolem Hradce Králové. Zde bylo na lokalitách 9 a 10 zaznamenáno pouze po jednom druhu a na lokalitě 13 plůdek nebyl zjištěn vůbec (Obrázek 1).

Kolem Hradce Králové tak vzniká jakési „hluché místo“. MATĚNA a kol. (2000), kteří ve své práci zkoumali plůdková společenstva na deseti lokalitách v celém podélném profilu českého Labe, naopak dokumentují největší pokles diverzity plůdku mezi obcemi Valy a Čelákovice. Výsledky naší studie ukazují úsek u Čelákovic (lok. 35) jako jeden ze dvou druhově nejbohatších. Na této lokalitě byl zjištěn plůdek 10 druhů ryb a také relativně vysoký index diverzity H' . Abundance zjištěného plůdku ale byla velmi nízká.

Možné vysvětlení takového rozdílu v druhové pestrosti a diverzitě mezi kanalizovanými lokalitami kolem H. Králové a touto lokalitou by mohlo spočívat v charakteru mezohabitatu. U Čelákovic je relativně stálá výška vodní hladiny, minimální rychlost proudu a přítomnost makrofyt (důsledek lodní dopravy). U Hradce Králové je koryto napřímené, břehy zpevněny kamenným záhozem a chybí padlé dřevo, vodní vegetace a jiné vhodné úkryty, které mají podle DE NIE (1987) na přítomnost plůdku pozitivní vliv. Svým druhovým složením se od ostatních lišila také dvě labská ramena. Jednalo se o slepá ramena u Hradce Králové (lokality 11 a 12). Na rozdíl od ostatních se v nich vyskytoval plůdek cejna velkého a naopak se vůbec nevyskytoval plůdek hořavky duhové. V ramenu s číslem 12 byla ještě navíc nalezena, jako na jediné lokalitě, poměrně početná slunečnice pestrá. Důvodem nepřítomnosti hořavky duhové, jakožto druhu svou reprodukci vázaného na výskyt škeble a velevruba, mohla být právě malá nebo vůbec žádná populace těchto mlžů.

Obrázek 1. Počet druhů a abundance (ks/100m) v podélném profilu sledovaného úseku od Verdeku (1) po Brandýs nad Labem (36).



Dominance a frekvence

V celkovém vzorku jasně dominovala hořavka duhová s více než s 1164 ks (25 %). Spolu s dalšími čtyřmi nejpočetnějšími druhy (jelec tloušť, ouklej obecná, hrouzek obecný a plotice obecná) tvořili více jak 80 % všech 0+ juvenilních ryb, zatímco u 14 druhů byl podíl na celkovém vzorku pod 1 % hranicí (Tabulka 1).

Z výsledků hodnocení frekvence výskytu jednotlivých druhů vyplývá, že nejčastěji loveným druhem byl jelec tloušť (29 lokalit). Mezi často se vyskytující druhy patřily také plotice obecná, hrouzek obecný, ouklej obecná a hořavka duhová.

Reprodukční a ekologické skupiny

Podle WOLTERA (1997) je v kanalizovaných úsecích s lodní dopravou plůdek tvořen hlavně fyto-litofilními druhy. V řece Labi lze tento fakt potvrdit. Jednoznačně

nejvíce však kanalizované koryto obýval jediný ostrakofilní druh, hořavka duhová. Tento druh se hojně vyskytoval spolu s druhy fyto-litofilními také v labských ramenech. Na plážích se podle očekávání nejvíce vyskytovaly druhy litofilní jako jelec tloušť, parma obecná a ostroretka stěhovavá a druhy psammofilní, které, kromě jednoho kusu mřenky mramorované, zastupoval pouze hrouzek obecný. Fytofilní druhy byly podle očekávání zastoupeny jen minimálně. Jejich výskyt se soustředil hlavně do ramen, ale také do dolních regulovaných úseků. Zde byl potvrzen plůdek cejnka malého, perlína ostrobřichého a sumce velkého.

Rozdělení plůdku do ekologických skupin ukázalo poměrně vysoký podíl limnofilních druhů v kanalizovaných úsecích (1/2 všech nalovených ryb v tomto typu prostředí). Důvodem byl opět zejména vysoký počet hořavky duhové.

Tabulka 1. Seznam druhů 0+ juvenilních ryb zjištěných ve sledovaném úseku Labe v r. 2007 s uvedením jejich početnosti, dominance (D, v %) a frekvence (f, v %) výskytu v jednotlivých typech prostředí (P = přirozený úsek s pláží, R = slepá ramena a K = kanalizovaný úsek).

kód	vědecký název	český název	ks	D(%)			f(%)		
				P	R	K	P	R	K
AA	<i>Alburnus alburnus</i>	ouklej obecná	682	2	32	19	25	78	47
AB	<i>Abramis brama</i>	cejn velký	9		1	<1		22	7
AU	<i>Aspius aspius</i>	bolen dravý	9	<1	<1	<1	25	22	20
BB	<i>Barbus barbus</i>	parma obecná	127	6		<1	50		7
BJ	<i>Abramis bjoerkna</i>	cejnek malý	96	1	2	4	8	67	27
CA	<i>Carassius gibelio</i>	karas stříbřitý	4		<1	<1		11	13
CG	<i>Cottus gobio</i>	vranka obecná	1	<1			8		
CN	<i>Chondrostoma nasus</i>	ostroretka stěhovavá	89	4		<1	50		20
EL	<i>Esox lucius</i>	štika obecná	1	<1			8		
GA	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	koljuška tříostná	1			<1			7
GG	<i>Gobio gobio</i>	hrouzek obecný	644	27	6	3	75	56	27
IN	<i>Ictalurus nebulosus</i>	sumeček americký	22		<1	2		11	13
LC	<i>Leuciscus cephalus</i>	jelec tloušť	825	31	2	14	92	67	80
LG	<i>Lepomis gibbosus</i>	slunečnice pestrá	24		2			11	
LI	<i>Leuciscus idus</i>	jelec jesen	16	1		<1	17		7
LL	<i>Leuciscus leuciscus</i>	jelec proudník	193	10		<1	75		13
NB	<i>Barbatula barbatula</i>	mřenka mramorovaná	1	<1			8		
PF	<i>Perca fluviatilis</i>	okoun říční	14		<1	1		33	13
PP	<i>Phoxinus phoxinus</i>	střevle potoční	170	9		<1	42		7
PR	<i>Pseudorasbora parva</i>	střevlička východní	6	<1	<1	<1	8	22	7
RR	<i>Rutilus rutilus</i>	plotice obecná	281	6	5	7	83	67	33
RS	<i>Rhodeus amarus</i>	hořavka duhová	1164	1	41	47	25	78	40
SE	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	perlín ostrobřichý	76	<1	4	2	8	56	33
SG	<i>Silurus glanis</i>	sumec obecný	2			<1			13
ST	<i>Salmo trutta m. fario</i>	pstruh obecný f. potoční	2	<1			8		
VV	<i>Vimba vimba</i>	podoustev říční	62	<1	4	1	17	22	13

Neparametrická verze analýzy rozptylu (Kruskal – Wallis ANOVA, $n = 36$; $p < 0,05$) s následným post hoc testem (multiple comparisons of mean ranks) ukázala

signifikantní rozdíly v abundancích mezi jednotlivými habitaty u 5 druhů 0+ juvenilních ryb. Pláže a koryto s přirozeným charakterem před kanalizovanými úseky upřednostňovali hrouzek obecný, plotice obecná a jelec tloušť. Jelec proudník toto prostředí preferoval vůči kanalizovaným úsekům i slepým ramenům. Pouze hořavka duhová významně více obývala slepá ramena než pláže a přirozené úseky. Tři odlišné typy prostředí z hlediska preference jednotlivých reprodukčních a ekologických skupin ukazuje Tabulka 2.

Tabulka 2. Reprodukční a ekologické skupiny ryb ve třech různých typech prostředí. Číselné hodnoty udávají dominanci jednotlivých skupin v %.

reprodukční skupiny	P	R	K
fytofilní	1	6	6
fyto-litofilní	19	39	27
litofilní	51	8	16
ostrakofilní	1	41	47
psamofilní	27	6	3
speleofilní	<1	<1	2
ariadofilní			<1

ekologické skupiny	P	R	K
reofilní-A	61	5	16
reofilní-B	28	6	3
limnofilní	2	45	50
eurypní	9	43	31

Podobnosti jednotlivých typů prostředí

Vyhodnocení faunistické podobnosti jednotlivých lokalit podle Jaccardova indexu podobnosti ukázalo, že jsou si kanalizované úseky se slepými rameny mnohem více podobné, než s úseky přirozenými. Podobnost slepých ramen a kanalizovaných částí v zastoupení reprodukčních a ekologických skupin by mohla být dána vysokou početností dominantní hořavky duhové v obou typech prostředí a také přítomností fytofilních druhů ve slepých ramenech i v dolních úsecích hlavního toku. Vysoká abundance ostrakofilní hořavky duhové v prostředí kanalizovaných úseků může být způsobena výskytem mlžů rodu *Anodonta* a *Unio* a skutečností, že v dolních úsecích, kde se nachází lodní zdymadla, je jen minimální proud, v korytě jsou přítomny vodní rostliny a hladina má relativně stálou výšku.

Závěr

V rámci této studie byla v roce 2007 zmapována plůdková společenstva ryb vybraného úseku řeky Labe včetně některých jeho slepých ramen. Na základě různých ekologických charakteristik bylo zjištěno, že se společenstva 0+ juvenilních ryb v podélném profilu ve své druhové skladbě i abundanci výrazně měnila a jejich struktura byla závislá na charakteru mezohabitatu. Ichtyologický průzkum 36 lokalit ukázal důležitost přirozených úseků s plážemi a ramenného systému pro kvalitativní složení plůdkového společenstva. Statistické hodnocení ukázalo významné rozdíly ve složení juvenilních společenstev pláží a kanalizovaných úseků. Rozdílnost plůdkových společenstev slepých ramen a úseků s kanálovým charakterem už nebyla tak velká.

Poděkování

Autoři tímto děkují všem členům Oddělení ekologie ryb na Ústavu biologie obratlovců AV ČR v Brně, bez kterých by se terénní výzkum jen stěží obešel. Zvláštní poděkování pak patří V. Šimůnkovi, představiteli Středočeského územního svazu ČRS a V. Horákovi a M. Bialkovi, představitelům Východočeského územního svazu ČRS, díky jejichž ochotě se studie mohla realizovat. Finančně byla studie podpořena Centrem základního výzkumu MŠMT LC522.

Literatura

- DE NIE H. W. (1987): The decrease in aquatic vegetation in Europe and its consequences for fish populations. *EIFAC Occasional paper* No.19. 52p.
- FUKSA, J. (2002): Biomonitoring českého Labe – výsledky z let 1993-1996-1999. *Výzkum pro praxi, sešit 46, VÚV TGM Praha*, 103 s. ISBN 80-85900-44-0.
- IKSE-MKOL (1996): Ryby v Labi. *Mezinárodní komise pro ochranu Labe. Magdeburg*, 44 s.
- MATĚNA J., SLAVÍK O. & KUBEČKA J. (2000): Biodiverzita plůdkových společenstev v údolních nádržích a řekách. *Biodiverzita ichtyofauny ČR (III)*: 107-111.
- SLAVÍK, O., JURAJDA P. (2001): Metodický návod pro sledování společenstev juvenilních ryb. *Výzkum pro praxi, sešit 44, VÚV TGM Praha*, 40 s. ISBN 80-85900-40-8.
- WOLTER C. (1997): Characterization of the typical fish community of inland waterways of the Northeastern lowlands in the Germany. *Regulated Rivers* 13: 335-343.

Adresy autorů:

Bc. Jan Švanyga, Mgr. Michal Janáč, Ing. Pavel Jurajda, Dr.

