

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

Raci jako kořist

Autor: Milan Man

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Bláha, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Lukáš Veselý

Studijní program a obor: Ekologie a ochrana prostředí, Ochrana vod

Forma studia: Prezenční

Ročník: 4.

České Budějovice, 2017

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis:

.....

Milan Man

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Bláhovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, poskytnuté rady, připomínky a hlavně velkou trpělivost při vypracování této bakalářské práce. Také děkuji rodině, která mě vždy podporovala v těžkých chvílích a vytvořila mi tak vynikající podmínky pro studium.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Milan MAN**
Osobní číslo: **V13B014P**
Studijní program: **B1601 Ekologie a ochrana prostředí**
Studijní obor: **Ochrana vod**
Název tématu: **Raci jako kořist**
Zadávající katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce bude:

- 1) vypracování kvalitní literární rešerše obecně o začlenění raků do potravních sítí
- 2) experimentální objasnění podmínek, za kterých se raci mohou stát kořistí ryb.

Student v laboratoři zpracuje vzorek desítek jedinců okouna říčního (*Perca fluviatilis*) z lokalit s výskytem raka říčního (*Astacus astacus*) a vyhodnotí v nich přítomnost zbytků raků. Dále bude student experimentálně testovat na raku mramorovaném (*Procambarus fallax*) a okouna říčním vztah mezi velikostí kořisti a schopností predátora ji pozřít. Experimenty budou probíhat na experimentálním pracovišti ve Vodňanech v malých akváriích v kontrolovaných podmínkách. Vzhledem k přítomnosti nepůvodních druhů raků na stále více lokalitách je tu i možnost jejich eliminace pomocí dravých druhů ryb. Právě délkové vztahy mezi kořistí a predátorem nám mohou mnohé napovědět.

V průběhu práce se student naučí pracovat s webovými vyhledávači vědecké literatury, používat základní laboratorní techniky a osvojí si základy vědeckou práci při plánování, péči a vyhodnocení experimentu.

Rozsah grafických prací: podle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 25 - 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Dorn, N. J., Mittlebach, G. G., 1999. More than predator and prey: A review of interactions between fish and crayfish, *Vie et milieu* 49 (4), 229-237 s.

Garvey, J. E., Stein, R. A., Heather, T. M., 1994. Assessing How Fish Predation and Interspecific Prey Competition Influence a Crayfish Assemblage, *Ecology* 75 (2), 532-547 s.

Kozák, P., Polícar, T., Buřič, M., Kouba, A., 2009. Základní morfologické znaky k rozlišení raků v ČR (2. přepracované vydání), *Edice Metodik* (92), FROV JU, 27 s.

Kozák, P., Ďuriš, Z., Petrusek, A., Buřič, M., Horká, I., Kouba, A., Kozubíková, E., Polícar, T., 2013. *Biologie a chov raků*, FROV JU, 418 s.

Stein, R. A., 1977. Selective Predation, Optimal Foraging, and the Predator-Prey Interaction Between Fish and Crayfish, *Ecological Society of America* 58 (6), 1237-1253 s.

a další relevantní literatura z Web of Science.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Bláha, Ph.D.

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Lukáš Veselý

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: **12. prosince 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2016**

v. z. 
prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Žitův 728/II
389 25 Vodňany (2)


doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

dne

Obsah

1	Úvod	7
2	Literární přehled	8
2.1	Stručná biologie raků	8
2.2	Raci v České republice	9
2.3	Pozice raků v potravním řetězci	9
2.3.1	Potrava raků	9
2.3.2	Predátoři raků	11
2.3.2.1	Savci	12
2.3.2.2	Ryby	14
2.3.2.3	Ptáci	17
2.3.2.4	Kanibalismus	18
3	Materiál a metodika	20
3.1	Analýza potravy okouna	20
3.2	Laboratorní experiment	20
4	Výsledky	22
4.1	Analýza potravy okouna	22
4.2	Laboratorní experiment	23
5	Diskuze	24
6	Závěr	27
7	Seznam použité literatury	28
8	Abstrakt	35
9	Abstract	36

1 Úvod

Raci jsou největší sladkovodní bezobratlí živočichové, jsou důležitou součástí vodních ekosystémů a plní významnou funkci v potravním řetězci (Svobodová a kol., 2010). V některých vodních ekosystémech, mohou tvořit až 50% z celé biomasy bentických bezobratlých živočichů (Momot, 1995; Thomas a Taylor, 2013). Jejich rozšíření je celosvětové, výjimku tvoří jen Antarktida a indický subkontinent. Obývají široké spektrum ekosystémů, jako jsou jezera, řeky, potoky, zatopené lomy nebo vodní toky jeskynních systémů. Některé druhy dokonce budují nory, kde přečkávají nepříznivá období nedostatku vody (Kozák a kol., 2009). Vzhledem k jejich velikosti představují dominantní konzumenty dalších bentických bezobratlých, makrofyt, řas a detritu zvláště v menších tocích, ale i stojatých vodách. Zároveň však mnohdy představují důležitou složku potravy ryb i dalších vodních predátorů (Kozák a kol., 2013; Jurcak a kol., 2016). Raci se nezdají být velmi dobrým zdrojem potravy, neboť jejich využitelný obsah energie je asi poloviční než u bentických bezobratlých nebo ryb (Rabeni, 1992; Elvira a kol., 1996). Nicméně, raci jsou pravděpodobně náchylnější než tyto alternativní kořisti, alespoň v určitých obdobích jejich životního cyklu (Rabeni, 1992). Cílem ekologů je už delší dobu pochopit, jak jsou společenstva formována pomocí biotických sil. Celá řada studií dokázala, že predace a kompetice má dramatický vliv na strukturu společenstva (Garvey a kol., 1994).

