

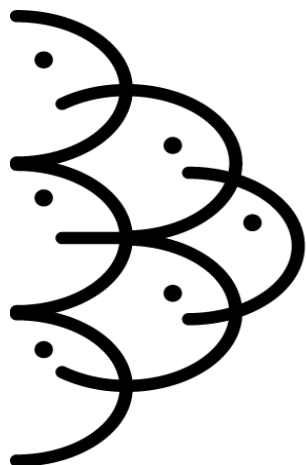


**RYBÁŘSKÁ A ICHTYOLOGICKÁ SEKCE
ČESKÉ LIMNOLOGICKÉ SPOLEČNOSTI**

VE SPOLUPRÁCI

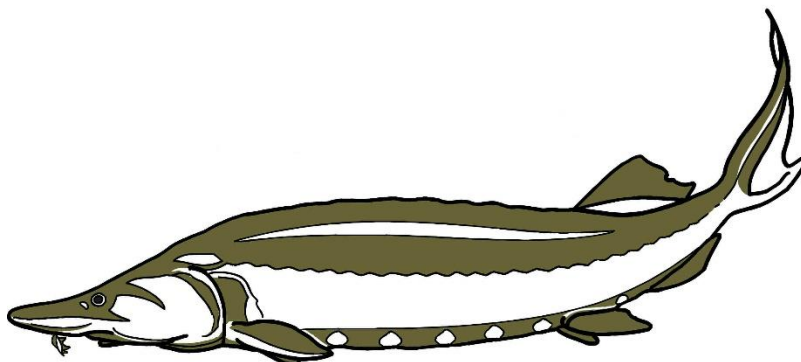
S MINISTERSTVEM ZEMĚDĚLSTVÍ
pod záštitou ministra zemědělství
Miroslava Tomana

Sborník příspěvků z konference
RYBIKON 2018



XVI. Rybářská
a ichtyologická
konference
Brno 10.–11. 10. 2018

Editoři: Radovan Kopp, Jan Grmela



Místo konání: Mendelova univerzita v Brně

Organizátoři: Oddělení rybářství a hydrobiologie Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně, Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., a Česká limnologická společnost

Vědecký výbor konference:

prof. RNDr. Jan Kubečka, CSc.; prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.; RNDr. Martin Čech, Ph.D.; prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D., Ing. Pavel Jurajda, Ph.D.

Organizační výbor konference:

prof. Dr. Ing. Jan Mareš; Ing. Jan Grmela, Ph.D.; Ing. Pavel Jurajda, Ph.D.,

OBSAH

Příspěvky a abstrakty

Spurný P., Mareš J., Kopp R., Grmela J., Mareš L., Malý O.: Sociální a ekonomické aspekty sportovního rybolovu v ČR.	4
Guziur J., Příhoda J.: Rybářská stráž v Polsku a na Slovensku.	9
Duras J., Potužák J.: Co jsme zjistili z látkových bilancí rybníků?.	10
Regenda J., Hartman P., Rutegwa M.: Výlov rybníku jako bilance přírůstku a úbytku živin, aneb Jak to bylo a může být?.	14
Malý O., Mareš J., Zugárková I., Poštulková E.: Ovlivnění retence fosforu v chovu kapra.	23
Adámek Z., Mikl L., Roche K.: Faktory ovlivňující návštěvnost rybochovných objektů vydrou - možnosti uplatnění elektrických odpuzovačů.	27
Čech M., Sajdlová Z., Vejřík L., Jůza T., Sed'a J., Draštík V., Vašek M., Frouzová J., Peterka J., Kubečka J.: Juvenilní okoun coby klíčový hráč v potravní pyramidě vodárenské nádrže.	28
Sajdlová Z.: Přeměna dne na noc ve snaze zablokovat celosvětově přítomný fenomén chování.	29
Opatřilová L., Kortan D.: Ekologický stav a ryby - výsledky z praxe.	31
Kubín M., Závorka L., Rulík M., Galia T., Mikl L., Šmejkal M., Jaskula F.: Vliv technických úprav na rybí společenstva malých vodních toků.	37
Bouše E., Musil J., Barankiewicz M., Štrunc D.: Vliv říčních výhonů na složení ichtyofauny - vyhodnocení revitalizačních opatření na dolním toku Labe.	39
Šmejkal M., Bartoň D., Souza A.T., Blabolil P., Kolařík T., Sajdlová Z., Vejřík L., Kubečka J.: Dopad špičkového režimu na reprodukci bolena dravého.	40
Halačka K., Mendel J., Muška M., Merta L., Vetešník L.: Historický a současný stav populací sekavce a sekavčíka na území České republiky.	41
Jurajda P.: Nepůvodní druhy ryb v ČR: vážný problém nebo přehnané obavy?	46
Kalous L.: Nepůvodní ryby v Česku: koncept.	51
Všetičková L., Mikl L., Adámek Z., Vašek M., Švecová H., Kolářová J., Jurajda P.: Hlaváč černoústý v potravním řetězci našich vod.	52
Mareš L., Mareš J., Seifried J., Brumovská V.: Vliv a význam bezobratlých v intenzivních systémech chovu ryb.	58

Mendel J., Mareš J., Palíková S., Halačka K., Vetešník L., Abaffy P., Šindelka R.: Genetika ve službách biodiverzity a akvakultury – tři aktuální případové studie.	64
Hubená P., Horký P., Grabic R., Grabicová K., Slavík O., Randák T.: Vliv psychoaktivních látek na chování jelce tlouště <i>Squalius cephalus</i> L.	71
Blažek R., Polačik M., Vrtílek M., Bartáková V., Methling C., Řežucha R., Nezhybová V., Žák J., Reichard M.: Anuální halančící jako modelový organismus.	72
Kulich M.: Praktické zkušenosti s prevencí a léčbou kožovce v intenzivní akvakultuře lososovitých ryb.	73
Říha M., Jarić I., Děd V., Holubová M., Jůza T., Sajdlová Z., Šmejkal M., Vejřík L., Vejříková I., Peterka J., Blabolil P., Muška M., Tušer M., Gjelland K.Ø., Økland F., Mrkvička T.: Telemetrický poziční systém - nová dimenze studia chování ryb.	75
Pekárik L., Friedrich T.: Obnova populácie jesetera malého (<i>Acipenser ruthenus</i> , L.) v úseku Dunaja Bratislava-Viedeň.	76
Kubala M., Pekárik L.: Akustická telemetria jesetera malého v slovensko-maďarskom úseku Dunaja.	77
Vlach P., Prechalová M., Fischer D.: Ryby jako potenciální predátor raka kamenáče.	78
Patoka J., Kouba A., Bláha M., Petrusek A.: Nepůvodní raci v Indonésii.	79

Postery

Brumovská V., Poštulková E., Mareš J.: Vliv přísady klinoptilolitu do krmných směsí pro pstruha duhového.	81
Čech M., Čech P.: Potravní ekologie rybiho mikropredátora, ledňáčka říčního, v podmínkách České republiky.	82
Fedorčák J., Kutsokon Y., Šmiga L., Koščová L., Halačka K., Koščo J.: <i>Cobitis</i> – významný medzihostitel' zoonózy.	83
Jarić I., Říha M., Děd V., Souza A.T., Čech M., Holubová M., Jůza T., Sajdlová Z., Šmejkal M., Vejřík L., Vejříková I., Peterka J., Gjelland K.Ø., Økland F., Mrkvička T.: Vliv dynamiky vnitřní seiche na vertikální distribuci ryb.	84
Jurajdová Z., Šlapanský L., Kava T., Jelínek V., Marek M., Roche K., Jurajda P.: Ryby Labe: pod Střekovem nad Střekovem.	85
Kuříková P., Bohatá L., Kopecký O., Kalous L.: Identifikace nepůvodních vodních organismů – předpoklad k omezení biologických invazí.	86
Mikl L., Leontovyčová D., Halířová J.: Zhodnocení koncentrace vybraných polutantů mezi biologickými komponenty na významných tocích ČR.	87

Musilová B., Radojičić M., Kopp R.: Vliv bio-enzymatického přípravku na kvalitu vody v rybnících a na kvalitu a kvantitu rybničního sedimentu.	88
Ondračková M., Hudcová I., Jurajda P.: Nepůvodní druhy ryb jako vhodné hostitelé pro místní parazity.	89
Poštulková E., Šorf M., Kopp R.: Účinky terbutrynu na organismy vodního prostředí.	90
Radojičić M., Musilová B., Kopp R.: Vliv bio-enzymatického přípravku na vývoj fytoplanktonu.	91
Šlapanský L., Janáč M., Mikl L., Jurajda P.: Hlaváč černoústý v ČR: dvě řeky, dva osudy.	92
Syrová, E., Dolejská, M., Kohoutová, L., Papežíková, I., Kutilová, I., Čížek, A., Navrátil, S., Palíková, M.: Mezofilní aeromonády a jejich antibiotická rezistence v kaprovém rybníkářství.	93
Šálková E., Tumová J., Flajšhans M.: Imunohistochemické vyšetření u ryb: výsledky pilotní studie.	94
Vlach P., Fischer D., Svobodová J.: Aktuální stav populací raka kamenáče v České republice.	95
Yonvitner Y., Akmal S. G., Kalous L., Boer M., Patoka J., Petrýl M.: Diverzita ichtyofauny v Bantenském moři: evidence z rybářských přístavů v provincii Banten v Indonésii.	96
Žák J., Prechalová M., Šmejkal M., Vašek M., Matěna J., Říha M., Blabolil P., Peterka J., Sed'a J., Kubečka J.: Pohlavní segregace kaprovitých ryb mezi habitaty kaňonovité vodní nádrže.	97
Zugárková I., Mareš J., Malý O.: Vliv přídavku fytázy a kyseliny citronové do krmných směsí na produkční parametry v chovu kapra (<i>Cyprinus carpio</i> L.).	98

SOCIÁLNÍ A EKONOMICKÉ ASPEKTY SPORTOVNÍHO RYBOLOVU V ČESKÉ REPUBLICE

P. SPURNÝ, J. MAREŠ, R. KOPP, J. GRMELA, L. MAREŠ, O. MALÝ

Oddělení rybářství a hydrobiologie, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno,

fishery@mendelu.cz

Abstrakt

Príspevek uvádí hlavní výsledky socioekonomické studie sportovního rybolovu realizované v roce 2017 formou dotazníkové ankety obsahující 30 otázek z různých okruhů sportovního rybolovu. Do vyhodnocení bylo zahrnuto 4684 respondentů (1,48 % sportovních rybářů registrovaných v ČRS a MRS). Získané výsledky jsou srovnány se staršími údaji, získanými obdobnými studii v letech 2003 a 2009. V ČR je aktuálně registrováno 315577 sportovních rybářů, kteří ročně v průměru realizují 53 docházky k rybolovu. Nejoblíbenější metodou rybolovu je položená, nejvíce loveným rybím druhem kapr obecný. Průměrné roční množství přivlastněných ryb na jednoho rybáře činí 30,5 kg a průměrné roční výdaje za povolenky k rybolovu dosahují 2060,- Kč.

Klíčová slova: sociální skupiny rybářů, povolenky k rybolovu, rybolovné metody, lovené druhy ryb, finanční náklady na rybolov, komerční rybolov, rybolov v zahraničí

Úvod

Sportovní rybolov je v současném uspěchaném světě stále více považován za optimální formu aktivního odpočinku člověka v úzkém kontaktu s přírodou. Zájem o tuto činnost, která má vedle vlastního využití a obhospodařování povrchových vod také celou řadu sociálních a ekonomických vazeb, celosvětově zaznamenává trvale rostoucí trend. Počet registrovaných sportovních rybářů dosáhl k 31. 12. 2016 v Českém rybářském svazu a v Moravském rybářském svazu 315577 osob, což představuje 2,99 % populace (v roce 2015 měla ČR 10,55 mil. obyvatel). Z hlediska věkové struktury této členské základny se sportovnímu rybolovu u nás věnuje 38185 mladých lidí ve věku do 18 let (12,10 % všech sportovních rybářů). To představuje také významný sociální aspekt z hlediska pozitivního utváření hodnotových kritérií u této generace. V současné době čeští rybáři také běžně cestují za rybolovem do zahraničí a o naše revíry se více zajímají i zahraniční rybáři.

S přihlédnutím ke všem těmto aspektům se Český rybářský svaz už v roce 2003 rozhodl podle vzoru sportovně rybářsky vyspělých zemí západní Evropy zadat v součinnosti s Moravským rybářským svazem zpracování první socioekonomické

studie sportovního rybářství v ČR. Další studie v obdobném tematickém rozsahu následovaly v letech 2009 a 2017. Zpracovatelem všech tří uvedených studií bylo Oddělení rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně. Cílem všech těchto studií bylo získání konkrétních údajů o našich sportovních rybářích z hlediska jejich zájmu o metody a způsoby rybolovu, o preferovaných rybích druzích a rybářských revírech a o zájmu o rybářskou turistiku, ale také získání určitého přehledu o výdajích za rybářské náčiní a o spokojenosti se stavem legislativní úpravy rybolovu a ochrany přírody. Za 27 let existence svobodného státu u nás došlo k významnému růstu životní úrovně, který vyvolává také hodnotový posun ve využívání volného času. To se promítá i do zájmu o sportovní rybolov a očekávání jeho dalšího směřování v měnících se socioekonomických podmínkách. Včasné zachycení těchto trendů je velmi důležité jak pro průběžnou korekci rybářské spolkové činnosti, tak pro citlivý management rybářských revírů.

Materiál a metodika

Pro uskutečnění všech tří studií připravil zpracovatel ve spolupráci se zadavatelem anketní dotazník, který pro průzkum v roce 2017 obsahoval 30 otázek z různých okruhů problematiky sportovního rybolovu a 4 otázky personálního charakteru. Do ankety byli zapojeni rybáři ze všech územních svazů Českého rybářského svazu, Moravského rybářského svazu a pravděpodobně i část rybářů ze samostatných rybářských spolků a neorganizovaných rybářů. Tento dotazník byl distribuován s využitím abonentní sítě časopisu Rybářství. Kromě listinné formy byl dotazník rovněž k dispozici v elektronické formě na webových stránkách ČRS a MRS pro další zájemce, takže převážná část odpovědí byla získána elektronickou cestou.

Zpracovatelé získali celkem 4711 částečně nebo úplně vyplněných dotazníků, z nichž bylo po vyřazení duplicitních dotazníků do vlastní studie zahrnuto celkem 4684 respondentů (1247 listinných dotazníků a 3437 elektronických), což představuje 1,48 % všech registrovaných sportovních rybářů v ČR. Soubor získaných odpovědí byl počítačově zpracován s využitím modifikované verze programu Excel.

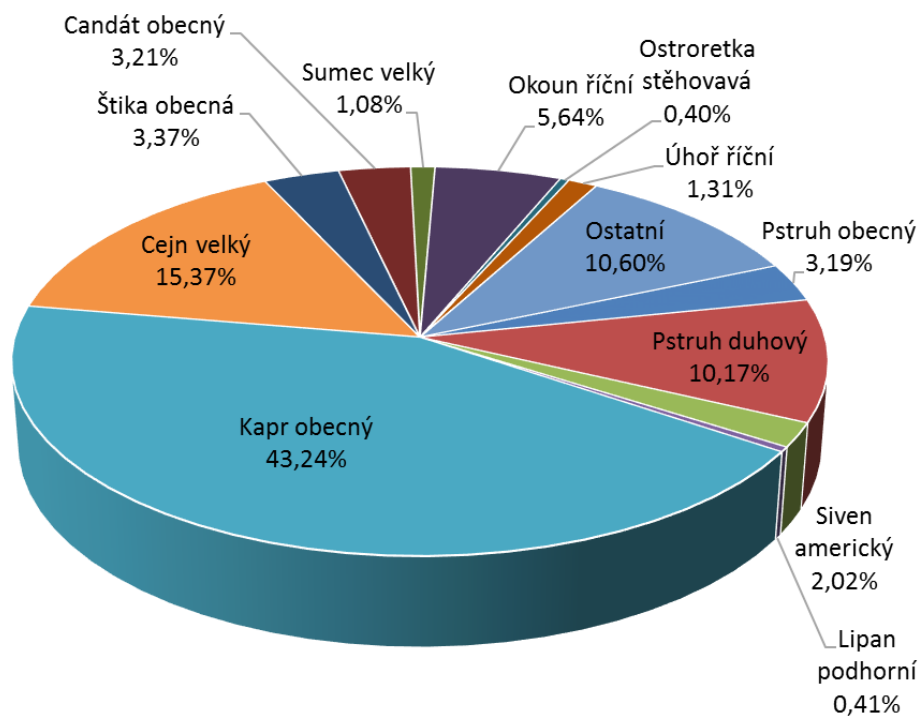
Z uvedeného počtu respondentů bylo 2935 (62,66 %) mužů a pouze 78 (1,67 %) žen, 1671 respondentů (35,67 %) pohlaví nevedlo. Věkové rozpětí respondentů se pohybovalo od 7 do 88 let (průměrný věk 46 let) a v anketním průzkumu byli zastoupeni sportovní rybáři ze všech správních krajů ČR. Z hlediska sociální příslušnosti respondentů se ankety zúčastnilo nejvíce sportovních rybářů ze skupiny zaměstnanců (36,29 %), dále z kategorie důchodců (14,82 %), podnikatelů (7,49 %) a studentů (4,95 %). Sociální skupiny nezaměstnaní a v domácnosti představovaly zanedbatelný podíl.

Výsledky

Bylo zjištěno, že 59,54 % rybářů začalo se sportovním rybolovem ve věku do 10 let, dalších 18,66 % ve věku do 18 let. Od roku 2008 do roku 2016 vzrostl podíl rybářů, kteří začali se sportovním rybolovem ve věku do 10 let o 12,03 %. Nejsilnějším impulzem pro většinu začínajících rybářů je příklad v rodině (47,26 %), hned na druhém místě to je samostatné aktivní rozhodnutí (30,37 %). Z hlediska

příslušnosti k sociálním skupinám sportovní rybolov provozuje nejvíce občanů z kategorie zaměstnanců (36,29 %), důchodců (14,82 %), dále podnikatelů (7,49 %) a studentů (4,95 %). Pro 57,84 % našich rybářů je nejdůležitějším motivem k provozování sportovního rybolovu pobyt v přírodě, 19,71 % rybářů přináší největší uspokojení z rybolovu ulovení velkého množství ryb ke konzumnímu využití. Zatímco skupina rybářů upřednostňující pobyt v přírodě se ve srovnání s rokem 2008 příliš nezměnila (nárůst o 1,47 %), u skupiny motivované výší úlovků došlo ve stejném období k nárůstu o 18,22 % a dokonce k překonání vysokého počtu z roku 2002 (16,59 %).

Graf č. 1: Kusové zastoupení rybích druhů v ročních úlovcích sportovních rybářů



Rybolov na mimopstruhových vodách provozuje 96,78 % rybářů, na pstruhových vodách 14,54 % a na obou typech vod 12,60 % rybářů. Většina pstruhařů tedy zároveň loví ryby také na mimopstruhových vodách (pouze pstruhovou povolenku si pořizuje 1,94 % rybářů a pouze mimopstruhovou 84,16 %). Podíl rybářů lovcích na mimopstruhových vodách se v letech 2008–2016 zvýšil o 8,36 %, na pstruhových vodách se prakticky nezměnil. V průběhu roku 44,49 % rybářů realizuje 11–50 docházek k vodě, 30,17 % rybářů 51–100 docházek. Celkový roční průměr bez rozlišení kategorie vod představují 53 docházky na rybáře a rok, což je stejná hodnota jako v roce 2008.

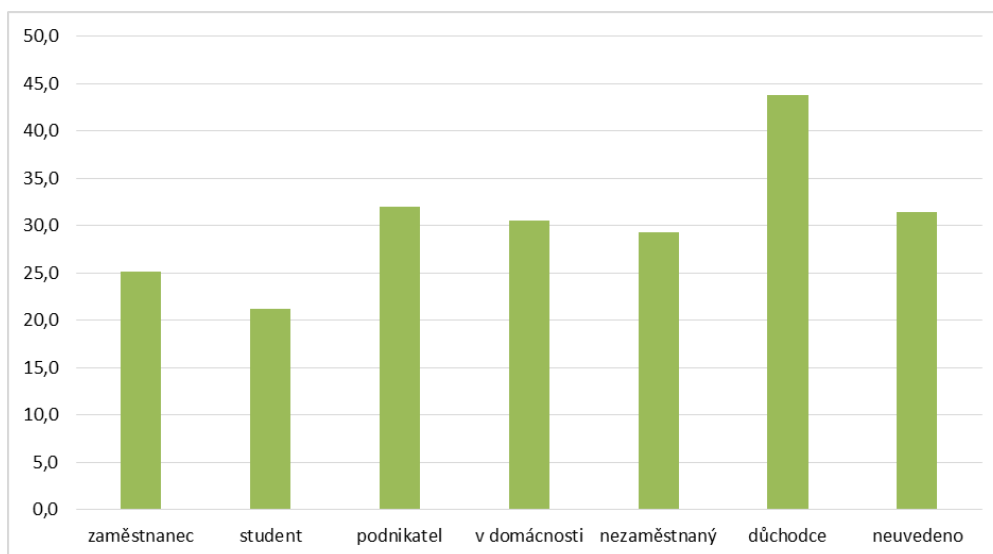
Na mimopstruhových vodách bylo v roce 2016 jedenkrát až dvakrát kontrolováno rybářskou stráží 38,64 % rybářů, na pstruhových vodách ve stejné

frekvenci 20,61 %. S kontrolou se v roce 2016 nesetkalo 26,80 % lovcích na mimopstruhových vodách a 71,93 % lovcích na pstruhových vodách.

Mezi oblíbenými způsoby rybolovu v souladu s očekáváním jednoznačně dominuje položená (68,62 % rybářů), na druhém místě je to přívlač (13,39 % rybářů) a na třetím místě plavaná (9,95 % rybářů), lov na umělou mušku upřednostňuje 4,91 % rybářů. Nejvíce loveným druhem z deklarovaných úlovků je jednoznačně kapr (43,24 % kusových a 70,43 % hmotnostních úlovků), následuje cejn velký (15,37 % a 6,36 %), pstruh duhový (10,17 % a 2,26 %) a okoun (5,64 % a 1,04 %). Podrobněji jsou kusové úlovky zachyceny v grafu č. 1.

V průběhu roku si alespoň jednu rybu z ulovených ponechá 78,48 % rybářů a průměrné roční množství přivlastněných ryb na jednoho rybáře představuje přibližně 19 kusů a 30,5 kg (v roce 2008 to bylo 29 kusů ryb a 36,5 kg). Množství přivlastněných úlovků se ale významně liší podle sociální příslušnosti rybářů, jak je patrné z grafu č. 2.

Graf č. 2: Množství ulovených ryb (v kg na osobu a rok), které si jednotlivé sociální skupiny rybářů ponechají



Relativně velké množství ryb si ponechají také rybáři ze skupiny nezaměstnaných, ale ti tvoří jen 0,43 % sportovních rybářů. Z vlastních úlovků zkonsumovalo v průběhu roku 2016 méně než 5 kg ryb 30,62 % rybářů, více než 10 kg 39,58 % rybářů a 7,84 % rybářů nejlí ryby vůbec (nárůst o 2,03 % ve srovnání s rokem 2008).

Z hlediska očekávaných trendů sportovního rybolovu by 50,30 % respondentů upřednostňovalo lov bez přivlastňování úlovků. Pro zavedení horní míry kapra se vyslovilo 81,66 % rybářů. Povolení lovu ryb pod ledem by si přálo 48,55 %

respondentů a umožnění 24 hodinového rybolovu 74,12 % respondentů. Pro zachování současného stavu bez legislativních změn se vyslovilo 22,40 % rybářů.

Pravidelné každoroční náklady na sportovní rybolov představují povolenky k rybolovu. Na mimopstruhové vody nakupuje 55,08 % rybářů roční povolenku územního svazu, 35,68 % dokonce roční povolenku celosvazovou. Z krátkodobých povolenek je nejvíce využívána sedmidenní (3,61 % lovicích). Možnost zakoupení roční celorepublikové povolenky (revíry ČRS a MRS) využívá pouze 2,36 % rybářů lovicích na těchto vodách. Obdobný poměr vykazují povolenky na vody pstruhové (63,28 % roční povolenka územního svazu, 23,09 % celosvazová, 2,23 % roční celorepubliková). Z krátkodobých povolenek je nejvíce využívána povolenka jednodenní (4,73 % lovicích). Průměrné roční výdaje za povolenky k rybolovu představují 2060,- Kč (nárůst od roku 2008 do roku 2016 o 571,- Kč, od roku 2002 do roku 2016 o 1014,- Kč). Možnosti komerčního rybolovu využil 41,72 % registrovaných rybářů a za tuto službu každý z nich v roce 2016 zaplatil v průměru 2998,- Kč. Ve srovnání s rokem 2008 se jedná o nárůst zájemců o 8,79 % a průměrné platby o 622,- Kč. Na rybářskou výbavu každý český rybář ročně vynaloží průměrně 20129,- Kč (nárůst od roku 2008 do roku 2016 o 12015,- Kč). Motorové vozidlo využívá k cestám za rybolovem 85,54 % rybářů, veřejnou dopravu 1,56 %, chůzi nebo jízdní kolo 10,48 %. Průměrné roční náklady za pohonné hmoty činí 4803,- Kč, za veřejnou dopravu 785,- Kč. Největší počet rybářů (43,94 %) dojíždí za rybolovem na vzdálenost 10–50 km od svého bydliště.

Za rybolovem do zahraničí cestovalo v posledních pěti letech 21,16 % rybářů. V tomto období realizovali zahraniční rybolov v průměru čtyřikrát s průměrnými ročními náklady 20164,- Kč. Cestující rybáři navštívili v posledních pěti letech 53 zemí. Sestupné pořadí 20 nejvíce navštěvovaných zemí je následující: Norsko, Itálie, Španělsko, Švédsko, Maďarsko, Slovensko, Francie, Chorvatsko, Polsko, Slovinsko, Finsko, Rakousko, Dánsko, Německo, Holandsko, Velká Británie, Bulharsko, Kanada, Rumunsko a USA.

Literatura

- SPURNÝ, P., MAREŠ, J., KOPP, R., FIALA, J., 2003: Socioekonomická studie sportovního rybolovu v České republice. *Závěrečná zpráva pro ČRS Praha, (9093 OS 34), Brno, 31 s.*
- SPURNÝ, P., MAREŠ, J., KOPP, R., FIALA, J., VÍTEK, T., 2009: Socioekonomická studie sportovního rybolovu v České republice. *Závěrečná zpráva studie pro Český rybářský svaz v Praze, Brno, 38 s.*
- SPURNÝ, P., MAREŠ, J., KOPP, R., GRMELA, J., MAREŠ, L., MALÝ, O., 2017: Socioekonomická studie sportovního rybolovu v České republice. *Závěrečná zpráva studie pro Český rybářský svaz v Praze, Brno, 46 s. ISSN 178-80-905280-9-3*

„ŠTÁTNA RYBÁRSKA STRÁŽ“ V POLSKU

J. GUZIUR¹, J. PŘÍHODA²

¹UWM Olsztyn, ²Žilina SK

Abstrakt

Od roku 1985 chráni poľské vnútrozemné vody, prímorské vody a ekologické oblasti Poľska 16 krajských pobočiek Štátnej Rybárskej Stráže (ŠRS), ktoré kontrolujú spolu s políciou a 6 rybárskymi organizáciami. ŠRS je uniformovaná a vybavená terénnymi autami, motorovými člmi, pištoľami, vysielaczkami, rádiotelefónmi a pod. Kontroluje celkom 619 tis. ha vôd a pobrežia chránených oblastí. Najväčší vodný areál je na severe v olštýnskej a gdanskej oblasti, kde je najväčší počet turistov, ale tiež nedostatočný počet strážcov a štátnych dotácií.

Základne údaje a výsledky ŠRS Poľska

L o k a l i t a /oblasť/	Areál vôd /ha/	Počet ryb. strážcov	Areál vôd /ha/ na 1 strážcu	Štátna dotácia /EUR, Kč/ *
P O L ` S K O	619 300	291	2 130	3,46 mln Kč 150 000 EUR
O l š t ý n	120 000 – 19,4%	43	3 810 - 178%	57 000 EUR
G d a n s k	64 700 – 10 %	18	3 600 – 169%	31 000 EUR

Každoročne zabavuje 20 druhov pytliakeho náradia, amatérske a profesionálne siete: hlavne žiabrovky /oká aj do 150 mm/, úhorie a štučie vrše, vlečné siete a lovenie naraz 2-10 udicami. Poplatky a členské aktuálne platí len každý 3-5 športový rybár. V menšej miere prípadov bolo zistené lovenie rýb elektrinou a hlušenie rýb výbušninami. Stráž v olštýnskej oblasti /25 tis. km²/ priemerne zabaví 10 tis. ks pytliakeho náčinia /42% celkového počtu PL/, zistí 786 priestupkov /32% /a uloží 6 tis. pokút v hodnote 285 000 EUR. O tretinu nižšie sú výsledky kontroly ŠRS v gdanskej oblasti.

Kľúčová slova: Poľsko, vody, pytliactvo., bezpečnosť vôd, Štátna Rybárska stráž, vybavenie., výsledky,

CO JSME SE NAUČILI Z LÁTKOVÝCH BILANCÍ RYBNÍKŮ

J. DURAS¹, J. POTUŽÁK²

¹ *Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, 301 00 Plzeň,* ² *Povodí Vltavy, státní podnik, Emila Pittera 1, České Budějovice, 370 01*

jindrich.duras@pvl.cz

Úvod

Rybníky jsou už po staletí neodmyslitelnou součástí naší krajiny. Prudké změny zejména od druhé poloviny 20. století znamenaly vznik úplně nových situací nejen v rybníkářství, ale také v krajině a společnosti. K této situaci se teprve opatrně pokoušíme najít komplexnější přístup. To je obtížné, protože jednak lze stále považovat širší komunikaci za zanedbanou a jednak zde máme co činit s průsečíkem mnoha faktorů se zatím dominujícími zájmy ekonomickými.

Cílem příspěvku je přispět k diskusi shrnutím poznatků, které jsme získali v rámci provozního i průzkumného monitoringu jakosti vody v rybnících za poslední desetiletí, a to zejména poznatky týkající se látkových bilancí živin [např. 1-7]. Látkové bilance jsou totiž jedním z možných – a podle našeho názoru i zásadních – pohledů na úlohu rybníků v krajině, tedy v povodí.

Metodické poznámky

Zjišťování látkových bilancí jsme postavili na čtrnáctidenních intervalech odběru vzorků + měření aktuálních průtoků na všech významných přítocích a odtocích z rybníka, a to po celý hospodářský cyklus. V několika případech, kdy byl k dispozici záznam z limnigrafu (Rožmberk), byla využita tato data. Tento postup byl zvolen jako určitý kompromis mezi tím, co lze ještě organizačně a technicky zvládnout, a tím, jak dobře budou výsledky odpovídat realitě. Ukázalo se, že pro sloučeniny fosforu, které byly naším primárním cílem, je postup s využitím dvoutýdenního vzorkovacího kroku relevantní. Nelze tak ale hodnotit bilanci nerozpuštěných látek (přísuny erozního materiálu) ani např. herbicidů, protože jejich vstupy probíhají v krátkých a intenzivních epizodách. Pozornost byla soustředěna primárně na fosfor (P) jakožto klíčovou živinu pro eutrofizaci našich vod.

Do bilančních sledování jsme zahrnovali také období výlovů, kdy dochází k obrovským látkovým tokům spolu s unikajícím sedimentem. Během výlovu jsme obvykle využívali automatických vzorkovačů a 24 hodinových slévaných vzorků v hodinových intervalech, průtok vody jsme měřili obvykle 2x za 24 hodin.

Významnou složkou látkové bilance jsou samozřejmě vstupy a výstupy v souvislosti s rybářským hospodařením. Tyto položky byly převzaty od hospodařících subjektů. Zde upozorňujeme na to, že propočet bilance akvakultury závisí také na tom, jaký obsah P či N přisoudíme krmivu a jaký biomase ryb.

Optimální je analyzovat vzorky krmiva i ryb – ryby nejlépe na začátku i na konci produkčního cyklu, protože obsah P se v kaprech během růstu může měnit.

Při práci s literaturou je třeba věnovat velkou pozornost právě metodickým odlišnostem, protože mnohdy jsou výsledky velmi obtížně porovnatelné.

Při interpretaci výsledků je zásadní si ujasnit, co je v bilančním propočtu vlastně zahrnuto a o jaký úhel pohledu vlastně jde. Například souhrnné hodnocení všech vstupů a všech výstupů neřekne prakticky nic. Zajímavé je naopak hodnocení látkové bilance samostatně pro akvakulturu a zvláště bilance pro vstupy z povodí a výstup s odtékající vodou. My jsme navrhli porovnávat úroveň zjištěné retence P pro přísun z povodí a odtok s hodnotou vypočtenou na základě teoretické doby zdržení vody [8], protože máme za to, že rybníky by měly mít zachovány svoji přirozenou schopnost zadržovat fosfor i při chovu ryb. Tato úvaha vychází z poznatku, že rybníky jsou velmi účinný prvek, který transformuje látkové toky v povodích. Pokud budou tyto prvky dobře fungovat, má šanci dobře fungovat i dané povodí.