Ústav biologie obratlovců AV ČR v Brně, Květná 8, 603 65 Brno, dudak5@centrum.cz,
janac@ivb.cz, jurajda@brno.cas.cz

VRANKA PRUHOPLOUTVÁ: DOMINANTNÍ DRUH ŘEKY FRYŠÁVKY

Alpine bullhead: Dominant species of the Fryšávka River

T. VÍTEK, P. SPURNÝ

Summary: Alpine bullhead (*Cottus poecilopus*) is an original fish species of the Czech Republic in Odra and Morava Rivers drainage. It inhabits upper spring areas up the bullhead (*Cottus gobio*) zone. Both species can occur together. There exists a feeding competition and crossbreeding is possible. Only the bullhead was originally presented in Bohemian-Moravian highlands area. The alpine bullhead was noticed there for the first time by Lusk in 1972. In 1991 this species was dominant from the mouth into the Svratka River up to the spring part of the Fryšávka River and the Medlovka River confluence. Our research realized in October 2007 and June 2008 in the five sampling sites approved its high occurrence (abundance up to 3 260 fish.ha⁻¹, biomass up to 37.57 kg.ha⁻¹) within Fryšávka and Medlovka Rivers profile. It was present together with the brown trout (*Salmo trutta m. fario*) in all localities, whereas bullhead absented. In the dominance point of view it was allways eudominant (by abundance 34.7-68.0% and by weight 12.2-53.2%). It is obvious, that alpine bullhead finds optimal conditions in the Fryšávka River, it built up a very stable population there and totally substituted the original bullhead.

Úvod

Vranka pruhoploutvá (*Cottus poecilopus*) je významným zástupcem čeledi Cottidae v Evropě a Asii, kde je rozšířena od Skandinávie až po sibiřskou řeku Kolymu (Baruš a Oliva, 1995). V rámci České republiky je tento druh řazen k původní ichtyofauně povodí řek Odry (Oliva, 1949, Dyk, 1952, Balon, 1952) a Moravy (Lusk, 1973). Obvykle obývá horské potoky a říčky s kamenitým dnem geograficky situované nad pásmem vranky obecné. Je však možný výskyt obou druhů vranek společně (Dyk, 1950, Holčík et al., 1965), jež mohou dokonce vytvářet křížence (Čihař, 1969). V oblasti Českomoravské vrchoviny byla vranka pruhoploutvá zachycena pouze v řece Fryšávce, poprvé v roce 1972 Luskem (1993). Podle údajů stejného autora byl tento druh v roce 1991 hojně rozšířen v úseku od ústí do řeky Svratky až po soutok pramenné části s potokem Medlovka. Cílem provedené studie byl monitoring současného výskytu vranky pruhoploutvé a charakteristika její populace v uvedeném toku.

Materiál a metodika

Řeka Fryšávka je pravostranným přítokem Svratky pramenícím v nadm. výšce 760 m. Průměrný průtok v ústí činí 0,68 m³.s⁻¹ a délka 22,6 km (Vaníček, 1995). Byla zařazena do projektu Světové strategie ochrany IUCN (světový svaz ochrany přírody) jako regionální přírodní centrum (ERC). Z geomorfologického hlediska protéká Žďárskými vrchy, konkrétně okrskem Devítiskalská vrchovina tvořeným hlavně rulami, migmatity a pruhy amfibolitů Žďárského krystalinika a okrskem Pohledeckoskalská vrchovina, který

tvoří převážně ruly, svory a migmatity poličského a svrateckého krystalinika (Demek et Mackovčín, 2006). Pedologické charakteristiky okolí toku obsahuje práce Tomana (2000).

Ichtyologický průzkum proběhl ve dvou termínech (24.-25.10. 2007 a 12.-13.6. 2008) na pěti lokalitách v celém profilu toku a přítoku Medlovka (Tab. 1). Blíže charakteristika lokalit je uvedena v příspěvku Sukopa et al. ve stejném sborníku. Odlovy ryb jsme prováděli pomocí elektrického agregátu Honda Ex 1500, a to dvojitým průchodem. Odlovené ryby byly soustředovány ve vaku z netkané textilie. Po ukončení odlovu byli všichni jedinci druhově determinováni, poté byla zjišťována jejich celková délka těla (TL), délka těla (SL) a hmotnost (w). Po manipulaci byly ryby šetrně vráceny zpět do toku. V termínu odlovů byly rovněž stanoveny základní fyzikálně-chemické parametry vody (teplota, pH, nasycení O₂ a konduktivita) pomocí přenosných přístrojů Hanna HI 9025 C, HI 9145 a CONMET 1. Ze získaných dat byly vyhodnoceny standardní ichtyologické ukazatele jako abundance (A), biomasa (B), početnostní dominance (D_A), hmotnostní dominance (D_w) a Fultonův koeficient kondice (K_F, vypočten dle Prokeše et al., 1997). Hodnoty K_F byly statisticky vyhodnoceny využitím softwaru Unistat 5.1 (ANOVA, Scheffeho test).

Tab. 1: Charakteristika sledovaných lokalit řeky Fryšávky

lokality	WGS začátek	WGS konec	Průměrná šířka koryta (m)	Průměrná hloubka toku (m)	Průměrná rychlost proudu (m.s ⁻¹)	Délka proloveného úseku (m)
Fry 1 (Jimramov)	N49 37.906 E16 04.372	N49 37.887 E16 04.334	9,30	0,145	0,408	127
Fry 2 (Smrčiny)	N49 37.566 E16 06.562	N49 37.579 E16 06.497	7,00	0,145	0,524	109
Fry 3 (Kuklík)	N49 38.133 E16 08.582	N49 38.172 E16 08.484	3,00	0,239	0,304	142
Fry 4 (Fryšava)	N49 37.938 E16 12.375	N49 37.901 E16 12.316	2,70	0,209	0,179	99
Fry 5 (Medlovka)	N49 37.790 E16 04.435	N49 37.759 E16 04.448	2,50	0,174	0,220	65

Lokalizace provedena přístrojem IQue 3600

Výsledky

Ichtyologické průzkumy řeky Fryšávky v letech 2007 a 2008 prokázaly výskyt 5 druhů ryb (*Salmo trutta m. fario*, *Thymallus thymallus*, *Lota lota*, *Cottus poecilopus*, *Gymnocephalus cernuus*). Nasycení vody kyslíkem v době odlovů nekleslo pod 99% (při teplotě vody 5°C v roce 2007 a 10-13°C v roce 2008), pH se pohybovalo v intervalu 6,72-7,06 a vodivost činila 10,4-11,8 mS.m⁻¹. Populace *C. poecilopus* dosáhla abundance 399-3260 ks.ha⁻¹ v roce 2007 a 1231-1573 ks.ha⁻¹ v roce 2008 a biomasy 4,08-35,08 kg.ha⁻¹, resp. 8,78-29,38 kg.ha⁻¹ v závislosti na lokalitě. Z hlediska dominance se jednalo vždy o druh eudominantní (dle Lososa et al., 1985), a to jak početnostně, tak hmotnostně (Tab. 2). V hodnotách Fultonova koeficientu nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly

($P < 0,05$) mezi jednotlivými lokalitami, s výjimkou lokality Fry 3 v červnu 2008, kde byla hodnota statisticky průkazně vyšší ve srovnání s lokalitou Fry 1 ve stejném termínu. V rozdílných termínech odlovu se hodnoty K_F průkazně lišily, s výjimkou lokality Fry 4, jež byla v říjnu 2007 shodná s lokalitami Fry 1 a Fry 5 v červnu 2008.

Tab. 2: Ichtyologické ukazatele populace *C. poecilopus* v řece Fryšávce v letech 2007 a 2008

lokalita	A (ks.ha ⁻¹)	B (kg.ha ⁻¹)	D _A (%)	D _w (%)	n	K _F
Říjen 2007						
Fry 1	399	4,08	46,3	27,1	27	1,64 ^a ± 0,16
Fry 2	1236	14,15	39,9	12,2	30	1,67 ^a ± 0,13
Fry 3	1526	20,03	45,8	21,7	30	1,71 ^a ± 0,19
Fry 4	3260	37,57	34,7	25,1	30	1,76 ^{ab} ± 0,21
Fry 5	3165	35,08	68,0	53,2	30	1,57 ^a ± 0,21
Červen 2008						
Fry 1	1312	8,78	79,9	39,1	50	2,00 ^{bc} ± 0,33
Fry 2	1573	16,42	60,3	21,1	48	2,11 ^{cd} ± 0,20
Fry 3	1526	14,38	54,3	14,4	26	2,35 ^d ± 0,51
Fry 4	1397	29,38	39,3	33,2	28	2,11 ^{cd} ± 0,22
Fry 5	1231	12,23	56,3	30,7	15	2,10 ^{bcd} ± 0,29

Pro K_F rozdílná písmena v indexu značí statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$)

Individuální délkohmotnostní ukazatele odlovených jedinců *C. poecilopus* jsou obsaženy v grafech 1 a 2. V roce 2007 byli odloveni jedinci celkové délky 86-129 mm, délky těla 71-114 mm a hmotnosti 5-25 g, ryby ulovené roce 2008 dosáhly celkové délky v rozpětí 56-140 mm, délky těla v intervalu 46-121 mm a hmotnosti 2-34 g.

Diskuse

Provedeným sledováním jsme sice prokázali v řece Fryšávce výskyt pěti druhů ryb, pouze *S. trutta* m. *fario* a *C. poecilopus* se však vyskytovali opakovaně na všech lokalitách ve významných počtech (abundance 312-6143 a 399-3260 ks.ha⁻¹). Oproti odlovům provedeným Klasem (1983) chybí *Cottus gobio* a *Leuciscus cephalus*. Výskyt *C. gobio* popisují rovněž Adámek a Hochman (1990). Tito autoři zachytili navíc výskyt *Anguilla anguilla*, uvádějí však jako výrazně dominantní druh *S. trutta* m. *fario*, kdy ostatní druhy se podílejí na složení ichtyocéózy málo významně (zachyceny pouze na jedné až dvou lokalitách z celkového počtu čtyř). Lusk (1993) udává příležitostný výskyt *Phoxinus phoxinus* v horních partiích toku, ale pouze do roku 1973. Autor při svých odlovech v roce 1991 nezachytil *C. gobio*, *C. poecilopus* se vyskytovala hojně a tvořila významnou součást ichtyocenózy v dolním a středním toku po soutok pramenné části Fryšávky s potokem Medlovka. Srovnání jejího výskytu v dolní části toku v letech 1972-2008 (Tab. 3) dokumentuje po počátečním postupném nárůstu v současnosti pokles početnosti i biomasy (z 3850 ks.ha⁻¹ a 37,1 kg.ha⁻¹ v roce 1991 na 1312 ks.ha⁻¹ a 8,8 kg.ha⁻¹ v roce 2008), avšak *C. poecilopus* představuje stále významnějšího zástupce rybiho společenstva (v roce 2008 D_A a D_w 79,9 a 39,1% oproti 67,7 a 19,4% v roce 1991). Naše odlovy prokázaly její silné

zastoupení i v horních partiích toku a v Medlovce (1231-3260 ks.ha⁻¹ a 12,23-37,57 kg.ha⁻¹, Tab. 2). Fyzikálně chemické parametry vody v celém profilu Fryšávky splňují vysoké nároky tohoto druhu zejména na obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě (dle Zelinky, 1951 alespoň 8 mg.l⁻¹). Rozdíly v potravní nabídce v různých úsecích budou zřejmě minimální, ryby byly na všech lokalitách ve stejné kondici, jež je však průkazně lepší (P<0,05) v letním období, než na podzim (Tab. 2). Tuto skutečnost rovněž dokumentují grafy 1 a 2, kde při stejné celkové délce i délce těla dosáhli jedinci *C. poecilopus* vyšší hmotnosti v červnu 2008, než v říjnu 2007.

Otázkou zůstává, jakým způsobem se *C. poecilopus* do toku Fryšávky dostala. Přirozená migrace z původně osídlených lokalit není možná z důvodu prostorové izolovanosti dané lokality. Geograficky nejbližším tokem, kde byl prokázán její výskyt, je řeka Malá Haná (Lusk, 1973), odkud by druh musel migrovat poproudově do dolního toku Moravy a následně protiproudově Dyjí a Svratkou, což se zdá být nemožné. Lusk (1993) uvádí teorii náhodného importu s násadou *S. trutta* m. *fario*, což je v rozporu s ústním sdělením hospodáře MO MRS Nové město na Moravě p. Žváčkem, že k žádnému dovozu násad nedošlo a vysazovány jsou pouze ryby odchované na základě umělého výtěru generačních ryb pocházejících z daného toku. Tato skutečnost však zatím nebyla prokázána genetickým výzkumem. Existuje však možnost zavlečení spolu s násadou *Oncorhynchus mykiss* do výše ležících rybníků Medlova a Sykovce, kde se *O. mykiss* v minulosti odchovával (Sukop, 2007).