Cílem této bakalářské práce bylo vypracování kvalitní literární rešerše o začlenění raků do potravních sítí a zpracování odebraných vzorků okounů říčních (*Perca fluviatilis*) z lokality s výskytem juvenilů raka říčního (*Astacus astacus*). Chtěl jsem tímto ověřit možnost predace okouna říčního na juvenilních jedincích raka říčního. Po velmi nízkém zastoupení raků v analyzovaných okounech bylo přistoupeno k laboratornímu experimentu s tohoročky raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) a okouny. Bohužel tento experiment dopadl zcela neočekávaně a vzhledem k prostorovým možnostem laboratoře a jejímu využití dalšími členy Laboratoře aplikované hydrobiologie pro jiné experimenty jsem neměl možnost tento pokus dále zopakovat.

2 Literární přehled

2.1 Stručná biologie raků

Raci patří mezi zástupce korýšů (Crustacea), jejichž měkké části těla jsou chráněné pevným krunýřem (Schmitt, 1965). Ten je v určitých časových intervalech svlékán. Důležitá je značná schopnost regenerace, která rakům umožňuje nahradit ztracenou část končetin. Ta se postupně zvětšuje při každém dalším svlékání, avšak původní velikosti dosáhne jen zřídka (Štambergová a kol., 2009).

Typickým poznávacím znakem raků je přítomnost pěti párů výrazných kráčivých končetin, a to i přesto, že první pár je opatřen velkými klepety. I ty však používá při chůzi (opírá se o substrát) (Kozák a kol., 2013). Počet končetin je však ve skutečnosti mnohem vyšší. Celkem se jedná o 19 párů (Schmitt, 1965), přičemž každý pár vychází z jednoho tělního článku, které v přední části těla splývají do jednoho celku, takzvané hlavohruď (Kozák a kol., 2013). Zadečkové články nesou naspodu po jednom páru drobných dvouvětevných nožek zvaných pleopody (Souty-Grosset a Fetzner, 2016). U samců je první a druhý pár zesílený a přizpůsobený ke kopulaci, u samic je první pár zakrnělý. Končetiny předposledního zadečkového článku tzv. uropody jsou ploché (Štambergová a kol., 2009).

Raci se rozmnožují sexuálně, výjimkou je jen rak mramorovaný (*Procambarus fallax* f. *virginalis*), který se rozmnožuje partenogeneticky (Štambergová a kol., 2009). Podle Buřiče a kol. (2011) je, za určitých okolností, partenogenetického rozmnožování schopen i rak pruhovaný (*Orconectes limosus*). K páření našich původních druhů raků dochází v podzimních měsících, přičemž začátek období rozmnožování je ovlivněn teplotou vody. U dospělých jedinců lze rozpoznat pohlaví hlavně podle toho, že první dva páry zadečkových nožek samců u čeledi Astacidae a Cambaridae jsou přeměněny v trubicovité kopulační nožky, u samic je pleopod 1. páru zakrnělý. Navíc samci bývají obvykle mohutnější než samice a mívají širší a delší klepeta, zatímco samice mívají klepeta užší a drobnější (Štambergová a kol., 2009). Obecně naše původní druhy raků rostou pomaleji a dosahují pohlavní dospělosti později než nepůvodní druhy. Například velikost raků říčních (*A. astacus*) se na konci prvního roku života pohybuje okolo 15 – 23 mm, ve druhém roce 25 – 48 mm a ve třetím roce 50 – 70 mm. Naproti tomu rak

signální (*P. leniusculus*) na konci prvního roku dosahuje v průměru 30 mm, ve druhém 60 mm a ve třetím 90 mm (Kozák a kol., 2009).

2.2 Raci v České republice

V současné době se u nás ve volné přírodě můžeme setkat celkem s šesti druhy raků (Patoka a kol., 2016) řazenými do dvou čeledí Astacidae a Cambaridae (Štambergová a kol., 2009). Na našem území jsou skutečně původními druhy jen zástupci čeledi Astacidae, rak říční (*A. astacus*) a rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*) (Kozák a kol., 2009). Rak říční je naším nejhojnějším původním druhem raka. Vyskytuje se hlavně v pomaleji tekoucích potocích a říčkách s velkým množstvím přirozených úkrytů. Rak kamenáč se vyskytuje zejména v horních partiích kamenitých, neregulovaných toků, s velkým množstvím úkrytů. Jedná se o nejmenšího a nejpomaleji rostoucího raka ze všech původních evropských druhů (Štambergová a kol., 2009). Na konci 19. století došlo k dovozu a vysazení dalšího evropského druhu – raka bahenního (*A. leptodactylus*). Tento druh je považován současnou českou legislativou za náš původní. Zejména v průběhu minulého století došlo ke značnému poklesu početnosti raka říčního a raka kamenáče na lokalitách nejen v ČR, ale i celé Evropě. Příčin tohoto stavu je hned několik, přičemž k nim určitě patří plošné znečištění vodních toků, rybníků a nádrží a degradace přirozených biotopů. Další příčinou je šíření vysoce infekčního onemocnění, takzvaného račího moru, severoamerickými druhy raků (Kozák a kol., 2009). Těmito nepůvodními druhy volně se vyskytujícími na našem území jsou zástupci čeledi Cambaridae, rak pruhovaný (*Orconectes limosus*) a také nedávno Patokou a kol. (2016) u nás potvrzený rak mramorovaný (*P. fallax* f. *virginalis*). Posledním nepůvodním druhem, je zástupce čeledi Astacidae, rak signální (*P. leniusculus*) (Kouba a kol., 2014). V Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky jsou uvedeny dva původní druhy. Rak říční spadá do kategorie: ohrožený, a rak kamenáč do kategorie: kriticky ohrožený (Štambergová a kol., 2009).