Výsledky

Nejdůležitější výsledky, které považujeme za využitelné pro hledání přístupu k hodnocení úlohy rybníků v krajině, uvádíme alespoň stručně:

- Hodnotit je nezbytné celý produkční cyklus, a to včetně vstupu látek z výlovu rybníků ležících výše a včetně odtoku látek během strojení a výlovu hodnoceného rybníka. V případě odbahňování loviště mimo plochu rybníka je třeba uvést i tuto položku [6].
- Podíl vstupů látek z chovu ryb je u průtočných rybníků velmi nízký (<10% - Rožmberk, Ratmírovský, Hejtman u Strmilova), stejně jako u rybníků s extrémně vysokým vnějším vstupem P s odpadními vodami (Buzický). U málo průtočných rybníků může vstup z akvakultury zřetelně převyšovat přísun P z povodí (Dehtář, Horusický, Labuť), takže i management akvakultury bude mít rozhodující vliv i na výsledek látkové bilance.
- Přístup k hodnocení látkové bilance porovnáním zjištěné a modelové hodnoty dle [8] se ukázal jako přínosný. Je reálné, aby úrovně retence P očekávané dle modelu dosahovaly jak sportovní a rekreační rybníky (např. Staňkov, Hejtman u Chlumu, Hejlovský u Pelhřimova,..), tak rybníky produkční (Buzický). Kde z rybníka odtéká zřetelně více P, než bychom očekávali, případně tam, kde je rybník dokonce čistým zdrojem P, je třeba hledat chybu: stávající nebo dřívější hospodaření, historický nebo nepodchycený vstup odpadních vod.
- Látkové bilance ukázaly, že u velkých rybníků může být rozdíl mezi možnou a skutečnou retencí fosforu v jednotkách tun, což představuje velmi významnou položku v bilanci každého povodí.
- U hnojených rybníků (Dehtář, Horusický) odeče navíc oproti modelovému odhadu zhruba právě tolik P, kolik bylo s hnojem (kejdou) dodáno.
- Zdá se, že pokud relativní krmný koeficient nepřesahuje hodnotu 2,0, což velmi zhruba znamená, že P dodaný v krmení (zrniny) se vyrovná P odstraněnému ze systému v biomase ryb, a pokud rybník není hnojený, pak skutečná retence P odpovídá očekávaným hodnotám.

- Odtok svrchní vody obvykle zlepší látkovou bilanci: zhruba o třetinu více P rybník zadrží.
- Ve všech hodnocených lokalitách pocházel rozhodující vstup P z odpadních vod měst a obcí, případně z výše ležících rybníků. P splavený na erozních částicích za srážkoodtokových událostí nebyl vzorkováním zachycen, ale jeho uvolnitelnost do vodního prostředí (a následná biodostupnost) je patrně velmi nízká, zejména v případě silně eutrofních až hypertrofních rybníků [9].
- Strojení a výlov rybníků je obvykle velmi důležitou položkou v látkové bilanci. Prakticky veškerý P opouštějící rybník při výlovu je pevně vázán na částice nerozpuštěných látek (sedimentu), takže koncentrace eutrofizačně nejrizikovější formy fosforu - $\text{PO}_4\text{-P}$ je obvykle velmi nízká a nepřevyšuje koncentraci v rybniční vodě v průběhu vegetační sezóny. Po sedimentaci fosforem bohatých splavenin níže v povodí existuje ovšem značné riziko postupného uvolňování vázaného P procesy mineralizace či po změně pH či redox poměrů.
- Sediment se ukázal jako fosforem, dusíkem a organickými látkami velmi bohatý materiál, který lze s výhodou aplikovat na zemědělskou půdu. Ve vrstvě 6 cm sedimentu z Horusického rybníka se na ornou půdu dostalo několikanásobně více P, N a K, než odpovídá běžné roční dávce strojených hnojiv. Zároveň se do půdy dostaly i aktuálně nedostatkové organické látky (stanoveno jako Cox) [10]. Nejvýhodnější se zdá aplikovat sediment získávaný pravidelně z oblasti loviště před výlovem. Je to jemnozrnný materiál velmi bohatý živinami. Navíc, pokud by nebyl těžen, z větší části by unikl při výlovu, nemluvě o zdravotním riziku pro ryby v lovišti. V případě Horusického rybníka se v r. 2017 jednalo o 1,22 t P, což je bilančně pro rybník i pro povodí významné množství [6].

Diskuse a závěry

Látkové bilance rybníků nabízejí velmi užitečný pohled na situaci v rybníce, zejména v případech, kdy je třeba posoudit velikost (podíl a přijatelnost) vstupujícího znečištění s odpadními vodami (Buzický z Blatné, Horusický z Horusic a Bošilce...). Látkové bilance také ukážou skutečné poměry v rybníce a výsledky mohou hodně napovědět i o možnostech, jak zlepšit případnou nepříznivou situaci. Potíž je zajistit odpovídající monitoring rybníků. S rozvojem techniky automatických vzorkovačů a automatických stanic pro měření průtoků by se mohl bilanční monitoring zjednodušit.

Velmi doporučujeme dále se bilančnímu hodnocení našich rybníků věnovat, protože stále je velmi málo dat k zachycení mnohotvárných situací v jednotlivých lokalitách. Chybí například údaje z rybníků s chovem vodní drůbeže, která má podle screeningového sledování rybníků (nepublikované údaje státního podniku Povodí Vltavy) zcela zásadní negativní dopad na kvalitu vody rybníka, a tedy i na jeho látkovou bilanci. Stejně tak zatím chybí zpracování látkové bilance v rybničních soustavách.

Systematicky je třeba se věnovat otázce nejen minimalizace doposud obvykle masového úniku fosforem, dusíkem a organickými látkami bohatých částic sedimentu při výlovu, ale důležité je dotáhnout záležitost až do uzavření cyklu v podobě návratu usazenin zpět na ornou půdu. V této souvislosti je nezbytné věnovat se také

optimalizaci stávající legislativy, protože i ve víceméně neznečištěných oblastech může složení rybníčních usazenin v některých parametrech (obvykle kovy) překračovat hodnoty přípustné pro aplikaci na zemědělskou půdu. Vzácné nejsou ani falešně pozitivní nálezy „ropných látek“ v podobě parametru C10-C40. Rovněž se zdá, že je mnohem výhodnější aplikovat na ornou půdu několikacentimetrovou vrstvu sedimentu častěji než aktuálně nejkratší přípustný interval 10 let.

Máme za to, že při hledání konsensu, který nás zřejmě čeká v souvislosti s chystanou přípravou vyhlášky upravující hospodaření na rybnících (uloženo Vodním zákonem v § 39), se kromě jiných hledisek může dobře uplatnit právě hledisko látkové bilance, a tedy ekosystémových služeb a fungování rybníků v kontextu celé krajiny (povodí).

Literatura

- [1] Duras J., Potužák J., 2012. Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících. *Vodní hospodářství* 6/2012, str. 14-20.
- [2] Potužák J., Duras J., 2015. Retence živin v rybnících – hodnocení a možnosti jejího využití. *Vodní hospodářství* 7/2015, str.7-15.
- [3] Potužák J., Duras J., 2013. Rybníky jako účinný nástroj pro snižování živinového zatížení povodí. *Vodárenská biologie* 2013, 6.-7. února 2013, Praha, ČR, Říhová-Ambrožová J. (Edit), str. 32-40.
- [4] Potužák J., Duras J., 2014. Jakou roli mohou hrát rybníky v zemědělské krajině? *Vodárenská biologie* 2014, 5.-6. února 2014, Praha, ČR, Říhová-Ambrožová J. (Edit), str. 176-184.
- [5] Potužák J., Duras J., Drozd B., 2017. Mass balance of fishponds: are they sources or sinks of phosphorus? *Aquaculture International*. Published on-line: 08/11/2016. DOI 10.1007/s10499-016-0071-4.
- [6] Duras J., Potužák J., Kröpfelová L., Šulcová J., Benedová Z., Baxa M., 2018. Horusický rybník a jeho látková bilance. *Sborník konference Rybníky 2018*, 14.-15.6. 2018, Praha, ČR. David V. a Davidová T. (Eds.).
- [7] Duras J., Marcel M., Boháček V., 2018. Retence živin v rybnících v povodí vodárenské nádrže Švihov. *Vodárenská biologie* 2018, 6.-7. února 2018, Praha, ČR, Říhová-Ambrožová J. (Edit).
- [8] Hejzlar J., Šámalová K., Boers P., Kronvang B., 2006. Modelling phosphorus retention in lakes and reservoirs. *Water Air Soil Pollut Focus* 6 (2006):487–494.
- [9] Borovec J., Jan J., Hejzlar J., Krása J., Rosendorf P., 2012. Eutrofizační potenciál erozních částic v nádržích. *Vodní nádrže* 2012, 26.-27.09.2012 Brno, ČR, Kosour D. (Edit.), str. 57-61.
- [10] Potužák J., Duras J., Kröpfelová L., Šulcová J., Baxová-Chmelová I., Benedová Z., Svoboda T., Novotný O., Pokorný J., 2016. Rybníční sedimenty a nové možnosti recyklace živin a organických látek v zemědělské krajině – příkladová studie rybník Horusický. *Sborník konference Rybníky 2016*, 23.-24.6. 2016, Praha, ČR. David V. a Davidová T. (Eds.), str. 174-183.

VÝLOV RYBNÍKŮ Z POHLEDU PŘÍRŮSTKU RYB A ÚBYTKU ŽIVIN, ANEB JAK TO BYLO A MŮŽE BÝT

REGENDA J., HARTMAN P., RUTEGWA M.

Ústav akvakultury a ochrany vod, FROV JU, Na Sádkách 1780, 370 05 České Budějovice

regenda@frov.jcu.cz

Úvod

Vypouštění vody z rybníků je součástí procesu výlovu ryb a uzavírá obvykle chovatelskou periodu růstu nebo komorování. Následuje hodnocení výlovu, resp. přírůstků ryb. Současně s vypouštěním a výlovem ryb dochází k odtoku živin z rybníčního ekosystému, na úkor rybníkáře a někdy i k tíži uživatele recipientu pod rybníkem. Zákon o rybářství č. 99/2004 Sb. v § 2, písm. q) umožňuje a definuje „hromadně účinnou metodu lovu ryb“, která se používá v rybníkářství (§ 3, odst. 2). Výlov ryb je tak prováděn mimo jiné pomocí „manipulace s vodou“ (§ 1, odst. 2, vyhláška č. 197/2004 Sb.). O „výsledku chovu ryb v rybnících“ je rybníkář povinen vést evidenci, kterou státní orgán kontroluje jako výlov ryb a jeho realizaci při prvním prodeji. Povinná je „Evidence o hospodaření, a o dosaženém hospodářském výsledku v rybníkářství“ (§ 3, odst. 4) zákona č. 99/2004 Sb.), která mimo jiné sleduje pro jednotlivé rybníky užití „závadných látek“ (výjimka dle § 39 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách). Jejich aplikace je obvykle kontrolována vodoprávním úřadem pomocí vybraných limitů kvality vody (např.: BSK₅, CHSK_{Cr/Mn}, TP, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻) na odtoku z rybníka v průběhu vegetace. Žádná legislativa však neřeší výstup živin z rybníků při výloveh a jiných okolnostech – např. při povodních.

Cílem příspěvku je soustředit pozornost široké odborné veřejnosti na stávající způsob nakládání s vodou při výloveh a tím i s živinami v zájmu jejich zadržování a následného možného efektivního produkčního využití.

Literární přehled

Ošetřováním stok souvisejících s rybníčními soustavami se zabývá řada autorů. Ve starší literatuře shledáváme, že vegetace v kynetě stok má být pravidelně vysečena a rostlinná hmota vyhrabána (Cablík, 1960; Kostomarov, 1958). Neudržované stoky mohou zapříčinit rozlití vody na okolní pozemky, ztrátu vody pro níže ležící rybníky, resp. uvádět rybníční krajinu do bažinatého stavu (Schäperclaus a Lukowicz, 1998). Podobně i Cítek a kol. (1993) nebo Wojda (2015) spojují hospodaření s vodou v krajině s péčí o stoky. Všichni autoři se shodují a přičítají rozlévání vody a podmáčení okolních pozemků špatné konstrukci a údržbě stok.

Jak to tedy bylo koncem 60. let 20. stol. a posléze? Stoky spojující rybníky bez ohledu na jejich vlastnické vztahy byly každoročně vysečeny na „krátká strniště“ ručně, s ohledem na věkovou kategorii a druh lovených vedlejších ryb (zvl. pro plůdek a násady lína). Termín zahájení vysečení stok byl stanoven na 15.8. obvykle po sklizni

polních plodin a ukončen byl k 15.9. kalendářního roku. Tato činnost vyžadovala soustředěné úsilí všech pracovníků rybářství. S namáhavostí (hloubkou a šíří stok) souvisely progresivní tarify mezd, a kromě v tu dobu příkrmování plůdku, násad a tržních ryb, byla údržba stok jedinou prioritou. Obdobou byla i příprava sádek (k 15.9. kalendářního roku), kterou často zajišťovali i administrativní pracovníci ředitelství závodů. Používání herbicidů na rybníční stoky nebylo v tu dobu, ani posléze až na výjimky zavedeno, vzhledem k rizikům z reziduí a ztrátě přirozeného zpevnění kynety stok drnovým pokryvem. Stěžejním motivem údržby stok bylo hospodaření s vodou a s „rybou“, míněno „scházení plůdků a násad“ do níže ležících rybníků. Na zadržení živin nebyl brán zvláštní zřetel, ostatně kvantita odtoku živin byla na jiné, nižší úrovni.

Knösche a kol. (2000) konstatují, že rybníky nejsou zátěží pro životní prostředí, ale naopak, že tato vodní díla zlepšují kvalitu vody. Toto tvrzení je rovněž v souladu se závěry Kalendy a kol. (1982) a Rozkošného a kol. (2011), kteří zjišťují, že rybníční ekosystém často zlepšuje kvalitu povrchových vod, zejména tam, kde je kvalita vody na přítoku do rybníků a špatná. Na straně druhé, ji však mohou rovněž zhoršovat, a to zejména u živinově chudých přítoků. Za jednu z klíčových funkcí rybníků v krajině je možné považovat jejich schopnost zadržovat živiny, zejména fosfor (Knösche a kol., 2000; Hejzlar a kol., 2006). Nicméně retenční schopnost je u mnoha rybníků v důsledku eutrofního až hypertrofního stavu velice snižena (Potužák a Duras, 2012 a 2015), což mimo jiné vede k závažné destabilizaci rybníčního ekosystému (Pechar, 2015). Podle nich je zachycení, resp. uvolňování fosforu limitováno aplikací hnojiv (souběžně s příkrmováním ryb) v průběhu vegetačního období.

Kvalitu vody z vypouštěných rybníků a následného lovení sledovala řada autorů jak v ČR (Kalenda a kol., 1982; Mikšíková a kol., 2012; Poštulková a kol., 2012; Freidinger, 2016; Potužák a kol., 2016), tak i zahraničí (Boyd, 1978; Knösche a kol., 1998; Banas a kol., 2002 a 2008; Muendo, a kol. 2014). Z jejich pozorování vyplývá, že kvalita vody na začátku vypouštění je poměrně dobrá (odpovídá vodě v rybníce před vypouštěním) a k výraznému zhoršení prakticky všech parametrů dochází až v samém závěru strojení, resp. při samotném výlovu.

V současné době dochází k významné změně v přístupu k živinové bilanci rybníků. Rybníční sediment se pomalu dostává do popředí zájmu coby zdroj limitované strategické suroviny – fosforu (Potužák a Duras, 2015; Potužák a kol., 2015; Potužák a kol., 2016). Plošné odbahňování rybníků je poměrně nákladnou záležitostí, která zasahuje do okolí rybníku a omezuje produkci ryb na min. 1 rok. Hledají se a testují proto nové technologie které pomocí sacích bagrů a speciálních geotextilních vaků zachycují rybníčný sediment těžný v prostoru loviště na plné vodě (Vaniček, 2014; Potužák a kol., 2017).

Nyní se podívejme, jak by to mohlo být do budoucna se zadržováním živin ve struktuře rybníčních soustav (stok) s ohledem na ochranu kvality vody níže v povodí.

Materiál a metodika

V našem příspěvku jsou prezentovány výsledky ze sledování 7 rybníků a jejich 8 výlovů na Blatensku na podzim roku 2016 a 2017. Jejich bližší charakteristika je uvedena v tabulce 1.

Ve stoce pod rybníky byla vždy cca 20 hod. před výlovem postavena z malých balíků slámy (sena) dvojice hrázek – bariér. Tyto hrázky vzdouvaly vodu ve stoce a díky tomu docházelo k sedimentaci unášených partikulí rybničního sedimentu (bahna). To vedlo ke zlepšování kvality vody pod 2. hrázkou. Bližší informace o stavbě a parametrech hrázek jsou uvedeny v Technické zprávě projektu (viz. web OP Rybářství), resp. v publikaci Regenda a kol. (2017).

Tabulka č. 1. Bližší charakteristika sledovaných rybníků

Parametr	Jenšovský	Podsilničný	Novokoželský 2016	Ouhlín	Vrbice	Pláňavy	Novokoželský 2017	Mokrý
Vodní plocha (ha)	3,93	1,80	5,00	6,20	0,80	7,70	5,00	20,00
Objem vody (m ³)	50 355	15 000	50 000	50 000	7 000	54 198	50 000	119 260
Průměrná hloubka vody (m)	1,28	0,83	1,00	0,81	0,88	0,70	1,00	0,60
Objem sledované vody (m ³)	3 875	885	3 645	1 042	210	624	1 076	5 510
Objem vzduté vody hrázemi (m ³)	29,8	34,0	43,3	66,1	15,4	28,4	70,0	107,2
Obsádka ryb	K ₀₋₁	K ₂₋₃	K ₂₋₃	K ₀₋₁	K ₂₋₃	K ₁₋₂	K ₂₋₃	K ₁₋₂
Přírůstek ryb – kapra (kg/ha/1 m hloubky)	65,56*	400,00	1 180,00	276,00*	535,71*	741,72*	940,00	766,39*
Datum výlovu	27.10.16	11.11.16	15.11.16	23.11.16	16.9.17	13.11.17	14.11.17	20.11.17
Teplota vody (°C)	8,98	3,03	0,63	6,62	12,12	4,04	2,35	2,47

*hojný výskyt plevných ryb, zejména střevličky východní

Za účelem hodnocení změny kvality vody průtokem ve stoce přes dvojici dočasných bariér byly sledovány základní fyzikální parametry vody (zde neuváděno) a odebírány vzorky vody pro laboratorní analýzu (uveden výběr, viz. tab. 2). Vzorky byly odebírány na dvou profilech A – pod hrází rybníka a B – pod 2. bariérou. Vlastní vzorkování probíhalo při pěti různých fázích strojení a výlovu rybníku: 1. noc před výlovem, 2. ráno před výlovem, 3. těsně před výlovem, 4. výlov, 5. hodinu po výlovu. Na některých rybních však nebylo možné s ohledem na průběh strojení, resp. výlovu některé fáze navzorkovat. Vzorky vody byly zanalyzovány standardními metodami dle příslušných ČSN ve Vodohospodářské laboratoři České Budějovice – Povodí Vltavy, s.p.

Výpočty obsahu živin v rybách byly prováděny na základě údajů o průměrném obsahu v celých rybách u TP – 7,26 g.kg⁻¹ a TN 27,29 g.kg⁻¹ (Hlaváč, 2015), resp. Ca – 8,93 g.kg⁻¹ (Hartman a Regenda, 2014). Do výpočtu byla použita hmotnost přírůstku ryb tj. kapra (výlov minus nasazení) přepočtena na hektar a upravena na standartní průměrnou hloubku 1 m. Množství živin oteklých vodou „před

sledováním“ bylo vypočteno podle vzorce: (objem vody v rybníce – objem sledované vody) × koncentrace živiny ve fázi 1. noc před výlovem. Zde vycházíme z předpokladu, že kvalita této poměrně „čisté“ vody je velmi blízká kvalitě vody v rybníku před jeho vypouštěním a v průběhu strojení se zásadně nezměnila. Ztráta živin „v průběhu sledování“ (fáze 1. až 5.) byla spočítána na základě výpočtu proteklého objemu vody mezi jednotlivými fázemi sledování násobené obsahem živin v dané fázi. Retence živin průtokem barierami byla vypočtena jako rozdíl z celkové hmotnosti proteklých nutrientů mezi profilem A a B („v průběhu sledování“).

Statistické zpracování všech dat proběhlo prostřednictvím programu „R“, pomocí Wilcoxonova testu (neparametrický test) na hladině významnosti $p < 0,05$.

Výsledky a Diskuse

Tabulka č. 2. Vybrané laboratorní výsledky změny kvality vody při výlovu rybníků

Parametr	Vzorek	Počet měření	Profil A pod rybníkem	Profil B pod 2. hrázkou	Průměr rozdílů (%)
*BSK ₅ (mg.l ⁻¹)	noc před výlovem	3	17,4±6,46	16,38±6,18	-2,74±19,42
	ráno před výlovem	4	16,75±4,82	16,50±3,91	0,77±17,32
	těsně před výlovem	4	23,50±8,65	16,20±4,04	-23,68±28,75
	výlov	4	195,25±95,70	45,75±42,92	-71,79±21,04
	hodina po výlovu	4	153,75±161,25	35,75±25,11	-64,17±17,12
	průměr±SD		84,69±114,67^a	26,62±26,23^b	-33,88±36,89
NL ₁₀₅ (mg.l ⁻¹)	noc před výlovem	6	63,67±27,02	49,00±15,50	-19,85±14,46
	ráno před výlovem	8	158,75±157,28 ^a	134,38±119,95 ^b	23,48±97,39
	těsně před výlovem	7	517,14±384,92 ^a	154,14±87,34 ^b	-63,75±12,97
	výlov	8	10 412,5±14 1200,5 ^a	3 234,75±5 873,29 ^b	-49,88±99,04
	hodina po výlovu	8	8 587,50±8 846,39 ^a	4 092,50±6 960,35 ^b	-62,80±28,74
	průměr±SD		4 250,59±9 024,19^a	1 650,43±4 594,19^b	-34,57±74,59
Ca (mg.l ⁻¹)	noc před výlovem	6	49,05±6,13	48,93±5,37	-0,00±2,41
	ráno před výlovem	8	47,40±8,84	47,06±9,88	-1,00±5,89
	těsně před výlovem	7	48,70±7,94 ^a	45,89±8,21	-5,97±5,01
	výlov	8	151,85±121,61 ^a	64,84±36,76 ^b	-33,99±34,72
	hodina po výlovu	8	159,22±165,98 ^a	61,59±24,99 ^b	-30,40±37,31
	průměr±SD		94,68±109,62^a	54,13±23,03^b	-15,28±28,25
TN (mg.l ⁻¹)	noc před výlovem	6	3,65±1,13	3,63±1,04	0,63±11,59
	ráno před výlovem	8	5,04±2,56	5,00±2,51	1,60±11,54
	těsně před výlovem	7	7,59±3,75 ^a	5,77±2,82 ^b	-22,79±5,06
	výlov	8	34,03±36,00 ^a	22,84±31,98 ^b	148,00±527,2
	hodina po výlovu	8	134,38±195,74 ^a	56,39±91,01 ^b	-53,05±19,74
	průměr±SD		39,53±105,73^a	19,89±49,33^b	16,66±255,74
TP (mg.l ⁻¹)	noc před výlovem	6	0,35±0,06	0,35±0,03	1,10±10,62
	ráno před výlovem	8	0,61±0,36	0,59±0,22	9,07±34,97
	těsně před výlovem	7	1,26±0,43 ^a	0,64±0,13 ^b	-45,94±12,99
	výlov	8	23,38±13,11 ^a	5,36±7,79 ^b	-73,21±32,50
	hodina po výlovu	8	38,24±36,06 ^a	18,43±35,21 ^b	-68,33±31,05
	průměr±SD		13,75±23,75^a	5,45±18,20^b	-37,16±44,23
Prozpuštěný (mg.l ⁻¹)	noc před výlovem	6	0,06±0,04	0,08±0,04	40,88±51,47
	ráno před výlovem	8	0,07±0,03 ^a	0,10±0,06 ^b	46,57±45,20
	těsně před výlovem	7	0,08±0,05	0,09±0,05	25,39±33,15
	výlov	8	0,06±0,02	0,05±0,02	3,67±24,79
	hodina po výlovu	8	0,04±0,02	0,07±0,04	52,27±58,25
	průměr±SD		0,06±0,03^a	0,08±0,05^b	33,08±30,65

*sledováno jen u rybníků lovených na podzim 2017

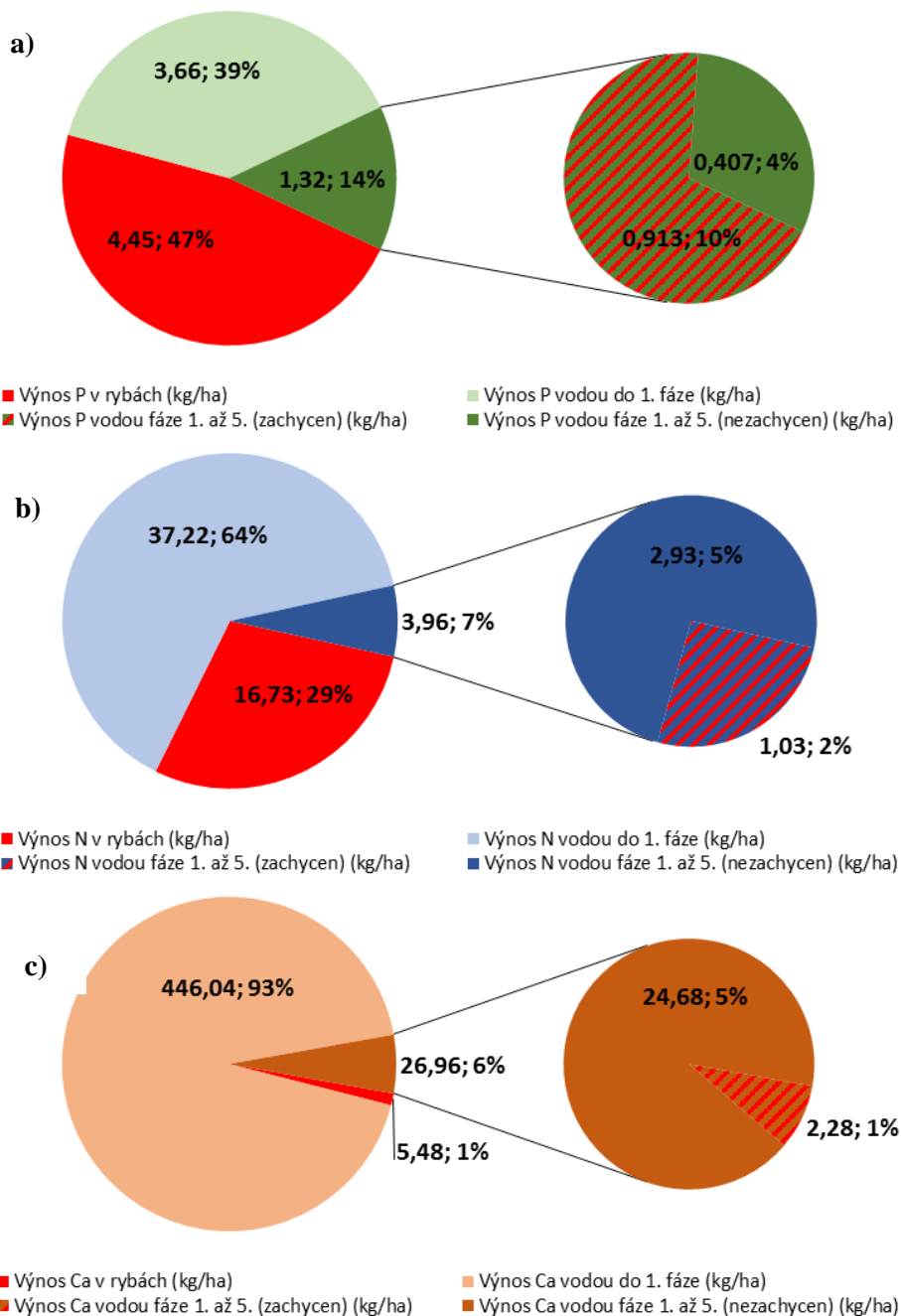
Změny kvality vody průtokem hrázkami u vybraných parametrů jsou uvedeny v tabulce 2. Ze všech hodnot s výjimkou $P_{rozp.}$ je patrné, že postupně od strojení k výlovu dochází k nárůstu koncentrace na profilu A i B. Námi naměřené hodnoty řádově odpovídají zjištění Mikšíkové a kol. (2012), nebo Poštulkové a kol., (2012).

S postupným zhoršením kvality vody se však zvyšuje účinnost zadržení sedimentu a živin v hrázkách. To souvisí se zvýšenou koncentrací živin, ale také prodloužením doby zdržení vody v hrázkách. Nicméně mezi jednotlivými rybníky byly zjištěny větší rozdíly jak v koncentraci živin na profilu A (ovlivňuje: zabahnění rybníka, biomasa obsádky, teplota vody–pohybová aktivita ryb), tak i účinnosti zadržení živin pod profilem B (Tab. 3). Účinnost retence živin byla z velké části ovlivňována zejména podtékáním barier. Toto negativní působení bylo výrazné při nižších průtocích vody, kdy klesal objem aktuálně vzduté vody barierami (klesala úměrně doba zdržení a účinnost sedimentace). Tento problém se podařilo výrazně omezit vystláním návodní strany hrázek a dna (do vzdálenosti 2–3 m) jutovou tkaninou (viz. Pláňavy a Novokoželský 2017). Na posledních třech rybnících se podařilo mezi profilem A a B snížit obsah NL_{105} a TP ve fázi výlovu o více než 95 %. Před a po výlovu to bylo 60–90 %. Zadržení TN však bylo nižší než u TP. Naproti tomu $P_{rozp.}$ procházel barierami bez změny, resp. docházelo často ke zvyšování jeho koncentrace (vyšší uvolňování vířením?). Zajímavá byla rovněž retence Ca^{2+} , která byla u rybníků lovených v roce 2016 nízká (nepoužita juta), zatímco u rybníků lovených v roce 2017 se podařilo snižovat obsah mezi profilem A a B, zejména v posledních dvou fázích (cca o 70 %).

Tabulka č. 3. Ztráty vybraných živin při výlovu rybníků a jejich retence barierami

Parametr	Jenšovský	Podsiničný	Novokoželský 2016	Ouhlín	Vrbice	Pláňavy	Novokoželský 2017	Mokrý
Výnos P rybami (kg/ha/1 m)	0,48	2,90	8,57	2,00	3,89	5,38	6,82	5,56
Odtok TP vodou před sledováním (kg/ha/1 m)	2,68	2,63	3,34	2,74	6,50	3,36	3,52	4,48
Odtok TP vodou při sledování (kg/ha/1 m)	2,97	1,41	1,59	0,11	0,64	0,11	1,27	2,42
Retence TP barierami (%)	75,8	56,1	2,8	-8,2	18,4	61,0	88,2	37,5
Výnos N rybami (kg/ha/1 m)	1,79	10,92	32,20	7,53	14,62	20,24	25,65	20,91
Odtok TN vodou před sledováním (kg/ha/1 m)	24,00	23,53	50,99	15,67	73,72	40,53	26,42	42,92
Odtok TN vodou při sledování (kg/ha/1 m)	6,05	3,00	10,38	0,47	3,07	0,64	1,48	6,59
Retence TN barierami (%)	43,4	33,0	8,7	2,5	7,4	28,3	25,5	9,2
Výnos Ca^{2+} rybami (kg/ha/1 m)	0,59	3,57	10,54	2,46	4,78	6,62	8,39	6,84
Odtok Ca^{2+} vodou před sledováním (kg/ha/1 m)	502,28	546,77	444,63	478,24	310,40	444,82	450,10	391,06
Odtok Ca^{2+} vodou při sledování (kg/ha/1 m)	45,05	36,67	29,58	10,13	12,66	5,62	17,45	58,52
Retence Ca^{2+} barierami (%)	5,7	-0,6	-1,9	3,8	12,0	10,3	38,5	2,6

Graf 1. Rozdělení průměrných výnosu vybraných živin a) fosforu, b) dusíku, c) vápníku ze sledovaných rybníků



Modelování bilance živin, resp. jejich výnosu při výlovu rybníka bylo provedeno—teoretickými výpočty (Tab. 3, Graf 1). Výlov živin v těle ryb byl

samozřejmě ovlivněn velikostí dosaženého přírůstku. Do výpočtu nebylo možné zařadit biomasu plevných ryb, které se na některých rybnících vyskytovaly hojně (viz. Tab. 1), neboť jejich množství nebylo sledováno. Rybami (kaprem) odešlo v průměru $4,45 \pm 2,48 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ fosforu a takřka čtyřnásobek dusíku ($16,73 \pm 9,32 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Výnos vápníku v těle ryb dosáhl $5,48 \pm 3,05 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Odtok živin vodou při strojení před našim sledováním (od zahájení vypouštění do fáze 1. noc před výlovem) byl vypočten rovněž teoreticky. Tyto výsledky však ukazují, že i přes nižší koncentrace živin se s ohledem na velikost objemu vody může jednat celkově o významné absolutní hodnoty ($3,66 \pm 1,22 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ TP; $37,22 \pm 17,71 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ TN a $446,04 \pm 66,88 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Ca²⁺). Jejich zadržení barierami nebylo sice sledováno, ale na základě našich zkušeností je možné očekávat, že i v takto čisté vodě by bylo možné zachytit část unikajících živin (asi do 30%).

Odtok živin vodou při sledování strojení a výlovu rybníku (fáze 1. až 5.) byl vypočítáván ze skutečně naměřených hodnot koncentrací a objemu vody. V rámci tohoto období odtoklo vodou v průměru $1,32 \pm 0,96 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ TP; $3,96 \pm 3,23 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ TN a $27,09 \pm 17,66 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Ca²⁺. Část těchto živin se zachytila v prostoru barier (Tab. 3). Z grafu 1 je zřejmé, že velká část fosforu odešla z rybníka v těle ryb a významná část ve sledovaném období byla zachycena v prostoru hrázek. Naproti tomu u dusíku odešla v těle ryb pouze třetina. Jeho většina odtokla před našim sledováním. Zcela jiná situace však byla zjištěna u vápníku. V těle ryb odešlo přibližně jen 1% Ca²⁺. Zatímco před našim sledováním bylo z rybníku ztraceno v průměru až $446 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ čistého vápníku. Toto zjištění opět poukazuje na potřebu pravidelného vápnění rybníků.