Tab. 3: Výskyt *C. poecilopus* v dolním toku řeky Fryšávky v letech 1972-2008

	1972 (Lusk, 1993)	1980 (Lusk, 1993)	1991 (Lusk, 1993)	2008
A (ks.ha ⁻¹)	1 848	3 250	3 850	1 312
B (kg.ha ⁻¹)	19,5	34,1	37,1	8,8
D _A (%)	57,9	64,2	67,7	79,9
D _w (%)	14,0	16,7	19,4	39,1

Závěr

Vranka pruhoploutvá byla v letech 2007 a 2008 opakovaně zachycena v celém profilu toku Fryšávky i v přítoku Medlovce, a to ve vysokém počtu. V daných podmínkách prostředí vytvořila stabilní populaci, jež zcela nahradila původní vranku obecnou.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

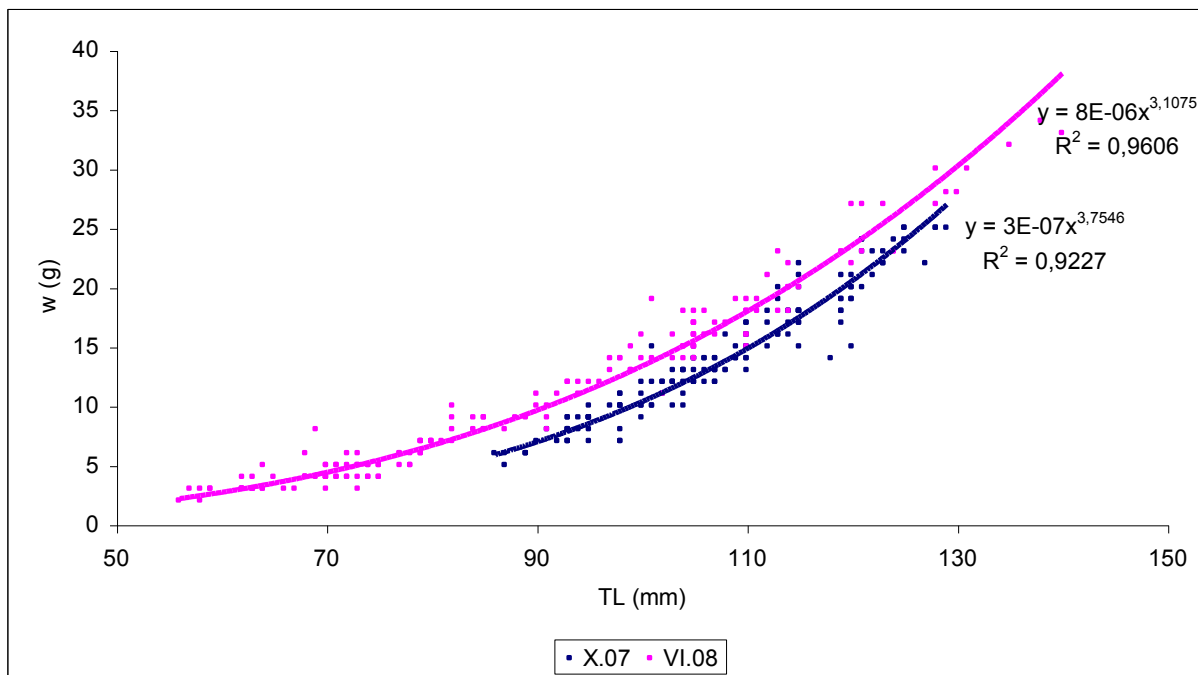
Literatura

- ADÁMEK, Z., HOCHMAN, L. (1990): Zoobentos a ichtyofauna toku Fryšávky. In *Ochrana a ekologický rozvoj kulturních krajín*. Sborník příspěvků mezinárodního symposia IUCN. Svratka, s. 1-4
- BALON, E. (1952): Ryby řeky Olzy. *Přír. sb. Ostrav. kraje* 13(3-4), s. 518-546
- BARUŠ, V., OLIVA, O. (1995): *Mihulovci a ryby (2)*. Academia Praha, 698 s.
- ČIHAŘ, J. (1969): Taxonomical and ecological notes on *Cottus gobio* Linnaeus, 1758 and *Cottus poecilopus* Heckel, 1936 (Osteichthyes, Cottidae). *Věst. Čs. Společ. Zool.* 32(2), s. 102-110
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., eds. (2006): *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny*. AOPK ČR, Brno, 582 s. ISBN 80-86064-99-9
- DYK, V. (1950): Moravice má dva druhy vranek. *Přír. sb. Ostrav. kraje* 11, s. 373-377
- DYK, V. (1952): Současný výskyt ryb v řece Moravici. *Přír. sb. Ostrav. kraje* 13(3-4), s. 1-24
- HOLČÍK, J., MIŠÍK, V., BASTL, I., KIRKA, A. (1965): Ichthyologický výzkum Karpatského oblúka. 3. Ichtyofauna povodia Oravskej priehrady a jej prítokov. *Ac. Rer. Natur. Mus. Nat. Slov.* 11(1), s. 93-139
- KLAS, M. (1983): *Vliv zemědělské výroby na kvalitu vody a biocenózy veškerých pstruhových toků v oblasti Českomoravské vysočiny*. Brno, kandidátská disertační práce VŠZ, 272 s.
- LOSOS, B., GULIČKA, J., LELLÁK, J., PELIKÁN, J. (1985): *Ekologie živočichů*. SPN Praha, 316 s.
- LUSK, S. (1973): Ichthyofauna of the Malá Haná stream on relation to the water reservoir at Opatovice. *Zool. listy* 22, s. 253-263
- LUSK, S. (1993): Fish communities and their management in the Fryšávka stream. *Folia zoologica* 42(2), s. 183-192
- OLIVA, O. (1949): K rozšíření vranky karpatské (*Cottus poecilopus* Heckel 1848) na Moravě. *Akv. Listy* 21. Praha, s. 62-64
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M. (1997): Growth of 0+ juveniles Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) in experimental basin conditions (Czech Republic). *Folia zoologica* 46(4), s. 337-351
- SUKOP, I. (2007): Zooplankton a zoobentos rybníků Žďárského regionu. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun.* 22(5), s. 171-179
- TOMAN, F. (2000): Stupeň ohrožení půd vodní erozí v povodí Fryšávky z hlediska trvalé udržitelnosti zemědělství. In *Žďárské vrchy v čase a prostoru*. Sborník konferenčních příspěvků, Skalský Dvůr 19.-20. října 2000, s. 174-175
- VANÍČEK, V. (1995): Československá subnárodní strategie ochrany. Strategie Fryšávky-FS. *Fryšávka 1985-1995-program IUCN*. Nadace prameny Vysočiny, Žďár nad Sázavou
- ZELINKA, M. (1951): K zeměpisnému rozšíření vranek na Moravě. *Akv. listy* 23(3). Praha, s. 30-32

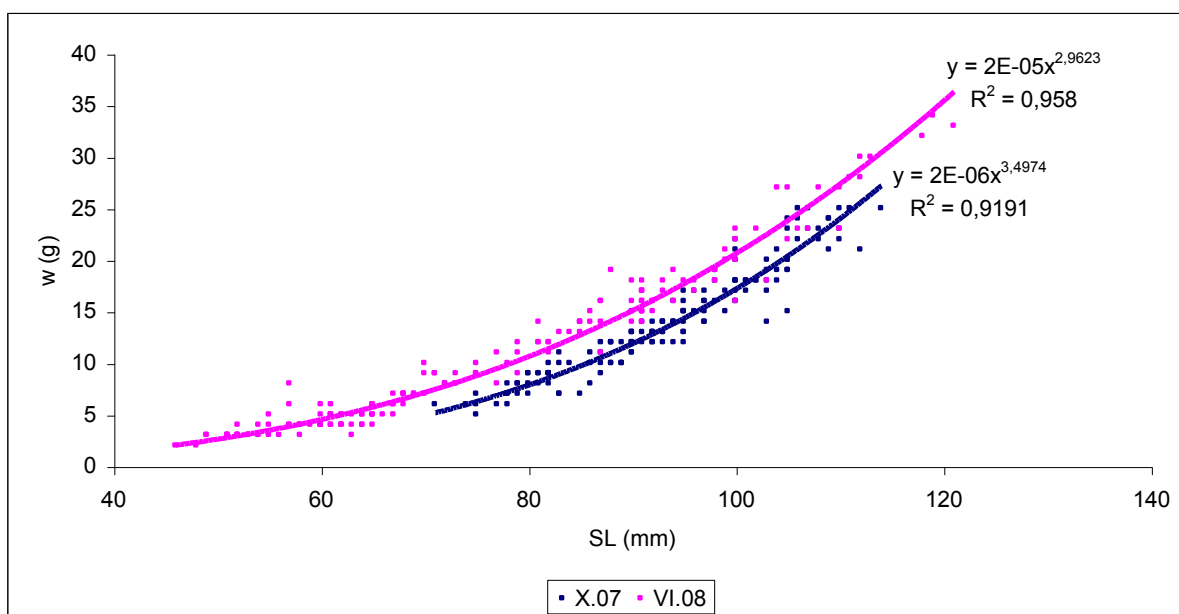
Adresa autorů:

Ing. Tomáš Vitek, Ph. D., Prof. Ing. Petr Spurný, CSc., Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství MZLU v Brně, Zemědělská 1, CZ-613 00 Brno, E-mail: gabon@centrum.cz, fishery@mendelu.cz

Graf 1: Závislost celkové délky těla (TL) a individuální hmotnosti (w) jedinců *C. poecilopus* odlovených v řece Fryšávce v letech 2007 a 2008



Graf 2: Závislost délky těla (SL) a individuální hmotnosti (w) jedinců *C. poecilopus* odlovených v řece Fryšávce v letech 2007 a 2008



WPLYW ŻYWIENIA PSTRĄGA TĘCZOWEGO (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM, 1792) PASZAMI Z DODATKIEM RÓŻNEJ ILOŚCI OLEJU LNIANEGO NA WYNIKI CHOWU I WARTOŚĆ DIETETYCZNA MIĘSA

*Effects of feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) feeds supplemented with different amounts of linseed oil on results of culture and dietary value of the fish meat*

M. Wielopolska, K. Drabik, J. Sadowski, M. Bartłomiejczyk

Summary: Rainbow trout at mean individual weight 111 (± 5) g were reared at stocking density of 125 ind. per cage (2 m³) in cooling water channel of power station "Dolna Odra". The fish were divided into 5 groups, each fed a feed differing from others by the amount of linseed oil (+4, +8, +12, and +16%) added to the basic feed. The control fish were fed the basic feed consisting of a commercial fish oil-free feed ALLER 45/15 that contained about 50.0% crude protein and 6.9% crude fat.

The culture efficiency indices allow to conclude that linseed oil supplementation of the fish feed significantly affected the outcome of the culture although, most probably due to the relatively low water temperature, differences between individual treatments were not large. The highest and not significantly different values of: growth rate (SGR), net apparent protein utilisation (aNPU), energy retained (RE), and feed efficiency rate (PER) as well as the most advantageous feed conversion rate were obtained in the treatments involving 12 and 16% additions of linseed oil to the basic feed. There was a significant relationship between the fatty acid contents in the feed and in fish muscles. The relationship demonstrates a potential for controlling fatty acid content in the fish body by feeding the fish feeds with appropriately balanced lipid components. Increasing the feed supplementation with α -linolenic acid (LNA, n-3) rich linseed oil resulted in a significant increase in the acid's concentration in fish muscles. At the same time, there was no simultaneous increase in the concentration of long-chain polyunsaturated acids EPA and DHA, regarded as essential in human diet and preventing coronary diseases. This may mean that no α -linolenic acid elongation occurs in the rainbow trout body.