2.3 Pozice raků v potravním řetězci

2.3.1 Potrava raků

Trofické interakce jsou klíčovým prvkem při hodnocení ekologické role populace nebo druhů v jakémkoliv ekosystému (Guan a Wiles, 1998). Všežravci neboli omnivoři mohou mít ve vodních společenstvích spoustu rolí, neboť využívají zdroje z více než

jedné trofické úrovně, včetně nejnižších trofických úrovní (Parkyn a kol., 2001; Thomas a Taylor, 2013). Raci nejsou potravně specializovaní, živí se rozmanitou stravou rostlinného i živočišného původu, přičemž výběr potravy závisí na věku, fyziologickém stavu raka, ročním období (Štambergová a kol., 2009) a chemickém (nutričním) složení jednotlivých zdrojů potravy (Momot, 1995; Cronin a kol., 2002). Jsou schopní výrazně snížit biomasu vodních rostlin a bentických bezobratlých (Cronin a kol., 2002). Diverzita složek potravy raků do jisté míry souvisí i s dostupností kořisti, která je značně vyšší a pestřejší v přirozených habitatech než na uměle přetvořeném stanovišti (Parkyn a kol., 2001; Alcorlo a kol., 2004). Je zde zřetelné výrazné sezónní schéma, kdy raci spotřebovávají více živočišné kořisti v teplých měsících než v zimě (Guan a Wiles, 1998; Alcorlo a kol., 2004). V momentě, kdy se vybraná potrava stane vzácnou, by raci měli přejít na jinou. Na druhou stranu, pokud raci preferují některou složku potravy, budou ji vyhledávat, nezávisle na jejím množství. To by mohlo vyústit až v zánik preferované zvířecí kořisti (Alcorlo a kol., 2004).

Parkyn a kol. (2001) uvádí, že na některých lokalitách s velkým množstvím živočišné potravy, mohou dospělí raci spotřebovat významně více této potravy než juvenilové. Velké množství studií však potvrdilo, že dospělí raci využívají jako potravu zejména vegetaci a detrit (Goddard, 1988; Guan a Wiles, 1998; Parkyn a kol., 2001; Štambergová a kol., 2009). Cronin a kol. (2002) zjistili, že některé rostliny s vysokými koncentracemi proteinu, dusíku a vysokou suchou hmotností, se stávají více upřednostňovanými složkami potravy, a některé méně výživné rostliny, raci nevyhledávají. Existují však i makrofyty s vysokým obsahem proteinů a dusíku, které nejsou příliš vyhledávány, neboť obsahují chemické látky, které raky odpuzují.

Naopak mladí, rychle rostoucí juvenilní jedinci upřednostňují vodní bezobratlé (Parkyn a kol., 2001; Alcorlo a kol., 2004), neboť z nich získávají proteiny, které podporují rychlý růst (Momot, 1995). Využití detritu pro růst se však prokázat nepodařilo (Parkyn a kol., 2001). Je tu i možnost, že větší raci preferují vegetaci a detrit, protože je pro ně obtížné chytit rychle se pohybující kořist (Abrahamsson, 1966). Detrit může být zdrojem nebílkovinných živin nebo karotenoidů, pro raka nedostupných z živočišné potravy, ale velká část nutriční hodnoty detritu je čerpána z mikrobiální flóry (houby a bakterie) (Parkyn a kol., 2001). Raci také mohou ve velkém množství konzumovat vajíčka a larvy obojživelníků, a to i přesto, že většina z nich je

nepoživatelných (toxických) pro ostatní predátory. Raci jsou totiž proti těmto toxinům velice odolní (Wilson a Williams, 2014; Nunes a kol., 2014). Bezpečným způsobem přijímání potravy, v období mezi svlékáním krunýře a zpevněním nového, je možnost filtrace řas a částeczek detritu z vody, neboť rak nemusí opustit úkryt (Štambergová a kol., 2009).

2.3.2 Predátoři raků

Již dlouhou dobu je známo, že predátoři jsou důležití pro udržení diverzity a stability terestrických i vodních ekosystémů, a to tím, že ovlivňují populaci organismů, které jim slouží jako kořist, prostřednictvím selektivní predace. Predátoři nejednají tak, že by si vybírali potravu s ohledem na její dostatek, ale spíše si selektivně vybírají specifické organismy nebo jen jejich určité vývojové stádium (Stein, 1977). Velikost raka hraje velkou roli v chování v přítomnosti predátora. Juvenilní raci reagují odlišně od dospělých raků. Reakcí juvenilních raků, je nejčastěji omezení pohybů. V případě dospělých raků není reakce na predátora tak silná, ale v případě ohrožení používají klepeta k obraně (Stein a Magnuson, 1976; Keller a Moore, 2000; Jurcak a kol., 2016). Relativní riziko predace pro vodní kořist suchozemskými a vodními predátory se může lišit v období dostatku vody a v období sucha, protože přístup k vodní kořisti může být ovlivněn hloubkou vody. Riziko predace ze strany vodních predátorů, jako jsou ryby, je typicky větší v hlubokých vodách než v těch mělkých, zejména u menších raků (Wolff a kol., 2016). Někteří malí raci se přesouvají z hluboké vody na mělčinu, aby se predaci ryb vyhnuli, ale ani tam nejsou tak úplně v bezpečí. Mezi predátory raků totiž nenajdeme jen vodní živočichy, ale i řadu těch suchozemských (Englund a Krupa, 2000). Suchozemští predátoři si vybírají spíše větší raky než ty malé, protože zvládnou raky všech velikostí a větší raci představují větší zdroj energie, zatímco vodní predátoři si vybírají menší raky, protože ryby mají omezenou schopnost rozevření úst (Wolff a kol., 2016). V největším nebezpečí jsou juvenilní stadia a také raci v období těsně po svlékání. V tomto období ještě nemají krunýř dostatečně zpevněný. K bezobratlým predátorům juvenilních raků můžeme zařadit kupříkladu vodní plošnice, larvy šídel, vážek a vodních brouků. Juvenilní raci mohou sloužit jako potravina taktéž invazním blešivcům *Dikerogammarus villosus* (Štambergová a kol., 2009). Nejvýraznějším predátorem z řad ryb je zejména okoun říční (*P. fluviatilis*) a to obzvláště v případě, kdy mají raci k dispozici nedostatečný počet úkrytů (Kozák a kol., 2009). Riziko predace