Závěr

Pomocí dvou dočasných hrázek ve stoce pod rybníkem byla zlepšena kvalita vody u všech sledovaných parametrů s výjimkou P_{rozp.}. Jejich koncentrace se pod druhou barierou snižovala v průměru o 50 %, ale často byla zjištěna retence přes 90 %.

Živiny odcházející z rybníka v podobě ryb a vody byly zachyceny u fosforu z více než 50 %, u dusíku přibližně z třetiny a jen zhruba 2 % u vápníku.

Na rozdíl od historického a standardního poslání stok k převedení vody a ryb, mohou tyto do budoucna posloužit také k zadržení sedimentů a živin z rybníků. Tato inovativní technologie může být využita rovněž při odbahňování nebo rekonstrukci rybníků.

Poděkování

Práce byla realizována v rámci Inovativního projektu OP Rybářství č. CZ.10.2.101/2.1/0.0/15_001/0000028, výsledky byly získány rovněž za finanční podpory MŠMT projektu CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024) a projektu CENAKVA II (LO1205 v rámci programu NPU I).

Literatura

Banas D., Masson G., Leglise L., Pihan J-C., 2002. Discharge of sediments, nitrogen (N) and phosphorus (P) during the emptying of extensive fishponds: effect of rain-fall and management practises. *Hydrobiologia* 472: 29–38.

- Banas D., Masson G., Leglize L., Usseglio-Polatera, P., Boyd, C. E., 2008. Assessment of sediment concentration and nutrient loads in effluents drained from extensively managed fishponds in France, *Enviro. Pollution* (152) 679–685.
- Boyd, C. E., 1978. Effluent from Catfish Ponds during Fish Harvest. *J. Environ. Qual.* (7) 1:59–62.
- Cablík, J., 1960. *Základy stavby rybníků a hospodářských nadrží*. 1. vydání. SZN, Mechanizace a výstavba, 311 s.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1993. *Rybníkářství*. Vydavatelství Informatorium, Praha, 275 s.
- Freidinger, J., 2016. Kvalita vody odtékající z rybníků v průběhu vypouštění a výlovu se zřetelem na bilanci fosforu a nerozpuštěných látek. Diplomová práce. FROV JU, 59 s.
- Hartman, P., Regenda, J., 2014. *Praktika v rybníkářství, učebnice*, FROV JU České Budějovice 375 s.
- Hejzlar J., Šámalová K., Boers K., Kronvang B., 2006. Modelling phosphorus retention in lakes and reservoirs. *Water Air Soil Pollut Focus* 6:487–494.
- Hlaváč, D., 2015. Vliv příkrmování upravenými krmnými komponenty v kaprových rybnících na kvalitu vody v recipientech. Disertační práce, FROV JU České Budějovice, 89 s.
- Kalenda M., Vojtěch V., Gergel J., 1982. Obsah některých živin a látek vypouštěných rybníků ve vodě. *Československé rybníkářství*. 1: 8-16.
- Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbach, H., 1998. Phosphor und Stickstoffbilanzen von Karpfenteichen. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 7: 181–189.
- Knösche R., Schreckenbach K., Pfeifer M., Weissenbach H., 2000. Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fisheries Manag. and Ecology* 7:15–22.
- Kostomarov, B., 1958. *Rybářství*. ČSAZV, vydáno ve Státním zemědělském nakladatelství, Praha, 353 s.
- Mikšíková, K., Dostál, T., Vrána, K., Rosendorf, P., 2012. Transport sedimentu a fosforu při výlovu malých vodních nádrží. *Vodní hospodářství* (6), s. 203–208.
- Muendo P. N., Verdegem C. J. M., Stoorvogel J. J., Milstein A., Gamal E., Duc P. M., Verreth J. A. J., 2014. Sediment Accumulation in Fish Ponds; Its Potential for Agricultural Use. *International Jour. of Fisheries and Aquatic Studies*.1(5):228–241.
- Pechar L., 2015. Století eutrofizace rybníků – synergický efekt zvyšování zátěže živinami (fosforem a dusíkem) a nárůstu rybích obsádek. *Vodní hospod.* 7:1–6.
- Poštulková, E., Kopp, R. Lang. Š., Brabec, T., 2012. Změny kvality vody při vypouštění rybníka. In: XVI. Konference ČLS a SLS, 25–29. júna Jasná, s. 126–129.

- Potužák, J., Duras, J., 2012. Látkové bilance rybníků a k čemu jsou dobré? Sborník referátů konference „Chov ryb a kvalita vody“, Rybářské sdružení ČR, České Budějovice, 49–63 s.
- Potužák J., Duras J. 2015. Retence živin v rybnících – význam, hodnocení a možnosti jejího využití. *Vodní hospodářství* 65(7):7–15.
- Potužák, J., Duras, J., Kröpfelová, L., 2015. Rybníční sediment – kam s ním? In: M. Urbánek (Editor), Sborník referátů z 3. ročníku odborné konference Rybářského sdružení ČR. 19. a 20. 2. 2015. České Budějovice, Rybářské sdružení České republiky, České Budějovice: pp 59–66. ISBN 978-80-87699-04-1
- Potužák J., Duras J., Drozd B., 2016. Mass balance of fishponds: are they sources or sinks of phosphorus? *Aquacult Int.* 24:1725–1745.
- Potužák J., Duras J., Kröpfelová L., Šulcová J., Baxová-Chmelová I., Benedová Z., Svoboda T., Novotný O., Pokorný J., 2017. Rybníční sedimenty a nové možnosti recyklace živin a organických látek v malých povodích-příkladová studie rybník Horusický. *Rybníkářství* (9) str. 6–8.
- Regenda, J., Hartman, P., Rutegwa, M., Kutý, M., 2017. Kontrola úniku sedimentů při výloveh rybníků, možnosti jejich zadržení a recyklace. In: V. David a T. Davidová (Editor), Sborník příspěvků z odborné konference „Rybníky 2017“. 15. a 16. 6. 2017. Praha, Česká společnost krajinných inženýrů, Praha: s. 132–143.
- Rozkošný M., Adámek Z., Heteša J., Všeticková L., Marvan P., Sedláček P., 2011. Impact of pond management on the water ecosystems of streams in the South Moravia region. *VTEI* 1/2011
- Vaníček, M., 2014. Chytré řešení pro odbahnění a protierozní ochranu břehů, *Vodní hospodářství* (9), str. 21–22.
- Wojda, R., 2015: Chów a hodowla karpia, Wydawatelství IRS, Olsztyn, 445 s.

OVLIVNĚNÍ STRAVITELNOSTI FOSFORU V CHOVU KAPRA

MALÝ O., MAREŠ J., ZUGÁRKOVÁ I., POŠTULKOVÁ E.

Oddělení rybářství a hydrobiologie, Mendelova univerzita Brno, Zemědělská 1, 61300 Brno

ondra.malous@gmail.com

Úvod

Prispívají rybáři svým hospodařením na rybnících k jejich znečištění fosforem? Vzhledem k množství fosforu obsaženému v obilovinách, kterými jsou kapři přikrmováni, mohou i chovatelé ryb ovlivňovat bilanci fosforu v rybnících. V rostlinách je až 80% fosforu uloženo ve formě kyseliny fytové, která je pro kaprovité ryby velmi málo stravitelná, tudíž velké množství fosforu odchází zpět do vodního prostředí. Co se přikrmování krmnými směsmi týká, je do nich fosfor dodáván ve formě monokalciium fosfátu, který je lehko stravitelný a jeho množství pokryje potřebu pro ryby. Problematickým se tedy stává tzv. fytátový fosfor obsažený v rostlinných komponentech krmiv a krmných směsí.

V našich studiích jsme se tedy zaměřili na sledování stravitelnosti fosforu z krmiv pro kapra. Cílem bylo najít způsob, jakým lze omezit množství nestravitelného fosforu, popřípadě zvýšit jeho stravitelnost.

Nízkofytátové linie obilovin

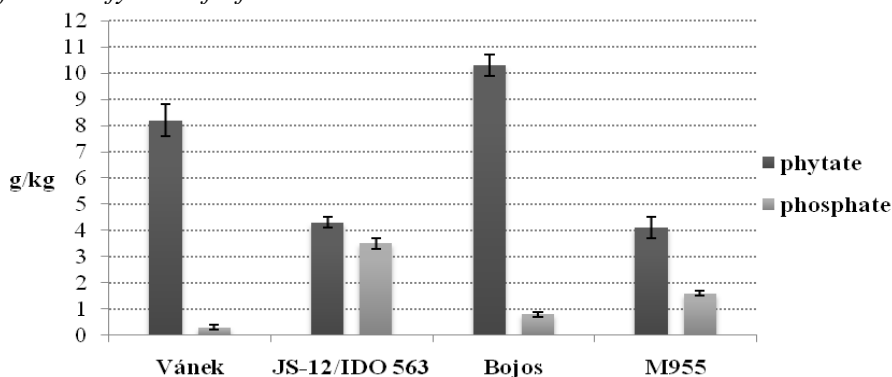
První část studie byla zaměřena se stravitelnost fosforu při zkrmování odrůd obilovin s upraveným podílem fytátového fosforu. Odrůdy označované jako *lpa* (low-phytic-acid) jsou odrůdy obilovin s geneticky upraveným podílem fytátového fosforu. Celkový obsah fosforu v těchto odrůdách je ovšem stejný jako u odrůd základních. Z důvodu ověření tohoto tvrzení byly použité obiloviny analyzovány na obsah fytátového fosforu (Graf 1). Z daných výsledků lze vyčíst, že hladina nestravitelného fytátového fosforu byla v obou případech *lpa* linií významně snížena. Díky zachování podobného množství celkového fosforu vzrostl u těchto linií podíl stravitelného fosforu, fosfátu.

V této studii jsme se zaměřili na využití *lpa* odrůd ječmene a pšenice. Pro sledování byly vybrány v případě pšenice odrůda Vánek v porovnání s *lpa* meziliniovým hybridem JS-12/IDO563. Základní odrůdou pro ječmen byla odrůda Bojos a *lpa* linie M955.

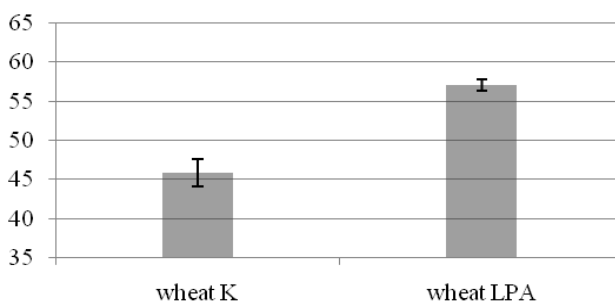
Obiloviny byly sešrotovány a následně zgranulovány a po dobu 14 dnů byly předkládány násadě kapra obecného o hmotnosti cca 140g. Po celou dobu testů byly z nádrží odebírány vzorky výkalů ryb, které byly po ukončení analyzovány na obsah fosforu. Vzorky byly dále analyzovány na obsah vlákniny, která sloužila jako indikátor pro stanovení stravitelnosti. Stejně analýzy byly provedeny i u použitých krmiv.

Výsledkem prvního sledování (Graf 2), které bylo zaměřeno na stravitelnost fosforu z pšeničných krmiv, bylo zjištění, že při použití *lpa* linie pšenice dochází ke zvýšení stravitelnosti fosforu o 11.21%. Tyto výsledky byly potvrzeny i statistickým zpracováním dat ($p < 0.01$).

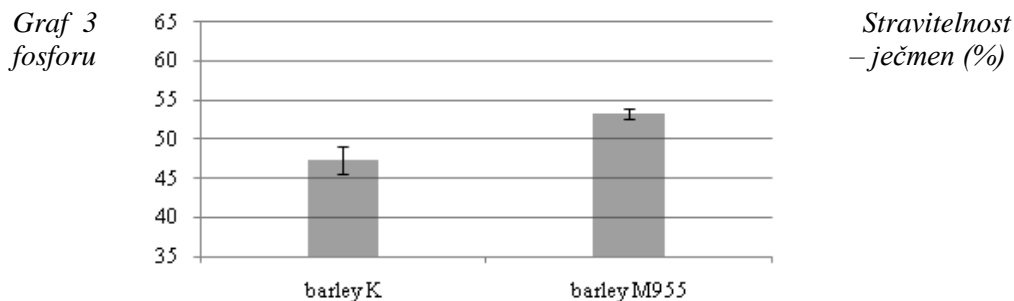
Graf 1 Podíl fytátu a fosfátu ve vzorcích obilovin



Graf 2 Stravitelnost fosforu – pšenice (%)



Ve druhém sledování (Graf 3) zaměřeném na stravitelnost fosforu z ječných krmiv bylo dosaženo zvýšení stravitelnosti fosforu u *lpa* linie ječmene o 5,89% ($p < 0.05$).



Z výsledků těchto studií vyplývá, že použitím správného krmiva můžeme efektivně ovlivnit stravitelnost fosforu v chovu ryb. Nicméně cena nízkofytátových odrůd je významně vyšší, než cena běžně dostupných obilovin. Jelikož vysoká cena předurčuje velmi nízký odbyt, je i pěstování *lpa* odrůd na mizivé úrovni. Stejně tak

přímočarý pohled chovatelů ryb na hospodaření zemědělců a kvalitu čištění odpadních vod velmi omezuje jakékoliv zamyšlení se nad použitím byť lepšího, ale také velmi drahého krmiva. Ze zhoršení kvality vody ve svých rybnících rybáři mnohdy právem soudí právě zemědělské subjekty, které nedodržují téměř žádné oševní postupy, popřípadě čistírny odpadních vod, jejichž technologie jsou pro čištění vody naprosto nedostatečné. Jak ze zemědělství, tak z odpadních vod přichází do rybníků velké množství živin, včetně fosforu, které významně zhoršují kvalitu vod. O kvalitě vody v nádržích rozhoduje způsob hospodaření, resp. nakládání s odpadními vodami v celém povodí.

Fytáza a kyselina citrónová

V další studii jsme se zaměřili na enzymatické ovlivnění stravitelnosti fytátového fosforu u kapra. Stravitelnost fytátového fosforu ovlivňuje aktivita fytátových enzymů. Fytázy se v přírodě vyskytují ve dvou formách. První formou jsou fytázy endogenní, přirozeně se vyskytující v rostlinných komponentech, jejichž úkolem je uvolnit fytátový fosfor pro růst rostliny v době klíčení. Aktivita těchto fytáz je ovšem pro využití v živočišné výrobě velmi nízká. Další skupinou jsou fytázy produkované bakteriemi, kvasinkami a vláknitými houbami. Toho využívají zejména přežvýkavci, u kterých střevní mikroflóra produkuje vysoké množství těchto fytáz. V případě ryb musí být do krmiv dodávány průmyslově vyráběné fytázy.

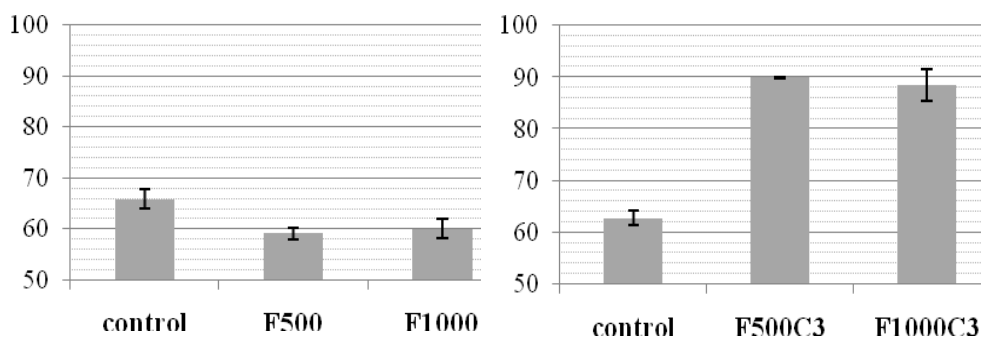
V chovu kapra je použití fytáz v současnosti značně problematické. Fytázy obecně jsou velmi citlivé na teplotu prostředí a také na pH. Průmyslově vyráběné fytázy vykazují nejlepší aktivitu v teplotě do 50°C a pH od 2,5 do 5,5, poté jejich aktivita významně klesá. Právě hodnota pH je v případě kapra limitujícím faktorem, jelikož se pH trávicího traktu kapra pohybuje okolo 7. Vzhledem k nízké termostabilitě, která je limitujícím faktorem naopak při výrobě krmiva, byly vyvinuty fytázy kapalné, které jsou aplikovány až na hotové granule, nebo speciální fytázy snášející až 90°C. U lososovitých ryb jsou fytázy dnes, vzhledem k možnosti aplikace enzymu na povrch a zejména pak kyselému prostředí v trávicím traktu ryb, běžně používány.

V této studii byla fytáza přidávána do kompletní krmné směsi pro kapra. Krmné směsi jsou v chovu kapra používány například k odchovu plůdku, v recirkulačních zařízeních, nebo jako kondiční směsi či směsi medikované. Tyto směsi jsou vyráběny z rostlinných komponentů, tudíž opět narážíme na problém fytátového fosforu. Pokusili jsme se tedy zvýšit stravitelnost fosforu aplikací fytázy a kyseliny citronové, díky níž jsme navodili kyselé prostředí a tím aktivovali u kapra jinak neaktivní enzym.

Jako základní byla zvolena kompletní krmná směs pro chov násad kapra KP1 z VKS Stříbrné Hory. Z této bylo vyrobeno pět diet. Jako kontrolní byla použita pouze základní KP1. Dále byly vyrobeny dvě diety s přídatkem 500 a 1000 FTU (jednotky aktivity fytázy) a dále dvě se stejným obsahem fytázy, ale s přídatkem 3% kyseliny citronové. Pro sledování jsme použili fytázu Phyzyme XP 10.000 TPT od společnosti Danisco Animal Nutrition. Metodika sledování byla totožná s prvním sledováním, kdy test probíhal po dobu 14 dnů, byly odebírány vzorky výkalů a následně byly spolu s krmivem analyzovány na obsah fosforu a vlákniny.

V následujících grafech 5 (fytáza) a 6 (fytáza + kyselina citronová) jsou již zobrazeny výsledky zjištěné stravitelnosti, které předčili naše očekávání.

Grafy 5 a 6 Výsledky stravitelnosti fosforu (%)



Z grafu 5 je patrné, že přidavek fytázy do krmiva bez přidavku kyseliny citronové nemá žádný vliv na zlepšení stravitelnosti fosforu z krmiva. Můžeme tedy usuzovat o významném vlivu kyseliny citronové, díky které bylo upraveno pH a tím aktivován enzym fytáza. Tento úsudek potvrzuje graf 6, na kterém je znázorněna zjištěná stravitelnost fosforu u diet s přidavkem fytázy a kyseliny citronové. Z grafu je patrné, že přidavek fytázy a kyseliny citronové má velmi významný vliv na stravitelnost fosforu. Došlo zde ke zvýšení stravitelnosti o 27,13% respektive o 25,66%. (**FACTORIAL ANOVA: F = 51.4, d.d = 2, p<0.0017**). Výsledky této studie potvrdili výsledky mnohých studií o možnosti zvýšení stravitelnosti fosforu vzájemnou interakcí fytázy a kyseliny citronové. Hlavním faktorem se v tomto případě stává přidavek kyseliny, neboť u diet pouze s přidavkem enzymu nedošlo k žádné změně.

Závěr

Schopnost zvýšit stravitelnost fosforu není významnou pouze z důvodu snížení ekologické zátěže, ale také z ekonomických důvodů. Jelikož jsou krmné směsi cíleně obohacovány o fosfor formou monokalciumpfosfátu, je tím i zvyšována cena krmiva. Proč tedy dávat do krmiv další fosfor, když je ho dostatečné množství v samotných komponentech? Pro zodpovězení této otázky bude ovšem nutné dodělat kompletní ekonomické srovnání všech jmenovaných metod.

Cílem těchto sledování bylo ověřit možnosti rybářů, chovatelů ryb, přispět zlepšení fosforové bilance v našich rybnících. V obou sledováních jsme potvrdili, že i rybáři mohou za jistých podmínek částečně ovlivnit zatížení vody fosforem. Výsledky pak mohou napomoci k diskusi mezi všemi stranami zabývajícími se fosforem. O problematice fosforu ve vodě je třeba diskutovat a nedělat ukvapené závěry o vinících znečištění vod či prezentovat striktně negativní názor o chovu, respektive „nechovu“ kaprů v našich rybnících.

Poděkování

Studie byly financovány Interní Grantovou Agenturou AF MEDNDELU v Brně, IGA IP_1/2016, IGA IP_12/2017.

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ NÁVŠTĚVNOST RYBOCHOVNÝCH OBJEKTŮ VYDROU - MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ ELEKTRICKÝCH ODPUZOVAČŮ

A. ZDENĚK, L. MIKL, K. ROCHE

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

Abstrakt

Nárůst počtu vyder na území ČR vede ke vzniku konfliktních situací mezi potřebami ochrany přírody a produkčního rybářství. Zvláště závažným důsledkem predace vydry jsou především zimní epizody, kdy je většina vodních ploch zamrzlá a vydry koncentrují pozornost na dostupnou kořist, mj. pstruhařství s intenzivním chovem lososovitých ryb, případně sádky. V praxi je ochrana těchto objektů před vniknutím vydry velmi náročná a nejdůležitějšími relativně účinnými opatřeními proti možnosti vstupu vydry jsou: bezchybné oplocení objektu, zvýšené o instalaci elektrických ohradníků kolem zvláště významných chovných těles (např. s generačními či remontními rybami) a volný pohyb spolehlivého hlídacího psa na spolehlivě oploceném objektu v noci. Avšak i při dodržení těchto zásad zůstávají na objektu dvě „zranitelná“ místa – vstupní a výstupní kanál. K zamezení vstupu vydry těmito profily byl ve spolupráci s firmou Radomír Bednář-výroba rybářských potřeb Olomouc vyvinut elektrický odpuzovač VYZA 1, fungující na principu slabých elektrických pulzů (10 – 15 Hz) se špičkovým napětím 325 V při energii výboje 0,053 J, bezpečným pro pracovní obsluhu. Výsledky vstupního monitoringu ukazují, že toto opatření vstupní a výstupní kanály rybochovných objektů před vstupem vydry ochrání. Výjimkou jsou pouze stavy, kdy dojde k překrytí elektrod silnou vrstvou ledu, který eliminuje jejich správnou funkci.

Klíčová slova: vydra, pstruhařství, elektrické odpuzovače

JUVENILNÍ OKOUN COBY KLÍČOVÝ HRÁČ V POTRAVNÍ PYRAMIDĚ VODÁRENSKÉ NÁDRŽE

M. ČECH, Z. SAJDLOVÁ, L. VEJŘÍK, T. JŮZA, J. SEĎA, V. DRAŠTÍK, M. VAŠEK, J. FROUZOVÁ, J. PETERKA, J. KUBEČKA

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 37005 České Budějovice

carcharhinusleucas@yahoo.com

Abstrakt

Okoun říční (*Perca fluviatilis*) patří k dominantním druhům většiny nádrží a jezer v ČR. Ve své časné životní historii vytváří okoun ve vodních tělesech obvykle několik subpopulací (litorální, epipelagická, bathypelagická/bentická), které se liší prostorovým výskytem i chováním během 24 hodinového denního cyklu. Bathypelagická/bentická komunita vykonává diurnální vertikální migrace mezi prohrátým epilimniem a chladným hypolimniem, jejichž nejpravděpodobnější význam spočívá v ochraně před predátory, kteří obývají zejména vrchní vrstvy vodního sloupce. Na vodárenské nádrži Vír na Svatce bylo v červnu 2010 pozorováno, že přes 95% veškerého plůdku okouna se nachází v bathypelagické komunitě a že litorální komunita v nádrži zcela absentuje. Koncem července 2010 byl plůdek okouna natolik početný, že jeho úlovky až 500krát (!) převyšovaly všechny ostatní doposud publikované hustoty z vodárenských i nevodárenských nádrží v ČR. Nadpočetný plůdek okouna výrazně omezil početnost a velikost hlavního fytoplanktonního filtrátora v nádrži, perlooček rodu *Daphnia*. Vyhladovělí cejni a kapři, jindy typičtí zoo-bentofágové, přešli na lov a požívání malých okounů. Ti se před nimi schovávali do mocné hypoxické vrstvy vodního sloupce, která se vytvořila v metalimniu a horních vrstvách hypolimnia.

Klíčová slova: okoun říční, VN Vír, hypoxie, refugium, rybožraví cejni, rybožraví kapři, bathypelagická komunita, *Daphnia*

Poděkování: Studie byla podpořena Grantovou agenturou České republiky (projekt č. 206/09/P266) a Norským finančním mechanismem 2009–2014 (MŠMT-28477/2014, projekt č. 7F14316).

PŘEMĚNA DNE NA NOC VE SNAZE ZABLOKOVAT CELOSVĚTOVĚ PŘÍTOMNÝ FENOMÉN CHOVÁNÍ

Z. SAJDLOVÁ

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 37005 České Budějovice

zuzana.sajdlova@bc.cas.cz

Abstrakt

1. Diurnální vertikální migrace (DVMs) patří mezi nejvýraznější pohyby jak v mořských tak ve sladkovodních ekosystémech. Obecný vzorec DVMs byl dobře popsán pro celou řadu vodních organismů od fytoplanktonu a zooplanktonu po žraloky a kostnaté ryby. Diurnální vertikální migrace byly popsány také pro různá životní stádia okouna říčního (*Perca fluviatilis*), ale zda jsou tyto migrace přímo řízeny světlem, a co je skutečnou příčinou diurnálního vertikálního přesunu, zůstávalo spíše nejasné.

2. Uskutečněním velkého terénního experiment v teplotně stratifikované kaňonovité nádrži jsme prvně demonstrovali, že DVMs komunity bathypelagických časných juvenilů, dominované larvami a juvenilními jedinci okouna říčního před metamorfózou, byly přímo řízené světelnou intenzitou, tj. nefungují jako geneticky fixované chování.

3. Před samotným experimentem byla hloubková distribuce bathypelagických časných juvenilů okouna silně korelována se světelnou intenzitou na vodní hladině. Komunita vykonávala pravidelné DVMs mezi epilimnionem a hypolimnionem a dosahovala maximální amplitudy 13 m.

4. Hydroakustické sledování echolotem SIMRAD EK 60 (frekvence 120 a 400 kHz) ukázalo, že během experimentu, kdy byla vodní hladina zakryta velkou, černou, neprůhlednou fólií (2500 m²; navození podmínek úplné a konstantní tmy), byly pravidelné vertikální pohyby bathypelagických časných juvenilů okouna přerušeny, a tato komunita obývala epilimnion po celých 24 hodin.

5. Jakmile byla během poledních hodin fólie odstraněna, byli bathypelagičtí časní juvenilové okouna vystaveni prudkému nárůstu světelné intenzity (z <1 LUX až na >100 × 10³ LUX) a okamžitě unikali do hypolimnionu, kde byli v bezpečí před vizuální predací, která probíhala v prosvětlených vrstvách vodního sloupce (především epilimnion). Naše zjištění naznačuje, že obývání hlubokého, temného refugia během denních hodin je pro přežití okouna v jeho časné životní historii zcela zásadní.

Více informací o unikátním, rozsáhlém terénním experiment a jeho vlivu na chování ryb (jak kořisti, tak predátora) lze nalézt ve studii **Sajdlová Z., Frouzová J., Draštík V., Jůza T., Peterka J., Prchalová M., Říha M., Vašek M., Kubečka J., Čech M.** (2018). Are diel vertical migrations of European perch (*Perca fluviatilis* L.) early juveniles under direct control of light intensity? Evidence from a large field experiment. *Freshwater Biology* 63/5: 473-482; DOI: 10.1111/fwb.13085 (OPEN ACCESS).

EKOLOGICKÝ STAV A RYBY TEKOUČÍCH VOD – VÝSLEDKY Z PRAXE

OPATŘILOVÁ L.¹, KORTAN D.²

¹*Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 3178/8, Praha 5 – Smíchov, 150 00,*

²*Povodí Vltavy, státní podnik, Emila Pittera 1, České Budějovice, 370 01*

libuse.opatrilova@pvl.cz

Úvod

Rámcová směrnice o vodní politice (2000/60/ES) ukládá členským státům Evropské unie vyhodnotit jednou za šest let stav povrchových a podzemních vod a výsledky uvést v tzv. plánech povodí. Součástí tohoto hodnocení je ekologický stav ryb. Ekologický stav biologických složek se vyjadřuje v pěti třídách 1-5 od stavu velmi dobrého (1) po stav zničený (5). Velmi dobrý ekologický stav odpovídá druhovému složení a četnosti v nenarušených podmínkách prostředí. Horší třída ekologického stavu znamená, že četnost druhů citlivých na narušení prostředí vykazuje známky narušení typově specifických podmínek, které odpovídají antropogenním dopadům na fyzikálně-chemické a hydromorfologické kvalitativní složky.

Cílem příspěvku je souhrnné vyhodnocení dat o ekologickém stavu ryb tekoucích vod získaných z provozního monitoringu státního podniku Povodí Vltavy v období let 2007 - 2017 a upozornění na potřebu aktualizace metodiky hodnocení.

Metody odběru vzorků a hodnocení ekologického stavu ryb

Ryby jsou monitorovány a jejich ekologický stav je hodnocen dle platných metodik schválených Ministerstvem životního prostředí pro monitoring pro Rámcovou směrnice o vodní politice [1]. Metodiky jsou dostupné na webových stránkách Ministerstva životního prostředí:

http://mzp.cz/cz/metodiky_hodnoceni_stavu_vod.

V tekoucích vodách se monitoruje plůdkové společenstvo ryb, tj. všechny tohoroční jedinci, odlovuje se elektrickým agregátem. Plůdkové společenstvo tvoří určitý odraz adultního společenstva vyskytujícího se na sledované lokalitě a indikuje úspěšnost přirozené reprodukce jako významného signálu o kvalitě prostředí v daném roce sledování [2]. Hodnocení se provádí pomocí multimetrického indexu, který zahrnuje čtyři metriky vybrané na základě jejich schopnosti rozlišit mezi referenčními (přirozenými) lokalitami a lokalitami ovlivněnými antropogenním tlakem: celková početnost, relativní početnost reofilních druhů, relativní početnost eurytopních druhů a výskyt typických druhů [3].

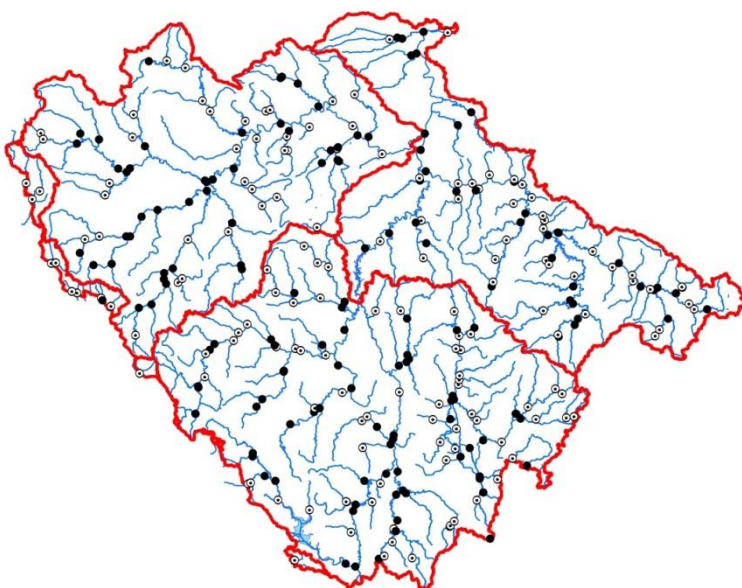
Oficiální hodnocení ekologického stavu ryb pro plány povodí bylo dodáno Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. a bylo prováděno výpočetním modulem, který je neveřejnou součástí informačního systému ARROW

ČHMÚ [4]. Státní podnik povodí Vltavy získal na základě smluvního vztahu kopii tohoto výpočetního modulu, která je nyní součástí jeho interního informačního systému. Na tomto modulu byla provedena vyhodnocení všech dat o rybích společenstvech, která má státní podnik k dispozici.

Monitorované lokality

Data o rybách alespoň z jednoho roku v období 2007-2017 jsou v databázi státního podniku Povodí Vltavy k dispozici na 188 profilech. Pro detailnější analýzy (Obr. 3 a 4) bylo na těchto 188 profilech vyhodnoceno celkem 330 vzorků ryb.

Pro oficiální hodnocení do plánů povodí (viz další kapitola) jsou používána pouze data z tzv. reprezentativních profilů vodních útvarů (Obr. 1) a konkrétních časových období.

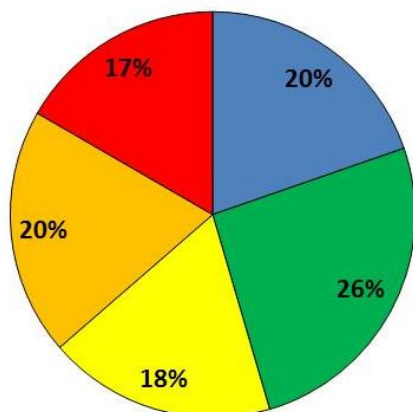


Obr. 1 Mapa území ve správě státního podniku Povodí Vltavy s vyznačením reprezentativních profilů vodních útvarů (plný puntík - na profilu jsou k dispozici data o rybím společenstvu alespoň z jednoho roku).