Wstęp

Główne źródło lipidów w paszach dla ryb stanowi, dobrze przyswajalny i bogaty w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3, olej rybny. Zwiększenie zawartości tego komponentu w karmie, jak i ilości hodowanych ryb może doprowadzić w najbliższym czasie do deficytu oleju rybnego i znacznego wzrostu jego ceny (Izquierdo i in. 2003), stąd też podejmowane są badania mające na celu sprawdzenie możliwości zastosowania w żywieniu ryb alternatywnych źródeł lipidów, takich jak np. oleje roślinne (Caballero i in. 2002). Z punktu widzenia żywienia człowieka istotne jest określenie możliwości modyfikowania profilu kwasów tłuszczowych mięśni ryb poprzez stosowanie odpowiednio skomponowanej paszy, co umożliwi uzyskanie pokarmu bogatego w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) ważne m. in. w profilaktyce miażdżycy naczyń

wieńcowych (Steffens 1997). Uzyskane we wcześniejszych eksperymentach obiecujące rezultaty żywienia ryb paszami z dodatkiem, bogatego w kwas α -linolenowy (LNA, n-3), oleju lnianego zachęciły autorów niniejszej pracy do podjęcia dalszych badań nad możliwością zastosowania tego komponentu w paszach dla pstrągów tęczowych oraz ustalenia wpływu jego ilości na wyniki chowu i skład chemiczny ciała ryb, a w szczególności na profil kwasów tłuszczowych tkanki mięśniowej.

Material i metody

Badania żywieniowe przeprowadzono w okresie 65 dni (15.10 – 17.12.2004 r.) w Rybackiej Stacji Doświadczalnej (RSD) Zakładu Akwakultury Akademii Rolniczej w Szczecinie, usytuowanej przy elektrowni “Dolna Odra” w Nowym Czarnowie. Materiał doświadczalny stanowił narybek pstrąga tęczowego o średniej masie jednostkowej 111 g (± 5 g), który w okresie doświadczenia hodowano w sadzach o objętości użytkowej 2 m³ wody w obsadzie 125 szt·sadz⁻¹.

Doświadczenie obejmowało 5 wariantów, z których każdy był w trzech powtórzeniach. Ryby żywiono pięcioma paszami różniącymi się procentem dodanego do paszy bazowej oleju lnianego. W wariantach **A** nie dodawano oleju, w **B** dodatek wynosił 4%, **C** – 8%, **D** – 12%, a w **E** - 16%. Paszę bazową stanowiła pasza przemysłowa ALLER 45/15 wyprodukowana bez dodatku oleju rybnego przez firmę Allerpasz Sp. z o.o. Zawierała ona: 49,96% białka ogólnego, 6,87% tłuszczu surowego, 31,96% bezazotowych związków wyciągowych, 7,95% popiołu i 20,0 MJ·g⁻¹ energii brutto. Ryby ze wszystkich wariantów otrzymywały codziennie paszę bazową w jednakowej dawce wynoszącej przez pierwsze 4 tygodnie 3,0%, w następnych 3 tygodniach 2%, a w ostatnich 2 – ze względu na obniżającą się temperaturę wody – 1,5% masy metabolicznej ryb ($W^{0,8}$).

W dniu rozpoczęcia doświadczenia z grupy ryb przygotowanych do badań pobrano losowo 8 sztuk, a po zakończeniu eksperymentu z każdego wariantu po 6. Połowę ryb sfiletowano. Uzyskane filety (bez skóry) oraz całe ryby były oddzielnie homogenizowane. W otrzymanych homogenatach oznaczono procentową zawartość: suchej masy (suszenie w 105°C do uzyskania stałej masy), białka ogólnego (Kjeltec 1026), lipidów (metodą Soxhleta) oraz popiołu (spalanie w 550°C do uzyskania stałej masy). Analizy składu chemicznego paszy wykonano tymi samymi metodami, z tym, że zawartość węglowodanów obliczono z różnicy między suchą masą a sumą białka ogólnego, lipidów i popiołu. Poziom energii brutto w paszy obliczono na podstawie udziału poszczególnych składników, stosując następujące przeliczniki dla: białka ogólnego – 23,63 kJ·g⁻¹, lipidów 39,53 kJ·g⁻¹ i węglowodanów 17,15 kJ·g⁻¹ (Jobling 1994).

W celu określenia wpływu żywienia paszami z dodatkiem różnych ilości oleju lnianego na skład kwasów tłuszczowych w ciele ryb, przeprowadzono oznaczenie zawartości i składu lipidów zarówno w paszach jak i w mięsie ryb. Analizy wykonano na chromatografie Agilent Technologies 6890N: kolumna kapilarna (L =60 m; \varnothing = 250 μ m:), gaz nośny – hel (przepływ 25 cm/s). Użyto detektora FID w temperaturze 250°C. Temperatura dozownika wynosiła 250°C, a kolumny 200°C. Przepływ wodoru wynosił 40 cm³·min⁻¹ a całkowity czas analizy 45min.

W celu określenia dynamiki zmian podstawowych wskaźników chowu, jak i aktualizacji ilości zadawanej paszy, co 7 dni wszystkie ryby w każdym sadzu ważono z dokładnością do 0,05 kg. W oparciu o rezultaty ważeń kontrolnych obliczono wartości współczynnika pokarmowego (FCR), dobowego przyrostu średniej masy jednostkowej (SGR) oraz wartości retencji: białka ogólnego - aNPU, tłuszczu - aLR i energii - ER. W celu ustalenia istotności różnic pomiędzy wariantami, wartości wszystkich wymienionych wskaźników chowu poddano analizie statystycznej (test LSD, $P=0,05$) posługując się programem Statistica for Windows wersją 6.1 (StatSoft, Inc.2003).

Temperaturę ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), zawartość tlenu rozpuszczonego ($\pm 0,2 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) w wodzie pochłódniczej i jej odczyn ($\pm 0,1 \text{ pH}$) rejestrowano co 60 minut przy użyciu automatycznego systemu pomiarowego (Mikrosoft, typ SP-1).

Wyniki i dyskusja

Optymalny zakres temperatur przy intensywnym chowie pstrąga tęczowego wynosi 12 - 16°C, natomiast tolerowany - od 8 do 18°C (Steffens 1986). Poniżej 8°C słabnie pobieranie paszy, a tym samym maleją przyrosty masy ryb. W okresie doświadczenia temperatura wody pochłódniczej wahała się w zakresie od 6,4 do 17,8°C, przy średniej wartości 11,7°C, a więc zasadniczo była niższa od optymalnej, stąd też oczekiwać należy, że przy wyższej temperaturze wyniki chowu byłyby lepsze. Natlenienie wody jest ściśle związane z jej temperaturą i w istotny sposób wpływa na intensywność metabolizmu ryb, pobieranie przez nie paszy i tempo wzrostu. W okresie doświadczenia zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie zasadniczo była wysoka i zmieniała się w zakresie 5,6 - 11,7, przy średniej wartości 7,5 $\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$. Najkorzystniejszy dla produkcji pstrągów odczyn wody (pH) mieści się w zakresie 6,5 - 8, natomiast wartości krytyczne występują poniżej pH 6 i powyżej 8,5 (Steffens 1986). Odczyn wody pochłódniczej w trakcie prowadzonych badań mieścił się w granicach 7,4 - 8,4 pH, a więc był nieznacznie wyższy od wielkości optymalnych, jednakże nie przekroczył wartości krytycznej dla tego gatunku i nie wpłynął w ujemny sposób ani na wskaźniki chowu, ani też nie spowodował podwyższonej śmiertelności ryb.

Z powodu braku w piśmiennictwie danych dotyczących chowu pstrąga tęczowego z użyciem pasz wzbogaconych olejem lnianym trudno jest porównać uzyskane wyniki z rezultatami innych autorów. W oparciu o wartości wyliczonych wskaźników hodowlanych, można stwierdzić, że zastosowanie w paszy dodatku różnej ilości dodatku oleju lnianego, wpłynęło istotnie na efekty chowu, aczkolwiek, najprawdopodobniej w związku ze stosunkowo niską temperaturą wody, różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami nie były duże. Po 65 dniach chowu pstrągi w większości wariantów pstrągi uzyskały średnią masę jednostkową powyżej 315 $\text{g}\cdot\text{szt}^{-1}$, jedynie w wariacie bez dodatku oleju lnianego masa ta wynosiła 298 $\text{g}\cdot\text{szt}^{-1}$ (tab. 1). Zarówno tempo wzrostu (SGR około 1,6 $\%\cdot\text{d}^{-1}$), jak i przeżywalności obsad nie różniły się statystycznie w sposób istotny. Najniższe zużycie paszy (FCR=1,31) oraz najwyższy wskaźnik efektywności żywienia PER (1,81) i 100% przeżywalności stwierdzono w wariacie, w którym dodatek oleju lnianego był największy (+16%), natomiast najwyższą wartość pozornej retencji białka (aNPU) i retencji energii

(ER) uzyskano w wariancie +12%. Podobną wartość SGR uzyskał Jakubowski i in. (1996) karmiąc pstrąga tęczowego paszą zawierającą 45% białka i 20% tłuszczu surowego, jednakże przy znacznie niższym współczynniku pokarmowym. Na uzyskane gorsze rezultaty chowu w głównej mierze wpłynęła zapewne niekorzystnie niska temperatura wody pochłodniczej. Maksymalną zawartość tłuszczu zanotowano zarówno w filetach, jak i całych rybach żywionych paszą z największą ilością dodatku oleju lnianego (+16%) (tab. 2), natomiast najmniejszą u pstrągów, które otrzymywały paszę bazową (+0%).

Tabela 1. Średnie masy jednostkowe oraz wartości wskaźników hodowlanych uzyskane po 65 dniach doświadczenia

Wariant- dodatek oleju %	Średnia masa jednostkowa ryby		SGR ¹	FCR ²	aNPU ³	PER ⁴	aLR ⁵	ER ⁶	Przeży- walność
	początkowa	końcowa							
	(g)	(g)	(%·d ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
+ 0%	110 ^a	298 ^b	1,58 ^a	1,45 ^b	26,69 ^b	1,38 ^c	108,80 ^a	35,35 ^c	99,47 ^a
+ 4%	110 ^a	319 ^{ab}	1,69 ^a	1,35 ^{ab}	28,33 ^{ab}	1,53 ^{bc}	84,20 ^b	36,87 ^c	98,93 ^a
+ 8%	111 ^a	316 ^{ab}	1,66 ^a	1,36 ^{ab}	28,82 ^{ab}	1,57 ^b	71,14 ^c	36,86 ^c	99,73 ^a
+ 12%	112 ^a	330 ^a	1,71 ^a	1,33 ^a	30,13 ^a	1,74 ^{ab}	67,56 ^c	47,31 ^a	99,20 ^a
+ 16%	113 ^a	332 ^a	1,71 ^a	1,31 ^a	29,85 ^a	1,81 ^a	68,17 ^c	41,71 ^b	100,00 ^a
MSE			0,006	0,004	0,480	0,010	7,825	2,857	0,64

Wartości w kolumnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie (P≥0,05)

- 1/ - iloraz różnicy logarytmów naturalnych z końcowej i początkowej masy jednostkowej oraz czasu chowu w dniach wyrażony w procentach,
2/ - stosunek całkowitej ilości podanej paszy do całkowitego przyrostu ryb,
3/ - procentowy stosunek ilości białka ogólnego podanego w paszy rybnom do ilości białka ogólnego zdeponowanego w ciele ryb,
4/ - przyrost masy ciała do spożycia białka,
5/ - procentowy stosunek ilości lipidów podanych w paszy do ilości lipidów zdeponowanych w ciele ryb,
6/ - procentowy stosunek ilości energii brutto podanej w paszy rybnom do ilości energii brutto zdeponowanej w ciele ryb.