totiž také závisí na velikosti částic substrátu nebo na přítomnosti jiných prvků, které mohou poskytnout úkryt. Raci jsou ve větším riziku v prostředí s písčitým substrátem než třeba v prostředí s valounky nebo makrofyty, které poskytují útočiště před napadením (Kershner a Lodge, 1995). V některých oblastech mohou být raci ohrožováni silným predačním tlakem norka amerického a vydry říční. Zároveň bychom neměli zapomínat, že lov a chov raků byl a pořád je tradiční součástí akvakultury nejen v Evropě, ale i řadě zemí světa (Kozák a kol., 2009). Raci jako jedni z mála bezobratlých, slouží jako potrava člověka. Zvýšený zájem o konzumování račího masa a snižující se množství raků, kteří jsou loveni pro konzumní účely z volných vod, ovlivňuje stále se zvyšující počet farem zabývajících se chovem raků. Ve větším rozsahu jsou raci tradičně konzumováni především ve Skandinávii a Francii (Kouřil a kol., 1997).

Zdá se, že právě predace je patrně rozhodujícím faktorem, který ovlivňuje populaci raka říčního v přírodních ekosystémech, třebaže jsou raci jako potrava pro predátory spíše sezónní záležitostí (Kozák a kol., 2013).

2.3.2.1 Savci

Mezi nejčastější savčí predátory raků v Evropě patří zejména vydra říční (*Lutra lutra*) (Delibes a Adrián, 1987; Beja, 1996; Britton a kol., 2017) a norek americký (*Mustela vison*) (Bryja a Zupal, 2006; Fischer a Nová, 2008; Melero a kol., 2008; Fischer a kol., 2009). Dále se uvádí například i liška obecná (*Vulpes vulpes*) (Correia, 2001), ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*), hryzec vodní (*Arvicola terrestris*), mýval severní (*Procyon lotor*) a potkan (*Rattus norvegicus*) (Štambergová a kol., 2009).

Vydry říční chytají potravu na nejrůznějších stanovištích, po ponoření hledají a lokalizují kořist pomocí zraku v čisté vodě, doplněné jejich citlivými vousky v kalné vodě (Carss, 1995). Hlavní složkou potravy vyder jsou nejčastěji nejrůznější druhy ryb, průměrně až 80 % kořisti (Melero a kol., 2008; Poledníková a kol., 2009). Vydry si ovšem rády pochutnají i na dalších živočišných druzích, které se nacházejí ve vodě nebo v jejím blízkém okolí (Correia, 2001), ty jsou však hlavně sezónní záležitostí (Britton a kol., 2017). Patří mezi ně především raci (Correia, 2001), žáby a hmyz (Poledníková a kol., 2009). Podle Carse (1995) mohou existovat také rozdíly v potravě mezi mladistvými a dospělými vydrami, což autor vysvětluje postupným zlepšováním loveckých dovedností vyder a zaměřením se na sice rychlejší kořist, ale za to

poskytující více energie. Watt (1993) zaznamenal, že strava mladistvých vyder obsahuje významně větší část korýšů (kraba pobřežního, *Carcinus maenas*), a méně ryby. U dospělých jedinců tomu však bylo přesně naopak. V lokalitách s menším výskytem ryb mohou korýši a obojživelníci tvořit nejvýznamnější složku potravy vydry. Nejčastěji se jedná hlavně o menší vodní tůně, lokality, jejichž vodní hladina je výrazně závislá na dešťových srážkách nebo o periodicky zaplavované lokality. Tato tendence byla vysledována zvláště u populací vyder ve Středomoří (Lyach, 2014).

Výzkumy z Portugalska naznačily, že se raci mohou stát po úhořích druhým nejpodstatnějším zdrojem energie vyder, především od dubna do října. Odborníci odhadují, že na celoročním příjmu energie mají 18% podíl. Zbytek roku se jako hlavní potrava uplatňují kaprovité ryby a žáby (Beja, 1996). V případě výskytu raka je vydra schopna se přeorientovat na tento zdroj potravy, pokud je dostatečný a omezit částečně či zcela konzumaci ostatních potravních organismů (ryb, obojživelníků, vodního hmyzu), alespoň to napovídají studie ze Španělska, kam byl zavlečen rak červený (*P. clarkii*), který se následně stal hlavním zdrojem potravy pro místní vydry (Delibes a Adrián, 1987).