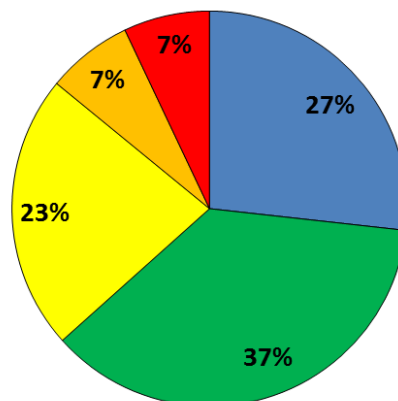
Hodnocení ekologického stavu ryb pro plány povodí

Podle § 4 vyhlášky č. 98/2011 Sb. [5] má být stav útvarů povrchových vod vyhodnocen jednou za tři roky. V rámci procesu zpracování druhých plánů povodí bylo na národní úrovni dohodnuto, že obdobím pro hodnocení stavu vod v České republice pro tyto druhé plány bude období 2010–2012. Následně si státní podniky Povodí objednaly u Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i. hodnocení období 2013 - 2015, aby mohly hodnotit účinnost realizovaných opatření na zlepšení stavu vodních útvarů. Výsledky hodnocení ekologického stavu ryb z těchto dvou období znázorňuje Obr. 2.

2010 - 2012 (66 profilů)



2013-2015 (71 profilů)



Obr. 2 Hodnocení ekologického stavu ryb pro plány povodí (barva modrá - velmi dobrý stav, zelená - dobrý stav, žlutá - střední stav, oranžová - poškozený stav, červená - zničený stav).

Pokud byly v daném období k dispozici výsledky z více let, vybralo se nejhorší hodnocení. Jedná o tzv. princip one-out-all-out [6]. Z grafů je zřejmé, že v dobrém nebo velmi dobrém ekologickém stavu z pohledu ryb bylo v prvním období 46% profilů a v druhém období 64% profilů. 33 profilů bylo sledováno zároveň v obou obdobích, takže jejich stav lze porovnat. Z těchto profilů se na šesti profilech ekologický stav nezměnil, na 21 profilech se zlepšil a na šesti se zhoršil (z toho na dvou v rámci kategorií dobrý/velmi dobrý stav). Z těchto výsledků by tedy bylo možné říci, že ekologický stav ryb se v průběhu období 2010 - 2015 zlepšoval.

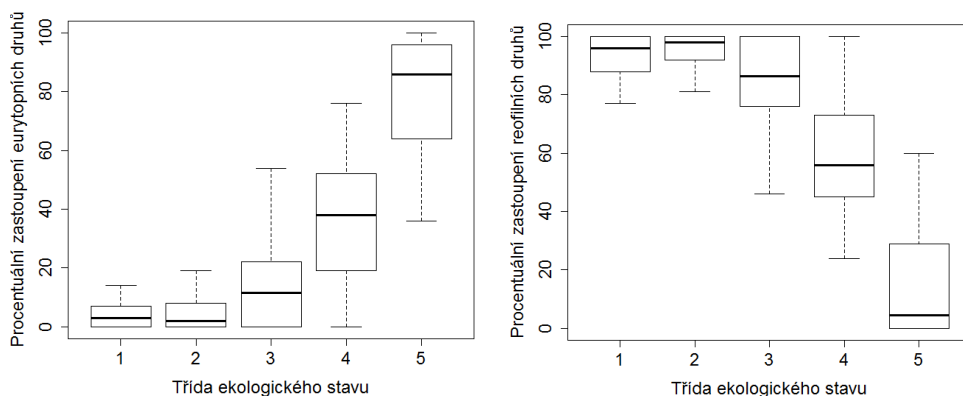
Meziroční variabilita výsledků

Pokud se však podíváme na výsledky hodnocení na profilech, na kterých jsou k dispozici data ze třech nebo čtyř let (37 profilů), tak dlouhodobě dobrý nebo velmi dobrý ekologický stav je na devíti profilech, na šesti profilech hodnocení kolísá v rámci dvou tříd ekologického stavu, na 11 profilech je vždy jeden rok výkyv hodnocení o dvě třídy ekologického stavu, na šesti profilech je hodnocení značně rozkolísané (téměř každý rok je jiná třída ekologického stavu) a pouze na pěti profilech je vidět trend zlepšování.

Podle podrobnějšího zkoumání výsledků je zřejmé, že výkyvy v hodnocení způsobuje především nízká celková početnost odlovených jedinců a kolísavé zastoupení eurytopních druhů, tj. nespécializovaných na určitý typ toku a odolných vůči změně prostředí (především plotice obecné, oukleje obecné, okouna říčního, střevličky východní).

Dle metodiky je optimální celková početnost odlovených jedinců více než sto kusů juvenilních jedinců [2], nicméně ve výsledcích odlovů se vyskytují i početnosti nižší než 10 jedinců, což může být příčinou meziroční variability výsledků.

Vyšší procentuální zastoupení eurytopních druhů, a tím zároveň nižší zastoupení reofilních druhů, podstatně zhoršuje hodnocení ekologického stavu (Obr. 3).



Obr. 3 Procentuální zastoupení jedinců eurytopních a reofilních druhů v závislosti na třídě ekologického stavu (1 - ekologický stav velmi dobrý, 2 - dobrý, 3 - střední, 4 - poškozený, 5 - zničený). ($n = 330$, Kruskal-Wallis $\chi^2 = 154,49$, resp. $148,3$, $df = 4$, $p\text{-value} = 2 \cdot 10^{-16}$ pro oba grafy; horní a spodní hranice označují 3. a 1. kvartil a horizontální linie uvnitř značí druhý kvartil - medián)

K tomu je v současné době ve výpočetním modulu hodnocení ekologického stavu ryb nastaveno pravidlo, že pokud je zastoupení jedinců eurytopních druhů nižší než 15 %, tak se tato metrika nepočítá do výsledného multimetrického indexu, čímž dochází k podstatnému zlepšení hodnocení. Pokud by bylo toto pravidlo vypuštěno, tak dojde u 90 % vzorků, kterých se to týká (tj. mají zastoupení jedinců eurytopních druhů nižší než 15 % - 216 vzorků), ke zhoršení stavu o jednu třídu, z toho u necelé poloviny (42 %) se bude jednat o zhoršení stavu z dobrého na střední.

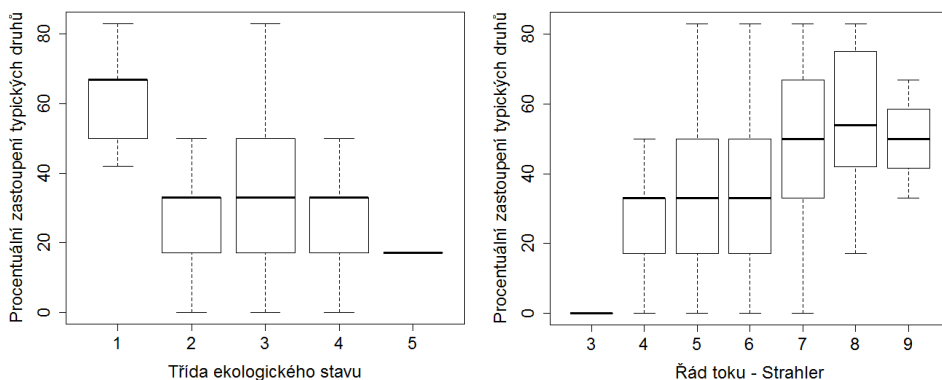
Zastoupení typický druhů

Pro každý typ toku je ve výpočetním modulu hodnocení ekologického stavu definováno společenstvo ryb, které by se na lokalitě nacházelo v nenarušených podmínkách. Výsledky ukazují, že tato metrika dokáže odlišit velmi dobrý ekologický stav, ale pro stavy dobrý až poškozený nabývá podobných hodnot. Ukazuje se také její závislost na velikosti toku, resp. řádu toku (Obr. 4). Toky 4. - 6. řádu vykazují statisticky nižší hodnoty metriky než toky 7. - 9 řádu, i když hodnocení ekologického stavu na řádu toku statisticky závislé není.

Porovnání hodnocení ekologického stavu ryb a makrozoobentosu

Pokud se zaměříme na aktuální výsledky z let 2016 - 2017, tak hodnocení obou biologických složek je k dispozici na 48 profilech. Na 16 profilech byl hodnocen ekologický stav shodně podle obou biologických složek, z toho na pěti profilech byl dobrý stav pro ryby i makrozoobentos. Na dalších třech byly ryby i makrozoobentos v dobrém nebo velmi dobrém stavu. Na 15 profilech měly lepší hodnocení ryby a toto hodnocení ryb bylo vždy dobré nebo velmi dobré, na 14

profilech měl lepší hodnocení makrozoobentos (z toho sedm profilů bylo v dobrém stavu). Souvislost je možno hledat právě s výše zmíněnou meziroční variabilitou hodnocení ryb.



Obr. 4 Procentuální zastoupení typických druhů v závislosti na třídě ekologického stavu (1 - 5) a řádu toku dle Strahlera (3 - 9) ($n = 330$, Kruskal-Wallis chi-squared = 141,21, resp. 35,876, $df = 4$, resp. 6, p -value = 2.10^{-16} , resp. $2,913.10^{-6}$; horní a spodní hranice označují 3. a 1. kvartil a horizontální linie uvnitř značí druhý kvartil - medián)

Závěr

Podle oficiálního hodnocení, které je prováděno za účelem aktualizace plánů povodí, se ekologický stav ryb zlepšuje. Pro toto hodnocení se používá vždy jedno sledování ryb z vybraného tříletého období. Zhruba však na polovině dlouhodobě sledovaných profilů jsou meziročně rozkolísané výsledky. S ohledem na tuto variabilitu dáváme k úvaze použití např. průměrných výsledků za delší časové období. Opakovaný monitoring na profilech s takto variabilními výsledky se ukazuje jako nutnost.

Pro jednoznačnější závěry týkající se úpravy využití metriky procentuálního zastoupení jedinců eurytopních druhů pro hodnocení (vypuštění pravidla nepoužití metriky při zastoupení nižším než 15%) by bylo potřeba udělat podrobnější analýzu, zda upravené hodnocení lépe odpovídá realitě a sníží meziroční rozkolísanost hodnocení.

V některých případech může nízká početnost zachycených jedinců souviset s extrémní hydrologickou situací (např. léto 2010). Je proto nutné realizovat odběry za dlouhodobě normálních průtokových podmínek, případně plánovaný odběr zrušit a realizovat ho v příznivějším období. Jenom tak je potom možné spolehlivě říci, že nízká početnost odpovídá zhoršenému ekologickému stavu.

Také analýza výsledků metriky zastoupení typických druhů ukazuje na nutnost aktualizovat nastavení typických druhů podle dosavadních výsledků monitoringu a zohlednit nový monitoring referenčních podmínek (projekt Riverchange, rok 2015).

Poměr profilů, kde se hodnocení ryb a makrozoobentosu shoduje a kde je lepší či horší hodnocení ryb, je v zásadě vyrovnaný. I zde zřejmě hraje úlohu nejednoznačnost výsledků hodnocení ryb.

Literatura

- [1] Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, 2005. Aktualizovaný pracovní překlad s anglickým originálem. Praha, MŽP, Odbor ochrany vod.
- [2] Jurajda P., Slavík O., Adámek Z., 2006. Metodika odlovu a zpracování vzorku plůdkových společenstev ryb tekoucích vod. VÚV TGM, v.v.i.
- [3] Horký, P., Slavík, O., 2011. Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky ryby. VÚV TGM, v.v.i.
- [4] ARROW, 2018. ARROW (Assessment and references reports of water monitoring), Český hydrometeorologický ústav, Praha, <http://hydro.chmi.cz/isarrow/index.php?lng=cze>.
- [5] Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Durčák, M. a kol., 2014. Metodika hodnocení chemického a ekologického stavu útvarů povrchových vod kategorie řeka pro druhý cyklus plánů povodí v ČR. VÚV TGM, v.v.i.

VLIV TECHNICKÝCH ÚPRAV NA RYBÍ SPOLEČENSTVA MALÝCH VODNÍCH TOKŮ

M. KUBÍN^{1,2}, L. ZÁVORKA, M. RULÍK², T. GALIA³, L. MIKL^{4,5}, M. ŠMEJKAL⁶, F. JASKULA¹

¹*Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, regionální pracoviště Správa Chráněné krajinné oblasti Beskydy, Nádražní 36, 756 61 Rožnov pod Radhoštěm*

²*Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci, Šlechtitelů 241/27, 783 71 Olomouc*

³*Katedra fyzické geografie a geoekologie, Chittussiho 10, Ostrava-Slezská Ostrava, 710 00*

⁴*Ústav biologie obratlovců AV ČR, Květná 8, 603 65 Brno*

⁵*Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17 143 06 Praha 412 – Komořany*

⁶*Biologické centrum AV ČR, v. i. i., Branišovská 31, 370 05 České Budějovice*

miroslav.kubin@email.cz

Abstrakt

Ačkoliv jsou každoročně vodní toky vystaveny celé řadě technických úprav, informace o dopadu použité těžké techniky na vodní toky jsou velmi kusé. Cílem studie bylo zhodnotit míru mortality vranky pruhoploutvé a pstruha obecného a posoudit změny morfologie koryta a společenstva zoobentosu v důsledku technických úprav toků, a zároveň získat informace o pohybech ryb během těchto úprav. Během technických zásahů byla zaznamenána průměrná mortalita u ryb 31 % a u zoobentosu 95 %. Během bagrování převládala u ryb poproudová migrace (55 %) nad protiproudovou migrací (45 %). V tomto období byla u vranek zaznamenána maximální vzdálenost pohybu proti proudu 333 m, u pstruha 615 m a maximální poproudový pohyb u vranky činil 50 m a u pstruha 30 m. Před experimentem proběhly ve všech tocích zvýšené průtoky. Během těchto průtoků převládala u ryb protiproudová migrace (75 %) nad poproudovou migrací (25 %). V tomto období byla u vranek zaznamenána maximální vzdálenost pohybu proti proudu 566 m, u pstruha 112 m a maximální poproudový pohyb u vranky činil 140 m a u pstruha 377 m. Pojezd těžkou technikou v korytech toků vedl ke snížení heterogenity v podélných i příčných profilech.

Klíčová slova: mortalita, pstruh obecný, vranka pruhoploutvá, bentos, migrace, geomorfologie toků

Poděkování

Za spolupráci děkujeme: Lesům České republiky, s. p., Biskupským lesům – Diecéze Ostravsko-Opavská, Českému rybářskému svazu, Územnímu svazu pro Severní Moravu a Slezsko, Středočeskému územnímu svazu, Územnímu svazu města Prahy, firmě Swietelsky, Městu Rožnov pod Radhoštěm, Leso-technickým a zemědělským službám, Českému svazu ochránců přírody Radhošť, Střední zemědělské a přírodovědné škole v Rožnově pod Radhoštěm, Institutu pro biologii a ochranu přírody na Göteborské univerzitě, švédskému rybářskému svazu v Göteborgu a katedře evoluční biologie a biodiverzity na Universitě Paul Sabatier v Toulouse.

VLIV ŘÍČNÍCH VÝHONŮ NA SLOŽENÍ ICHTYOFAUNY – VYHODNOCENÍ REVITALIZAČNÍCH OPATŘENÍ NA DOLNÍM TOKU LABE

E. BOUŠE, J. MUSIL, M. BARANKIEWICZ, D. ŠTRUNC

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i., Podbabská 2582/30, 16000 Praha 6
eduard.bouse@vuv.cz

Abstrakt

Říční výhony patří mezi nejčastější revitalizační stavby, sloužící především pro soustředění proudu v toku. Budováním výhonů se však zvyšuje i heterogenita prostředí, úkrytová kapacita toku a množství přirozených promývaných náplavových ploch. Cílem projektu je posoudit ekologický přínos jednotlivých druhů výhonů a stanovit jejich vliv na společenstvo 0+ ryb.

Pro posouzení efektivnosti výhonů na Labi v lokalitě Dolní Žleb bylo od roku 2015 každoročně vzorkováno společenstvo 0+ ryb metodou PASE (Point Abundance Sampling by Electrofishing). Ulovené ryby byly determinovány a rozděleny do reprodukčních a ekologických skupin. Byla stanovena jejich dominance a porovnán stav na výhonech a referenčních lokalitách. Celkem bylo na všech lokalitách uloveno 996 ks 0+ ryb, patřících do 19 druhů. Na výhonech se průměrně loví 120 ks ryb zahrnujících 6 druhů, a na referenčních lokalitách 80 ks ryb a 4 druhy. Přibližně 60 % úlovku tvořila eurytopní ekologická skupina; reofilní skupina A zaujímala přibližně 30 % početnosti, zbytek tvořila reofilní skupina B. Rozložení reprodukčních skupin téměř kopíruje ekologické skupiny. Převažuje tedy fytolitofilní skupina, následována litofilní a psamofilní. Průtočné výhony svými podmínkami více vyhovují reofilním druhům ryb za cenu nižší druhové pestrosti. Plážové a lagunové výhony jsou využívány širokou škálou druhů, které nejsou tolik náročné na prostředí a výtěrový substrát. Z výsledků je patrné, že výhony mají pozitivní vliv jak na abundanci, tak i na složení rybního společenstva. Vhodně rozšiřují nabídku mikrohabitatů na lokalitě a mohou částečně nahradit původní šterkové náplavy, které musely ustoupit požadavkům plavby.

Klíčová slova: Říční výhony, plůdek, ekologická skupina, reprodukční skupina

Poděkování: Tento projekt byl podpořen ŘVC ČR – Příprava a vypořádání staveb – ISPROFOND 500 554 0004.

DOPAD ŠPIČKOVÉHO REŽIMU NA REPRODUKCI BOLENA DRAVÉHO

M. ŠMEJKAL^{1,2}, D. BARTOŇ¹, A.T. SOUZA¹, P. BLABOLIL^{1,2}, T. KOLAŘÍK¹,
Z. SAJDLOVÁ¹, L. VEJŘÍK^{1,2}, J. KUBEČKA¹

¹Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, České Budějovice

²Biologické centrum AV ČR, v.v.i., SOWA, České Budějovice

mareks1@centrum.cz

Abstrakt

Periodické změny průtoku ve vodních ekosystémech způsobené činností člověka mají negativní dopad na vodní organismy. Pro ryby rozmnožující se v našich tocích může špičkový režim představovat zásadní faktor ovlivňující mortalitu jejich nejranějších stádií. V této studii jsme se zaměřili na chování bolena dravého (*Leuciscus aspius*) v období rozmnožování a vliv špičkového režimu na dospělce a jikry. Populace bolena na hlavním přítoku přehradní nádrži Švihov je při tření vystavena špičkovému režimu z nádrže nacházející se nad trdlištěm. Boleni byli v letech 2014 – 2018 značeni pasivními čipy a jejich přítomnost na trdlišti byla monitorována pomocí stacionárních čtecích zařízení. Reprodukční sezóna ve studovaných letech začínala od poloviny března a trvala přibližně do poloviny dubna. Tření bolenů se odehrávalo zejména v nočních hodinách. Reprodukčně aktivní boleni vyhledávali úseky řeky s rychlostí proudu přibližně 30 cm×s⁻¹. Zvýšení rychlosti proudu nad optimální hodnoty v denní špičce vodní elektrárny vedlo k odlepení většiny jiker. Špičkový režim aplikovaný v reprodukční sezóně rheofilních ryb negativně ovlivňuje jejich doplněk a měl by být po dobu reprodukce a vývoje jiker omezen.

Klíčová slova: bolen dravý, reprodukce ryb, PIT-tag, špičkový režim

HISTORICKÝ A SOUČASNÝ STAV POPULACÍ SEKAVCE (*COBITIS* SP.) A SEKAVČÍKA BALKÁNSKÉHO (*SABANEJEWIA BALCANICA*) NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

K. HALAČKA, J. MENDEL, M. MUŠKA, L. MERTA, L. VETEŠNÍK

Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno

halacka@ivb.cz

Abstrakt

Sekavec a sekavčík balkánský patří mezi ohrožené druhy, které historicky vymizely na řadě stanovišť a byly tak zařazeny na seznam chráněných druhů Evropskou komisí (příloha II Směrnice o stanovištích) i ohrožených druhů v ČR (vyhláška 395/1992 Sb.). Aktuální výskyt sekavce je plošněji než u sekavčíka, ale stále soustředěn pouze do omezených oblastí. Nachází se v povodí Lužnice kde osídluje jak horní, přírodě blízké úseky, tak střední část, kde obývá i rybníky a jejich stoky. Další populace se vyskytují v Jordánce (přítok Žehrovky), Pšovce a Chobotovském potoce (přítok Chrudimky). Nově byl výskyt zjištěn také v povodí Opatovického kanálu včetně Bohdanečského rybníka. Na Moravě byl výskyt sekavců potvrzen v povodí Moravské Dyje (VD Nová Říše), Jevišovky (včetně přítoku Skaličky), v povodí Dyje (nad soutokem s Jevišovkou) a v oblasti soutoku Dyje a Moravy. Nová populace sekavce byla zjištěna v náhonu Strhanec v povodí Bečvy. Výskyt sekavčíka na našem území byl známý pouze v dolním toku Vláry. V roce 2016 byla v řece Jihlavě objevena zcela nová populace, unikátní pro celé povodí Moravy.

Klíčová slova: sekavec; sekavčík; rozšíření; ochrana původních druhů; EVL

Úvod

Sledování populací sekavců a sekavčíka balkánského, včetně molekulárně-genetických analýz a evolučních studií, probíhá na území České republiky dlouhodobě a poměrně intenzivně. Během tohoto období došlo k řadě zjištění i zásadních objevů. Některé souvisí se skrytým způsobem života těchto druhů, jiné s překvapivými specifiky jejich biologie rozmnožování a evoluce druhů. U sekavců byla popsána existence diploidních i diploidně-polyploidních populací s podílem asexuální gynogenetické reprodukce, a to často v těsné blízkosti. Tyto informace vedly k potřebě aktualizace informací o populacích těchto druhů, které jsou nezbytným podkladem pro jejich efektivní ochranu. Nové poznatky jsou zvláště důležité pro oblasti, které byly vyhlášeny za účelem ochrany populací těchto druhů jako evropsky významné lokality (EVL) v rámci soustavy NATURA 2000.

Materiál a metodika

Studium populací daných druhů je zaměřeno na monitoring výskytu jedinců, resp. populací ve volné přírodě. Průzkumy byly cílené převážně na EVL, kde jsou druhy předmětem ochrany, i na oblasti se známým historickým či nově zjištěným výskytem druhů. Odlovy byly provedeny elektrickým agregátem s ovládací skříňkou typ BMA PLUS, resp. bateriovým agregátem typ LENA (výrobce Radomír Bednář).

Na terénní průzkumy navazovaly molekulárně genetické analýzy, určení ploidie a biotypu daného jedince. Vzhledem k časové i finanční náročnosti těchto aktivit je okruh činností limitován a hloubka znalostí se liší jak v rámci jednotlivých druhů, tak i geograficky. Tento příspěvek je zaměřen zejména na nové informace o výskytu populací sekavce a sekavčíka na našem území, získaných při ichtyologických průzkumech v rámci monitoringu EVL a analýzách genomu archivovaných vzorků.

Výsledky

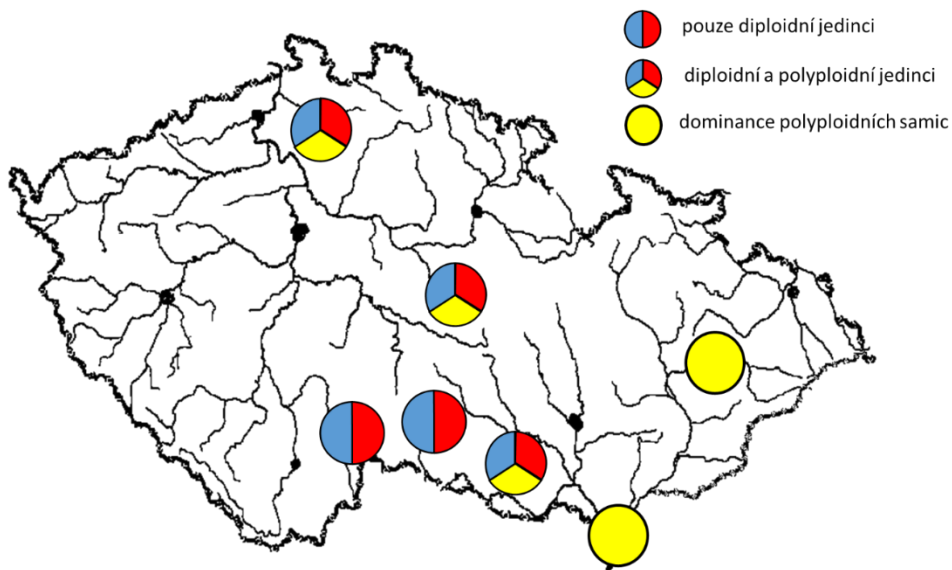
Sekavec

Na území České republiky sekavci vytváří hybridní diploidně-polyploidní komplex, v němž jsou zastoupeny tři druhy: sekavec podunajský (*Cobitis elongatoides*), sekavec písečný (*C. taenia*) (úmoří Severního moře) a sekavec černomořský (*C. tanaitica*) (úmoří Černého moře).

V horních částech povodí (Lužnice a Moravská Dyje) se vyskytují populace tvořené diploidními, sexuálně se rozmnožujícími jedinci *C. elongatoides*. Ve středních a dolních částech se již jedná o diploidně-polyploidní komplexy tvořené kombinací diploidních samců a samic *C. elongatoides* a polyploidních jedinců (obvykle triploidní samice). Tito jedinci obsahují původní genom *C. elongatoides* v kombinaci s genomem *C. taenia* (povodí Sázavy a Pšovky) či *C. tanaitica* (povodí Skaličky) často preferují gynogenetický způsob reprodukce.

Zajímavé jsou populace tvořené prakticky pouze polyploidními samicemi, neboť i gynogenetický způsob reprodukce vyžaduje přítomnost samců. Takovou je například populace nacházející se v dolním úseku Dyje, kde lze uvažovat o existenci další subpopulace (či populací) v sousedícím Rakousku a jedinci z ní mohou migrovat na naše území. Nelze tedy vyloučit, že se jedná pouze o fragment větší populace, její areál výskytu není doposud známý. Nově pak byla v roce 2015 nalezena další mosexuální populace v povodí Bečvy (horní část náhonu Strhanec). I přes cílený průzkum nebyl v této populaci prokázán výskyt samců a samci nebyli (a ani další jedinci sekavců) nalezeni ani při průzkumech okolních oblastí. Způsob existence této populace je tedy nejasný. V povodí Bečvy byl výskyt sekavce uváděn historicky až do roku 1951 a to současně se sekavčíkem balkánským. Od té doby však nebyl výskyt sekavce ani sekavčíka v Bečvě ani přes cílené průzkumy nalezen.

Obr. 1.: Populace sekavce na území České republiky a jejich struktura (zastoupení jednotlivých pohlaví a polyploidních jedinců).



Sekavčík balkánský

Bečva

První nález sekavčíka z Bečvy u Lipníka nad Bečvou pochází z roku 1943. Dalšími průzkumy byl pak jeho výskyt rozšířen od ústí Bečvy do Moravy až po soutok Bečvy Vsetínské a Rožnovské. Po roce 1967 však již nebyl i přes cílený průzkum v toku Bečvy prokázán. Pravděpodobně se vyskytoval i na dalších lokalitách v povodí Moravy, o čemž svědčí nález v toku Moravy těsně nad Olomoucí (1951) či v Dřevnici (1970). Příčinou vymizení bylo pravděpodobně průmyslové a komunální znečištění. Jistou nadějí, že sekavčík v povodí Bečvy nevymizel zcela, ale fragment původní populace může být stále přítomen, dává nový nález sekavce z náhonu Strhanec v roce 2015, který dokládá jeho výskyt v povodí Bečvy po téměř 70 letech.

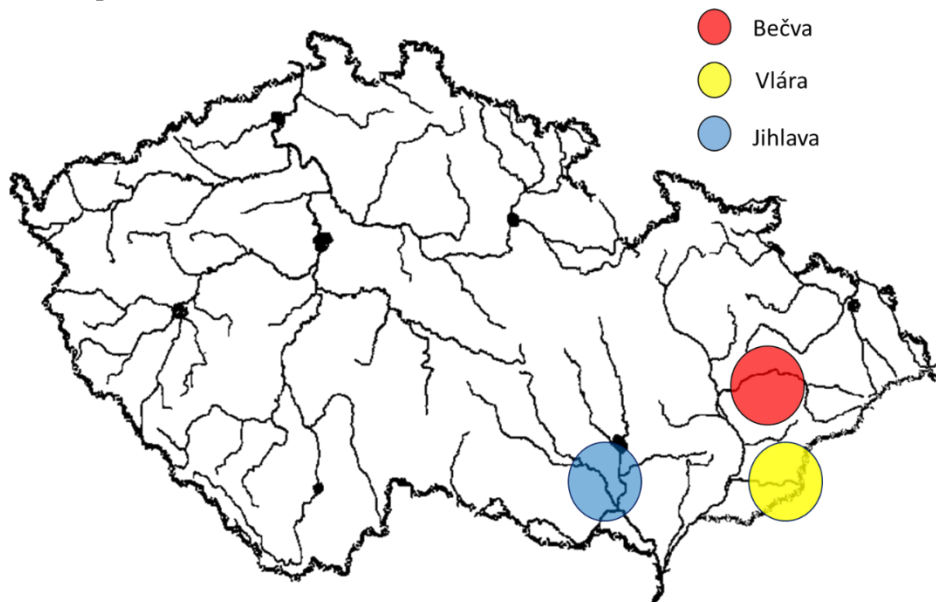
Vlára

První nález sekavčíka v dolní, slovenské části Vlára je z roku 1978. V roce 2001 byl zjištěn jeho výskyt i na našem území v blízkosti hranice se Slovenskem (ř. km 12,9). Jeho přítomnost na dané lokalitě je až doposud opakovaně prokazována, navíc byl v roce 2017 nalezen i výše proti proudu (ř. km 15,5). Daná populace je tvořena výhradně dospělci o velikosti nad 6 cm. Jedná se tedy pravděpodobně o migraci jedinců ze slovenského úseku, umožněnou odstraněním migračních bariér v dolní části toku a zlepšením čistoty vody. K reprodukci sekavčíků na našem území zřejmě zatím nedochází.

Jihlava

První nález sekavčíka v toku Jihlavy byl učiněn v červenci roku 2016 pod Medlovským jezem (ř. km 23,2). V rámci cíleného průzkumu v září téhož roku byli další jedinci nalezeni i nad Medlovským jezem (ř. km 23,6 – 24,0) a další exemplář dokonce pod obcí Příbice (ř. km 7,4). Kromě toho byl potvrzen výskyt sekavčíka pod Medlovským jezem, kde byli uloveni dva jedinci (jeden z nich byl na základě fotografie identifikován jako jedinec ulovený v červenci). Vzdálenost jednotlivých nálezů (ř. km 7,4 až 24,0) nasvědčovala o možném rozsáhlejší výskytu tohoto druhu v dolním toku Jihlavy. To bylo potvrzeno průzkumem v roce 2017, kdy byl zjištěn i v dalších úsecích v okolí předchozích nálezů a to ve značné početnosti (patřil k dominantním druhům). Zastoupení byli juvenilní i adultní jedinci. Sekvenační analýza jaderného i mitochondriálního markeru potvrdila u zkoumaných jedinců druhovou příslušnost k *S. balcanica* a přiřadila je k haplotypům vyskytujícím se v povodí Váhu, konkrétněji v řece Vláře. Nově popsany výskyt sekavčíků v daném areálu je zajímavý, neboť přirozená migrace z oblasti jejich známého rozšíření je vyloučena a současně byl tok Jihlavy včetně přítoků v minulosti dlouhodobě intenzivně ichtyologicky sledován a jejich výskyt by tak neměl uniknout pozornosti.

Obr. 2. Výskyt sekavčíka balkánského ve vodách České republiky: dolní část Bečvy (1943 - 1967); Vlára u hranic se Slovenskem (2001 – doposud); dolní tok Jihlavy (2016 – doposud).



Diskuze

Nálezem nových populací sekavce v povodí Bečvy (2015), v povodí Opatovického kanálu (2015) a sekavčíka v toku Jihlavy (2016) došlo k zvětšení areálu výskytu obou druhů na našem území. Bohužel na druhou stranu byl pozorován (výjimkou je protiproudový postup sekavčíka tokem Vlára) pokles četnosti některých populací. Ten je někde zjevně zapříčiněn poklesem vodní hladiny v daných lokalitách, čímž dochází k omezení výtěrových ploch (VN Nová Říše) či přímo vysychání jednotlivých lokalit („zemníky“ v aluvii soutoku Moravy a Dyje). V případě populace sekavčíka v dolním toku Jihlavy nelze vyloučit i určitý kladný vliv nižší hladiny, neboť část uniformních hlubokých partií toku byla takto nahrazena mělčinami vhodnými pro některé, zejména drobnější druhy ryb.

Závěr

Výsledky našich průzkumů dokazují, že i navzdory relativně intenzivnímu ichtyologickému zkoumání vodních ploch v ČR, lze stále objevit nové lokality ohrožených druhů. To platí zvláště pro druhy žijící skrytým způsobem života, mezi které patří i sekavci a sekavčík balkánský. Studium jednotlivých populací sekavců ukazuje na jejich individualitu, zasluhující podrobnější sledování, ať již z důvodu teoretického výzkumu diploidně-polyploidních vícedruhových komplexů, tak i z důvodu jejich praktické ochrany.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektů GAČR 17-09807S, „Monitoring a celoplošné mapování EVD jako podklad pro dokončení návrhu soustavy Natura 2000 v ČR“ a dílčích ichtyologických průzkumů realizovaných v rámci zadání AOPK.