Tabela 2. Skład chemiczny ryb (% mokrej masy) na początku i po 65 dniach doświadczenia

Wariant	Sucha masa		Popiół		Lipidy		Białko ogólne	
	filet	cała ryba	filet	cała ryba	filet	cała ryba	filet	cała ryba
Początek doświadczenia								
	25,09 ^c	29,57 ^c	1,43 ^a	1,91 ^b	5,22 ^d	10,44 ^c	18,25 ^c	15,75 ^d
Koniec doświadczenia								
+ 0%	26,47 ^d	31,03 ^d	1,43 ^a	2,07 ^a	5,81 ^c	10,67 ^c	20,13 ^{ab}	17,97 ^a
+ 4%	27,64 ^b	32,01 ^c	1,35 ^a	1,58 ^c	6,64 ^b	11,44 ^d	20,00 ^{ab}	17,58 ^{ab}
+ 8%	26,72 ^c	32,03 ^c	1,50 ^a	1,71 ^c	5,86 ^c	12,46 ^c	20,03 ^{ab}	17,41 ^b
+ 12%	27,47 ^b	34,64 ^b	1,47 ^a	2,11 ^a	5,82 ^c	14,62 ^b	20,38 ^a	17,17 ^b
+ 16%	27,84 ^a	34,91 ^a	1,37 ^a	1,73 ^c	7,32 ^a	16,69 ^a	19,96 ^b	16,26 ^c
MSE	0,012	0,010	0,010	0,007	0,052	0,023	0,050	0,076

Wartości w kolumnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie (P≥0,05)

MSE – średni kwadrat odchyłeń wewnątrzgrupowych

Z badań Bieniarza i Kołdrasa (2000) wynika, że pstrąg tęczowy zawiera: 6,28 - 7,40 g tłuszczu w 100 g mięśni, 32,38 - 36,86% WNKT, 7,23 - 8,29% LA, 0,14 - 0,27% AA, 4,36 - 5,24% EPA, 12,07 - 16,61% DHA, a stosunek n-3/n-6 wynosi 2,48. Procentowy udział kwasów tłuszczowych z grupy n-3 w filetach z pstrąga zależy od zawartości tych kwasów w diecie i wynosi około 22%, jeśli ryba karmiona jest paszą zawierającą olej rybny. Obecnie wykazano możliwość zastąpienia 50% dodawanego do

pasz oleju rybnego olejem roślinnym bez pogorszenia rezultatów chowu (Hardy 2004), skutkuje to jednak wyraźną zmianą profilu kwasów tłuszczowych w mięsie ryb. Fakt ten potwierdziły również wyniki analiz własnych składu chemicznego filetów. Wykazały one istotne różnice w zawartościach kwasów tłuszczowych w mięsie ryb ściśle związane z udziałem tych kwasów w skarmianych rybnym paszach (tab. 3 i 4). Największy, bo ponad trzynastokrotny wzrost zawartości kwasu α - linolenowego (LNA, n-3) w porównaniu z oznaczeniami początkowymi, zanotowano w mięśniach pstrągów żywionych paszą z największym dodatkiem oleju lnianego (+16%) (tab. 4). Największą zawartość kwasów EPA i DHA stwierdzono w mięsie ryb żywionych paszą bez dodatku oleju lnianego.

Tabela 3. Zawartość kwasów tłuszczowych w paszy (g·100 g tłuszczu⁻¹)

Nazwa kwasu	Rodzaj paszy – dodatek oleju					MSE
	0%	+4%	+8%	+12%	+16%	
14:0 mirystynowy	5,82 ^a	2,86 ^b	2,13 ^c	1,43 ^e	1,17 ^d	0,005
16:0 palmitynowy	18,95 ^a	12,15 ^b	10,62 ^c	8,89 ^d	8,20 ^d	0,138
16:1 palmitoleinowy	6,43 ^a	3,31 ^b	2,33 ^c	1,65 ^d	1,30 ^e	0,005
18:0 stearynowy	2,97 ^d	3,26 ^c	3,32 ^{bc}	3,50 ^b	3,70 ^a	0,005
18:1 oleinowy	21,27 ^a	20,94 ^{ab}	20,77 ^{ab}	20,52 ^b	20,65 ^b	0,039
18:2 n-6 linolowy (LA)	10,47^e	13,14^d	14,21^c	14,63^b	14,85^a	0,005
18:3 n-3 α-linolenowy (LNA)	2,10^e	26,71^d	38,16^c	42,78^b	44,74^a	0,162
18:4 n-3 oktadekanotetraenowy	1,75 ^a	0,97 ^b	0,68 ^c	0,47 ^{cd}	0,46 ^d	0,007
20:1 gadoleinowy	5,58 ^a	3,13 ^b	1,32 ^c	1,22 ^c	1,02 ^c	0,019
20:4 n-6 arachidonowy	0,37 ^a	0,24 ^b	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,000
20:5 n-3 eikozapentaenowy (EPA)	9,31^a	5,61^b	3,17^c	2,31^d	1,81^e	0,007
22:1 erukowy, brasydynowego	5,27 ^a	2,91 ^b	1,17 ^c	1,01 ^c	0,77 ^c	0,025
22:5 n-6 dokozapentaenowy (DPA)	0,59^a	0,39^b	0,00^c	0,00^c	0,00^c	0,000
22:6 n-3 dokozahexaenowy (DHA)	6,58^a	4,32^b	2,16^c	1,64^d	1,29^e	0,013
Σ (n-6)	11,43	13,77	14,21	14,63	14,85	
Σ (n-3)	19,74	37,61	44,17	47,20	48,30	
Σ (n-3) / Σ (n-6)	1,73	2,73	3,11	3,23	3,25	

Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie ($P \geq 0,05$)

MSE – średni kwadrat odchyleń wewnątrzgrupowych

Podsumowanie

Zastosowanie w paszy dodatku różnej ilości dodatku oleju lnianego, wpłynęło istotnie na efekty chowu, aczkolwiek, najprawdopodobniej w związku ze stosunkowo niską temperaturą, w jakiej prowadzono chów, różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami nie były duże. Najwyższe i statystycznie istotnie nie różniące się wartości: tempa wzrostu (SGR), retencji białka (aNPU), retencji energii (RE) i wskaźnika efektywności wykorzystania paszy (PER) oraz najkorzystniejszą wielkość współczynnika pokarmowego (FCR) uzyskano w wariantach, w których pstrągi tęczowe żywione były paszą z dodatkiem 12 i 16% oleju lnianego. Istnieje istotna zależność pomiędzy ilością kwasów tłuszczowych zawartych w skarmianych paszach i w mięśniach pstrągów tęczowych. Wskazuje to na możliwości sterowania zawartością kwasów tłuszczowych w ciele ryb poprzez użycie do produkcji pasz odpowiednio dobranych komponentów lipidowych. Zwiększenie ilości dodanego do paszy oleju lnianego, bogatego w kwas α - linolenowy (LNA, n-3), spowodowało znaczący wzrost zawartości tego kwasu w

mięśniach ryb, natomiast nie wywołało zwiększenia ilości długołańcuchowych kwasów EPA i DHA, co może świadczyć o braku możliwości elongacji kwasu α – linolenowego w organizmie pstrąga tęczowego.

Tabela 4. Zawartość kwasów tłuszczowych w filetach z pstrągów (g·100 g tłuszczu⁻¹)

Nazwa kwasu	Rodzaj paszy – dodatek oleju						MSE
	Start	0%	+4%	+8%	+12%	+16%	
14:0 mirystynowy	5,26 ^a	4,34 ^b	2,97 ^c	2,62 ^d	2,68 ^d	2,04 ^c	0,009
16:0 palmitynowy	18,86 ^b	22,13 ^a	17,32 ^c	14,81 ^d	15,04 ^d	12,44 ^c	0,107
16:1 palmitoleinowy	7,11 ^b	8,98 ^a	6,40 ^c	4,37 ^d	3,97 ^d	3,16 ^c	0,037
18:0 stearynowy	3,76 ^c	4,46 ^a	4,42 ^a	4,08 ^b	4,01 ^b	4,02 ^b	0,006
18:1 oleinowy	19,86 ^d	30,21 ^a	28,34 ^b	24,13 ^c	23,61 ^c	23,61 ^c	0,166
18:2 n-6 linolowy (LA)	12,76^a	9,06^d	10,14^c	11,71^b	12,91^a	12,96^a	0,277
18:3 n-3 α-linolenowy(LNA)	1,85^e	1,42^e	10,54^d	16,32^c	21,86^b	23,92^a	0,072
18:4 n-3 oktadekanotetraenowy	1,31 ^c	0,67 ^c	0,94 ^d	1,43 ^c	1,56 ^b	1,94 ^a	0,003
20:1 gadoleinowy	1,97 ^b	2,60 ^a	2,18 ^b	1,86 ^b	1,40 ^c	1,46 ^c	0,018
20:4 n-6 arachidonowy	0,56 ^a	0,45 ^b	0,32 ^c	0,32 ^c	0,27 ^{cd}	0,26 ^d	0,000
20:5 n-3 eikozapentaenowy (EPA)	6,44^a	3,61^b	3,11^{cd}	3,27^c	2,72^d	2,86^d	0,012
22:1 erukowy, brasydynowego	1,36 ^a	1,20 ^{ab}	1,21 ^{ab}	1,33 ^a	0,70 ^b	0,84 ^b	0,027
22:5 n-6 dokozaeptaenowy (DPA)	1,80^a	0,97^b	1,00^b	0,99^b	0,77^c	0,94^b	0,002
22:6 n-3 dokozaheksaenowy (DHA)	11,91^a	9,60^b	7,88^c	7,73^c	6,41^d	6,21^d	0,059
Σ (n-6)	15,12	10,48	11,46	13,02	13,95	14,16	
Σ (n-3)	21,51	15,30	22,47	28,75	32,55	34,93	
Σ (n-3) / Σ (n-6)	1,42	1,46	1,96	2,21	2,33	2,47	

Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie ($P \geq 0,05$)

MSE – średni kwadrat odchyłeń wewnątrzgrupowych

Literatura

- BIENIARZ, K., KOŁDRAS, M. (2000): Kwasy tłuszczowe i cholesterol w mięsie ryb. *Komunikaty Rybackie*, 6: 25 – 29. ISSN 1230-641X.
- CABALLERO, M.J., OBACH, A., ROSELUND, G., MONTERO, D., GISVOLD, M., IZQUIERO, M.S. (2002): Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 214: 253 – 271. ISSN 0044-8486.
- HARDY, R.H. (2004): Mączka sojowa w żywieniu ryb łososiowatych. Opracował Kulikowski T. *Magazyn Przemysłu Rybnego*, 3: 57 – 60. ISSN 1428-362X.
- IZQUIERDO, M.S., OBACH, A., ARANTZAMENDI, L., MONTERO, D., ROBAINA, L. (2003): Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9: 397 – 407. ISSN 1353-5773.
- JAKUBOWSKI, J., TRZEBIATOWSKI, R., DOBOSZ, S. (1996): Wyniki żywienia pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*) paszami różnych firm. *Komunikaty Rybackie*, 4: 4 – 6. ISSN 1230-641X.
- JOBLING, M. (1994): *Fish bioenergetics*, 309 s. Chapman & Hall. Londyn. ISBN 0-412-58090-X
- STATSOFT, INC. (2005): STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
- STEFFENS, W. (1986): *Intensywna produkcja ryb*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa. ISBN 83-09-01033-8.
- STEFFENS, W. (1997): Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151: 97 – 119. ISSN 0044-8486.

Adresa autora:

Magdalena Wielopolska, Katedra Akwakultury, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Kazimierza Królewicza 4, 71-550 Szczecin, Poland, wielop@fish.ar.szczecin.pl

Change of tench (*Tinca tinca* L.) fingerling condition during wintering *Změna kondičního stavu plůdku lina obecného (*Tinca tinca*) v průběhu zimování.*

M. Cileček, T. Brabec, J. Mareš

The wintering period is a particularly risky phase for tench rearing because of high mortality. For thermophile species of fish the wintering is a complex of abiotic and biotic factors, which has the extreme effects on organism of fish. Abiotic factors are weather in winter seasons, hydro-chemical parameters of water (which depend on intensity of inflow and on water change rate), size and depth of wintering ponds. Health and condition of fish can be classified as biotic factors. Wintering has especially effects on fingerling of fish, because organism of fingerling worse endures low temperature of water and period of starving. Conservation of vital functions is ensured with absorbed endogenous energy, which is deposit in body tissue of fingerling.