Norek americký lokálně působí velmi negativně na populace raků a je schopen za několik let jejich populaci znatelně zredukovat (Petrušková a kol., 2007). Norci jsou spojeni s širokou škálou vodních biotopů, včetně horských a nížinných toků, kanálů a pobřeží, ačkoli mohou žít i odděleně od vody, kde je dostatek kořisti (Halliwell a Macdonald, 1996). V České republice, byli první jedinci zaznamenáni v přírodě na počátku 60. let, ale nyní jsou pozorováni po celé republice (Dungel a Gaisler, 2002; Fischer a kol., 2009). V oblastech kde je přítomna vydra, loví norci výrazně méně ryby, a více se orientují na raky, ptáky a savce (Melero a kol., 2008; Poledníková a kol., 2009).

Z předběžných výsledků dlouhodobé studie vlivu predace norků na vybrané populace raka kamenáče vyplynulo, že norci jsou zodpovědní za snížení početnosti populace raků v období let 2000 - 2004 o 52 %! Jedná se o více než 3000 raků na 1 km toku a rok (Fischer a Nová, 2008)! Výskyt norka amerického byl prokázán na přibližně 58 % zkoumaných lokalit s výskytem raka kamenáče. Navíc na všech zbylých lokalitách je přítomnost tohoto savce vysoce pravděpodobná. Predační tlak je velmi silný což dokumentuje vysoký počet nalezených požerků (až 1947 ks na km toku). Z

předpokládané hustoty populací to představuje až 13,1 %. Navíc se zdá, že norci preferují lovení větších jedinců (Bryja a Zupal, 2006; Fischer a kol., 2009).

2.3.2.2 Ryby

Interakce mezi rybou a rakem ovlivňují vzorec toku energií a biologickou kompozici vodních společenství. Raci dominují stálé biomase bentických bezobratlých. Konzumací raků rybí predátoři přenášejí energii z bentosu do vodního sloupce. Odstranění raků rybami může mít také kaskádovitý efekt na jiné druhy, protože raci typicky ovlivňují složení makrofyt, řas a společenství bezobratlých. Interakce mezi raky a rybami jsou důležité také pro rybáře, neboť ceněné ryby jako třeba okounci pstruhoví (*Micropterus salmoides*), černí (*M. dolomieu*) a skalní (*Ambloplites rupestris*) se spoléhají na raky jako na svůj zdroj potravy (Keller a Moore, 2000). Pro rybího predátora existuje určitá optimální velikost kořisti. Ta je založena na době zpracování a energetické návratnosti. Kořist musí být dostatečně velká, aby ji bylo vidět, ale dostatečně malá, aby se dala ulovit. Velmi malí raci jsou většinou ignorováni nebo nedostupní. Velcí raci jsou zase imunní proti útoku, protože mají slušné obranné schopnosti (Stein a Magnuson, 1976; Hoyle a Keast, 1987; Rabeni, 1992). Morfologické vlastnosti jako je velikost mohou změnit chování predátorů i kořisti v průběhu ekologické interakce, takže výsledek a důležitost ekologických interakcí bude nejspíš záviset na velikosti struktury druhů tvořící biologické společenství (Keller a Moore, 2000). Podstatně může změnit chování predátorů i míra aktivity kořisti. Aktivní kořist by měla být viditelnější, a tudíž náchylnější než kořist neaktivní. Snížená aktivita kořisti by měla být v přítomnosti predátora výhodou (Stein a Magnuson, 1976).

Když nepočítáme vysloveně rakožravé druhy, tak nepředstavují ryby pro větší raky většinou žádnou velkou hrozbu (Kouřil a kol., 1997). Zatímco dospělí raci jsou pod útokem populací norků, mladá ráčata jsou ohrožována nepřiměřeným vysazováním rybích druhů, zejména dravců, které jsou často schopné vyhladit celou nultou generaci ráčat (Kubíniová, 2010). Jako predátoři evropských druhů raků, mezi rybami, se uvádí druhy okoun říční (*Perca fluviatilis*), pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*), siven americký (*Salvelinus fontinalis*), mník jednovousý (*Lota lota*), pstruh obecný (*Salmo trutta*), úhoř říční (*Anguilla anguilla*), štika obecná (*Esox lucius*), parma obecná (*Barbus barbus*), sumec velký (*Silurus glanis*), lín obecný (*Tinca tinca*), vranka obecná

(*Cottus gobio*), jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*) a kapr obecný (*Cyprinus carpio*) (Štambergová a kol., 2009).

Ve většině případů, jsou ryby mnohem větší než většina bezobratlých. V těchto případech je celkem jasné, kdo je ve výhodě. Přesto někteří raci mohou dosáhnout takové velikosti, nebo mohou mít tak pevný krunýř, že už dále nejsou v ohrožení ze strany většiny rybích predátorů. V tomto ohledu, se dají jednotlivé studie na téma vzájemných interakcí ryb a raků, rozdělit na dvě skupiny. První z nich jsou tradiční studie, kdy je ryba označena za jednoznačného predátora, a rak za kořist. Tyto studie se většinou zabývají působením ryby na chování raka (Stein a Magnuson, 1976; Garvey a kol., 1994; Keller a Moore, 2000), dále pak zjišťují velikost raka (Stein, 1977; Hoyle a Keast, 1987), kterou ryby upřednostňují, a v neposlední řadě sledují vliv substrátu na tyto interakce (Stein a Magnuson, 1976; Stein, 1977). Tou druhou jsou studie, kde raci nejsou označeni jen za oběti, ale i za ty, kteří rybám škodí, a zároveň si navzájem konkurují (Dorn a Mittelbach, 1999).