Literatura

- Halačka K., Muška M., Mendel J., Vetešník L., 2017: A newly discovered population of the Balkan spiny loach *Sabanejewia balcanica* (Karaman, 1922) in the River Jihlava, Czech Republic. *Folia Zool.* – 66 (3): 163–166
- Hanel L., Lusk S., 2005: Ryby a mihule České republiky. Rozšíření a ochrana. ČSOP Vlašim: 447 pp.
- Lusk S., Halačka K., Májský J., Vetešník L., Mendel J., 2017: Sekavčík balkánský (*Sabanejewia balcanica*) – minulost, současnost a budoucnost. *Bulletin Lampetra VIII*: 90 – 102
- Lusk S., Lusková V., Halačka K., 2000: On the occurrence of populations of the genera *Cobitis* and *Sabanejewia* (Pisces, Cobitidae) in the Czech Republic. *Folia Zool.* 49: 97–106
- Merta L., Křesina J., 2015: Stav populace sekavce podunajského (*Cobitis elongatoides*) v náhonu Strhanec na řece Bečvě. Závěrečná zpráva z průzkumů. Dep. in: AOPK ČR, 9 pp.

NEPŮVODNÍ DRUHY RYB V ČR – VÁŽNÝ PROBLÉM NEBO PŘEHNANÉ OBAVY?

P. JURAJDA

Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno

jurajda@ivb.cz

Úvod

Intenzivní šíření nepůvodních druhů živočichů a rostlin je významným fenoménem posledních desetiletí na celém světě. Při šíření nepůvodních druhů se uplatňuje celá řada lidských aktivit, jejichž cílem je introdukce nových druhů pro potřeby zemědělství, rybářství, lesního hospodářství, zpracovatelského průmyslu, zájmových chovů a celé řady dalších odvětví. K nežádoucímu šíření nepůvodních organismů významným způsobem přispívá i celosvětový rozvoj mezinárodní dopravy a obchodu. Ve velké míře jsou mezi nepůvodními organizmy zastoupeni i vodní živočichové, včetně ryb (Mlíkovský a Stýblo 2006).

Většina druhů ryb je introdukována záměrně za účelem akvakultury, rekreačního rybolovu, akvaristiky či biomanipulací. Jiné se šíří nechtěně (výstavbou kanálů, lodní dopravou) nebo jsou zavlečeny s přepravovanými cílovými rybami.

Obecně vzato, zatímco v akvakultuře není mnohdy o účelnosti některých introdukcí v podstatě pochyb, na druhé straně volné vody jsou ohroženy narušením ekologické rovnováhy novými nepůvodními druhy. Zatímco v druhé polovině minulého století převažoval (nejen u nás) přístup upřednostňující hospodářský přínos introdukcí nových druhů ryb, dnešní pojetí je v hodnocení introdukcí mnohem opatrnější a klade velký důraz na možné negativní důsledky pro diverzitu a fungování našich vodních ekosystémů (Gozlan 2008).

Problematika introdukcí a šíření nepůvodních druhů ryb a ostatních vodních organismů je považována za velice závažnou v celosvětovém i evropském kontextu. Zabývají se jí různé komise a odbory mj. i FAO (světové Organizace pro výživu a zemědělství) nebo EIFAC (Evropského poradního sboru pro vnitrozemské rybářství) a i u nás pracovala Komise pro introdukce ryb a vodních živočichů do ČR při Ministerstvu zemědělství, která vydala i metodiku pro jejich hodnocení. Její funkci nahradil Zákon č. 114/1992 o ochraně přírody a krajiny, který jasně stanovuje, že záměrné rozšíření geograficky nepůvodních druhů je možné pouze s povolením orgánu ochrany přírody a ve zvláště chráněných územích je zakázáno zcela. V pojetí tohoto Zákona je možné dnes považovat záměrné introdukce nových druhů ryb do České republiky za velmi nepravděpodobné či spíše vyloučené. Je vhodné zmínit, že poslední záměrné introdukce v ČR proběhly před téměř 20 lety a poslední úspěšné záměrné introdukce, z pohledu akvakultury, před více než 50 lety (býložravé druhy)! Zdá se tedy, že pro potřeby naší akvakultury ani sportovního rybolovu ve volných

vodách dnes není důvod cíleně introdukovat další nepůvodní druhy a de facto ani nějaký vhodný potenciální druh z jakéhokoliv hlediska se nenabízí.

Část všech nepůvodních druhů (cca 10%), které se aklimatizují, přirozeně se rozmnožují, vytváří početné populace, šíří se a mají negativní dopad na původní druhy, ekosystémy případně ekonomiku označujeme jako druhy invazní. Tento termín je v současnosti velmi moderní a je často zobecňován.

V hodnocení rizik jednotlivých invazních druhů je vhodné zahrnout kromě jejich biologických vlastností i lokální socioekonomické a kulturní faktory a specifický charakter daného vodního prostředí. Podle našich zjištění z ČR je patrné, že to jsou nezanedbatelné faktory pro objektivní hodnocení rizikovosti každého nepůvodního druhu na daném území. Je tedy vhodné hodnotit nejen druh jako takový, ale podívat se na něj v širších souvislostech v daném regionu či státě a nalézt opravdová problémová místa, které je pak možné a hlavně reálné cíleně řešit.

Nechci zlehčovat nebezpečí invazních druhů, ale na druhou stranu preferuji objektivní hodnocení. Česká republika má mnohé výhody ve srovnání s jinými zeměmi Evropy. Jednak naše klimatické a hydrologické podmínky zamezují přirozené reprodukci mnoha již introdukovaných nepůvodních druhů ryb. Za druhé v naší ichtyofauně je mnoho původních dravých druhů ryb, které se živí i nepůvodními druhy a tím pádem jsou schopni je do určité míry kontrolovat. V neposlední řadě máme dlouholetou tradici v rybníční akvakultuře i obhospodařování volných vod.

Nepůvodní druhy ryb v ČR

Dovozy nepůvodních druhů ryb mají u nás dlouhodobou historii. První vlna introdukcí byla koncem XIX. století ze Severní Ameriky a další vlna pak v 60.-80. letech XX. století z východní Asie. Za posledních 150 let byl ve vodách na území České republiky průkazně doložen výskyt 37 nepůvodních druhů ryb. Celá řada dalších, především starších dovozů však není jednoznačně dokumentována a jejich introdukce skončily poměrně rychlým vymizením (Hanel a Lusk 2005).

Většina druhů k nám byla dovezena záměrně s cílem zpestření druhového spektra volných vod pro rekreační rybolov nebo za účelem akvakultury. Dva druhy byly zavlečeny náhodně s cílovými druhy (střevlička východní; sumeček černý, *Ameirus melas*) a dva další se rozšířily přirozeně z Dunaje proti proudu Moravy (karas stříbrný, *Carassius gibelio*, hlaváč černoústý, *Neogobius melanostomus*). U jednom druhu (koljuška tříostná, *Gasterosteus aculeatus*) přispěli k rozšíření pravděpodobně akvaristé.

Na nepůvodní druhy ryb v České republice lze pohlížet z několika aspektů - podle stupně jejich naturalizace, hospodářského významu, způsobu managementu, intenzity negativního působení a potenciálních možností jejich managementu či eliminace.

Hospodářsky významné druhy

(pstruh duhový, siven americký, amur bílý, tolstolobik bílý, tolstolobec pestrý, síh maréna, síh peled')

Tyto nepůvodní druhy ryb se staly především předmětem hospodářských chovů, přičemž některé z nich našly uplatnění i jako významná součást společenstev rybářských revírů - především pstruh duhový, siven americký a amur bílý. Tyto druhy se v našich podmínkách až na výjimky přirozeně nerozmnožují a jejich početnost ve volných vodách je v zásadě dána vysazováním a rybářským tlakem, případně úniky z chovných pstruhařských objektů a rybníků. Navíc se jedná o druhy vyhledávané rekreačními rybáři, takže jejich počty je relativně snadné regulovat a u nás nejsou známé žádné jejich invazní populace. V produkčním rybářství hrají tyto nepůvodní druhy ryb významnou roli.

Druhy závislé na řízené reprodukci s omezeným výskytem
(jeseteři, siven arktický, amur černý, kaprovec velkoústý, kaprovec černý, sumeček kanálový, okounek pstruhový)

Z výše uvedených nepůvodních druhů se pouze některé druhy jeseterů staly předmětem produkčního chovu nebo oblíbenou rybou rekreačního rybolovu. Jiné nepůvodní druhy jsou chovány jen výjimečně v několika rybářských podnicích. Uvedené druhy se v našich podmínkách přirozeně nerozmnožují a jejich občasný výskyt ve volných vodách je dán úniky z chovných zařízení, případně lokálním vysazováním především do soukromých stojatých vod (jeseteři).

Druhy naturalizované, bez hospodářského významu a s omezeným výskytem
(slunečnice pestrá, koljuška tříostná, sumeček americký, sumeček černý, hlaváč černoústý)

Žádný z těchto druhů nemá významnější uplatnění v akvakultuře ani v rybářských revírech a jsou odůvodněně hodnoceny v našich vodách jako druhy nežádoucí. V našich podmínkách se přirozeně rozmnožují a místy vytváří i velmi početné populace, čím se liší od hospodářsky významných nepůvodních druhů. Naštěstí se zatím jedná o druhy s víceméně lokálním mozaikovitým rozšířením (kromě většího areálu výskytu sumečka amerického v Polabí). Tyto druhy nejsou vyhledávané ani rekreačními rybáři a jejich početnost lze jen velmi obtížně, pokud vůbec, regulovat. U jednotlivých druhů jsou patrná období populačního růstu či naopak klesání. V každém případě je velmi nežádoucí tyto druhy šířit a vysazovat do dalších vod v ČR. Je zajímavé, že i přes jejich poměrně dlouhou dobu výskytu ve vodách ČR, ale i Evropy (většina z nich), je velmi málo konkrétních prací vyhodnocujících jejich vliv na původní druhy a biotopy, přestože jej lokálně lze předpokládat.

Druhy neúmyslně introdukované s celostátním výskytem

Karas stříbrný a střevlička východní k nám nebyli introdukováni záměrně, nicméně dosáhli největšího plošného rozšíření v rámci České republiky a na mnoha lokalitách i dominantního postavení v celém rybím společenstvu. Oba druhy se u nás přirozeně a velmi efektivně rozmnožují. V podmínkách nedostatečně intenzivně obhospodařovaných rybníků oba druhy dokáží využít nabídnutý potravní potenciál a být velmi hojné až přemnožené. U obou druhů pak dochází k velké dotaci volných vod právě během výlovů rybníků.

Zhodnocení nepůvodních druhů ryb a možnosti jejich kontroly

Nepůvodní hospodářsky významné druhy se u nás většinou přirozeně nemnoží. Jejich výskyt ve volných vodách je dán rybářským obhospodařováním. Jedná se o druhy dorůstající větších velikostí, které je potenciálně možné do určité míry (záleží na druhu) i ve volných vodách eliminovat ať již rekreačním rybolovem (možné úpravy rybářského řádu) nebo hromadnými odlovnými prostředky. Tyto druhy nejsou v zásadě přímým ohrožením našich původních druhů ani ekosystémů a záleží jen na způsobu jejich managementu (rybářském, ochrannářském). Jejich význam spočívá v akvakultuře a rekreačním rybolovu.

Nepůvodní druhy, které se v podmínkách našich vod přirozeně rozmnožují, jsou podstatně větším potenciálním nebezpečím. Navíc se většinou jedná o velikostně menší druhy, které víceméně nelze z našich vod zcela eliminovat. Rekreační rybáři mají o ně jen minimální zájem, naopak mohou negativně přispívat k jejich dalšímu šíření vypouštěním nepoužitých nástražních rybek. Hospodáři rybářských organizací by měli zodpovědně zvážit možné nebezpečí a nedopustit vysazení těchto druhů (karas stříbřitý, střevlička východní, sumečci, hlaváč černoústý) do chovných objektů nebo revírů. V případě barevně atraktivní slunečnice pestré dochází také k jejímu šíření amatérskými potápěči do izolovaných lomů a pískoven. Možnosti usměrnění (redukce) populačního růstu těchto druhů jsou velice omezené a jedinou možnou cestou je pouze zvýšený podíl dravých druhů ryb (ať již přirozený nebo podpořený vysazováním) ve společenstvech našich vod. Zodpovědný přístup rybářské (ale i ne-rybářské) veřejnosti přispívá k nešíření výše zmíněných druhů do dalších vodních biotopů. Vzhledem k malé rybářské atraktivitě těchto druhů to není ani v jejich zájmu.

Závěry

- Výskyt nepůvodních druhů ryb v našich vodách je nezvratnou realitou. Vyskytují se u nás od dob, kdy člověk začal intenzivně chovat ryby v akvakultuře. Nepůvodní druhy ryb pak unikaly nebo byly i vysazeny do volných vod a staly se součástí naší přírody.
- Nepůvodní druhy mohou, ale taky nemusí, představovat hrozbu pro naše původní druhy. Rozšíření nepůvodních druhů je proto vhodné monitorovat a v případě potřeby proti nim cíleně zasáhnout.
- Vhodný rybářský management rybníční akvakultury je ideálním řešením pro snižování početnosti případně eliminaci většiny nechtěných nepůvodních druhů v chovech.
- Ve volných vod je situace komplikovanější, nicméně i zde je zodpovědný rybářský a ochrannářský management vhodným řešením pro snižování početnosti a především omezení šíření mnoha nepůvodních druhů.
- Z nepůvodních druhů ryb v ČR jen některé vytváří invazní populace, především karas stříbřitý, střevlička východní a sumeček americký a černý, a to jen ve specifických podmínkách prostředí (biotopech). Nejvíce zranitelné vodní

ekosystémy jsou malé umělé nádrže, na které by bylo vhodné cíleně zaměřit ochranný případně rybářský management.

- Klimatické podmínky, přítomnost původních dravých druhů ryb a management volných vod jsou základními faktory ovlivňujícími výskyt a působení nepůvodních druhů ryb v ČR
- Cílem využívání a ochrany našich vod by neměla být hysterická likvidace nepůvodních druhů ryb, ale jejich rozumné využití v chovech případně jako předmět rekreačního rybolovu, avšak s tím že nebude docházet k jejich negativnímu působení na původní druhy a ekosystémy.

Použitá a doporučená literatura

- ADÁMEK, Z., KOUŘIL, J., 1996. Nepůvodní druhy ryb posledních let v České republice z hlediska původní ichtyofauny. In: LUSK, S., HALAČKA, K. (Eds.) Biodiverzita ichtyofauny ČR (I): ÚBO AV ČR Brno, 34-41.
- GOZLAN, R.E., 2008. Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? *Fish and Fisheries* 9: 106-115.
- HANEL, L., LUSK, S., 2005. Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana. ZO ČSOP Vlašim, 448 str.
- JURAJDA, P. 2018: Nepůvodní druhy v našich vodách. *Rybářství* 7: 12-17.
- LUSK, S., LUSKOVÁ, V., HANEL, L., 2008. Nepůvodní druhy v ichtyofauně české republiky - jejich vliv a význam. In: LUSK, S., LUSKOVÁ, V. (Eds.) Biodiverzita ichtyofauny ČR (VII): ÚBO AV ČR Brno, 96-113.
- MLÍKOVSKÝ, J., STÝBLO, P., 2006. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. Praha, ČSOP, 496 str.
- MUSIL, J., JURAJDA, P., ADÁMEK, Z., HORKÝ, P., SLAVÍK, O., 2010. Non-native fish introductions in the Czech Republic - species inventory, facts and future perspectives. *J. Appl. Ichthyol.* 26 (Suppl. 2): 38-45.

NEPŮVODNÍ RYBY V ČESKU: KONCEPT

L. KALOUS

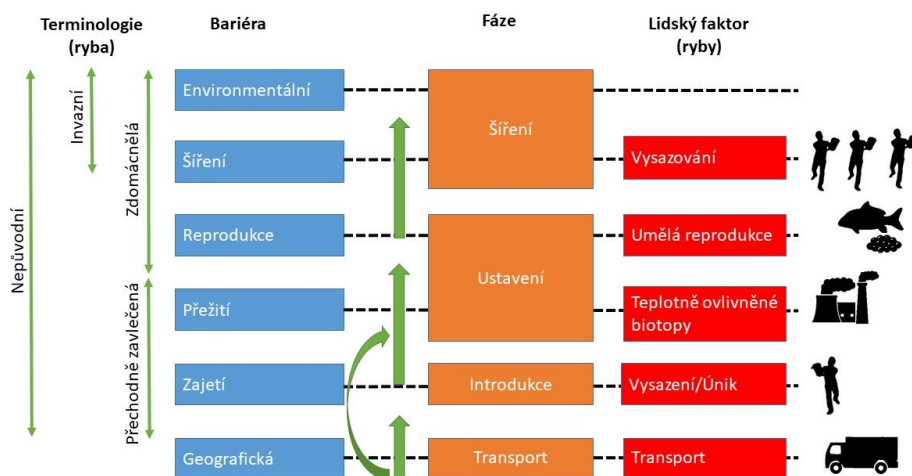
Katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 – Suchdol

kalous@af.czu.cz

Abstrakt

Současné území České republiky se jeví jako země zaslíbená nepůvodním druhům ryb s podmínkami vhodnými pro jejich šíření. Řeky jsou silně ovlivněné antropogenně, čilé akvakulturní aktivity se provozují plošně, a to včetně rybářského obhospodařování volných vod. Hustota obyvatelstva je vysoká a velké množství lidí se věnuje volnočasovým aktivitám jako je rybolov nebo chov vodních organismů v akváriích nebo venkovních jezírkách. Česko leží v pramenných oblastech třech úmoří bez, pro člověka, zřetelných hranic mezi jednotlivými povodími, což představuje potenciál pro zrychlení transferu nepůvodních druhů z jedné strany Evropy na druhou. Článek vztahující se k přednesenému referátu o nepůvodních a invazních druzích vyjde v časopisu Živa 5/2018.

Klíčová slova: nepůvodní, invazní, ryby, rekreační rybářství, akvakultura, Česko



Schematické znázornění procesu invaze u ryb. Proces lze rozdělit do několika fází oddělených bariérami, které člověk pomáhá překonávat.

Prezentace vznikla za příspěvní grantu TAČR TJ01000065 a CIGA 20182013.

HLAVÁČ ČERNOÚSTÝ V POTRAVNÍM ŘETĚZCI NAŠICH VOD

L. VŠETIČKOVÁ¹, L. MIKL¹, Z. ADÁMEK¹, M. VAŠEK¹, H. ŠVECOVÁ², J. KOLÁŘOVÁ², P. JURAJDA¹

¹Ústav biologie obratlovců AV ČR v.v.i., Květná 8, 603 65, Brno, ČR

²Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Vodňany, Zátíší 728/II, 389 25, Vodňany, ČR

vsetickova@ivb.cz

Úvod

Nepůvodní druhy ryb se vyskytují na našem území už celé desítky let. Některé tyto druhy byly do ČR introdukovány záměrně, za účelem jejich hospodářského využití (Adámek & Kouřil 1996), a dnes jsou řazeny k našim významným hospodářským druhům (např. amur bílý, tolstolobik bílý, síhové, pstruh duhový atd.). Jiné se staly tzv. invazivními druhy (např. střevlička východní nebo karas stříbřitý), ty se pak mohou stát významnými konkurenty v potravě pro původní druhy ryb nebo dokonce jejich predátory (Gido & Brown 1999) a dále mohou šířit nové nemoci (Viola & Schuck 1995).

V polovině 90. let se hlaváčovitě ryby začaly šířit do střední Evropy z Pontokaspické oblasti. V ČR se zatím vyskytuje pouze hlaváč černoústý (*Neogobius melanostomus*), který byl poprvé zjištěn v roce 2008 v řece Moravě a Dyji (Lusk et al. 2008).

Hlaváč černoústý se ze svého původního areálu výskytu rozšířil až do Severní Ameriky (Jude et al. 1992), a také již expandoval do většiny evropských zemí (Roche et al. 2013). Tento druh má všechny předpoklady pro rychlé šíření: toleruje širokou škálu abiotických faktorů, rychle roste a má dávkový výtěr. V Americe v oblasti Velkých jezer byl u tohoto druhu prokázán negativní vliv na početnost původních druhů (Jude et al. 1995) i jeho negativní role v přenosu těžkých kovů v potravním řetězci (Hogan et al. 2007). K zatížení vyšších článků potravního řetězce těžkými kovy přispívá hlaváč konzumací měkkýšů – hlavně slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*), která v sobě těžké kovy akumuluje (Kornis et al. 2012) a sám se potom stává potravou dravých druhů ryb.

Jelikož se tyto informace zobecňovaly a běžně uváděly i u nás, zajímalo nás, zda se jedná o lokální problém nebo je to charakteristický znak hlaváče a zda je možné tuto skutečnost potvrdit i v podmínkách našich řek (Dyje a Labe), kde se populace hlaváče vyskytuje. Zaměřili jsme se na jeho potravu, na jeho význam v potravě našich původních ryb a dále jeho úlohu v přenosu cizorodých látek (rtuti) v potravním řetězci.

Metodika

Pomocí bateriového elektrického agregátu byli naloveni hlaváči (celkem 365 ks z Labe a 243 z Dyje), kteří byli usmrceni vysokou dávkou hřebíčkového oleje a uchováni ve formaldehydu pro pozdější laboratorní potravní analýzy. V laboratoři byly ryby změřeny, zváženy a byl vypitván obsah jejich trávicích traktů. Jednotlivé složky potravy byly pro zjednodušení rozděleny na vyšší kategorie (viz Tab. 1).

U dravých ryb z Dyje ($n = 268$) byl vypitván trávicí trakt, který byl zvážen a obsah žaludku i střev byl uchován ve formaldehydu pro jeho vyšetření v laboratoři. Rezidua ryb v potravě byla určována do druhů (pokud to stav umožňoval) dle zbytků šupin a kostí, pokud určení možné nebylo, byla řazena do kategorie „neidentifikovatelné zbytky ryb“.

Vzorky na obsah rtuti (sediment, bentos, celé ryby) byly po rozmrazení homogenizovány a celkovémnožství rtuti (THg) bylo stanoveno pomocí přístroje Advanced mercury analyzer (AMA 254, Altec, ČR) (Červený et al. 2016).

Výsledky a diskuse

Mezi nejfrekventovanější potravní složky hlaváče na Labi patří drobní blešivci (konkrétně *Dikergammarus vilosus*) s frekvencí výskytu 57 % u ryb o velikosti 30 – 45 mm a dokonce 69 % u větších jedinců. Další důležitou složkou potravy hlaváčů jsou larvy pakomárů u menších ryb a larvy chrostíků podřádu Annulipalpia (bez schránek - Hydropsychidae a Polycentropidae) u větších ryb. Měkkýši se vyskytují v trávicím traktu obou velikostních skupin ryb ve frekvenci 14-15 % a ve velké většině případů se jedná o slávičku mnohotvárnou. Kanibalismus byl zjištěn u 4 % vyšetřovaných ryb (Tab. 1a).

U hlaváčů na řece Dyji (Tab. 1b) se v potravě nejčastěji vyskytovaly larvy pakomárů (u 77 % ryb menší velikostní kategorie) a dále larvy jepic a chrostíků. Větší ryby nejvíce konzumovaly larvy chrostíků (frekvence výskytu 63 %) a larvy pakomárů a jepic. Měkkýši tvořili součást potravy 21-22 % ryb v obou kategoriích. Naše výsledky odpovídají např. závěrům Polačika et al. (2009), kteří zjistili, že měkkýši nejsou pro hlaváče preferovanou potravou, pokud je dostupné dostatečné množství jiných zástupců bentické fauny (Trichoptera, Chironomidae). Frekvence výskytu plůdku hlaváčovitých ryb v potravě hlaváče černoústého dosahovala na Dyji 4 % u větších ryb a jejich jikry byly zjištěny v potravě pouze u menších ryb, s frekvencí výskytu 5 %. Predace na plůdku či jikrách našich původních druhů ryb nebyla prokázána.

Naopak, hlaváč se stal běžnou kořistí dravých druhů ryb ve sledovaných lokalitách řeky Dyje (Obr. 1). V potravě štiky obecné a mníka jednovousého byla frekvence výskytu hlaváče 20-30 % a u okouna říčního, sumce velkého a candáta východního se hlaváč v potravě vyskytoval v rozmezí 10-20 %. Detailní výsledky jsou k dispozici v práci Mikl et al. (2017).

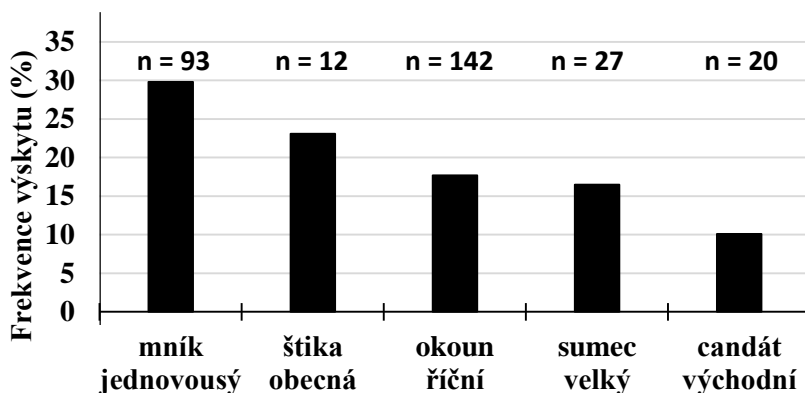
Obsah rtuti v tělech hlaváčů se nelišil od obsahu rtuti u kontrolního bentického druhu hrouzka obecného (Obr. 2). V tělech sláviček se hodnoty pohybovaly 0,01-0,02 ppm, což je mizivé množství (1000 ppm = 1 ‰). Nejvíce je obsahem rtuti zatížen sediment, ale i tyto hodnoty jsou zanedbatelné (< 1 ppm).

Hlaváč tedy v našich vodách není významným vektorem rtuti do potravního řetězce, jako je tomu v oblasti Velkých jezer (Hogan et al. 2007).

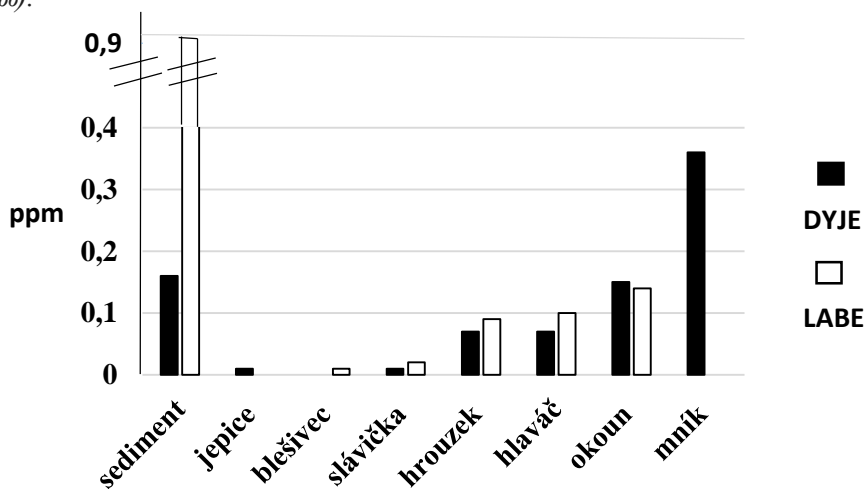
Tab. 1: Složení potravy hlaváče černoústého v Labi (a) a Dyji (b). Pozn.: W_i objemový podíl jednotlivých složek potravy dle Hyslopa (1980); $%F_i$ frekvence výskytu složek potravy (Hyslop 1980); IP = index převahy dle Natarajana & Jhingrana (1961). Ostatní Odonata, Heteroptera, Megaloptera, Coleoptera; Gobiidae – *N. melanostomus* a *P. semilunaris*

a/	LABE					
	SL 30-45 mm			SL 60-80 mm		
Potravní složka	% W_i	% F_i	IP	% W_i	% F_i	IP
Mollusca	10,8	14,4	4,1	11,9	15,2	4,8
<i>Dikerogammarus villosus</i>	51,6	56,7	76,6	44,0	68,6	79,9
Ephemeroptera				0,5	1,1	0,01
Chironomidae	9,1	33,3	8,0	2,6	10,5	0,7
Trichoptera	16,2	25,6	10,8	17,4	26,7	12,3
Suchozemský hmyz				0,5	2,1	0,03
<i>N. melanostomus</i>	6,4	2,2	0,4	8,6	1,1	0,2
Bryozoa	5,9	1,1	0,2	12,4	5,8	1,9
Detrit				2,1	2,1	0,1
n/n bez potravy	129/39			236/45		
SL ($\Phi \pm SD$) mm	38,60 \pm 3,50			68,21 \pm 4,36		
W ($\Phi \pm SD$) g	1,26 \pm 0,37			7,90 \pm 1,61		
b/	DYJE					
	SL 40-55 mm			SL 70-100 mm		
Potravní složka	% W_i	% F_i	IP	% W_i	% F_i	IP
Mollusca	10,9	20,9	4,4	18,8	22,0	10,3
Hirudinea	0,8	1,9	0,04	5,1	3,6	0,3
Zooplankton	0,2	0,9	0,01			
<i>Asellus aquaticus</i>	3,1	6,6	0,4	0,3	4,6	0,04
Ephemeroptera	20,5	52,5	23,6	20,1	49,1	24,5
Ostatní	2,1	3,9	0,3	0,3	3,3	0,03
Chironomidae	20,0	77,1	27,4	15,8	55,0	19,1
Diptera ostatní	0,4	1,9	0,02			
Trichoptera	22,3	51,1	23,9	20,4	63,2	31,9
Suchozemský hmyz	0,4	2,0	0,04	0,04	1,3	0,01
Gobiidae	1,6	1,0	0,1	6,5	3,6	0,5
Detrit	18,1	50,4	19,7	12,7	42,7	13,4
n/n bez potravy	147/3			96/8		
SL ($\Phi \pm SD$) mm	51,57 \pm 3,85			81,45 \pm 13,68		
W ($\Phi \pm SD$) g	2,33 \pm 0,95			17,46 \pm 7,75		

Obrázek 1: Frekvence výskytu (%) hlaváče černoústého v potravě dravých druhů ryb řeky Dyje.



Obrázek 2: Obsah rtuti ve sledovaných organismech a v sedimentu (1 ppm = 0,001 %).



Závěr

- Hlaváč černoústý je potravní oportunist, živí se převážně bentickými bezobratlými živočichy (na Labi se hlavní jeho potravní složkou stal blešivec *Dikerogammarus villosus*, který je u nás nepůvodní).
- Plůdek a jikry se v potravě hlaváče vyskytují minimálně (do 5 %) přičemž se jedná výhradně o příslušníky vlastní čeledi Gobiidae.
- Hlaváč může být považován za potravního konkurenta našich druhů ryb, ale není jejich predátorem.

- Hlaváč je běžnou kořistí našich dravých ryb.
- Obsah rtuti v těle hlaváčů se neliší od obsahu rtuti našich původních bentických druhů ryb (hrouzek obecný) a hlaváč nemůže být považován za rybu významně zatěžující potravní řetězec rtutí.

Poděkování

Studie byla řešena v rámci grantu GA ČR P505/11/1768 a MŠMT projektu CENAKVA II LO1205 v rámci programu NPU I. Naše poděkování patří představitelům Moravského rybářského svazu v Brně a Českého rybářského svazu v Ústí n. L.

Literatura

- Adámek, Z., Kouřil, J. (1996): Nepůvodní druhy ryb posledních let v ČR z hlediska původní ichtyofauny. Biodiverzita ichtyofauny ČR (I): 34-41.
- Červený, D., Roje, S., Turek, J. and Randák, T. (2016) Fish fin-clips as a non-lethal approach for biomonitoring of mercury contamination in aquatic environments and human health risk assessment. *Chemosphere* 163, 290-295.
- Gido, K.B., Brown, J.H. (1999): Invasion of North American drainages by alien fish species. *Freshwater Biology*, 42: 387-399.
- Hyslop, E.J. (1980): Stomach content analysis-a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- Hogan, L.S., Marschall, E., Folt, C., Stein, R.A. (2007): How non-native species in Lake Erie influence trophic transfer of mercury and lead to top predators. *J. Great Lakes Res.*, 33: 46-61.
- Jude, D.J., Reider, R.H., Smith, G.R. (1992): Establishment of Gobiidae in the Great Lakes basin. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 416-421.
- Jude, D.J., Janssen, J., Crawford, G. (1995): Ecology, distribution, and impact of the newly introduced round & tubenose gobies on the biota of the St. Clair & Detroit Rivers. In: Munawar M., Edsall T., Leach J. (eds.): *The Lake Huron ecosystem: Ecology, Fisheries and Management*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, pp 447-460.
- Kornis, M.S., Mercado-Silva, N., Vander Zanden, M.J. (2012): Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *J. Fish Biol.*, 8: 235–285.
- Lusk, S., Vetešník, L., Halačka, K., Lusková, V., Pekárik, L., Tomeček, J. (2008): První záznam o průniku hlaváče černoústého *Neogobius (Apollonia) melanostomus* do oblasti soutoku Moravy a Dyje (Česká republika). *Biodiverzita ichtyofauny ČR (VII)*: 114-118.
- Mikl, L., Adámek, Z., Roche, K.F., Všetická, L., Šlapanský, L., Jurajda, P. (2017): Invasive Ponto-Caspian gobies in the diet of piscivorous fish in a european lowland river. *Fundam. Appl. Limnol.*, 190: 157-171.

- Natarajan, A.V., Jhingran, A.G. (1961): Index of preponderance – a method of grading the food elements in the stomach analysis of fishes. *Indian J. Fish.* 8: 54-59.
- Polačik, M., Janáč, M., Jurajda, P., Adámek, Z., Ondračková, M., Trichkova, T., Vassilev, M. (2009): Invasive gobies in the Danube: invasion success facilitated by availability and selection of superior food resources. *Ecol. Freshwat. Fish* 18, 640–649.
- Roche, F.K., Janač, M., Jurajda, P. (2013): A review of Gobiid expansion along the Danube-Rhine corridor – geopolitical change as a driver for invasion. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* 411: 1-23.
- Viola, A., Schuck, M. (1995): A method to reduce the abundance of residual hatchery steelhead in rivers. *North Am. Journal of Fish Manag.*, 15: 488-493.