During two winter seasons in the years 2006 – 2008 our experiments were focused on evaluation of survival, length-weight parameters and condition of tench fingerling before and after wintering. Fingerling of tench was wintered in wintering ponds in the Pohořelice fish farm - centre Pohořelice and centre Jaroslavice (Czech Republic). Main monitored indices were survival - S (%), total length - TL (mm), standard length - SL (mm), individual body weight - IBW (mg) and Fulton's factor of weight condition - FWC. In the winter period 2006/2007 we had two experiments, when fingerling was wintered into two wintering ponds 15 and 17 in centre Pohořelice. Size of these wintering ponds is 0,4 ha with average depth 1,5m. Number of fingerling in both cases was 4500 individuals per ponds. Fingerling stocked into pond 15 had average indices: TL - 63,42mm, SL - 51,71mm, IBW - 3,61g, FWC - 2,61 and into pond 17: TL - 32,03mm, SL - 26,53mm, IBW - 0,398g, FWC - 2,13. In the winter period 2007/2008 the fingerling was stocked into wintering pond 6 in centre Jaroslavice, size of pond is 0,2 ha with average depth 1,1m. Number of stocked fingerling was 7520 individuals per pond, average indices were: TL - 56,41mm, SL - 46,39mm, IBW - 2,28g, FWC - 2,28. After wintering in individual cases monitored indices achieved following average values: in pond 15 was TL - 68,85mm, SL - 56,69mm, IBW - 4,54g, FWC - 2,51, in pond 17 was TL 33,80mm, 27,78mm, IBW - 0,503g, FWC - 2,35 and in pond 6 was TL - 55,94mm, SL - 46,18mm, IBW - 2,11mg, FWC - 2,14. Survival rate achieved 25,13% in pond 15, 5,55% in pond 17 and 67,15% in pond 6. In case of survival 25,13% and 67,15% Fulton's factor of weight condition was lower in spring after wintering than in autumn before wintering. In case of survival 5,55% FWC was higher after wintering than before wintering, very high mortality incurred survival only of heavier individuals of tench fingerling. Low survival in wintering pond 17 was due to unwanted stocking of carp and pikeperch, and their predation.

This study was supported by the Research plan No. MSM6215648905 "Biological and technological aspects of sustainability of controlled ecosystems and their adaptability to climate change", which is financed by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic and NAZV QF4118 "Development of fish production combining pond cultures and technical aquacultures", which is financed by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

Author's address: Department of Fishery and Hydrobiology, Mendel University of Agricultural and Forestry Brno, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Czech Republic. (e-mail: cilecek@seznam.cz)

Intenzity of parasitation by metacercariae of *Posthodiplostomum cuticola* in different biotopes in aluvial area

*Intenzita parazitace ryb metacerkáliemi *Posthodiplostomum cuticola* u různých biotopů v aluviální oblasti*

K. Halačka

A significant dependence in intensity of fish parasitation (prevalence from 0 to 65%, abundance from 0.01 to 4.20) by *Posthodiplostomum cuticola* indifferent types of habitates (periodical puddles, borrow pits, rivers, backwaters, streams before arms, side arms, pools, and oxbow swamp) has been observed. Aging process of a given locality seems to be very important, as it determines of its biotic and abiotic factors, for example presence of first intermediate and definite hosts, characters of the littoral zone, flood duration, slope of the bank or water velocity. Intensity of infection increased from temporarily formed small puddles, through bachwaters originated in the end of last century and tens of years old aluvial channels of inner Morava and Dyje delta, to old marshes. Gradual aggradation of these marshes terminates cycles of water localities in an aluvium. At the same time, as shown by comparison of a river in urban and rural area with restored and natural channels, both biotic and abiotic factors are being influenced by human activities, and therefore the life cycle of the *Posthodiplostomum cuticola* is being disturbed and the parasitation decreases.

Poděkování

Práce byla realizována v rámci řešení projektu Ministerstva životního prostředí SP/2d4/55/07 „Biodiverzita ryb v oblasti soutoku Moravy a Dyje - podpora a stabilizace populací vzácných a ohrožených druhů“.

Adresa autora:

Ing. Karel Halačka, CSc., Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno, E-mail: halacka@ivb.cz

Monitoring of phytoplankton development in small water reservoirs (MVN) during the vegetative season 2007

Sledování fytoplanktonu malých vodních nádrží (MVN) v sezóně 2007

J. Hlávková, V. Baránek, L. Šejnohová

In this work we observed the development of phytoplankton in the frame of monitoring in small water reservoirs (SWR) during the season April – September 2007 in 18 chosen localities.

The aim of this study was to monitor the taxonomical constitution of phytoplankton at the level of groups and dominative types (by a single application in 6 ponds in CZ, once per month in 10 ponds in Moravia and once per 14 days in 2 ponds in Moravia). Further we added the results about generic constitution of phytoplankton from microscopic analysis and obtained data of chlorophyll concentration from the Fluoro – Probe. All monitored reservoirs were compared due to generic constitution of phytoplankton and total concentration of chlorophyll.

Water samples were taken from the boat in the middle of the pond. In the same place, Fluoro – Probe measurements were proceed to investigate total concentration of chlorophyll and at the same time to differentiate four basic groups of phytoplankton (green algae, brown algae, *Cryptophyta* and *Cyanobacteria*). For the microscopic analysis surface water samples (surface layer 0 – 50 cm) and net plankton samples (multiple stroke with planktonic net, mesh size of 42 µm from surface layer 0 – 3 m) were taken at the same time from every locality. Free water samples and net plankton samples from each locality were mixed in laboratory and used for microscopic analyses as a single sample. This „combinational “ method ensured presence of pikoplantktonic cyanobacteria (free water) that may create dominant component of phytoplankton.

The results show that from six ponds, sampled by a single application, exceeded recommended limit of WHO for total chlorophyll concentration for recreational waters (50 µg/L) only in the Soběšice pond (78,2 µg/L). Low chlorophyll concentration values (21 - 38 µg/L) were measured in the Jahodnice and Zákřaví ponds. In the Below Jahodnice, Soběšice and Zákřaví ponds dominance of green coccal algae (*Chlorophyta*, *Chlorococcales*) was characteristic, which is typical for eutrophic stagnant water. Genera *Cosmarium*, *Pediastrum*, *Planktosphaeria*, *Scenedesmus* etc. were present. In the Líšná pond diatoms, dinoflagellates and green algae formed phytoplankton. In the Třebanice pond diatoms, especially *Asterionella* and *Aulacoseira* dominated. Summer phytoplankton of the Vidhostice pond was characterized by large dinoflagellates (*Ceratium hirundinella*). In last two mentioned ponds cyanobacterial water bloom (*Microcystis aeruginosa* and *Aphanizomenon klebahnii*) was recorded in phytoplankton.

From the 10 ponds, sampled once per month, the recommended limit of WHO for total chlorophyll concentration was exceeded in three reservoirs (Babice pond, Loudilka pond and Pocheň pond) with values of 51,1 µg/L; 74,1 µg/L and 73,0 µg/L. In the Babice pond green algae esp. *Pediastrum*, *Planktosphaeria*, *Scenedesmus* and dinoflagellates esp. *Dinophyta* *Ceratium hirundinella* dominated; In the Kožehovice pond green algae *Coelastrum*, *Planktosphaeria*, *Scenedesmus* were dominant with slight development of cyanobacterial water bloom of *Microcystis aeruginosa*; in the Loudilka pond cyanobacterial water bloom of *Microcystis aeruginosa* was present; in the Lubná and Osvětimany ponds dinoflagellates *Ceratium* and *Peridinium* and in the Pocheň pond diatoms of *Cyclotella/Stephanodiscus* together with green algae genus *Pediastrum* were developed. In other ponds, sampled once per month, more dominant groups of

phytoplankton occurred (Chromophytes - *Dinobryon* and *Mallomonas*, Dinophytes - *Ceratium*, Diatoms - *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Cyclotella/Stephanodiscus*, Euglenophyta - *Euglena* and *Phacus*, green algae *Scenedesmus*, *Planktosphaeria*, *Oocystis*, *Pandorina*, *Coelastrum* and *Pediastrum* and cyanobacterial water bloom formed by *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Plantkothrix* and *Woronichinia*).

Pod Santonem pond and the Ponětovice pond, sampled once per 14 days, were characterized by mass development of phytoplankton (cyanobacterial water bloom represented by genera *Anabaena*, *Microcystis* and *Plantktothrix*, Euglenophyta by *Euglena spp.* and green algae represented by *Micractinium*, *Oocystis*, *Pedistrum* and *Scenedesmus*). whereas average values of chlorophyll concentration during the season exceed 2 – 3 times (120,4 µg/L and 152,9 µg/L) recommended limit of WHO for recreational waters.

Adresa autora:

Ing. Jana Hlávková, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 613 00 Brno, Česká republika, Botanický ústav Akademie věd, CCT (RECETOX, MU), Kamenice 3, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: janahlavkova@centrum.cz

Influence of water hardness on growth and development of larvae pikeperch (*Sander lucioperca*) in controlled conditions

*Vliv tvrdosti vody na růst, přežití a vývoj larev Candáta obecného (*Sander lucioperca*) v kontrolovaných podmínkách*

V. Kalenda, M. Cileček, R. Kopp, J. Mareš

Water hardness has influence on fish larvae, the different species have different requirements on level of water hardness. Larvae usually need medium or hard levels hardness of water. The aim of this study was to compare influence of four different hardness of water on growth, survival of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae, during 2 – 22 DPH (day post hatch). In present study was used pikeperch larvae from wild female reared in pound on Fish farm Pohořelice a.s. Spawn was realized in small pond on spawning nest with hormonal support by artificial commercial hormone Supergestran. Eggs on spawning nest were incubated in stew at water hardness $184.84 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3$ and temperature $13.4 \pm 1^\circ\text{C}$ until 2 days before hatching 3.5.2008. This day was nest transported in plastic tank without water to the Department of fishery and hydrobiology MZLU in Brno, this took approximately 1 h. There was nest stocked into 250 l circular plastic tank with hardness $209.81 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3$ and temperature $13.2 \pm 0.3^\circ\text{C}$, water in this tank was filtered by outer filter (Ehaim professional 2226), in this tank was larvae hatched. Hatching of larvae begin 5.5.2008. Two days after hatching were larvae divided into 30 l green plastic tanks with four different initial water hardness (A – 289.03; B – 229.80; C – 159.86 and D – $87.42 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3$) at temperature $15.9 \pm 0.8^\circ\text{C}$. Variant E – $229.80 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3$ same as B had higher temperature conditions $21.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$. Each of treatment had three replicates. For the variant A was used Brno tap water, for variant B and C tap water weaken by distilled water and for variant D was used water softened (AF 200 D, DETO Brno s.r.o.). In rearing tanks were replaced 1/3 of volume twice a day by relevant water. Control group of larvae was keeping in the same circular tank as larvae were hatched at temperature $17.5 \pm 1.6^\circ\text{C}$. The larvae were fed from 4 DPH - only with *Artemia* nauplii. The first fed intake were observed 6 DPH in control group and 6 DPH in attempt. From 9 DPH was fed with Perla feed. At the end of the experiment, there was observed the highest survival in the control group. Average TL, SL and W of fish in the control group and variant E were significantly different than in groups A, B, C and D ($p < 0.05$). Between test groups wasn't observed significant difference in average TL, SL and W. The highest survival was observed in group E this was significantly higher than in group A ($p < 0.05$) with other groups there wasn't observed difference in survival.

This study was supported by IGA 2102/6280121, Influence of hardness of water on growth and development of early stages of fish, NAZV QH71305 Development of new methods of rearing selected promising species for aquaculture using non-traditional technologies.