Tradiční studie negativního působení ryb na raky

Hoyle a Keast (1987) zjistili, že dravá ryba, zachází s rakem jinak než s ostatní kořistí (malou rybou, žábou). Pokud je tato kořist předložena dravé rybě, ta nejdříve uchopí kořist za hlavu a pak ji spolkně, přičemž čas zpracování je velmi rychlý. U raka je tato doba mnohem delší, neboť ryba bere raka do úst a pak ho upustí několikrát za sebou, než ho spolkně. Nejspíš se pokouší raka nejdříve oslabit. Stein a Magnuson (1976) uvádějí, že malí, náchylní raci reagují na přítomnost predátora výrazněji než ti velcí, omezením svých aktivit a volbou substrátu, který by jim poskytl nejlepší ochranu. Keller a Moore (2000) dodávají, že malí raci mohou také reagovat zvýšenou frekvencí pohybu zadečku. Zároveň samečci bývají aktivnější a méně zstrašení než samičky. Oplodněné samičky se však ukázaly být agresivnější a schopnější při získávání úkrytu (Stein, 1977). Chování, které by mělo snížit náchylnost, jako je zahrabávání či vystavování klepet, se zvyšuje u raků všech velikostí (Stein a Magnuson, 1976). Keller a Moore (2000) přišli na to, že raci se chovají podobně, jak při interakci s dravými, tak i nedravými rybami, což naznačuje, že raci se vyhýbají setkání s rybami obecně, spíše než by se spoléhali jen na signály (např. chemoreceptory - vnímají pach vzdálenějšího objektu), které by je varovali o tom, zda je ryba, které čelí predátorem či nikoliv.

Při různé nabídce velikostí raků, dávají rybí predátoři nejprve přednost nejmenším rakům a postupně, jak nabídka menších kusů ubývá, si vybírají kořist postupně větších a větších rozměrů. Ovšem když jim je nabídnuta stejná nabídka raků v prostředí s velkými částčkami substrátu (valounky), požívají nejprve středně velké raky, neboť malí raci jsou zde méně viditelní. Zdá se, že zdlouhavější hledání raků snižuje pro predátora jejich hodnotu. Pokud jsou však k dispozici raci stejné velikosti, pak dá přednost těm s menšími klepety a loví je ve vzestupném pořadí. Jelikož samičky mívají menší klepeta než samečci, jsou obvykle sežrány jako první (Stein, 1977). Ačkoliv rybí predátoři upřednostňují menší raky, jsou známy i případy, kdy se větší raci stávají kořistí snadněji. Garvey a kol. (1994) vytvořili hypotézu, že některé druhy raků, které dorůstají větších rozměrů, mohou vykazovat chování (zvýšená aktivita), které přispívá k větší pravděpodobnosti stát se kořistí. Důvodem může být také nízká agresivita větších druhů raků, přičemž je mohou menší, ale agresivnější raci vyhnat z úkrytů. Dalším důležitým aspektem je fáze svlékání krunýře, přičemž nejnáchylnější jsou nedávno svlečení jedinci (Stein, 1977).

Negativní působení raků na ryby a jejich vzájemná kompetice

Dorn a Mittelbach (1999) přinášejí v jejich práci trochu jiný pohled na interakci ryb a raků. Na rozdíl od ostatních, neřeší tradičně jen negativní působení ryb na raky, ale i negativní působení raků na ryby. Kromě tradičního pohledu, kdy je ryba striktně označena za predátora, a rak za její kořist, zmiňují i ryby, které jsou příliš malé na to, aby se živily raky. Takovéto ryby (např. vranka obecná) sdílejí s raky jak zdroje potravy, tak i predátory. V tomto případě raci soupeří s rybami nejen o potravu, ale i o omezený počet úkrytů. Tyto ryby jsou často vytlačeny a jsou tím nuceny zvýšit svou aktivitu (Rahel a Stein, 1988; Thomas a Taylor, 2013; Jurcak a kol., 2016). V dosud provedených zkoumáních, byly výsledky značně různorodé a závislé na zkoumaných druzích ryb a raků (Dorn a Mittelbach, 1999).

Dalším potenciálně negativním působením je predace raků na rybích vajíčkách (Dorn a Mittelbach, 1999; Findlay a kol., 2015). Přítomnost raků může zpozdit úspěšnou reprodukci ryb, což vede k nižší biomase mladých jedinců v rybnících s raky, nebo jí dokonce úplně zabránit (Dorn a Mittelbach, 2004). Findlay a kol. (2015) došli k závěru, že rybí vajíčka konzumují zejména větší raci (s délkou hlavohruďi větší než 24 mm), u menších se jedná o výjimečnou záležitost. V této interakci však záleží i na druhu

ryby. Z výsledků jednoho z experimentů (Savino a Miller, 1991) vyplývá, že vajíčka okounka černého (*M. dolomieu*) jsou v mnohem větším nebezpečí než vajíčka sivena obrovského (*Salvelinus namaycush*), jelikož okounek černý klade vajíčka za vyšších teplot než siven obrovský, přičemž v jedné ze studií (Horns a Magnuson, 1981) bylo prokázáno, že množství raky zkonzumovaných vajíček roste, spolu se stoupající teplotou. Navíc okounci koncentrují svá vajíčka do hnízd, na mělčině litorální zóny, což je vystavuje mnohem většímu riziku predace ze strany raka, než široce rozptýlená vajíčka sivena. Predace raků na vajíčkách sivena, by tedy byla důležitá jen v případě vysokého množství raků a nízkého množství vajíček v dané oblasti (Dorn a Mittelbach, 1999). V neposlední řadě škodí raci tím, že požírají nebo jinak poškozují vodní rostliny, čímž zmenšují přirozené prostředí pro juvenilní ryby (Lodge a Lorman, 1987; Dorn a Mittelbach, 1999). Je tu i možnost predace dospělých raků na menších rybách (Guan a Wiles, 1998; Taylor a Soucek, 2010; Thomas a Taylor, 2013). Guan a Wiles (1998) dokonce uvádějí, že ryby mohou představovat jednu z nejvýznamnějších složek potravy dospělých raků v létě a na podzim.