VÝSKYT A VÝZNAM BEZOBRATLÝCH V INTENZIVNÍCH SYSTÉMECH CHOVU RYB

L. MAREŠ, J. MAREŠ, J. SEIFRIED, V. BRUMOVSKÁ

Mendelova univerzita v Brně, Oddělení rybářství a hydrobiologie, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

xmares6@email.cz

Úvod

Kolonizace systémů intenzivního chovu ryb bezobratlými je na rozdíl od rybníčních podmínek významně ovlivněna použitou technologií. U monitorovaného rybochovného zařízení v Pravíkově je kolonizace možná několika cestami. Objekt není zastřešen, první možností je tak pro některé druhy hmyzu nálet imág z nedalekého rybníka (vzdálenost cca 20 m). Voda do systému se doplňuje prvotně z vrtu, v letních měsících je tento zdroj nedostatečný a dochází k doplňování vody z nedalekého potoka nebo blízké vodní nádrže. Tento odběr není nikterak zabezpečen proti vniknutí bezobratlých. Bezobratlí se do systému mohou dostat také s násadou ryb.

K nejzávažnějším parazitárním onemocněním, jejichž původci mají vývojový cyklus spjatý s bezobratlými, a které se mohou v chovu lososovitých druhů ryb vyskytnout, patří proliferativní onemocnění ledvin (PKD). Původcem je rybomorka *Tetracapsuloides bryosalmonae*, jejím bezobratlým hostitelem jsou mechovky (Bryozoa) (Canning and Okamura 2004). Závažné problémy působí také myxobolóza lososovitých, jejímž původcem je rybomorka *Myxobolus cerebralis*, část vývojový cyklu probíhá v nitěnkách (Tubificidae) (Svobodová 2007). V intenzivních systémech chovu lososovitých druhů se dále setkáváme s hlísticí *Raphidascaris acus* (Palíková et al. 2014), jejímž mezihostitelem může být blešivec (*Gammarus fosarum*) (Moravec 2004a). Vliv na produkci mají též motolice, především *Diplostomum spathaceum* a *Crepidostomum* sp. (Svobodová 2007), jejichž vývojový cyklus je vázaný na vodní plže (Sous 1992). *Asellus aquaticus* je mezihostitelem vrtejšů (Acanthocephala), pstruh duhový je pak hostitelem druhů *Acanthocephalus anguillae* nebo *A. lucii*. (Moravec 2004b).

Cílem studie byla realizace detailního průzkumu výskytu vodních bezobratlých v systému intenzivního chovu lososovitých ryb, jejich taxonomické složení a zejména specifikace druhů, které mohou být potenciálně nebezpečné pro chované druhy ryb.

Materiál a metodika

Odběry vzorků vodní bioty byly prováděny v recirkulačním zařízení nedaleko obce Pravíkov na Vysočině. Vzorky byly odebrány v měsíčním intervalu v letech 2015-2017. Celkem bylo odebráno 28 sérií vzorků. Zvolena byla tři odběrová místa s

odlišnými podmínkami, a to dno odtokového kanálu z chovných žlabů (odtok), dno přítokového kanálu do odchovných žlabů (přítok) a stěna na přítoku do systému (stěna).

Vzhledem ke specifickému charakteru systému muselo být odběrové zařízení upraveno, na okraj bentické sítě byl přivařen ostrý břit, pomocí něhož bylo možné odebírat vzorky z pevného povrchu. Fixované vzorky byly zpracovány a vyhodnoceny podle standardní metodiky (ČSN 757703). Jednotlivé vzorky byly vyhodnoceny na základě údajů o taxonomickém složení a četnosti makrozoobentosu. Zjištěné druhy byly porovnány s literárními údaji o bezobratlých hostitelích parazitů ryb.

Výsledky a diskuse

V recirkulačních systémech dochází k výraznému ovlivnění společenstva makrozoobentosu technologickými zásahy. Často dochází k úpravě hodnot pH pomocí uhličitanu sodného, jelikož se pH upravuje tak, aby se blížilo 7, nejedná se o výrazný zásah do života bezobratlých. V systému mohou být ovšem prováděny léčebné zásahy, které mají zásadní vliv na funkci biofiltru. Například použití antibiotik může usmrtit bakterie biofiltru (Palíková et al. 2015), tím dochází k zásadním změnám v chemismu vody. Dalšími často používanými léčebnými prostředky jsou formaldehyd a chlorid sodný (Svobodová 2007). Všechny léčebné zásahy mají zásadní vliv na oživení systému makrozoobentosem.

Ve tříletém sledování rybochovného objektu dominovaly permanentní skupiny vodních bezobratlých. Meziroční srovnání poměrného zastoupení skupin bezobratlých, abundance a počty taxonů zjištěných ve sledovaném zařízení znázorňují grafy (Graf 1, 2, 3). V roce 2015 byli nejpočetnější skupinou koryši, zastoupení pouze jediným druhem *Asellus aquaticus*, v červnu a listopadu představoval dokonce 62,6 a 66% všech vodních bezobratlých. V letech 2016 a 2017 se druh objevil ve výrazně menších abundancích, pouze v březnu 2016 tvořil 51,8%, v ostatních odběrech se pohyboval v rozmezí 0-15,5%. Tento druh není citlivý na znečištění vody a díky vysoké intenzitě chovu ryb má zde dostatek potravy.

Měkkýši se v roce 2015 vyskytovali jako druhá nejpočetnější skupina v podílech 7,7-53,3%. Nejpočetnějším druhem byl jednoznačně měkkýš *Lymnaea peregra*. V roce 2016 se objevovali měkkýši v menších podílech 0,4-27,6%. Nejpočetnějším rodem byl *Pisidium*. V roce 2017 byli měkkýši zaznamenáni v nízkých abundancích v podílech 0-27,3%. Měkkýši rodu *Lymnaea* mohou být mezihostiteli několika druhů motolic, v chovech kaprovitých především *Posthodiplostomum cuticola*, jejíž metacerkárie cizopasí v kůži a podkoží ryb (Svobodová 2007). Pohlavně pak dospívá ve střevě vodních ptáků (Ondráčková et al. 2004), těm je díky použití sítí přístup k systému zamezen. *Lymnaea peregra* může být hostitelem motolic *Crepidostomum metoecus* a *Diplostomum spathaceum*. Hostiteli *Crepidostomum farionis* mohou být hrachovky *Pisidium* sp. (Sous 1992), které byly v systému také zaznamenány.

V roce 2015 byla hojně zastoupenou skupinou také třída Hirudinea, v říjnu dokonce tvořila 29,8% a byla druhou nejpočetnější skupinou. V roce 2016 se pijavky vyskytovaly ve výrazně menších podílech, pouze v únoru (28%) a dubnu (51,2%)

byly nejpočetnější skupinou. V ostatních měsících se podíl pohyboval v rozmezí 0,1-18,7%. V roce 2017 se pijavky objevily pouze ve čtyřech odběrech v rozmezí 0,1-3,5%. V trávicím ústrojí pijavek se rozmnožují krevní bičíkovci rodu *Trypanosoma* a *Trypanoplasma* (Overath et al. 1999). Tito bičíkovci žijí v krevním oběhu především kaprovitých ryb a často způsobují masivní infekce (Svobodová 2007). Ve sledovaném zařízení byly zjištěny dva druhy pijavek, ani jeden není ektoparazitem ryb a není hostitelem krevních bičíkovců. *Erpobdella octoculata* se živí drobnými vodními bezobratlými a *Glossiphonia complanata* sáním hemolymfy měkkýšů a kroužkovců (Buchar et al. 1995).

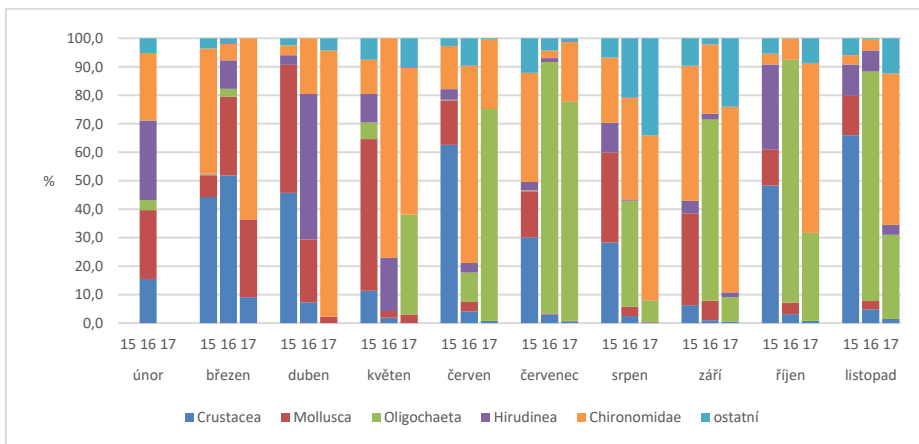
Zajímavou skupinou byli máloštětinatí červi (Oligochaeta), kteří se v roce 2015 objevili sporadicky a tvořili maximálně 6,7%, a to v měsíci červnu. Zastoupení byli pouze pěti taxony. V roce 2016 byli Oligochaeta nejpočetnější skupinou, relativní zastoupení dosahovalo až 96,7% (září) a druhové spektrum se rozšířilo na 16 taxonů. V roce 2017 nebyli v jarních odběrech (březen, duben) zaznamenáni vůbec, v ostatních měsících se podíl pohyboval v rozmezí 7,4-76,9%, zaznamenáno bylo 11 taxonů.

Dalšími skupinami permanentní fauny zjištěnými v recirkulačním systému v obou vegetačních obdobích byly Turbellaria, zastoupena pouze rodem *Polycelis* sp. a Cnidaria, zastoupena také jedním rodem *Hydra* sp.

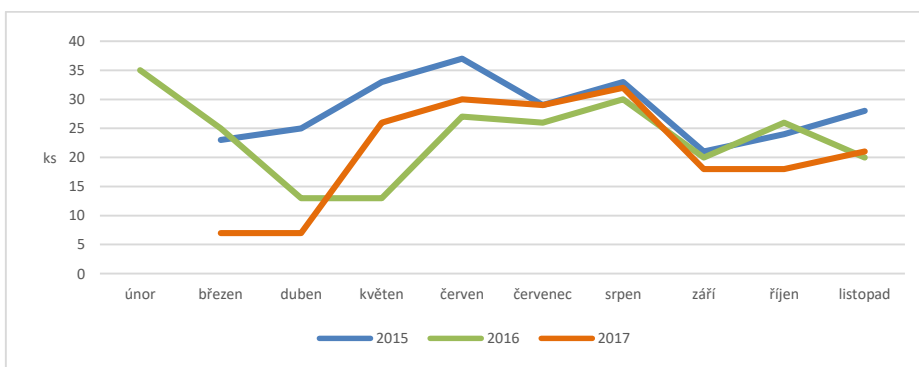
Ze zástupců temporární fauny tedy té, která prodělává ve vodním prostředí jen část svého životního cyklu, byli velmi početnou skupinou pakomáři (Chironomidae), kteří se běžně vyskytují ve všech typech povrchových vod a byli zaznamenáni ve všech sériích vzorků. V roce 2015 se zastoupení pohybovalo v rozmezí 3,3-47,5%, v roce 2016 2,7-77,1% a v roce 2017 byli nejpočetnější skupinou bezobratlých se zastoupením 20,9-93,5%. Celkem bylo zaznamenáno v systému 65 taxonů pakomárů. Pakomáři nepatří mezi bezobratlé mezihostitele rybích parazitů.

Z dalších zástupců temporární fauny se objevily skupiny Ephemeroptera, především *Baetis rhodani*, Coleoptera, zejména *Brychius* sp. LV., Diptera, nejčastěji *Limnophora* sp., dále skupiny Plecoptera a Trichoptera v zanedbatelných počtech. V roce 2016 se navíc objevila skupina Megaloptera zastoupena druhem *Sialis fuliginosa*.

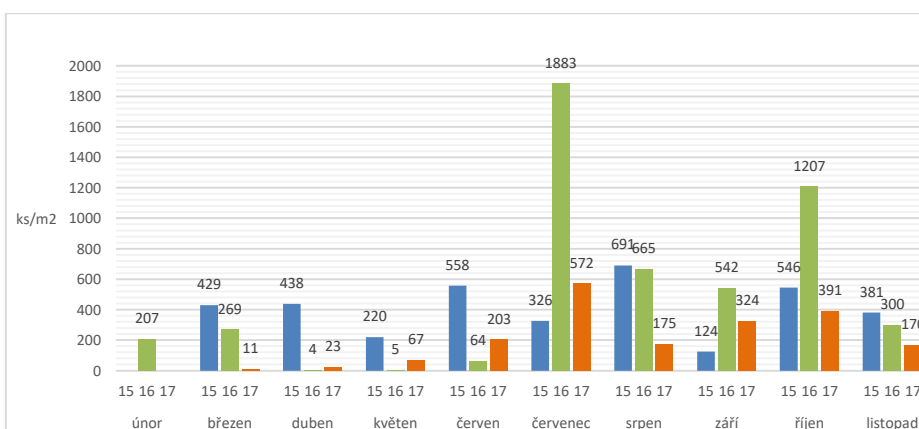
Na složení a početnost makrozoobentosu mělo vliv především vypuštění a dezinfekce systému na začátku sezóny 2016 i 2017. Nejvýraznější rozdíl byl na stěně v přítoku do systému. Při čištění došlo k odstranění nárostů mechorostů, ty poskytovaly vodním bezobratlým ideální prostředí, jednak skýtalý úkryt a zároveň se na nárostech zachycovaly částice organického materiálu, které sloužily jako potrava. Zatímco v roce 2015 byly v nárostech na stěně zaznamenány nejvyšší abundance makrozoobentosu (až 1785 ks.m⁻¹) a nejvyšší počet taxonů, celkem 48, tak v další sezóně 2016 nebyli bezobratlí v pěti odběrech zaznamenáni vůbec, v ostatních odběrech jsou počty zanedbatelné. V roce 2017 nebyli bezobratlí na stěně zaznamenáni vůbec.



Graf 1 Relativní zastoupení skupin bezobratlých 2015, 2016 a 2017



Graf 2 Vývoj počtu taxonů 2015, 2016 a 2017



Graf 3 Abundance vodních beobratlých 2015, 2016, 2017

Závěr

Oživení recirkulačních systémů dánského typu vodními bezobratlými není v současné době v České republice vůbec řešeno. Ve výskytu bezobratlých byly v meziročním srovnání podle předpokladů značné rozdíly. Na začátku vegetačního období 2016 i 2017 došlo k vypuštění systému a k totální dezinfekci zařízení, což mělo na výskyt bezobratlých zásadní vliv. V roce 2015 se zde také vyskytovaly četné nárosty mechorostů, které bezobratlým poskytovaly vhodné prostředí pro úkryt a množství potravy. Nárosty byly během čištění odstraněny a nedošlo k jejich obnově.

V zařízení za sledované období převažovali zástupci permanentní fauny. Nejpočetnějšími byly Crustacea, Mollusca, Oligochaeta a Hirudinea. Početní byli také pakomáři (Chironomidae), kteří však nemají význam z hlediska mezihostitelů parazitů ryb. Zaznamenány dále byly Cnidaria, Turbellaria, Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera, Coleoptera.

Po vyhodnocení vlivu zjištěných taxonů bezobratlých na funkčnost systému a zdravotní stav ryb bylo zjištěno několik potenciálně nebezpečných druhů. Korýš *Asellus aquaticus* je mezihostitelem vrtejšů (Acanthocephala), dále požívá bakteriální nárosty a pokud se dostane do prostoru biofiltru, může tak snižovat jeho účinnost, stejně jako v hojném počtu přítomní vodní měkkýši. Měkkýš *Lymnaea peregra* je hostitelem motolice *Crepidostomum metoecus* a *Diplostomum spathaceum*, a rod *Pisidium* sp. zase *Crepidostomum farionis*. Další druhy nejsou potenciálním nebezpečím pro systém, protože nejsou hostiteli rybích parazitů a vyskytují se ve velmi malých počtech.

Mezi jednotlivými odběrnými místy byly zjištěny v rámci celého průzkumu značné rozdíly. Největší rozdíl byl zjištěn v oživení stěny, kdy v roce 2015 byla jednoznačně nejbohatší (až 1785 ks.m⁻¹, celkem 48 taxonů), v dalších sezonách (2016, 2017) pak byla stěna po odstranění nárostů a dezinfekci téměř bez oživení (0-213 ks.m⁻¹). V rámci jednotlivých let byl nejbohatší na oživení rok 2015, kdy byl systém několik let zaběhnutý. Jelikož v roce 2016 i 2017 proběhlo vypuštění, čištění a totální dezinfekce systému, došlo ke značnému poklesu abundancí makrozoobentosu. Počty taxonů se nějak významně neměnily.

Poděkování

Tento výzkum byl realizován z podpory NAZV „Zvýšení a zefektivnění produkce lososovitých ryb v ČR s využitím jejich genetické identifikace.“ [QJ1510077], při zpracování bylo využito vybavení financované z projektu OP VVpI CZ.1.05/4.1.00/04.0135 Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury.

Literatura

- Buchar, J., Ducháč, V., Hůrka, K., Lellák, J. 1995. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia.
- Canning, E. U., Okamura, B. 2004. Biodiversity and Evolution of the Myxozoa. *Adv. Parasitol.*, 56: 43–131.
- Moravec, F. 2004a. Observations on the transmission and the seasonality of the nematode *Raphidascaris acus* in *Salmo trutta fario* in a small trout stream in North Bohemia, the Czech Republic. *Helminthologia*, 41: 91-97.

- Moravec, F. 2004b. Metazoan parasites of salmonid fishes of Europe. Praha: Academia
- Ondráčková, M., Šimková, A., Gelnar, M., Jurajda, P. 2004. Posthodiplostomum cuticola (digenea: diplostomatidae) in intermediate fish hosts: factors contributing to the parasite infection and prey selection by the definitive bird host. *Parasitology*, 129: 761-70.
- Overath, P., Haag, J., Mameza, M. G., Lischke, A. 1999. Freshwater fish trypanosomes: definition of two types, host control by antibodies and lack of antigenic variation. *Parasitology*. 119: 591-601.
- Palíková, M., Navrátil, S., Čížek, A., Soukupová, Z., Lang, Š., Kopp, R., Mareš, J. 2014. Seasonal occurrence of diseases in salmonid recirculation system in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 83: 201-207.
- Palíková, M., Navrátil, S., Mareš, J. 2015. *Preventivní, profylaktické a léčebné zásahy na snížení rizika výskytu a propuknutí onemocnění v recirkulačních systémech dánského typu*. Certifikovaná metodika R09/2014. Brno: Mendelova universita v Brně.
- Sous, S.M. 1992. Influence of abiotic factors on emission and survival of cercariae of *Diplostomum chromatophrum* (Brown, 1931) (Trematoda, Diplostomidae). *Ecol. Parasitol.*, 1(2): 154-157.
- Svobodová, Z. 2007. *Nemoci sladkovodních a akvarijských ryb*. Praha: Informatorium.

GENETIKA VE SLUŽBÁCH BIODIVERZITY A AKVAKULTURY - TŘI AKTUÁLNÍ PŘÍPADOVÉ STUDIE

J. MENDEL¹, J. MAREŠ², S. PALÍKOVÁ³, K. HALAČKA¹, L. VETEŠNÍK¹, P. ABAFFY⁴, R. ŠINDELKA⁴

¹Ústav biologie obratlovců AV ČR v. v. i., Květná 8, Brno 603 65

²Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Agronomická fakulta MENDELU, Zemědělská 1, Brno 613 00

³Ústav ekologie a chorob zvířete, ryb a včel. Fakulta veterinární hygieny a ekologie VFU, Palackého třída 1/3, Brno 612 42

⁴Biotechnologický ústav AV ČR v. v. i., Průmyslová 595, Vestec 252 50

mendel@ivb.cz

Případová studie I.

Způsob identifikace evropských sladkovodních ryb - **Evropský patent**

V roce 2018 Evropský patentový úřad (EPO) rozhodl o udělení evropského patentu na vynález našeho týmu, který spočíval v nalezení genetického systému pro identifikaci 184 druhů ryb ze 49 rodů a 14 čeledí i včetně jejich hybridních kombinací. Česká ichtyofauna je kompletně pokryta. Ve vývojové fázi je příprava softwaru, který čerpá z evropského patentu a přidává i genetická data z jiných projektů. Skládá se ze čtyř modulů - Databáze, Ochrana, Akvakultura i Falšování potravin a je spolehlivým e-nástrojem při ochraně biodiverzity (ohrožené a nepůvodní druhy, hybridy), při řešení rozličných témat akvakultury i při odhalování klamavých praktik dodavatelů a tedy ochraně spotřebitele (týká se i mořských druhů). Provedení genetického servisu se pohybuje v řádech 10-100 Kč na jedince, dle typu analýz. Pro zavedení nástrojů geneticky kontrolovaného chovu lze využít národního programu Inovačních voucherů pro malé a střední podniky, kde je garantována 75% dotace na poradenské, expertní a podpůrné služby v oblasti inovací, tj. analýzy, ověřování, certifikace výrobku, návrhy nových technologických postupů i optimalizace procesů, vlastností výrobků, služeb, metod, apod.

Připravili jsme pro širokou odbornou i laickou veřejnost balíček nástrojů a metod využitelných v oblasti chovného managementu a ochrany biodiverzity.

Genetický balíček STANDARD slouží pro tyto okruhy:

A. Determinace jedinců, populací, plemen/linií, druhů a hybridů

B. Potřeby chovatelských programů a chovného managementu

C. Monitoring

- zdroje chovaných ryb

- integrity chovu a generačních hejn

- pohlaví u lososovitých ryb

- ploidního statusu (diploid, triploid, atd.)

- lokalit Natura 2000

- výskytu patogenů v chovech (eDNA), atd.

Případová studie II.

Genetický pohled na **chov lososovitých ryb** v ČR

Monitoring stavu byl prováděn ve spolupráci 22 českých i zahraničních chovů v rámci projektu: „Zvýšení a zefektivnění produkce lososovitých ryb v ČR s využitím jejich genetické identifikace (SALMOAKVA 2015-2018).



Analyzovali jsme 24 chovných zdrojů pstruha duhového vyskytující se na evropském trhu. Jednalo se o linie pstruha duhového z ČR - vlastní a národní linie, Irsko, Francie, Dánsko, Itálie, JARu a o 12 linií/populací 4 druhů sivenů (*S. fontinalis*, *S. alpinus*, *S. umbla*, *S. namaycush*) z chovů/jezer ČR, Německo, Irsko, Dánsko, Rakousko, Itálie. Testovali jsme cca 1200 vzorků, mezi kterými byli diploidní i triploidní jedinci i celosamičí populace.

Zaměřili jsme se na hodnocení dvou hlavních parametrů - variabilita chovu a jeho diference od ostatních. Variabilita chovu byla posuzována pomocí mikrosatelitové analýzy a 5 populačních parametrů - počet skóvaných alel, průměrná alelická bohatost per lokus, heterozygotita, míra příbuzenského křížení, počet privátních alel. U pstruha duhového byly nalezeny chovy s vysokou variabilitou nebo heterozygotitou - Žďár, Velká Losenice, Žichovice, Litomyšl, Vrbno pod Pradědem, Skalní Mlýn a na druhou stranu i s velmi nízkou hodnotou sníženou až na polovinu - Broumov, Pravíkov, Bušanovice. Při porovnání s evropskými chovy (Gross et al., 2007) anebo norskými chovy (Glover 2008) vykazují české chovy signifikantně sníženou hodnotu variability srovnatelnou s polskými chovy. Průměrná alelická bohatost na lokus se v ČR pohybovala v rozmezí 3,1 - 5,7 a v Evropě 3,3 - 6,0, resp. 5,4 - 8,6. Signifikantně zvýšená míra příbuzenského křížení byla zaznamenána v chovech Broumov a Anín, nejnižší hodnoty byly evidovány ve Vrbně pod Pradědem a Litomyšli. Největší počet privátních alel poukazuje na jedinečnost chovu byl zaznamenán v chovech Žďár, Vrbno pod Pradědem a Pravíkov.

Pohled na míru diference chovů v ČR ukázal, že rozpoznávaná variance byla rozprostřena především mezi samotnými jedinci (86,74 %) a pak až mezi chovnými populacemi (13,12 %). Toto zjištění poukazuje mimo jiné na přítomnost velkého množství rozličných zdrojů v chovech samotných a na heterozygotní charakter násadového materiálu. Nejvíce divergované jsou chovy/zdroje v Pravíkově (žl. 11, žl.12, žl.7), Vrbně pod Pradědem, Broumově_PdM, Bečově, atd.

U chovu sivenů jsme zaznamenali více znepokojivý pohled na variabilitu a heterozygotitu než v případě pstruha duhového. Při mezidruhovém porovnání nejnižší parametry vykazovaly populace sivena arktického a sivena alpského, nejlepší sivena obrovského. Při porovnání s evropskými a kanadskými chovy naše zdroje *S. alpinus* (SA) a *S. fontinalis* (SF) vykazovaly signifikantně nižší hodnoty variability a heterozygotity. Průměrná alelická bohatost na lokus se v ČR pohybovala v rozmezí 1,6 (SA) a 1,9 (SF) a v Evropě dle Englbrecht et al., 2002 pro alpské populace SA 5,0 - 13,1, dle Gross et al., 2004 pak 4,4 - 6,7 (SA) a 4,5 - 5,2 (SF) a dle Pilgrim et

al., 2012 pro kanadské populace SF 2,6 - 8,3. Obdobně nepříznivé hodnoty byly zaznamenány i v případě míry heterozigosity, kde nejvyšší záznam dosahoval v ČR hodnot 0,18 (SA) a 0,33 (SF) a v Evropě či Kanadě 0,25 - 0,73 (SA, Wilson et al., 2004) a 0,57 - 0,73 (SF, Pilgrim et al., 2012). Pohled na míru diferenciaci vyšetřovaných chovů ukázal, že rozpoznaná variance byla rozprostřena především mezi druhy (50,11 %) a pak mezi jedinci samotnými (44,53 %). Nejvíce divergované jsou SA chovy/zdroje z Litomyšle a Irska, u SF chovů pak z Německa, chovy v Anině a Skalním Mlýně jsou si velmi podobné.

Shrnutí: Byl zaznamenán alarmující stav některých chovů pstruha duhového z hlediska nízké variability a vysokého stupně inbrídingu. Ještě horší stav byl zaznamenán u chovu sivenů, kde je navrhována změna chovné praxe a/nebo zdroje chovného materiálu.

Pro chovatele jsme připravili spolehlivé nástroje a metody kontroly chovu lososovitých ryb.

Genetický balíček SALMONID obsahuje:

- 2 unikátní mikrosatelitové panely - OMY (pro pstruha duhového) a SALVE (pro siveny)
 - unikátní databázi mikrosatelitových profilů organizovanou v rámci e-modulu Akvakultura
 - certifikovanou metodiku identifikace sivenů: „Využití polymerázové řetězové reakce, PCR-RFLP techniky a sekvenční analýzy k determinaci homozygotů, vnitrodruhových heterozygotů a mezidruhových hybridů rodu *Salvelinus* v chovných zařízeních“.
- Provedení genetického servisu se pohybuje v řádech 10-100 Kč na jedince, dle typu analýz.

Příklady využití:

- optimalizovaná metoda identifikace 4 druhů sivenů a jejich hybridů (*S. fontinalis*, *S. alpinus*, *S. umbla*, *S. namaycush*)
- potvrzení národního genetického zdroje (Národ. program konzer. a využ. gen. zdrojů zvířat)
- stanovení čistoty plemene (linie, populace)
- vyloučení/potvrzení meziliniálních heterozygotů a mezidruhových hybridů
- posouzení aktuální genetické variability chovu/plemene
- výběr vhodných partnerů v křížení (tzv. biodiverzitní koeficient)
- vyhodnocení trendu úrovně příbuzenského křížení v chovu (úroveň inbrídingu)
- stanovení koeficientu genetické vzdálenosti/příbuznosti plemen
- kontrola a ověření zdroje chovného materiálu
- genetické posouzení vhodnosti nových zdrojů pro obnovu kmenového hejna
- ověření přítomnosti/nepřítomnosti 3n jedinců v zařízení
- ověření přítomnosti celosamičích populací
- marker asistované selekce (MAS) s předvybraným QTL

Případová studie III.

NGS studie a odolnost/vnímovost linií pstruha duhového k onemocnění PKD

Cílem akvakulturní genetiky a šlechtitelských programů je zvýšit akvakulturní produkční efektivitu, kvalitu produktů, udržitelnost a rentabilitu chovu.

Vývoj a etablování nejmodernějších metod sekvenování nové generace vede v současnosti k pročitání celých genomů a transkriptomů u mnoha akvakulturních druhů (např. losos obecný, pstruh duhový, kapr obecný, amur bílý, tilapia nilská, atd.). Snaha porozumět struktuře a organizaci genomu chovaných ryb, variabilitě a provázanosti jejich genotypů a fenotypů, genetickému základu produkčních znaků/vlastností v šlechtitelských programech je výzvou a celosvětovým trendem. O aplikovanou genetiku využitelnou v chovatelské praxi usilují mnohé státy, ať už je to z důvodu prosté identifikace linie/druhu/hybrida/patogena, zpětné kontroly zdroje chovného materiálu nebo hledání vhodné linie odolné vůči stresu, konkrétnímu onemocnění či nesoucí lepší předpoklady pro požadovaný znak/vlastnost, atd.

Konkrétní příklady poptávaných znaků/vlastností s genetickým monitoringem lokusů kvantitativních znaků (QTL) u pstruha duhového uvádí Tabulka.

Znak/Vlastnost	Reference
růst a související znaky, období výtěru a rychlost vývoje, teplotní tolerance (na vyšší T), rezistence k onemocněním, osmoregulační kapacita, reakce na rostoucí stres, atd.	Kocmarek et al., 2015; Wringe et al., 2010; Leder et al., 2006; Easton et al., 2011; Miller et al., 2012; Perry et al., 2005; Bearwald et al., 2011; Palti et al., 2015; Liu et al., 2015; Campbell et al., 2014; Le Bras et al., 2011; Roxroad et al., 2013; atd.

Prezentovaná studie NGS (next generation sequencing) se zaměřila na chovné linie pstruha duhového a proliferativní onemocnění ledvin (PKD). Toto závažné onemocnění způsobuje vážné ekonomické ztráty v chovech lososovitých ryb. Vyskytuje se v intenzivních chovech i ve volných vodách na celé severní polokouli. V současné době patří v Evropě mezi jedno z nejzávažnějších onemocnění lososovitých ryb. Klimatické změny související se zvýšením teploty zvyšují prevalenci onemocnění a jeho rozšíření (Mo a Jørgensen, 2017).

V našich podmínkách bývá morbidita u vnímavé obsádky většinou 100% a mortalita ryb v intenzivních chovech spojená s PKD se pohybuje okolo 30 % (Palíková a kol., 2017). Pokud se přidruží sekundární infekce či stres, může být mortalita mnohem vyšší.

Původcem onemocnění je *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Myxozoa, Malacosporea). Má dvojhositelský životní cyklus, v němž mechovky jsou primárními hostiteli a ryby příležitostnými konečnými hostiteli. V mechovkách i v jejich klidových stádiích (statoblastech) je *T. bryosalmonae* přítomna po celý rok, ale k uvolňování infekčních spor dochází zejména na jaře a v létě, kdy je teplota vody vyšší

než 12 °C (Bettge a kol., 2009). Zahraniční studie ukazují, že mezi lososovitými druhy ryb existují určité rozdíly ve vnímavosti k tomuto onemocnění (Clifton-Hadley a kol., 1984; Grabner a El-Matbouli, 2009). Vznikla tak snaha najít vhodný druh, resp. linii lososovitých ryb z hlediska odolnosti vůči PKD, a tím minimalizovat hrozící ztráty.

Cílem studie bylo, na základě mortality související s PKD, patologicko-anatomického nálezu a na základě detekce výskytu původce v ledvině tkáni i slezině ryb, nalézt pomocí nejmodernějších NGS technik mezilinijské rozdíly ve vnímavosti k sledovanému onemocnění, konkrétně je popsat na úrovni genů a genových produktů a nalézt spolehlivý systém pro identifikaci a monitoring vhodných odolných linií pro následné doporučení.

Materiál a metodika

V roce 2015 bylo v RAS vyšetřeno 30 ks pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) - ročků a dvouročků (dvouročci chováni na RAS 1. a 2. rok). V roce 2017 bylo vyšetřeno dalších 30 ks ryb původem z Irska a Dánska a obdobně i v roce 2018. Ryby byly usmrceny, byly posouzeny patologicko-anatomické změny a odebrány vzorky pro následná vyšetření. V laboratoři bylo odebráno malé množství tkáně (do 25 µg) ze všech vzorků ledvin (z roku 2015 i 2017) pro homogenizaci a extrakci DNA pomocí DNeasy Blood and Tissue kitu (QIAGEN, Německo) na základě protokolu výrobce. Získaná DNA byla využita do polymerázové řetězové reakce (PCR) se specifickými primery podle Kenta a kol. (1998) pro kvalitativní otestování přítomnosti *T. bryosalmonae*. K vizualizaci produktů PCR byla použita gelová elektroforéza. Dále bylo provedeno kvantitativní vyšetření přítomnosti tohoto parazita pomocí qPCR za použití PKD primerů a sondy dle Bettge a kol., (2009). Pro determinační analýzy genetického původu ryb byl odebrán kousek prsní ploutve a uplatněn zcela nový 11 lokusový design mikrosatelitového panelu OMY. Jako vhodná NGS technika byla zvolena RNA- seq analýza pro vyhodnocení expresních hladin jednotlivých genů.