Author's address: Department of Fishery and Hydrobiology, Mendel University of Agricultural and Forestry Brno, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Czech Republic. (e-mail: xkalenda@node.mendelu.cz)

Chromosome number of Silver Prussian carp (*Carassius gibelio*)

*Počet chromozómů karase stříbřitého (*Carassius gibelio*)*

M. Knytl, L. Kalous, M. Petrtyl

Cytogenetic studies are important part of ichthyological research. Chromosome number and karyotype are species specific and can be used as species determine characters although morphological characters are less evident. There are number of published studies about karyotype and chromosome number of Silver Prussian carp (*Carassius gibelio*). Unfortunately a lot of disagreement can be found in presented data. Recently it looks more evident that Silver Prussian carp pose variable number of chromosomes that is most likely due to unclear way of reproduction. Gynogenetic reproduction – sperm dependent parthenogenesis - is combined with sexual reproduction of the triploid fish individuals. Moreover occurrence of individuals with different ploidy level within the population as well as shifted proportion of males and females put many questions about the reproduction mechanism of this polyploid complex. In our study we put hypothesis if the offspring has the same number of chromosome and karyotype as parental individuals. We chose diploid and triploid females and one diploid male. Ploidy levels of these parental individuals were investigated with flow cytometry from blood. Parental individuals were sacrificed after cross breeding and nuclei suspension for cytogenetic analyses was prepared from kidney by direct procedure. Offspring was kept in standard aquarium for one year. From each cross 5 individuals were investigated by usage of Völker non-destructive method of cytogenetic analyses that allows us to make repeated preparation. Later nuclei suspensions were dropped on slides and stained by Giemsa-Romanowski. Metaphases were detected with Microscope Olympus BX41TF (Japan) and recorded with digital camera Olympus SP-350 (China). Counts and metaphases were processed in programs QuickPHOTO MICRO 2.3 and Microsoft Malovani.

We found that the diploid females named as D11 had 106 chromosomes and triploid females named as D14 had 158 chromosomes. Diploid males named as H16 had 100 chromosomes. Offspring from mating between clones D11 and H16 had 100 chromosomes but two individuals had more than 120 chromosomes. Offspring from mating between clones D14 and H16 had fewer than 150 chromosomes in nine cases, 150 chromosomes in four cases and over 150 chromosomes in four cases. Precise numbers and more information are presented on the poster.

Study was supported by: GAČR 206/05/2159; IRP FAPPZ, CZU MSMT 6046070901; IRP IAPG AV0Z50450515.

Adresy autorů:

Martin Knytl, katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6 - Suchbátka (ČZU), e-mail: knedlousek.mb@seznam.cz

Lukáš Kalous, (ČZU), Laboratoř genetiky ryb, Ústav živočišné fyziologie a genetiky, AVČR, Liběchov (ÚŽFG) web: <http://af.czu.cz/~kalous> , e-mail: kalous@af.czu.cz

Miloslav Petrtyl, ČZU, web: <http://af.czu.cz/~petrtyl>, e-mail: petrtyl@af.czu.cz

Genetic variation and origin of brown trout populations in eastern Balkans

Genetická proměnlivost a původ populací pstruha obecného na východním Balkáně

J. Kohout, A. Šedivá, A. Apostolou, V. Šlechta

There are few European fish species, whose economic and ecological importance combined with scientific interest have resulted in such a volume of research. Many studies have revealed considerable diversity within the taxon called “brown trout”. In the past, populations from different basins have been considered as distinct taxa based on differences in morphology and life-history. Later on, five basic evolutionarily significant units within brown trout were recognized based on variation of mitochondrial DNA (mtDNA): “Danubian”, “Atlantic”, “Adriatic”, “*marmoratus*” and “Mediterranean”. These lineages evolved in geographic isolation during the Pleistocene and have remained largely allopatric since then. Similar patterns of geographic distribution of different groups were found based on allozyme and microsatellite markers. Within lineages there is further heterogeneity among local populations, which represents an unusually large part of the genetic variation.

Despite the intensive investigation of genetic variation of brown trout, the genetic structure of eastern Balkan populations has not been revealed till the present. The aims of our study were to resolve the genetic variation and phylogenetic position of 146 individuals from eight localities of Struma, Mesta, Aliakmon (Aegean Sea Catchment) and Danube (Black Sea Catchment) basins and to detect possible introgression of non-indigenous stocks to local populations. As adequate markers the sequence of the whole mtDNA control region and eleven microsatellite loci were chosen. The results showed that the geographical distribution of mtDNA lineages as well as microsatellite-based groupings strongly corresponded to particular basins and only a few individuals were revealed as non-indigenous. Almost all individuals of Struma and Mesta basins belonged to “Adriatic” mtDNA lineage and individuals from Danubian basin belonged to “Danubian” lineage. The number of individuals with Atlantic haplotypes, which are characteristic for most of “domestic” strains, were surprisingly low. Several previously non-described mtDNA haplotypes, most of them in Timis population (Danube basin – Romania), have been found. The occurrence of these haplotypes, together with few previously revealed haplotypes evidenced deeper structuring and oldest fragmentation of Danubian lineage in comparison with another four clusters of brown trout complex. The Aliakmon population was the only one with mtDNA haplotype of “*marmoratus*” lineage, Macs1. This population was most divergent from the others based on microsatellite data expressed by factorial correspondence analysis in Genetix software as well as based on neighbour-joining tree. The frequency of Macs1 haplotype in individuals from Aliakmon is startling (100% out of 27 individuals) and leads us to suggestion that fish of non-indigenous origin (probably from Ionian Sea basin) have established the whole sampled population.

Regardless of population from Aliakmon the genetic structure of brown trout in eastern Balkans is evidently much less influenced by anthropogenic factors associated with mixing of fish from different basins, in comparison with Central and Western European populations. With respect to drastic decreasing of brown trout populations in last decades, the conservation strategy should be focussed on autochthonous local populations, which could be more affected by human activities in the future.

The study was supported by the grants 58/2007/P-VÚRH of GA of University of South Bohemia and 1QS500450513 of Academy of Sciences of the Czech Republic.

Adresy autorů:

Jan Kohout, Alena Šedivá, Vlastimil Šlechta, Institute of Animal Physiology and Genetics, Academy of Sciences of the Czech Republic, v.v.i., Liběchov, Czech Republic

Apostolos Apostolou, Institute of Zoology, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Danubian salmon (*Hucho hucho*) – current situation in the Slovak Republic

Hlavátka podunajská (*Hucho hucho*) – aktuálna situácia na území Slovenska

T. Krajč

In the last 100 years marked changes in natural environmental conditions were observed in the Slovak Republic. These changes also affected water ecosystems, especially running waters. Large stream regulations, strong pollution and urbanization during that time have caused the extinction of approximately six species of autochthonous ichthyofauna (some sturgeons and salmonids). On the present, river ecosystems are so much negatively altered that the extinction becomes a threat also for other species that were common in the past (vimba, nase, chub, common dace, ide, grayling, and in particular Danubian salmon).

In general, current situation in Danubian salmon (huchen) occurrence in Slovakian streams is unsatisfactory. By entering the EU within the negotiation of the European directive we bounded to respect and to transpose relevant legislation in the field of water and environment protection. On the contrary, in spite of markedly unsatisfactory situation concerning continuously ongoing impacts on natural environment of the huchen, we still witness upcoming building-up projects of numerous water barriers and other planned impacts that have direct influence on environment of the huchen. As a result of current situation mainly in grayling waters significant decrease of huchen catches by sport anglers is being observed. This fact one may consider as a best monitoring and status indicator of Danubian salmon population. Whereas till 2006 annual catches reached approximately 100 pcs, in 2007 it was only 48 pcs with mean individual weight of 9.2 kgs. As a consequence, the Slovak Angler's Union is preparing the program of „Management of Danube salmon (*Hucho hucho*) in the conditions of Slovak Fishing Association “.

Adresa autora:

Ing. Tibor Krajč, Slovenský rybársky zväz-Rada Žilina, A. Kmeť'a 20, 010 55 Žilina,

Email: oetv@srzrada.sk

Dynamics of the occurrence of the brook lamprey (*Lampetra planeri* Bloch, 1784) in the river Ostružná in years 2003 and 2004.

*Dynamika výskytu mihule potoční (*Lampetra planeri* Bloch, 1784) v řece Ostružné v letech 2003 a 2004*

J. Křížek

The river Ostružná is a left tributary of the Otava. It begins at an altitude of 938 metres above sea level and joins the Otava at 452 m a.s.l. Its length is 39.4 km, catchment area 169.1 sq. km and average flow rate at the confluence 1.23 cubic metres per second. The species composition of its ichthyocoenosis includes brook trout (*Salmo trutta* m. *fario*), miller's thumb (*Cottus gobio*), and perch (*Perca fluviatilis*).

In 2003-4, under the programme of the Czech Nature and Landscape Protection Agency, changes in the abundance of the populations of the brook lamprey (*Lampetra planeri*) were evaluated at seven sites on the river Ostružná. The purpose was to record the changes in lamprey population density in suitable biotopes along the longitudinal profile of the river and to check the possibility of using various statistical methods for estimating the abundance of the fish. To monitor the lamprey populations, the larvae were repeatedly caught using the Lena electrofishing apparatus (current: 6A, output voltage: 240-300V, output pulse rate: 50-95 Hz). The larvae were measured and those that were 70 mm long or longer were marked with fluorescent elastomers (Visible Implant Fluorescent Elastomer, product of Northwest Marine Technology).

Comparison of the results of abundance estimates by different statistical methods indicated certain differences resulting from the specific mode of life of lamprey larvae and, thereby, the possible extent to which the essential prerequisites, critical for the accuracy of each method, can be met. The least accurate results were obtained by the methods based on the decrease in catch per unit of effort – cpue (Leslie & Davis; Ricker). In this case, the key problem was that of compliance with the condition of equal catchability of the larvae on each fishing occasion. It was almost a rule that more lamprey larvae were caught at the second or third fishing than at the first. This was so, in particular, in larger biotopes with a thicker layer of sediment. Where the biotope was smaller than about 6.5 sq. m and the sediment layer was thin, this was the case only exceptionally. Methods based on the recapture of marked individuals and applicable to closed populations (Petersen, Schnabel, Schumacher & Eschmeyer) are limited because they are contingent on one specific condition: the stability of the populations during the study. However, the locations that were monitored appeared to be quite unstable and open. The above-mentioned specific condition was only met at the U Hajdrů II and Čachrov locations

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks the management of the Klatovské rybářství a.s. fish farm for providing conditions for research at the sites on the Ostružná River.

Adresa autora:

RNDr. Josef Křížek, Laboratoř ichtyologie a ekologie ryb, 250 84 Sibřina 82
e-mail: jkrizeklife@iol.cz

Fish and macroinvertebrates communities and dominant fish species relations to the selected environmental variables in Bačkovský brook (Tisza basin, Slovakia)

Společenstva ryb a bezobratlých a dominantní druhy ryb Bačkovského potoka (povodí Tiszy, Slovensko) ve vztahu k vybraným faktorům prostředí.

L. Pekárik, J. Koščo, P. Manko

Faunistical data on fish and macroinvertebrates occurrence and preliminary data on fish microhabitat use in small brook in the Tisza River basin is presented. Fish data sampling was realised in 1988-1999 (focused on fish species assemblage) and in October 2005 (focused on habitat use of dominant species). We used continual electrofishing in the case of assemblage monitoring and point sampling electrofishing in the case of habitat use analysis. We performed the Canonical Correspondence Analysis (CCA) of two datasets to show the major patterns in fish species habitat use. The first dataset of the occurrence of five dominant fish species per site separated into 2 age groups (one year old (0+) and older specimens) was $\log(x+1)$ transformed. The second dataset consists of categorised environmental variables ($\log(x+1)$ transformed) per site, that cover water depth, relative distance from bank, water velocity, illumination, substratum composition and refuges type. Macroinvertebrates were sampled seasonally in 2006 and 2007 (11 sites and 59 samples) using the 350 μ m mesh-size net (frame 25x25cm) with a kicking technique. Samples were preserved in 4% formaldehyde. All specimens were identified to the lowest possible taxonomical level (excepting Oligochaeta, Hirudinea, Heteroptera and Diptera). Based on our results from 6 sites, brown trout (*Salmo trutta*) and European minnow (*Phoxinus phoxinus*) are the key species for the upper parts. European minnow is the dominant species for the middle parts, where stone loach (*Barbatula barbatula*), gudgeon (*Gobio gobio*) and chub (*Leuciscus cephalus*) also occur. Chub predominate in the lower stretches, where common dace (*Leuciscus leuciscus*) and pike (*Esox lucius*) are also distributed. Following the results of CCA analysis from 3 sites for 5 dominant fish species several influential variables were detected for the first four axes. The proposed model explains 83.3 % of variability for 4 axes (cumulative percentages for particular axes are 31.8 %; 53.5 % and 70.4 %). In general, distance from bank more than 35 % of the wetted width, no refuges, refuges as stones and vegetation, water depth from 10 to 30 cm, sunny illumination and pebbles as substratum type, are the key variables that significantly contribute to the model variability. The biplot of CCA analysis shows formation of distinct species groups. Microhabitats use of one year old specimens of European minnow is connected with no refuges. Well illuminated microhabitats influence the habitat selection of one year old specimens of stone loach. Water depth from 10 to 30 cm and vegetation as refuges influence the distribution of one year old specimens of common dace, chub and gudgeon. Older individuals do not show strong connection to microhabitat variables, where the weak role of pebbles as substratum type, stones and vegetation as refuges can influence their occurrence. More than 100 benthic macroinvertebrates taxa were recorded within the brook, where mayflies (Ephemeroptera), stoneflies (Plecoptera), caddisflies (Trichoptera), beetles (Coleoptera), amphipods (Amphipoda) and dipterans (Diptera) were the most abundant and contributed significantly to the abundance and species richness. Total species richness varied between 5 and 64 species. The species richness follows non-random patterns, where three brook sections can be recognised. The upper part with low species richness is affected by deforestation and river bed devastation. Similarly, the lower sections with low species are influenced by water eutrophication and brook regulation. The middle

part, where the species richness was higher, is relatively undisrupted, with natural riverbed and well developed riparian vegetation.