2.3.2.3 Ptáci

Výzkum naznačuje, že ptáci mají důležitou roli v potravních sítích vodních ekosystémů (Cairns, 1992). Z řad ptáků, raky konzumují především druhy, které se vyskytují poblíž vod. Mezi tyto ptáky na našem území patří například volavka popelavá (*Ardea cinerea*), ledňáček říční (*Alcedo atthis*) nebo čápi (*Ciconia spp.*). Predátory raků však mohou být i vrána obecná (*Corvus corone*) či puštík obecný (*Strix aluco*) (Štambergová a kol., 2009). Mimo Českou republiku jsou nejčastěji uváděni například ibis bílý (*Eudocimus albus*) (Kushlan, 1979; Boyle a kol., 2014), kvakoš žlutočelý (*Nyctanassa violacea*) (King a Leblanc, 1995), kormorán ušatý (*Phalacrocorax auritus*) (Seefelt a Gillingham, 2006). Hlavně malí raci, při vypouštění rybníků před výlovem, jsou ohroženi predací racků (Štambergová a kol., 2009). Kushlan (1979) uvádí, že výběr potravy ptáků se liší zejména mezi vnitrozemím a pobřežními stanovišti. Podle něho na pobřeží dominují v potravě především ryby a v jezerních koloniích tvoří největší část zkonzumované potravy raci, a to i přesto, že jsou ryby často nejdostupnější kořistí. Při velkém poklesu hladiny vody je pravděpodobný přechod ptáků z raků na rybí kořist (Boyle a kol., 2014). Smith (1997) naopak uvádí, že ptáci u vnitrozemského jezera konzumují raky jen v nepatrném množství a v jejich potravě převažují ryby. Z toho vyplývá, že preference jednotlivých složek potravy nezáleží jen na ptačím druhu, ale i

na typu lokality (Kushlan, 1979; Smith, 1997). Correia (2001) zase naznačuje, že míra predace ptáků na racích závisí na ročním období, přičemž obecně je výběr raka všemi ptáky intenzivnější na jaře, v létě a na podzim než v zimě. Podle Kushlana (1979) ptáci ve volné přírodě většinou upřednostňují kořist, která je dost malá, aby se dala spotřebovat okamžitě po chycení, neboť u zpracovávání větší kořisti hrozí její sebrání jiným ptákem. Correia (2001) naproti tomu ve své studii uvádí, že ptáci se zaměřovali na větší a těžší jedince raka. Dodává však, že takto velcí raci byli nejdostupnější kořistí na sledovaném území.

2.3.2.4 Kanibalismus

Důležitým pojmem u raků je kanibalismus, což znamená požívání jedinců vlastního druhu. Většina autorů je přesvědčena, že se raci uchylují ke kanibalismu jen tak, ale najdou se i tací, kteří věří, že k němu dochází jen při skutečném hladu (Kozák a kol., 2013). Je ovlivňován různými biotickými a abiotickými faktory. Jedná se především o hustotu chovu, stav svlékání, rozdílné velikosti, fotoperiodu, intenzitu světla a dostupnost úkrytů a potravy. Nicméně jejich relativní efekt je často závislý na druhu nebo stupni vývoje (Romano a Zeng, 2017). Asi nejdůležitějším faktorem je dostupnost potravy. Při vysoké hustotě populace, raci poměrně rychle zredukuje hojnou, vysoce kvalitní potravu, obzvláště méně pohyblivé bezobratlé. V důsledku toho klesá míra růstu, raci jsou nuceni přejít na méně hodnotné potravinové zdroje a v neposlední řadě dochází k nárůstu kanibalismu. (Alcorlo a kol., 2004). Kanibalismus může být v populacích a hlavně v chovech raků poměrně podstatný (Taugbøl a Skurdal, 1992; Guan a Wiles, 1998; Alcorlo a kol., 2004; Barták a kol., 2010). Převládání kanibalismu mezi mnoha komerčně významnými raky je jedním z největších omezujících faktorů pro jejich produktivitu a ziskovost v akvakultuře (Romano a Zeng, 2017). Podle některých autorů studií, jsou kontinuální světelné podmínky způsobem, jakým lze omezit agresivní chování a tím snížit míru kanibalismu v chovech raků (Taugbøl a Skurdal, 1992; Romano a Zeng, 2017). Guan a Wiles (1998) a Houghton a kol. (2017) došli k závěru, že pravděpodobnost kanibalismu narůstá s velikostí raka a hustotou populace. Houghton a kol. (2017) dodávají, že se však neliší mezi pohlavími. Podle nich tedy stačí odebrat větší jedince raků od těch menších, čímž se zvýší přežívání juvenilních jedinců.

Guan a Wiles (1998) však upozorňují, že raci požívají i svlečené kutikuly. Odlišení svlečené kutikuly a pozřené raka je velice pracné. Kutikula z pozřené raka se

většinou pozná z přítomnosti zbytků svalů, barvy (šedá pro svlečené kutikuly a červená a hnědá pro oběti) a tloušťky (tenká u svlečků, zatímco tlustá u obětí).