Výsledky a závěr

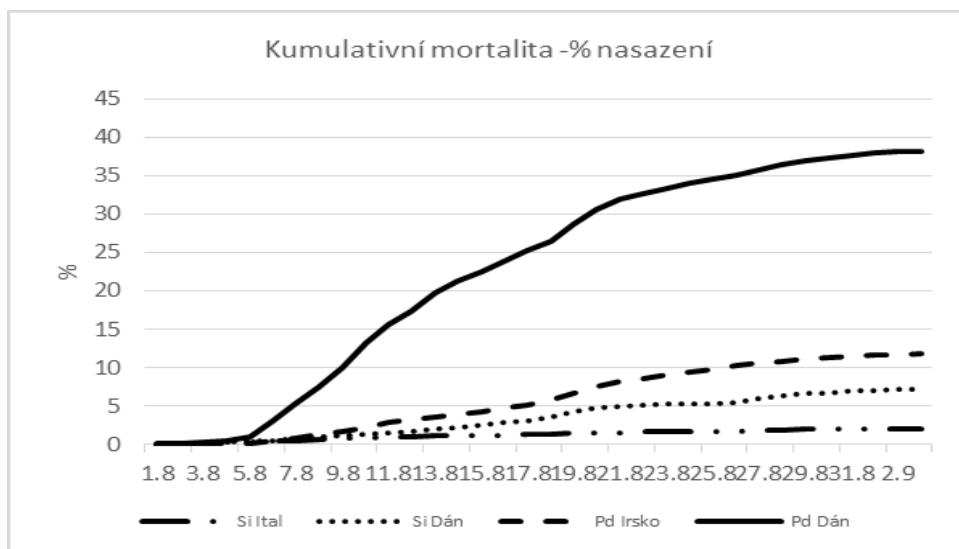
1) Patologicko-anatomické změny způsobené PKD onemocněním

Obr. 1. Vlevo: zvětšená dutina tělní, exoftalmus, krváceniny v kůži; vpravo: anemie jater, zvětšená slezina, enormně zvětšené mramorované ledviny v kaudální části



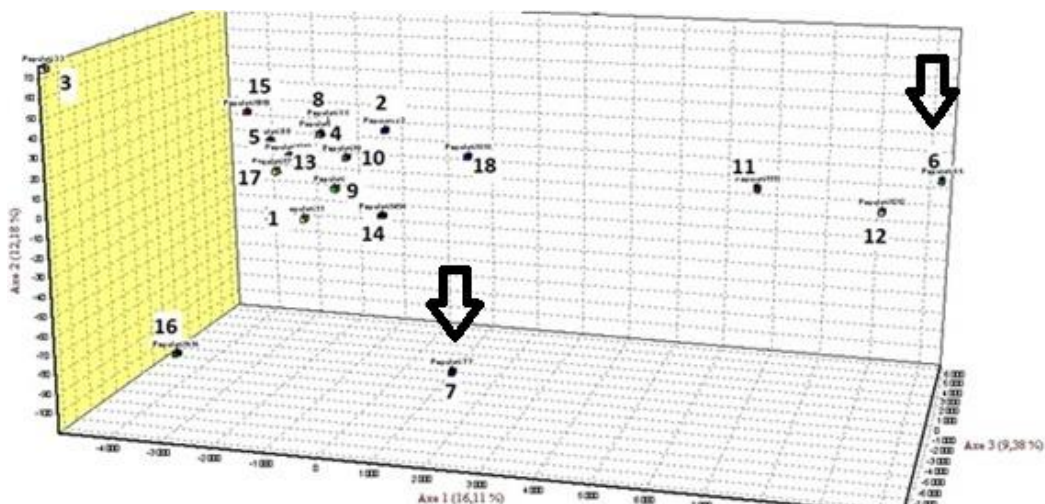
2) Signifikantní odlišnosti v mortalitě obou linií infikovaných PKD

Obr. 2. Kumulativní mortalita (v %) ročka pstruha duhového obou linií z roku 2017 (Pd Irsko - přerušovaná čára a Pd Dán - plná čára)



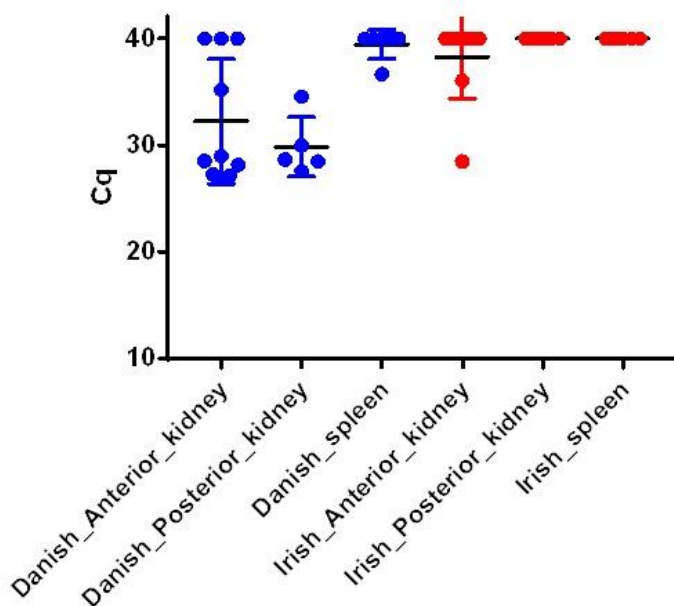
3) Genetická identifikace jednotlivých linií pstruha duhového pomocí analýzy mikrosatelitů

Obr. 3. Analýza hlavních komponent 3D PCA (Principal Component Analysis) zobrazuje středy 18 chovných populací pstruha duhového. Šipkou vyznačeny populace z Dánska (č. 6) a Irska (č. 7).



4) Detekce přítomnosti původce PKD v tkáních ryb 7 měsíců po 1. infekci

Obr. 4. Kvantitativní průkaz původce PKD metodou qPCR v různých tkáních u obou linií. Cq hodnota 40 = bez záchytu původce



5) Výsledky RNA-seq analýzy

Pomocí NGS techniky RNA-seq jsme osekvenovali celé transkriptomy (= všechny projevující se geny v genomu) u 5 jedinců obou linií z Irska a Dánska a to i z pohledu odebraných tkání - přední i zadní ledvina a slezina. Zviditelnili jsme expresní hladiny cca 50 130 genů. Prvotní biostatistické analýzy ukázaly, že mezi oběma liniemi jsou signifikantní rozdíly v genových projevech. V přední části ledviny (anterior kidney) jsme detekovali 2198 genů významně odlišných (10 %), v kaudální části ledviny (posterior kidney) 362 (1,7 %) a v případě sleziny (spleen) pak 1722 genů (8,5 %). Nyní pracujeme na tom, abychom si popsali geny se statisticky významně-změněným projevem a dohledali pomocí mezinárodních databází jejich funkce. Na závěr bychom rádi připravili identifikační systém, který nám bude spolehlivě monitorovat odolné linie k onemocnění PKD a současně nedoporučovat vnímavé linie pro chovné účely.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou výzkumných projektů NAZV QJ1510077 a QJ1210013, TAČR TG03010048 a institucionální podpory VFU. Chceme poděkovat spolupracujícím chovům za poskytnuté vzorky a informace.

Plné znění citovaných literárních zdrojů poskytne autor na vyžádání.

VLIV PSYCHOAKTIVNÍCH LÁTEK NA CHOVÁNÍ JELCE TLOUŠTĚ *SQUALIUS CEPHALUS* L.

P. HUBENÁ¹, P. HORKÝ¹, R. GRABIC², K. GRABICOVÁ², O. SLAVÍK¹, T. RANDÁK²

¹ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravních a přírodních zdrojů, katedra Zoologie a rybářství, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchdol

² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenáz, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany

Abstrakt

Léčiva jsou celosvětově považována za jedno z nejdůležitějších rizik pro vodní ekosystémy. Jejich působení souvisí s množstvím podávaných léků, které po užití přechází ve stále aktivní podobě do vodního prostředí často prostřednictvím výtoků čističek odpadních vod. V současnosti jsou jednou z nejužívanějších skupin léčiv psychoaktivní látky. Cílem této práce bylo sledování vlivu léčiv sertralinu (antidepresivum) a tramadolu (analgetikum) v koncentracích, které se nachází v říční síti ČR, na změny chování jelce tluště (*Squalius cephalus* Linnaeus, 1758). Ryby byly vystavené působení léčiv v laboratorním prostředí po dobu šesti týdnů, během kterých bylo opakovaně (1. den, 1., 3., a 6., týden) sledováno jejich chování ve srovnání s kontrolou. Poslední série testů proběhla po dvoutýdenní depuraci. U obou látek byl sledován vliv na agresivitu a u sertralinu bylo sledováno i potravní chování. Tramadol zvýšil celkovou agresivitu v průběhu celého pokusu, zatímco u sertralinu nebyla celková změna prokazatelná, i když agresivitu po prvním dnu expozice utlumil. Sertralin navíc způsobil snížení příjmu krmiva s vymizením efektu po depuraci. Tato studie potvrdila, že reálné koncentrace psychoaktivních léčiv mohou významným způsobem ovlivňovat chování ryb.

Klíčová slova: psychoaktivní sloučeniny, sertralin, jelec tlušť, tramadol, agresivita

ANUÁLNÍ HALANČÍCI JAKO MODELOVÝ ORGANISMUS

R. BLAŽEK, M. POLAČIK, M. VRTÍLEK, V. BARTÁKOVÁ, C. METHLING,
R. ŘEŽUCHA, V. NEZHYBOVÁ, J. ŽÁK, M. REICHARD

Ústav biologie obratlovců akademie věd ČR, Květná 8, Brno
demon@sci.muni.cz

Abstrakt

Život v extrémních podmínkách prostředí může vést k extrémním adaptacím. Příkladem extrémních podmínek jsou periodické tůně východoafrické savany obývané anuálními halančičky rodu *Nothobranchius*. Nepředvídatelné podmínky dočasných tůní iniciovaly u těchto drobných ryb vývoj specifických adaptací, mezi nimiž lze jako nejzásadnější označit přítomnost dormantního stádia ve vývoji jikry. Diapauzující jikry halančičkům umožňují přežít několikaměsíční vyschnutí habitatu. Zavodnění tůně s diapauzujícími jikrami během následujícího období dešťů umožní vylíhnutí nové generace halančičků. Vyschnutí tůně, které nastane za několik týdnů až měsíců, dospělé ryby nepřežívají. Halančičci jsou nejrychleji dospívající a současně stárnoucí obratlovci a díky těmto vlastnostem, jež si zachovávají i v laboratorních chovech, se stali (zejména druh *N. furzeri*) během posledních let jedním z důležitých modelů různých aspektů stárnutí a evoluční ekologie. Náš tým se jako jediný zabývá výzkumem halančičků jak v přírodě, tak v laboratorních podmínkách. Na přírodních populacích studujeme populační genetiku a komparativní fylogeografii, demografické parametry přírodních populací, společenstva parazitů a jejich vliv na chování ryb, pohybovou aktivitu, potravní a habitatovou niku jednotlivých druhů. Jak v laboratoři, tak u přírodních populací se zabýváme studiem embryonálního vývoje a funkčními aspekty stárnutí. V laboratoři se zabýváme například složkami životních historií a jejich kompromisy, chováním, pohlavním výběrem, plasticitou v alokaci zdrojů, vývojem nádorů a teplotními preferencemi.

Klíčová slova: anuální halančičci, savanové tůně, evoluční ekologie, stárnutí

Poděkování: Náš výzkum je podporován Grantovou agenturou ČR 16-00291S.

PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI S VÝSKYTEM, PREVENCÍ A LÉČBOU ONEMOCNĚNÍ KOŽOVCEM (*Ichthyophthirius multifiliis*) U PSTRUŽÍ DUHOVÝCH (*Oncorhynchus mykiss*).

M. KULICH

Pstruží líheň Hynčice, Hynčice u Broumova, čp.53, 54983

m.kulich@c-box.cz

Abstrakt

Letní přísušky společně s rostoucí letní teplotou a prodlužujícím se obdobím těchto jevů v posledních letech, od mnohdy brzkého jara až do pozdního podzimu, sebou přinášejí, v otevřených chovech lososovitých ryb, řadu problémů. Kvalitu vhodných zoohygienických podmínek pro intenzivní chov musíme v tomto období zajišťovat intenzivní aerací, mnohdy snížením až zastavením krmných dávek a častou aplikací dezinfekčních látek do vody. Hromadí se problémy i s bakteriálními nemocemi a když se k tomu přidá kožovec, tak není nikdy jasné kdo vyhraje, jestli ryby s chovatelem a nebo asanační ústav. V příspěvku je popsáno a sumarizováno 5 případů včetně preventivních a léčebných opatření, s různým stupněm úspěšnosti.

2 případy jsou z roku 2017. První popisuje masivní výskyt kožovce na přelomu července a srpna 2017 u skoro tržních ryb o průměrné hmotnosti 220 g, které primárně pocházely z uzavřeného RAS a byly na hospodářství MO-ČRS Police nad Metují do Žďára nad Metují nakoupeny v listopadu 2016 o hmotnosti cca 20g. Toto hospodářství je napájeno potokem začínajícím rybníky pro sportovní rybolov a následně je ještě eutrofizován 3 vesnicemi. V letním období se výrazně snižuje průtok a to až k 5 l/s z průměrných cca 40 l/s a zvyšuje se teplota přítokové vody až k 19,5 °C. Onemocnění začalo poměrně rychle a razantně a můžeme hovořit o velikém štěstí, že se v průběhu nemoci podařilo dokončit plánovaný hlubinný vrt a že i zchlazení vody spolu s dalšími opatřeními, výrazně pomohlo snížit ztráty obsádky a uhynulo „jen“ 22% ryb.

Druhý případ popisuje propuknutí této nemoci v srpnu 2017 v areálu pstruží líhně v Hynčicích u 25 g násady Pd. Voda přitékající do tohoto hospodářství z Javořích hor je sice kojenecké kvality, ale bohužel jsou na pramenech 3 rybníky v majetku Lesů ČR, ve kterých je plevelná ryba v hojném množství a tudíž „kožovcová polévka“ přitéká do hospodářství odtud. Ryby byly před onemocněním úspěšně přeléčeny potencovanými sulfonamidy na infekci *Aeromonas* s. Prvotní několikadenní léčbu persterilem po 3 hodinách, jsme změnil na NaCl v koncentraci 2-4%. Výsledkem byly 15% ztráty.

Třetí případ z letošního roku je z hospodářství v Heřmánkovicích, které je napájeno vodnatým potokem, který je eutrofizován pouze 1 vesnicí ale je v jeho povodí několik soukromých rybníčků. Koncem června jsme sem převezli 17 g naprosto zdravou rybu

z Hynčic, která tu dalších 14 dní prospívala. Teplota vody byla celý červenec kolem 18°C. Bohužel došlo ke smíšení infekce bakteriální a parazitární a pro velmi rychle nastupující inapetenci (ryby sežraly jen 2 dávky ATB) a i přes intenzivní aplikaci persterilu započal masivní úhyn. Po nasazení NaCl se úhyn zpomalil, ale za 3 dny se opět zvýšil na cca 15% denně. Takže za 4 dny nebylo co léčit a celá obsádka skončila v asanačním ústavu.

Čtvrtý případ z letošního července popisuje opět napadení 20g násady Pd v areálu pstruží líhně v Hynčicích, kdy klinické příznaky propukly 8. den podávání potencovaných sulfonamidů z víceméně terapeuticko-preventivních důvodů po úhynu celé šarže ryb v Heřmánkovicích 14 dní nazpět. Ryba byla ve velmi dobré kondici a po aplikaci persterilu 6x denně jsme po 3 dnech vyzkoušeli i aplikaci kontinuální. Při zvyšování úhynu jsme přešli po několika dnech na NaCl, vypouštění a napouštění a aplikaci peruhlíčitanu sodného. Finální ztráty 19 % byly úspěchem.

Pátý případ popisuje výskyt kožovce u ryb na RAS v Hynčicích, kde ryby o hmotnosti 5 g byly na RAS dány v březnu z otevřeného systému a přestože po celou dobu byl RAS napájen vrtem, došlo v červenci k objevení klinických příznaků u 40g ryb (skákání, postávání, částečná inapetence, krupička na těle) pouze u jedné z nádrží, přestože se jednalo o stejné ryby. Celý systém je přes léto preventivně výrazně zasolen a po rozborech se ukázalo, že dostatečné zasolování v jedné nádrži působilo preventivně na výskyt tohoto onemocnění, ve druhé naopak nedostatečné množství soli vedlo k propuknutí nemoci. Po úpravě přítoku, dosolení do hodnot mezi 2-4‰ se ryby během 1 týdne uzdravily a beze ztrát začaly opět žrát.

TELEMETRICKÝ POZIČNÍ SYSTÉM – NOVÝ PROSTŘEDEK KE STUDIU CHOVÁNÍ RYB V PŘIROZENÝCH PODMÍNKÁCH

M. ŘÍHA¹, I. JARIČ¹, V. DĚD¹, M. HOLUBOVÁ¹, T. JŮZA¹, Z. SAJDLOVÁ¹, M. ŠMEJKAL¹, L. VEJŘÍK¹, I. VEJŘÍKOVÁ¹, J. PETERKA¹, P. BLABOLIL¹, M. MUŠKA¹, M. TUŠER¹, K.Ø. GJELLAND², F. ØKLAND², T. MRKVIČKA³

¹*Biologické centrum AVČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05, České Budějovice*

²*Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Framsenteret, P.O. Box 6600 Langnes, 9296 Tromsø, Norway*

³*Ekonomická fakulta, Jihočeská univerzita, Studentská 13, 370 05 České Budějovice*
milan.riha@hbu.cas.cz

Abstrakt

Technologický pokrok přináší nové a zajímavé nástroje, které nám pomáhají poodhalit mnohé prozatím skryté aspekty života ryb. Jedním z těchto nástrojů jsou telemetrické poziční systémy. Tyto systémy jsou rozvinutím klasických telemetrických metod pozorování ryb, tj. jejich označení aktivní vysílačkou a sledování pohybů pomocí přijímačů. U telemetrického pozičního systému jsou přijímače ve vodním tělese rozestavěny do sítě, ve které se jejich detekční pole překrývají a přijímače spolu komunikují. V této síti jsou poté schopny automaticky zaměřit pozici vysílačky v rybě, která se ve vytvořené síti nachází. V současnosti je možné pokrýt touto sítí přijímačů jezera v řádech stovek hektarů a vysílačky dokáží vysílat signál několikrát do minuty po dobu měsíců až roků. Dokážeme tak automaticky sledovat pohyby ryb s obrovským časovým (3D pozice několikrát do minuty) a prostorovým rozlišením (přesnost v řádu metrů). Příspěvek představuje funkci tohoto zařízení, zkušenosti s jeho aplikací ve třech českých nádržích a příklady výsledků mapování chování různých druhů ryb získané tímto systémem.

Klíčová slova: telemetrie, chování ryb, prostorová analýza, využití prostředí, jezero Milada, jezero Ležáky, nádrž Římov

Poděkování

Studie byla podpořena Fellowshipem J. E. Purkyně Akademie Věd České republiky a projektem ERDF/ESF: “Biomaniplulace jako nástroj pro zlepšení kvality vod v nádržích“ (Projekt číslo: CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_025/0007417).

OBNOVA POPULÁCIE JESETERA MALÉHO (*ACIPENSER RUTHENUS*, L.) V ÚSEKU DUNAJA BRATISLAVA-VIEDEŇ

L. PEKÁRIK¹, T. FRIEDRICH²

¹Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava

²University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Gregor-Mendelstraße 33, 1180 Vienna

ladislav.pekarik@savba.sk

Abstrakt

Jeseter malý (*Acipenser ruthenus*, L.) je posledným druhom jesetera, ktorý sa pôvodne vyskytuje v strednom a hornom Dunaji. Po výstavbe VD Gabčíkovo tento potamodromný druh jesetera vymizol aj z úseku Dunaja Bratislava-Viedeň a posledná životaschopná populácia v hornom Dunaji žije na hraniciach Rakúska a Nemecka. Vzhľadom na to, že úsek Dunaja medzi Bratislavou a Viedňou prešiel v posledných desaťročiach revitalizáciou a dochádza k obnove potrebných habitatov pre jesetery, začalo sa s obnovou ich populácií. V inovatívnych priestoroch zariadeného lodného kontajnera, ktorý je umiestnený priamo na brehu Dunaja vo Viedni sa inkubujú oplodnené ikry jesetera a odchovávajú sa juvenilne jedince. Voda pre chov je čerpaná priamo z Dunaja a tým sú ryby prispôbené chemizmu vody, teplotnému režimu rieky, ako aj patogénom, čo zabezpečí lepšie prežívanie a ich domovské správanie. Takto bolo v rokoch 2016-2018 vysadených spolu 70000 jedincov rôznej veľkosti. Zároveň sú niektoré jedince ponechané v chovoch dlhšie a po dosiahnutí požadovanej veľkosti budú označené akustickou vysielaczkou a tým sa bude sledovať ich výber habitatu, ich správanie sa, ako aj ich migračné vzory.

Kľúčová slova: jeseter malý, Dunaj, obnova populácií

AKUSTICKÁ TELEMETRIA JESETERA MALÉHO V SLOVENSKO – MAĎARSKOM ÚSEKU DUNAJA

M. KUBALA¹, L. PEKÁRIK^{2,3}

¹Univerzita Komenského v Bratislave, Katedra Ekológie, Ilkovičova 6, Mlynská dolina, 842 14 Bratislava, Slovensko

²Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava, Slovensko

³Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra biológie, Priemyselná 4, P.O. BOX 9, 91 843 Trnava, Slovensko

maros.kubala@gmail.com, ladislav.pekarik@savba.sk

Abstrakt

Jeseter malý (*Acipenser ruthenus*, Linnaeus 1758) je posledným z piatich druhov jeseterov ktorý sa vyskytuje v strednom a hornom Dunaji. Populácie tohto druhu zaznamenali v minulosti výrazný pokles kvôli degradácii kľúčových habitatov a výstavbe migračných bariér, a analýza evidovaných úlovkov poukazuje na fakt že populácia starne. Prežívajúce populácie preto poskytujú poslednú možnosť na poznanie a popis habitatov ktoré sú kľúčové aj pre ostatné druhy jeseterov. S využitím akustickej telemetrie sa podarilo v slovensko – maďarskom úseku Dunaja preukázať prítomnosť takýchto habitatov. Celkovo jesetery strávili od troch do siedmich mesiacov na krmoviskách, od šesť do osem mesiacov na zimoviskách, a od dvoch až štyroch týždňov na nerisiskách. Značené jedince mali silnú tendenciu obsadzovať tie isté úseky toku, kde sa hýbu v priemere niekoľko stoviek metrov po alebo proti prúdu. Získané informácie takisto poukazujú na to že migračná aktivita jesetera nastáva v prípade že teplota vody dosiahne 12°C a ustane ak klesne pod 12°C. Popis správania sa, migračných vzorov, ako aj identifikácia a popis kľúčových habitatov jesetera malého je dôležitým krokom pre jeho efektívny manažment a ochranu.

Kľúčové slová: jeseter malý, akustická telemetria, Dunaj, habitat

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0820-12.

RYBY JAKO POTENCIÁLNÍ PREDÁTOR RAKA KAMENÁČE

VLACH P., PRCHALOVÁ M., FISCHER D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Klatovská 51, 306 19 Plzeň

vlach.pavel@mybox.cz

Abstrakt

V roce 2016 byl hodnocen stav ichthyocenóz na 15 tocích s výskytem raka kamenáče. Celkově byla na těchto tocích zjištěna přítomnost 16 druhů ryb a mihule potoční. Nejvyšší frekvenci výskytu měl pstruh obecný (65 % lokalit), vranka obecná a mřenka mramorovaná (oba druhy s výskytem na 39 % lokalit). Počet druhů, zjištěných v jednotlivých tocích, se pohyboval mezi 0 (Luční potok v Čs. Středohoří) až 11 druhů (Bradava). Nebyla zjištěna závislost mezi početností raka kamenáče a 1. počtem druhů ryb, 2. celkovou početností ichthyocenózy, 3. početností pstruha, 4. zastoupením pstruha v ichthyocenóze.

Celkem 130 jedinců 10 druhů ryb z toků v Plzeňském kraji bylo podrobena potravní analýze ve snaze zjistit, zda se v jejich potravě vyskytuje i rak kamenáč; tento druh byl nakonec zjištěn v potravě jen u 8 jedinců 3 druhů ryb (3 jedinci/8 analyzovaných mníka jednovousého, 2/13 jedinci jelec tloušťě a pouze 2/25 jedinci pstruha obecného).

Klíčová slova: rak kamenáč, predace, ichthyocenózy

NEPŮVODNÍ RACI V INDONÉSII

J. PATOKA¹, A. KOUBA², M. BLÁHA², A. PETRUSEK³

¹*Katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha - Suchdol*

²*Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany*

³*Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Viničná 7, 128 44 Praha 2*

patoka@af.czu.cz

Abstrakt

Celosvětové rozšíření sladkovodních raků je nerovnoměrné. Většina druhů raků se vyskytuje v Severní Americe a Austrálii s přilehlými ostrovy včetně Nové Guiney. Západní polovina Nové Guineje náleží Indonésii, na jejímž území sice nalezneme dvě centra biodiverzity, Sundaland a Wallaceu, s mnoha druhy desetinoých korýšů jako jsou krevety a krabi, raci ale nepřekročili Wallaceovu linii a kromě Nové Guiney se v Indonésii žádné původní druhy nevyskytují. Přesto byla Indonésie na základě dat z České republiky identifikována jako největší dodavatel raků pro okrasné chovy. V Indonésii je rovněž rozvinutá akvakultura pro konzumní účely. Ačkoliv nepůvodní raci nebyli z této části jihovýchodní Asie dosud hlášeni, dalo se očekávat, že byli lidmi rozšířeni i na další indonéské ostrovy. Spolu s kolegy z několika indonéských univerzit na Jávě, Sumatře a Sulawesi jsme se na toto téma zaměřili a domněnku jsme potvrdili. Nalezli jsme a zdokumentovali dva druhy nepůvodních raků. Rak červenoklepetý (*Cherax quadricarinatus*) je velice oblíbeným konzumním druhem a zároveň je chován i jako druh okrasný. Pochází z jihu Nové Guiney a severovýchodu Austrálie. V Indonésii byl nalezen na všech hlavních a několika menších ostrovech (celkem 35 lokalit: Batam a Bintan ze souostroví Riau, Jáva, Kalimantan, Sulawesi a Sumatra). Je chován v rybnících a jezerech a vyskytuje se rovněž v řekách. Jeho populace byly vyhodnoceny jako etablované. Jedná se o většího raka (celková délka těla >20 cm), který může negativně působit na menší původní desetinohé korýše a další druhy. Pravděpodobně již způsobil kolaps populace původní krevety *Macrobrachium sintangense* v jezeru Lido na Jávě. Druhým nalezeným druhem byl severoamerický rak červený (*Procambarus clarkii*). Ten je chován v soustavě venkovních rybníčků na Jávě nedaleko města Bogor, a vzhledem k tomu, že je běžně dostupný na místních trzích, bude pravděpodobně chován i na mnoha dalších místech. Rybníčky jsou bez jakékoliv bariéry propojeny s odtokovou stokou, která ústí do nedalekého potoka. Raci jsou chováni ve velkých počtech a výhradně pro okrasné účely. Raci z této populace byli potvrzeni jako přenašeči račího moru. Spolu s nimi byli na lokalitě nalezeni i původní krabi *Parathelphusa convexa* a nepůvodní krevety skleněné *M. lanchesteri*. Patogen račího moru byl detekován i u těchto korýšů, byť

míra infekce byla nízká. Raci červenoklepetí a další endemické druhy z ostrova Nová Guinea jsou na račí mor vnímaví a šíření této choroby v Indonésii by v krajním případě mohlo zapříčinit vyhynutí mnoha endemických druhů. Navíc nebyla dostatečně otestována vnímavost ostatních desetinoých koryšů a nelze vyloučit ani fatální důsledky na některé krevety a kraby. Doporučili jsme následný monitoring nepůvodních raků a zákaz jejich dovozu do Indonésie.

VLIV PŘÍDAVKU KLINOPTILOLITU DO KRMNÝCH SMĚSÍ PRO PSTRUHA DUHOVÉHO

V. BRUMOVSKÁ, E. POŠTULKOVÁ, J. MAREŠ

*Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova Univerzita v Brně
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika*

brumovska.veronika@seznam.cz

Abstrakt

Cílem projektu bylo ověření pozitivního vlivu přídatku klinoptilolitu do krmných směsí pro pstruha duhového na produkční parametry a stav ryb, včetně ekonomického zhodnocení. Rybám bylo podáváno průmyslově vyráběné granulované krmivo Biomar EFICO Enviro 920 Advance 4,5 mm. Experimentální dieta byla doplněna přídatkem klinoptilolitu v koncentracích 0%, 1%, 2% a 4%. Do testu bylo nasazeno 120 kusů pstruha duhového. Ryby byly rozmístěny do 8 nádrží vždy po 15 kusech. Celková doba testu byla 51 dní. Na konci testu byly odebrány vzorky svaloviny pro chemickou analýzu složení tělních tkání – obsah sušiny, dusíkatých látek, tuku a popelovin. Byla vyhodnocena produkční účinnost přídatku klinoptilolitu do krmných směsí s použitím základních ukazatelů – specifická rychlost růstu (SGR), krmný koeficient (FCR), jejich vzájemný poměr (FCR/SGR) a výtěžnost. Výsledky studie ukázaly, že použití klinoptilolitu v testovaných dávkách ve výživě ryb nevede k statisticky významným změnám chemického složení svaloviny ryb. Zlepšení produkčních parametrů nastalo při použití experimentálních směsí s 1% a 2% přídatkem klinoptilolitu. Aplikované krmné směsi neměly statisticky průkazný vliv na výtěžnost ryb, která se pohybovala v rozmezí 82,9–84,7%. Nejnižších nákladů na přírůstek ryb dosáhla 1% varianta, u které bylo zároveň dosaženo i nejvyššího finančního efektu a celkového zisku. 2% varianta byla taktéž lepší ve všech sledovaných parametrech než kontrolní skupina. U 4% varianty bylo dosaženo nejhorších ekonomických výsledků ze všech testovaných skupin.

Klíčová slova: pstruh duhový, *Oncorhynchus mykiss*, klinoptilolit, přídatek do krmiva, zeolit

Poděkování

Tato studie byla finančně podpořena grantem č. AF-IGA-IP-2018/052. Výsledky a výstupy byly zpracovány za pomoci zařízení financovaného z projektu OP VaVpI CZ.1.05 / 4.1.00 / 04.0135 Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury. Studie byla zpracována za podpory projektu NAZV QJ1510077 Zvyšování a zlepšení produkce lososovitých ryb v České republice pomocí jejich genetické identifikace.

POTRAVNÍ EKOLOGIE RYBÍHO MIKROPREDÁTORA, LEDŇÁČKA ŘÍČNÍHO, V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

M. ČECH, P. ČECH

Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 37005 České Budějovice a 02/19 ZO ČSOP Alcedo, Blanická 1299, 25801 Vlašim

carcharhinusleucas@yahoo.com

Abstrakt

Ledňáček říční (*Alcedo atthis*) je typickým rybožravým mikropredátorem nenarušených nebo málo pozmeněných tekoucích a stojatých vod. Jedním z cílů celorepublikového programu ČSOP „ALCEDO – Ledňáček“ je výzkum jeho potravní ekologie v podmínkách České republiky. Od roku 1999 bylo analyzováno 37 hnízdních sedimentů z osmnácti hnízdních lokalit, ve kterých byly nalezeny diagnostické kosti více než 20 000 ryb (29 druhů). I v celosvětovém měřítku jde o nejrozsáhlejší výzkum potravy ledňáčka říčního vůbec. Kromě ryb byla v potravě zjištěna ve výjimečných případech i nerybí kořist (larvy šídel a vážek, larvy potápníků, terestrický hmyz, rak, čolek, ještěrka). Na všech lokalitách ryby tvořily přes 99% potravy ledňáčka (velikost 2-13 cm TL; optimální velikost 6-8 cm TL; průměrná váha 3 g). Na tekoucích vodách představoval nejlovenější kořist hrouzek obecný (*Gobio gobio*), na nádržích okoun říční (*Perca fluviatilis*). Snůška ledňáčků do vylétnutí z hnízda (v průměru za 25 dní od vylíhnutí) spotřebuje 1500-3000 g ryb (4-8 mlád'at). Každé mládě denně spotřebuje takové množství potravy, které odpovídá 37% jeho tělesné hmotnosti.

Klíčová slova: *Alcedo atthis*, hnízdní sediment, hrouzek obecný, diagnostické kosti, velikost kořisti, spotřeba potravy

Poděkování

Autoři děkují svým rodinám za pochopení pro svérázný koníček.

COBITIS – VÝZNAMNÝ MEDZIHOSITEL ZOONÓZY

J. FEDORČÁK¹, Y. KUTSOKON², E. ŠMIGA³, L. KOŠČOVÁ³, K. HALAČKA⁴, J. KOŠČO¹

¹Katedra ekológie, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. Novembra 1, 081 16 Prešov, Slovenská republika,

²I.I. Schmalhausen Institute of Zoology NAS of Ukraine, B. Khmelnytsky str. 15 Kyiv 01030 Ukraine

³Ústav pre chov a choroby zveri a rýb, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika

⁴Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno, Česká republika

jakub.fedorcak@unipo.sk

Abstrakt

Najčastejším zoonotickým ochorením prenosným z pľzovitých rýb na človeka je trematodóza spôsobená metacerkáriami druhu *Clinostomum complanatum*. V priebehu rokov 2015 a 2017 sme u jedincov rodu *Cobitis* na 4 lokalitách v povodí rieky Tisy na území Slovenska a Ukrajiny zaznamenali vysokú prevalenciu (23-81%) tohto parazita. Intenzita infekcie encystovaných metacerkárií lokalizovaných subkutánne bola 1 - 41 ks (□ = 4). Preferovanými miestami lokalizácie parazita u medzihostiteľa, zistenými analýzou PCA, boli: kraniálna časť tela - operkulum, žiabre, ústny otvor, báza prsných plutiev a medzisaničie. Všetky lokality s prevalenciou parazitózy u pľzov sa nachádzali v maximálnej vzdialenosti do 7,5 km od rybných hospodárstiev. Lokality s výskytom infikovaných jedincov sú zároveň loviskom vodného vtáctva, ktoré predstavuje definitívneho hostiteľa pre tohto parazita. Na základe generalizovaných lineárnych modelov (GLM) sme zaznamenali štatistickú významnosť medzi pohlavím rýb a intenzitou infekcie parazita. Naopak štatistická významnosť nebola potvrdená pri porovnávaní intenzity infekcie a dĺžky tela rýb a typom lokality. Zároveň predpokladáme rozdiely v intenzite infekcie v závislosti od typu mikrohabitatu a úrovne ploídie hostiteľov rodu *Cobitis*.