The study was supported by the projects of Slovak Grant Agencies VEGA (no. 1/0352/08 and 1/3273/06) and APVV (no. 0154-07).

Adresy autorov:

Mgr. Ladislav Pekárik, Ústav zoológie SAV, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, Slovensko, ladislav.pekarik@savba.sk

Mgr. Peter Manko, PaedDr. Ján Koščo, PhD., Katedra ekológie, FHPV PU v Prešove, ul. 17. novembra 1, 080 01 Prešov, Slovensko, manko@unipo.sk, kosco@unipo.sk

New findings in genetic diversity of the genus *Carassius*

Nové poznatky o diverzitě rodu karas (Carassius)

K. Rylková, L. Kalous, V. Šlechtová, J. Bohlen, M. Petrtyl

At least five members of the genus *Carassius* are known and described from Eurasia. However, clear taxon identity, identification, origin and impact of introduced Asian populations in Europe are poorly understood. In the present study we report the sorting of representative populations across Eurasia according to mtDNA data. The identification lineages clearly refer to the known groups: *carassius*, *gibelio*, *langsдорffii*, *cuvieri* and *auratus*. Moreover we bring new findings of *langsдорffii* in Europe as well as information about Mongolian, Vietnamese and Korean mtDNA lineages of the genus that can be preliminary considered as independent species. The diversity of the genus *Carassius* within Eurasia seems to be higher than nowadays is recognised.

Study was supported by: GAČR 206/05/2159; IRP FAPPZ, ČZU MŠMT 6046070901; IRP IAPG AV0Z50450515.

Adresy autorů:

Kateřina Rylková, katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6 - Suchbátův Břez (ČZU).
pescadok@gmail.com

Lukáš Kalous, (ČZU), Laboratoř genetiky ryb, Ústav živočišné fyziologie a genetiky, AVČR, Liběchov (ÚŽFG) web: <http://af.czu.cz/~kalous>, e-mail: kalous@af.czu.cz

Vendula Šlechtová, ÚŽFG, v.slechtova@iapg.cas.cz

Miloslav Petrtyl, ČZU, web: <http://af.czu.cz/~petrtyl> email: petrtyl@af.czu.cz

Jörg Bohlen, ÚŽFG, bohlen@iapg.cas.cz

Unclear relationship of two, genetically well-differentiated lineages of the stone loach (*Barbatula barbatula*) in Podtatranska valley

Nejasný vzťah dvoch, geneticky hlboko divergovaných línií slíža severného (Barbatula barbatula) v Podtatranskej kotline

A. Šedivá, J. Kohout, L. Pekárik

Stone loach (*Barbatula barbatula* L., 1758) populations from Slovakia exhibit extensive phylogenetic differentiation indicated by three highly divergent genetic lineages, that most likely underwent different historical processes: I. Poprad River populations, II. Tisza R. populations, and III. the rest of Danubian tributaries. Degree of differentiation between populations was determined by mitochondrial (*cytochrome b*), as well as nuclear (*intron S7*) gene analyses and the results suggest multiple origin of stone loach populations in this region. Slovak territory has rich geological history, which probably has favoured processes of vicariance among the fish populations. Historical geological processes and geographic factors play a major role in most mechanisms of diversification. Geographic isolation, genetic drift, or selections for local adaptation contribute to pronounced intraspecific phylogeographic structure, while gene flow retards the genetic divergence of populations. Coexistence of highly divergent lineages in such a small area, and even within one river system (Tisza-Danube) shows that neither range shifts in response to climatic changes during the Quaternary caused extensive genetic homogenisation in the stone loach populations. Therefore we assume that the stone loach populations from this area survived in multiple glacial refuges. However, detailed molecular analyses, based on RFLP of more than hundred specimens sampled from the contact zone between the two most divergent lineages I and II – Podtatranska valley, showed fine discrepancies between both lineages. Some mitochondrial haplotypes from the Hornad R. clustered with those from the Poprad R., and some nuclear haplotypes from the Poprad R. clustered with those from the Hornad R. The question is whether these patterns of shared haplotypes are best explained by gene flow or by persistence since common ancestry. Taking into account that shared haplotypes in stone loach populations were very rare even within one river system and only occurred between a few adjacent localities of the same stream, we do not assume ancestral polymorphism would be the most likely explanation. The observed patterns rather evoke the case of a recent gene flow, for example exchange of individuals due to the river capture after last Pleistocene glaciations, which could largely affect this zone situated close the Tatra mountains. We also cannot exclude the possibility of recent introduction of some specimens by human. This theory, however, is not very plausible since it would have to be double introduction, to both river systems. Moreover, stone loach has no economic importance and it is unlikely that artificial stocking has influenced its natural populations. Further analyses, based on microsatellites, are needed to clarify the observed patterns and explain the underlying processes. Obtained data could be a valuable source of precise information for creating the general model of evolutionary dynamics of freshwater fishes as regional, fine scale population structure studies in this area are very rare.

The study was supported by the projects of Slovak Grant Agency VEGA (No. 2/0037/08) and Grant Agency of the Academy of Sciences of the Czech Republic (grant No. KJB600450601).

Adresy autorů: Alena Šedivá, Jan Kohout, Institute of Animal Physiology and Genetics, Academy of Sciences of the Czech Republic, v.v.i., Liběchov, Czech Republic
Ladislav Pekárik, Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia

Annual development of the macrozoobenthos of the Křemelná river (Šumava, Czech republic)

Sezonní dynamika zoobentosu řeky Křemelné (Šumava, Česká republika)

J.Šťastný I. Sukop,

Křemelná River is a typical mountain river, the greater part of the stream is a trout zone (epirhithral and metarhithral). Křemelná River basin pertains to Hercynian region of mountain system of the Czech Republic.

The present work gives the results of the research focused on the annual development of the macrozoobenthos in the Šumava (Czech Republic), carried out from 2007 to 2008. Zoobenthos samples were collected by Surber sampler (1225 cm² of surface) and Kick sampler. Qualitative and quantitative samples were taken on each observed locality. The first sampling site GPS location was 49°8'16.78"N,13°23'40.86"E, the second 49°8'33.85"N,13°24'8.94"E and the third 49°8'15.96"N,13°24'7.93"E. Biomass of the zoobenthos was assessed by weighing preserved materials after a standard period of three months.

Summer temperature of water in epirhitron did not exceed 16 °C. Values of summer water temperature ranged from 9.5 to 15.9 °C, (12.8 °C in average). pH is also a very important factor for occurrence of the macrozoobenthos in trout zones. In the sampling period values of pH were in range of 5.63 – 8.72 (6.65 in average), conductivity values were in interval 12 – 40 μS.cm⁻¹, (20.0 μS.m⁻² in average), Oxygen saturation of water was always above 80%.

In the Křemelná River was determined 170 taxons of macrozoobenthos: Turbellaria (1 taxon), Oligochaeta (4 taxons), Gastropoda (2 taxons), Bivalvia (1 taxon), Amphipoda (1 taxon), Hydracarina (2 taxons), Ephemeroptera (26 taxons), Plecoptera (34 taxons), Megaloptera (1 taxon), Trichoptera (49 taxons), Coleoptera (8 taxons), Diptera (41 taxons).

The values of abundance and biomass oscillated within dimension 21918 – 1020 ks.m⁻² and 35.6 – 2.1 g.m⁻², average values were 6196.1 ks.m⁻² for abundance and 12,49 g.m⁻² for biomass. According to saprobity index the water was oligosaprobic in most cases (saprobity index values 0.47 - 1.02).

The quantitative data and number of taxa in the Křemelná River was comparable to the other trout zone waters within Czech Republic, for example Moravice River, brooks of Bílé Karpaty mountains, Fryšávka River.

Acknowledgment:

This study was supported by the Research plan No. MSM6215648905 “Biological and technological aspects of sustainability of controlled ecosystems and their adaptability to climate change“, which is financed by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

Adresy autorů:

Ing. Jan Šťastný, Doc. RNDr. Ivo Sukop, CSc., Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Zemědělská 1, Brno 613 00 Department of Fisheries and Hydrobiology
stasnyjan@seznam.cz, ivosukop@aeznam.cz

The effects of pond conditions and fish holding on sensoric properties of carp meat

Vliv rybničních podmínek a sádkování na sensorické vlastnosti masa kapra

M. Šustek, A. Jarošová J. Mareš

This research project explores sensoric properties of carp meat using selected descriptors (meat-quality indicators). It examines samples from fish harvest of four South Moravian ponds, as well as impacts of fish holding.

The fall fish harvest involved fish samples from October 26, 2007 through November 14, 2007. The samples after fish holding took place from December 11, 2007 to December 12, 2007. Subsequently, from January 21 until January 24, 2008, the samples were examined by ten evaluators at the Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno Food Technologies Institute Laboratory of Sensoric Analysis.

The following indicators were monitored on cooked fish samples (roasted meat): smell intensity and suavity, texture, juiciness, and flavor intensity and palatability. The samples were evaluated on an interval graphic scale (100mm = 1mm = 1 point). In addition, the evaluators could add a verbal description of smell and flavor.

Our research monitored four ponds (however, we were able to obtain the after fish holding samples from only three of them). Overall, samples from seven takings were obtained and divided into eight study series for further analysis. In each of the series, ten evaluators assessed six descriptors. In the end, 3360 results were obtained and completed with subjective evaluations of smell and flavor.

Statistical analysis of sensoric properties of the fall fish harvest carp samples showed some differences between the ponds, in particular regarding smell and flavor suavity. The results of the after fish holding samples analysis indicated an improvement in some indicators, especially in juiciness and flavor palatability.

The results imply that fish holding techniques have positively affect on sensoric properties of carp meat.

Acknowledgment:

This study was supported by the Research plan No. MSM6215648905 “Biological and technological aspects of sustainability of controlled ecosystems and their adaptability to climate change“, which is financed by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

Adresy autorů:

Bc. Martin Šustek, doc. Ing. Alžbeta Jarošová, Ph.D., Department of Food Technology, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Zemědělská 1, Brno. 613 00, msustek@centrum.cz, ualja@mendelu.cz

Doc. Dr. Ing. Jan Mareš, Department of Fisheries and Hydrobiology, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Zemědělská 1, Brno. 613 00, mares@mendelu.cz

R. Kopp (red.), 2008: XI. Česká ichtyologická konference

Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí
konané ve dnech 3. a 4. prosince 2008 v Brně

Editor: Ing. Radovan Kopp, Ph.D.

Pozn. Redakce: Za jazykovou a věcnou stránku příspěvků odpovídají jednotliví autoři.
Editor provedl pouze nezbytné úpravy pro přípravu tisku.

Vydal: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Rozsah: 262 stran

Náklad: 85 výtisků