Kľúčová slova: zoonóza, pľž podunajský, Tisa, pohlavné rozdiely

Pod'akovanie

Príspevok bol podporený grantami: VEGA 1/0918/17, GaPU 22/2018, APVV SK-KR-18-0002.

VLIV DYNAMIKY VNITŘNÍ SEICHE NA VERTIKÁLNÍ DISTRIBUCI RYB

I. JARIČ¹, M. ŘÍHA¹, V. DĚD¹, A.T. SOUZA¹, M. ČECH¹, M. HOLUBOVÁ¹, T. JŮZA¹, Z. SAJDLOVÁ¹, M. ŠMEJKAL¹, L. VEJŘÍK¹, I. VEJŘÍKOVÁ¹, J. PETERKA¹, K.Ø. GJELLAND², F. ØKLAND², T.MRKVIČKA³

¹*Biologické centrum AVČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05, České Budějovice*

²*Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Framsenteret, P.O. Box 6600 Langnes, 9296 Tromsø, Norway*

³*Ekonomická fakulta, Jihočeská univerzita, Studentská 13, 370 05 České Budějovice*

ivan.jaric@hbu.cas.cz

Abstrakt

Vnitřní seiche jsou běžným jevem ve stratifikovaných jezerech. Tento jev má vliv na stratifikaci vodního sloupce, hydrodynamiku a vertikální přenos živin. Seiche totiž mění vertikální distribuci termokliny. V průběhu seiche se masy studené hypolimnetické a teplé epilimnetické vody mohou posouvat až o několik hloubkových metrů v řádu pouhých několika hodin. To indukuje rychlé změny teplotního a kyslíkového profilu a má značný vliv na všechny organismy, které se ve sloupci nacházejí. Interní seiche tak mohou ovlivnit ryby, a to přímo indukcí fyziologického stresu a zvýšením mortality, a nepřímo změnou distribuce planktonní potravy. Efekt seiche na rybí společenstva je prozatím velice málo prozkoumán, přičemž reakce ryb na teplotní změny může hrát velkou roli pro strukturování rybího společenstva při současných klimatických změnách. Na základě dat získaných z telemetrického pozičního systému instalovaného na jezeře Milada v roce 2015, jsme analyzovali vliv dynamiky vnitřních seiche na ryby v jezeře, především na chování a vertikální pohyb v blízkosti pohybující se termokliny. Výsledky popisují mezidruhové a vnitrodruhové rozdíly v reakci na seiche u šesti sledovaných druhů ryb: štika obecná (*Esox lucius*), sumec velký (*Silurus glanis*), lín obecný (*Tinca tinca*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*) a plotice obecná (*Rutilus rutilus*).

Klíčová slova: seiche, termoklina, hydrodynamika jezera, pohyb ryb, jezero Milada

Poděkování

Studie byla podpořena Fellowshipem J. E. Purkyně Akademie Věd České republiky a projektem ClimeFish (grant No. 677039): Horizon 2020 (EU).

RYBY LABE: POD STŘEKOVEM NAD STŘEKOVEM...

Z. JURAJDOVÁ¹, L. ŠLAPANSKÝ¹, T. KAVA², V. JELÍNEK², M. MAREK², K. ROCHE¹, P. JURAJDA¹

¹Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno

²Český rybářský svaz z.s., Střekovské nábřeží 975/51, 400 03 Ústí nad Labem

jurajdova@ivb.cz

Abstrakt

Význam dolního úseku Labe pod Střekovem spočívá v tom, že se jedná o proudný úsek umožňující život původním říčním druhům ryb. Naopak úsek od Střekova proti proudu po Přelouč, resp. Pardubice je regulován jezovými stupni a říční koryto se zde změnilo v jednu jezovou zdrž za druhou. V roce 2013 jsme porovnávali vzorky plůdkového a adultního (1+ a starší) společenstva ryb na profilech v jezové zdrži nad Střekovem a v proudném úseku pod Střekovem. Na třech lokalitách nad jezem byl dokumentován výskyt plůdku 10 druhů ryb. Na všech lokalitách dominoval plůdek jelec tloušť a početnost byla v průměru 4,5 ks/10 m. Na osmi lokalitách pod v úseku pod Střekovem byl dokumentován výskyt plůdku 16 druhů ryb. Ve vzorku převažovali jelec tloušť, jelec jesen, parma obecná, ouklej obecná a plotice obecná. Početnost plůdku byla v průměru 15,7 ks/10 m.

V adultních vzorcích na dvou lokalitách nad Střekovem byl zaznamenán výskyt 8 druhů ryb. Průměrná početnost byla pouze 0,25 ks/10 m břehové linie a nejpočetněji byli zastoupeni jelec tloušť a okoun říční. Na čtyřech lokalitách pod Střekovem byl zaznamenán výskyt 18 druhů ryb. Dominovali zde ouklej obecná, plotice obecná, jelec tloušť, jelec jesen a ostroretka stěhovavá. Průměrná početnost ryb byla v tomto úseku 1,58 ks/10 m.

Přestože nad jezem Střekov bylo proloveno méně lokalit a když připustíme, že v pomalu tekoucí vodě v nadjezí je úniková reakce ryb větší a ulovitelnost tím může být částečně ovlivněna, získané rozdíly v početnosti jsou naprosto jednoznačné. Výsledky jasně ukazují na rozdíl ve složení rybiho společenstva i v jeho početnosti v regulovaném úseku nad jezem Střekov a v proudném úseku od Střekova po státní hranici s Německem.

Klíčová slova: plůdek, regulace, jezová zdrž, reofilní druhy

Poděkování: Za finanční podporu při realizaci studie děkujeme Well Consulting, s.r.o. Brno a Ředitelství vodních cest Praha.

IDENTIFIKACE NEPŮVODNÍCH VODNÍCH ORGANISMŮ – PŘEDPOKLAD K OMEZENÍ BIOLOGICKÝCH INVAZÍ

P. KUŘÍKOVÁ, L. BOHATÁ, O. KOPECKÝ, L. KALOUS

Katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00, Praha -6

kurikova@af.czu.cz

Abstrakt

Biologické invaze, zejména ty vyvolané člověkem, způsobují nejen škody na životním prostředí, ale i na ekonomice daných zemí. Správné taxonomické určení organismů, tedy jejich druhová identifikace, je klíčová zejména pro potlačení a eradikaci druhů již invazních a pro účinnou prevenci nových introdukcí nepůvodních organismů. Druhová identifikace je také nutným předpokladem správného plnění souvisejících národních i nadnárodních legislativních opatření. Potřeba robustních nástrojů pro snadné a především dostatečně přesné určování vodních organismů je tedy zřejmá nejen ve vědecké sféře, ale i ve státní správě a komerčním sektoru. Optimalizace metod využívaných k druhové identifikaci, zohledňující specifika skupin vodních organismů, je zásadním předpokladem pro zlepšení stávajícího stavu. Pracovníci zajišťující monitoring prostředí nebo pracovníci operující na místech „vstupu“ živých organismů do země, by měli být schopni potenciálně nebezpečné organismy identifikovat s vysokou mírou přesnosti. Cílem projektu je formou metodické příručky zpřístupnit znalosti využitelné pro morfologickou a genetickou identifikaci vodních organismů organizacím, které mají v gesci monitoring výskytu, šíření, dovoz i proces introdukcí nepůvodních vodních organismů. Na úrovni řešitelského týmu je záměrem projektu umožnit studentkám doktorského stupně studia propojit poznatky z vývojové činnosti s praxí.

Klíčová slova: nepůvodní druhy; invazní druhy; biodiverzita; hodnocení rizik; druhová determinace

Poděkování

Projekt č. TJ01000065 “Vývoj nástrojů a postupů ke správné a včasné identifikaci nepůvodních vodních organismů jako základ předpokladu k omezení biologických invazí” je financován z programu na podporu aplikovaného výzkumu ZÉTA Technologickou agenturou České republiky.

ZHODNOCENÍ KONCENTRACE VYBRANÝCH POLUTANTŮ MEZI BIOLOGICKÝMI KOMPONENTY NA VÝZNAMNÝCH TOCÍCH ČR

M. LIBOR, D. LEONTOVYČOVÁ, J. HALÍŘOVÁ

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17 143 06 Praha 412 – Komořany

libor.mikl@chmi.cz

Abstrakt

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) provádí dlouhodobý monitoring více než 130 polutantů v pevných matricích (sediment, vodní bezobratlí, juvenilní a adultní ryby) na 40 významných českých a moravských tocích.

Na 5 významných tocích ČR (Bílina – Ústí n. Labem, Dyje – Pohansko, Morava – Lanžhot a Odra – Bohumín) bylo provedeno zhodnocení 4 vybraných polutantů (benzo(a)pyren, olovo, kadmium a rtuť) mezi jednotlivými biologickými komponenty. Nejvyšší koncentrace sledovaných polutantů na všech profilech byly zaznamenány v sedimentech, jež ve většině případů přesáhly normy environmentální kvality (NEK, 23/2011 Sb). Naproti tomu nejnižší koncentrace byly evidovány ve svalovině juvenilních i adultních ryb (Jelec tloušť, *Squalius cephalus* L.). Nicméně ve srovnání s hygienickou normou (2008/105/ES) limitní koncentrace daných látek pro svalovinu ryb byly jen v několika případech překročeny na sledovaných lokalitách, jednalo se zejména o olovo, kadmium a rtuť. Ve srovnání mezi jednotlivými komponenty makrozoobentos odráží spíše střední hodnoty koncentrací sledovaných polutantů, u kterých byly v mnohých případech překročeny stanovené limitní hodnoty NEK (2013/39ES) pro dané látky na všech lokalitách.

S ohledem velkou rozmanitost sledovaných látek v jednotlivých matricích je nezbytné koncentrace polutantů v pevných matricích hodnotit komplexně i v souvislosti se změnami ve společenstvu ryb, vodních bezobratlých a parazitů.

Klíčová slova: polutanty, sediment, makrozoobentos, ryby

VLIV BIO-ENZYMATICKÉHO PŘÍPRAVKU NA KVALITU VODY V RYBNÍCÍCH A NA KVALITU A KVANTITU RYBNIČNÍHO SEDIMENTU

B. MUSILOVÁ, M. RADOJIČIĆ, R. KOPP

*Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova Univerzita v Brně
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika*

barborkamusilova@seznam.cz

Abstrakt

Zabahnění rybníků je v ČR velkým problémem, většina majitelů rybníků není schopna tento problém finančně, organizačně ani odborně zvládat. Přípravek, který by dokázal rozložit organické usazeniny na dně i ve vodním sloupci, tím snížit celkové množství sedimentů v rybnících, a to pomocí přírodních nemodifikovaných bakterií, by mohl být v problému odbahňování rybníků inovativním řešením. Cílem projektu bylo prozkoumat schopnost bakteriálně-enzymatického přípravku rozkládat rybníční sedimenty a vliv těchto přípravků na kvalitu vody v rybnících a na celkové složení sedimentů. Aplikace přípravku PTP Plus probíhala v předepsaném množství posypem na hladinu. Dodavatelem přípravku bylo vypracováno konkrétní dávkování pro podmínky rybníků Bohuslavický II a Bohuslavický III. Měření úbytku sedimentů bylo provedeno pověřenou osobou od firmy BAKTOMA spol. s r.o. pomocí instalovaných tyčí ve vybraných místech rybníků. Sledování úbytku sedimentů bylo úspěšné, ovšem způsob sledování úbytku sedimentů pomocí měření rozdílu výšek od vrcholu tyče po hladinu sedimentu je víceméně orientační. Vliv přípravku na kvalitu vody a složení sedimentů není na základě chemických analýz ve většině případů prokazatelný.

Klíčová slova: kvalita vody, sediment, bio-enzymatický přípravek

Poděkování

Tato studie byla finančně podpořena grantem č. AF-IGA-IP-2017/030. Výsledky a výstupy byly zpracovány za pomoci zařízení financovaného z projektu OP VaVpl CZ.1.05 / 4.1.00 / 04.0135 Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury.

NEPŮVODNÍ DRUHY RYB JAKO VHODNÍ HOSTITELÉ PRO MÍSTNÍ PARAZITY

M. ONDRAČKOVÁ, I. HUDCOVÁ, P. JURAJDA

Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno
audrey@sci.muni.cz

Abstrakt

Zavlečením nepůvodních organismů do nového prostředí může dojít k redukci počtu jejich přirozených predátorů a parazitů. Na druhou stranu mohou být tyto organismy využity místními druhy parazitů, obzvláště v případě parazitů s nízkou hostitelskou specifičností, nebo pokud dojde k zavlečení příbuzných hostitelských druhů. V oblasti dolního toku řeky Dyje a Moravy se v posledních desetiletích rozšířily dva Pontokaspické druhy hlaváčovitých ryb, hlavačka poloměsíčitá (*Proterorhinus semilunaris*) a hlaváč černoústý (*Neogobius melanostomus*). Oba druhy ryb jsou ve své původní oblasti parazitovány především nesespecifickými druhy parazitů; dá se tedy očekávat, že budou využity některými druhy parazitů i v nepůvodním prostředí. Parazitofauna obou druhů ryb byla sledována v letech 2011-2014 na řece Dyji i Moravě. Většina převzatých druhů parazitů, tedy těch, které nepůvodní hostitel získal v novém prostředí, byla zaznamenána v relativně nízkých početnostech. Výjimkou byly tři druhy, a to larvální stádia motolice *Bucephalus polymorphus*, který dospívá v dravých rybách, hlístice *Shulmanella petrushewski*, parazitující v játrech ryb, a glochidie nepůvodního mlže *Synanodonta woodiana*, jejichž abundance i prevalence byly významně vyšší než v jiných oblastech. Vnímavost nepůvodních hostitelů k těmto druhům tak může mít významný vliv na populační dynamiku parazitů.

Poděkování

Tato studie byla finančně podpořena grantem GAČR P505/12/G112.

ÚČINKY TERBUTRYNU NA ORGANISMY VODNÍHO PROSTŘEDÍ

E. POŠTULKOVÁ¹, M. ŠORF^{1,2}, R. KOPP¹

¹Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

²Katedra biologie ekosystémů, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice, Česká republika

eva.postulkova@mendelu.cz

Abstrakt

Cílem studie bylo stanovit inhibiční účinek přípravku terbutryn na zelené řasy *Desmodesmus communis*, *Chlorella kessleri* a sinici *Anabaena* sp. Terbutryn (2-(terc-butylamino)-4-(ethylamino)-6-(methylthio)-s-triazin) patří do skupiny k substituovaným symetrickým triazinům (s-triaziny). Terbutryn je selektivní systémový herbicid, který působí jako inhibitor fotosyntézy. Používá se jako vodní herbicid pro omezování ponořených a volně plovoucích rostlin a řas ve vodních tocích, nádržích a rybnících. Má potenciál bioakumulace v organismech. Kvůli bioakumulaci je aplikace terbutrynu v mnoha zemích zakázána, nicméně může být stále zjištěn ve vodním prostředí.

Růstové inhibiční testy byly provedené v mikrotitračních destičkách po dobu 72 hodin. Každých 24 hodin se měřila fluorescence (Excitation 590 nm, Emission 680 nm) na přístroji Infinite M1000 PRO od firmy TECAN. Experimentální koncentrace byly v rozmezí 0,004 do 1,250 mg/L. Hodnoty 72hIC₅₀ analyzované nelineární regresí byly následující: 0,012 mg/L pro *Desmodesmus communis*, 0,188 mg/L pro *Chlorella kessleri* a 0,666 mg/L pro *Anabaena* sp.

Klíčová slova: řasy, sinice, inhibice, toxikologie

Poděkování

Výzkum byl finančně podpořen v rámci projektu OP VVpI CZ.1.05/4.1.00/04.0135.

VLIV BIO-ENZYMATICKÉHO PŘÍPRAVKU NA VÝVOJ FYTOPLANKTONU

M. RADOJČIĆ, B. MUSILOVÁ, R. KOPP

*Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova univerzita v Brně,
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika*

radojicic.marija88@gmail.com

Abstrakt

V období od dubna do srpna 2017 byly na soustavě třech rybníků v Bohuslavicích prováděny odběry vzorků a analýzy fytoplanktonního společenstva k zachycení možných změn v jeho složení v důsledku aplikace mikrobiálního preparátu ke zlepšení kvality vody. Bakteriální preparát PTP Plus byl aplikován do rybníků 2 a 3, které leží nad rybníkem 1 a všechny jsou společně průtočné. Preparát byl dávkován v několika dávkách od května do června s cílem snížit podíl organických látek v sedimentu, zlepšit kyslíkový režim především u dna rybníků a omezit rozvoj sinic a řas. Nejvyšší hodnoty nasycení vody kyslíkem byly zaznamenány na počátku sledování, v pozdějším období docházelo postupně ke snižování jeho obsahu. Fytoplanktonní společenstvo bylo tvořeno druhy z 8 oddělení. Na základě kvalitativní analýzy byly nejpočetnější skupinou ve všech sledovaných rybnících zástupci z oddělení Chlorophyta, následně skupiny Bacillariophyta a Euglenophyta.

Po většinu vegetační sezóny dominovaly na rybnících zelené řasy z rodů *Monoraphidium*, *Desmodesmus* a *Tetrastrum*, zástupci krásnooček a koloniálních rozsivek. Nejvyšší abundance v průběhu monitoringu byla zaznamenána v průběhu července na rybníce 2, kdy zelená řasa *Tetrastrum triangulare* tvořila 48,87% z celkového počtu buněk. Vliv aplikace přípravku PTP PLUS na složení fytoplanktonního společenstva nebyl prokázán. Obsah rozpuštěného kyslíku i složení a abundance fytoplanktonu byly na všech rybnících výrazně ovlivněny nadměrným rozvojem okřehek (*Lemna minor*) a závitky (*Spirodela polyrhiza*), které pokrývaly značnou část hladiny a rovněž na rybnících 1 a 3 nadměrným rozvojem submerzních makrofyt (rod *Ceratophyllum*).

Klíčová slova: zelené řasy, složení fytoplanktonu, krásnoočka, okřehek

Poděkování

Tato studie byla finančně podpořena grantem č. AF-IGA-IP-2017/030.

HLAVÁČ ČERNOÚSTÝ V ČR: DVĚ ŘEKY, DVA OSUDY

L. ŠLAPANSKÝ, M. JANÁČ, L. MIKL, P. JURAJDA

Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno

270489@mail.muni.cz

Abstrakt

Hlaváč černoústý, původem z Ponto-kaspické oblasti, se v posledních desetiletích rozšířil do mnoha zemí světa. V České republice byl poprvé zaznamenán v roce 2008 na dolním doku Dyje a Moravy, kam se rozšířil proti proudu Moravy ze středního Dunaje, do nějž byl zavlečen lodní dopravou.

Zatímco v Moravě se dosud příliš nerozšířil, dolní Dyji obsadil během deseti let až pod jez Novomlýnských nádrží (42 ř. km) a jeho početnost zpočátku rychle stoupala až na hustotu 1,7ks/1 m délky toku v roce 2014. Od roku 2015 však dochází k velmi rychlému snížení početnosti hlaváče v Dyji, patrně v důsledku změněných hydrologických podmínek. Ve stejné době totiž v důsledku absence vyšších průtoků v Dyji začíná docházet k intenzivnímu zanášení toku sedimentem a následně zarůstání vodními makrofyty a zpomalování toku.

Na českém úseku Labe u Ústí n. L. se hlaváč objevil v roce 2015, kam byl téměř jistě zavlečen lodní dopravou, protože v dlouhém německém úseku Labe od Drážďan až po Hamburk v té době nebyl znám. Hlaváč rychle obsadil celý český proudný úsek Labe a jeho početnost stále stoupá. Přestože na Labi jsou rovněž patrné nízké průtoky, zatím nedochází k takové změně v charakteru toku jako na dolní Dyji a početnost hlaváče tak neklesá.

Klíčová slova: morfologie toku, invazní druhy, sedimentace, Dyje, Labe

Poděkování

Za umožnění výzkumu děkujeme představitelům MRS v Brně a ČRS v Ústí nad Labem. Za výpomoc v terénu jsme vděční mnoha studentům, kolegům a spolupracovníkům.

MEZOFILNÍ AEROMONÁDY A JEJICH ANTIBIOTICKÁ REZISTENCE V KAPROVÉM RYBNÍKÁŘSTVÍ

SYROVÁ, E.¹, DOLEJSKÁ, M.^{3,4}, KOHOUTOVÁ, L.², PAPEŽÍKOVÁ, I. ¹, KUTILOVÁ, I. ^{3,4}, ČÍŽEK, A. ^{2,4}, NAVRÁTIL, S.¹, PALÍKOVÁ, M.¹

¹ Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Ústav ekologie a chorob zvířete, ryb a včel, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

² Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Ústav infekčních chorob a mikrobiologie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

³ Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Ústav biologie a chorob volně žijících zvířat, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

⁴ Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, CEITEC VFU, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

syrovae@vfu.cz

Abstrakt

Zástupci rodu *Aeromonas* spp. mohou u ryb vyvolávat septikémie, hemoragické a ulcerativní choroby, často doprovázené mortalitou a ekonomickými ztrátami v chovech ryb. Jedním z nejzávažnějších a velmi častých onemocnění, jehož původcem jsou tyto bakterie, je erythrodermatitida kaprů. K léčbě onemocnění se využívají antibiotika, na která si však bakterie postupně vytvářejí rezistenci. Cílem studie bylo vyhodnotit míru antibiotické rezistence mezofilních aeromonád v kaprovém rybníkářství. Za tímto účelem jsme v r. 2016 vyšetřili 154 ryb z kaprového rybníkářství. Bylo izolováno 49 bakteriálních kmenů, provedena jejich identifikace a stanovena jejich citlivost k šesti antimikrobiálním látkám (oxytetracyklin, flumequin, florfenikol, sulfametoxazol/trimetoprim, enrofloxacin, kyselina oxolinová). Nejvyšší procento rezistence bylo zjištěno u oxytetracyklinu (41 %), nejvíce byly bakterie citlivé na florfenikol (rezistence pouze 2 %). Výsledky ukazují, že k oxytetracyklinu, který se dnes pro kaprovité ryby terapeuticky hojně využívá, si aeromonády vytváří poměrně vysokou rezistenci, naopak florfenikol, registrovaný pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) by mohl být adekvátní alternativou pro léčbu kaprovitých ryb.

IMUNOHISTOCHEMICKÉ VYŠETŘENÍ U RYB: VÝSLEDKY PILOTNÍ STUDIE

E. ŠÁLKOVÁ, J. TUMOVÁ, M. FLAJŠHANS

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany

salkoe00@frov.jcu.cz

Abstrakt

Předkládáme výsledky pilotní studie imunohistochemického vyšetření u ryb. Zpracovány a imunohistochemicky vyšetřeny byly tkáně jesetera malého (*Acipenser ruthenus* L.) a kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.). Aplikovali jsme komerčně dostupné protilátky, běžně používané v humánní medicíně. Studované antigeny představují zástupce základních tkáňových a buněčných linií. U jesetera malého jsme se pokusili o zmapování jednotlivých komponent thymu. Pro znázornění epitelové komponenty byl použit širokospektrý cytokeratin, pro lymfoidní složku protilátky proti LCA (leukocyte common antigen, CD45) a CD3. U kapra bylo provedeno vyšetření tyroidních folikulů s použitím protilátky proti tyroglobulinu. Získané výsledky byly i u poměrně malé skupiny vyšetřovaných znaků značně rozdílné: pozitivita znaku včetně pozitivní vnitřní kontroly (širokospektrý cytokeratin), negativita vyšetřovaného znaku se zkříženou reaktivitou pozadí (CD3, tyroglobulin), negativita markeru včetně negativní vnitřní kontroly (LCA).

Závěry pilotní studie ukazují na potřebu hlubšího a detailnějšího výzkumu imunohistochemie v ichtyologické praxi, včetně vypracování specifických laboratorních postupů. Důležitá je rovněž nutnost vývoje a přípravy specifických rybích protilátek.

Klíčová slova: imunohistochemie, *Acipenser ruthenus*, *Cyprinus carpio*, širokospektrý cytokeratin, LCA, CD3, tyroglobulin

Poděkování

Výsledky byly získány za finanční podpory MŠMT projektu CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024), projektu CENAKVA II (LO1205 v rámci projektu NPU I) a OP VVV Biodiverzita (CZ.02.1.01./0.0/0.0/16_025/0007370). Za cenné připomínky při vlastním vyšetřování tkání děkujeme paní Elišce Axmannové.

AKTUÁLNÍ STAV POPULACÍ RAKA KAMENÁČE V ČESKÉ REPUBLICE

P. VLACH, D. FISCHER, J. SVOBODOVÁ

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Klatovská 51, 306 19 Plzeň

vlach.pavel@mybox.cz

Abstrakt

V roce 2009 byl výskyt raka kamenáče v České republice evidován na 46 tocích. Během uplynulých 10 let bylo nalezeno dalších 15 nových lokalit tohoto druhu; z toho 13 během plošné mapovací kampaně AOPK ČR v letech 2012-2015, další dvě lokality pak v letech následujících.

Během tohoto období došlo i k řadě ztrát: vlivem znečištění vody vymizela populace na Vlčím (Kbelském) potoce (2012), račí mor zase vyhubil raka kamenáče ve velké části povodí Kornatického potoka (2015), téměř jistě i cennou populaci (tento tok byl jedním ze dvou s výskytem tohoto druhu patřících do povodí Dunaje) v Medvědí potoce (2016), o přežití bojuje zbytek račím morem nezasažené populace v Radotínském potoce (2017) a bohužel z téhož důvodu aktuálně přicházíme o jednu z největších populací v povodí Stroupínského potoka (2018).

V roce 2016 v rámci procesu aktualizace národní Červené knihy ohrožených druhů byly na základě dlouhodobých znalostí o populačních hustotách raka kamenáče a výskytu v jednotlivých tocích resp. povodích provedeny odhady celkové početnosti tohoto druhu. Za nejvýznamnější povodí lze na základě tohoto odhadu považovat 1. Bradavu, 2. Stroupínský potok, 3. Luční potok v Podkrkonoší s přítoky, 4. potok Chýlava. V souvislosti s výše uvedenými ztrátami pak lze konstatovat, že jen v posledních třech letech došlo k početnímu úbytku ve výši téměř 20 %.

Klíčová slova: rak kamenáč, račí mor, početnost

DIVERZITA ICHTYOFAUNY V BANTENSKÉM MOŘI: EVIDENCE Z RYBÁŘSKÝCH PŘÍSTAVŮ V PROVINCII BANTEN V INDONÉSII

Y. YONVITNER¹, S. G. AKMAL¹, L. KALOUS², M. BOER¹, J. PATOKA², M. PETRTÝL²

¹*Department of Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, Bogor Agricultural University, Indonesia.*

²*Katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Česká republika.*

yonvitr@yahoo.com

Abstrakt

Pelagické a demerzální druhy dominují mezi lidmi lovenými rybami v severním a jižním Bantenském moři. Podrobné informace o druhovém složení takto využívaných druhů ryb byly shromážděny přímo od rybářů v přístavech v provincii Banten (Jáva, Indonésie). Celkový počet zaznamenaných druhů byl: 30 v Tangerangu, 42 v Serangu, 30 v Pandeglangu a 18 v Lebaku. Dominantními druhy byly: demerzální *Upeneus* sp. v Tangerangu; *Rastrelliger* sp. v Serangu, *Sardinella* sp. v Pandeglangu a *Euthynnus* sp. v Lebaku, všechny tři druhy jsou pelagické. Oblast s nejznámější rybí rozmanitostí měla relativně nízkou produktivitu, která se ukázala především v datech z přístavu Serang. Rozdíly v počtu druhů, které byly doloženy ve sledovaných přístavech, jsou ovlivněny použitými metodami rybolovu s dopadem na mořské prostředí a související udržitelné využívání zdrojů v oblasti Indonésie.

Klíčová slova: mořské ryby, biodiverzita, Jáva, pelagické, demerzální, rybolov

POHLAVNÍ SEGREGACE KAPROVITÝCH RYB MEZI HABITATY KAŇONOVITÉ VODNÍ NÁDRŽE

J. ŽÁK^{1,2,3}, M. PRCHALOVÁ¹, M. ŠMEJKAL¹, M. VAŠEK¹, J. MATĚNA¹, M. ŘÍHA¹, P. BLABOLIL¹, J. PETERKA¹, J. SEĎA¹, J. KUBEČKA¹

¹Hydrobiologický ústav, Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Na Sádkách 702/7, 370 05, České Budějovice

²Ústav Biologie Obratlovců, AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65, Brno

³Katedra Zoologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Viničná 7, 123 44, Praha

Abstrakt

Pohlavní segregace (PS), tedy pohlavně specifické využívání prostoru či potravní nabídky v období mimo rozmnožování, reflektuje odlišné životní strategie každého z pohlaví. Častými předpoklady PS jsou velikostní dimorfismus či různé riziko predace samců a samic. Tato práce zkoumala PS u plotice obecné (*Rutilus rutilus*), cejna velkého (*Abramis brama*) a oukleje obecné (*Alburnus alburnus*). K tomu bylo využito odlovů do tenatových sítí na čtyřech lokalitách na podélném gradientu VN Římov v srpnu mezi lety 2012–2016 a analýzy potravy studovaných druhů v letech 2012–2014.

Byla prokázána PS plotice s častějším výskytem samic v pelagiálu. U ostatních druhů nebyla PS prokázána. Avšak samci cejna velkého měli v potravě vyšší zastoupení detritu, planktonu a nižší zastoupení larev pakomárů. Potrava samců a samic plotice i oukleje byla podobná.

Prostorová PS plotice je zřejmě dána pelagickou potravní nabídkou a odlišným rizikem predace v pelagickém habitatu ovlivněné velikostním dimorfismem u plotice obecné. Větší samice plotice si mohou dovolit obývat na plankton bohatý avšak predačně rizikový pelagiál. Odlišnosti v potravě mezi pohlavími cejna velkého mohou být dány odlišnou investicí pohlaví do reprodukce či odlišným využíváním mikrohabitatu. Tato práce jako první popsala habitatovou pohlavní segregaci plotice obecné.

Klíčová slova: plotice obecná, pohlavní rozdíly, pohlavní segregace, tenata

VLIV PŘÍDAVKU FYTÁZY A KYSELINY CITRONOVÉ DO KRMNÝCH SMĚSÍ NA PRODUKČNÍ PARAMETRY V CHOVU KAPRA (*CYPRINUS CARPIO* L.)

ZUGÁRKOVÁ I., MAREŠ J., MALÝ O.

Oddělení rybářství a hydrobiologie, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

xzugark1@mendelu.cz

Abstrakt

Přikrmování ryb v rybnících rostlinnými krmivými může být jedním z potenciálních zdrojů zvýšení zatížení vodního prostředí fosforem. Fosfor obsažený v rostlinných komponentech krmiv je zastoupen ve formě kyseliny fytové, která je pro kaprovité ryby hůře stravitelná. Může také limitovat některé minerální látky, které jsou vázány na zbytky kyseliny fosforečné. Cílem experimentu bylo hodnocení vlivu přídatku enzymu fytázy spolu s kyselinou citronovou do krmných směsí na produkční parametry v chovu kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.). Příklad přídatku fytázy do krmných směsí zvyšuje využití fytátového fosforu rostlinných komponentů krmných směsí, přídatku kyseliny citronové optimalizuje prostředí pro její působení. Pro experiment bylo vytvořeno pět krmných diet. Jejich základem byla standardní krmná směs KP1 s přídatkem 10 % sójového šrotu, která byla použita jako kontrolní skupina. Experimentální krmné směsi obsahovaly přídatku 500 FTU, 1000 FTU enzymu fytázy a 500 FTU, 1000 FTU s 3 % kyseliny citronové. Test proběhl v 10 nádržích nasazených po 15 ks kapra. Krmný test probíhal 72 dní. Z výsledků u skupin F500 a F1000 byl zjištěno mírné navýšení krmného koeficientu (FCR), resp. snížení specifické rychlosti růstu (SGR) oproti kontrolní skupině. Rozdíly však nedosáhly statisticky významné úrovně. Statisticky významný vliv na FCR a SGR byl zjištěn u skupin s přídatkem kyseliny citronové. U těchto skupin došlo k významnému snížení FCR o téměř 20 % oproti kontrolní skupině (jednocestná ANOVA: $F=24,09$, d.f.=4, $P=0,002$), resp. zvýšení SGR o 11 % oproti kontrolní směsi (jednocestná ANOVA: $F=17,93$, d.f.=4, $P=0,004$). Z výsledků lze usoudit, že použití kombinace fytázy a kyseliny citronové má pozitivní vliv na produkční parametry v chovu kapra. Otázkou je využití minerálních látek navázaných na zbytcích kyseliny fosforečné.

Klíčová slova: kapr, fosfor, výživa ryb, FCR, SGR

Poděkování

Studie byla financována Interní Grantovou Agenturou, IGA IP_12/2017

Název: Sborník příspěvků z konference RYBIKON 2018

Editor: Doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D.
Ing. Jan Grmela, Ph.D.

Za jazykovou a věcnou stránku příspěvků odpovídají jednotliví autoři.
Editor provedl pouze nezbytné úpravy pro přípravu tisku.

Vydala: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Tisk: Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Vydání: první, 2018

Počet stran: 99 stran

Náklad: 170 ks

ISBN 978-80-7509-572-5