3 Materiál a metodika

3.1 Analýza potravy okouna

Vzorky pitvaných ryb byly zpracovány v hydrobiologické laboratoři Laboratoře etologie ryb a raků VÚRH ve Vodňanech na začátku června 2015 a byly získány z odchovného rybníka račí a rybí farmy JOTRA v Nové Peci v roce 2014. Jednalo se o rybník o rozměrech 30x20 m s průměrnou hloubkou 1,2 m, ve kterém se odchovávali roční raka říčního (*A. astacus*), respektive zde přezimovali. Do rybníka bylo nasazeno ca 100 kusů samic raka říčního s vajíčky. Zároveň zde bylo několik desítek perforovaných cihel coby úkryty pro vylíhlá ráčata. K analýze potravy bylo shromážděno 163 okounů říčních (*P. fluviatilis*). Nejdříve byly ryby na místě samostatně měřeny na nejbližší mm a váženy s přesností 0,1 g. Pomocí měrky byla měřena délka těla (SL) a celková délka těla (TL). Posuvným měřítkem byla dále změřena možnost rozevření úst s přesností 0,1 mm. Poté byly ryby samostatně váženy pomocí analytických vah KERN ABT 220-4M.

Pitva probíhala na pevné podložce. Nejprve byla nůžkami prostříhnuta břišní partie od řitního otvoru až ke krajině žaberní. Druhý stříh byl proveden od řitního otvoru po horním okraji dutiny břišní, aby se tato celá odkryla. Poté byl vyjmut žaludek s jícnem a částí střeva. Obsah žaludku byl přenesen na Petriho misku a pod binokulární lupou Olympus SZX9 zjištěno zastoupení jednotlivých potravních složek. Všechna data byla zapsána do programu Microsoft Office Excel. U nalezených raků či jejich zbytků byla změřena délka hlavohruďi a z ní odhadnuta celková velikost raka.

3.2 Laboratorní experiment

Experiment byl prováděn v akvarijní místnosti Ústavu akvakultury a ochrany vod v Českých Budějovicích v listopadu 2015. Vzorky okouna říčního (*P. fluviatilis*) byly získány z výlovu rybníků MO ČRS Blatná. Bylo připraveno 41 důkladně vyčištěných, plastových akvárií (rozměry: délka 70 cm, šířka 20cm, výška 25 cm) naplněných ca 30 litry vody a nainstalovaným vzduchováním. Predátoři byli rozděleni do dvou velikostních kategorií: 10 - 15 cm a 15 – 20 cm. K těmto byli přidáni jedinci raka signálního (*P. leniusculus*) s velikostí 20 – 35 mm celkové délky těla. Okouni se nejdříve adaptovali 14 dnů v nádrži, a byli krmeni střevličkou východní (*Pseudorasbora*

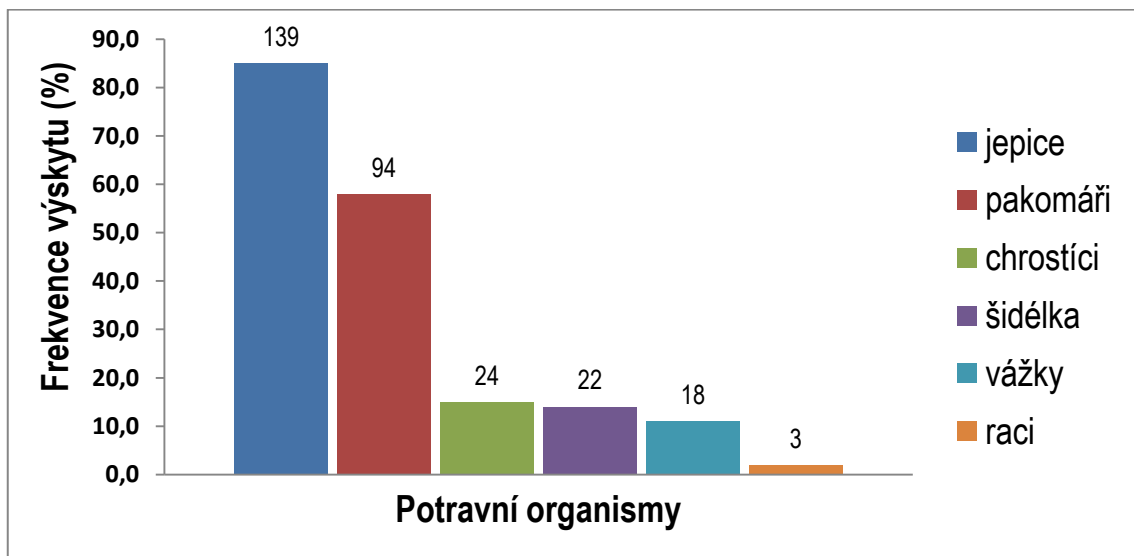
parva). Poté byli přesunuti do akvárií, kde se aklimatizovali 24 hodin. Po této době byli do akvárií přidáni raci. V každém ze čtyřiceti malých akvárií byl jeden okoun a jeden rak. Poslední akvárium bylo ponecháno bez okouna jako kontrola. Okouni a raci zde byli ponecháni po dobu 48 hodin, během nichž byli pravidelně kontrolováni.

4 Výsledky

4.1 Analýza potravy okouna

Průměrná délka těla (SL) analyzovaných okounů byla $111,2 \pm 5,8$ mm, průměrná celková délka těla (TL) $132,8 \pm 6,9$ mm, průměrná schopnost rozevření úst $13,5 \pm 1,1$ mm a průměrná hmotnost $29,9 \pm 5,3$ g.

Dominantními složkami v potravě analyzovaných ryb byly jepice (Ephemeroptera) a pakomáři (Chironomidae), tyto potravní složky byly nalezeny u 85 % a 58 % okounů. V menší míře se v trávicích traktech zkoumaných ryb vyskytovaly larvy chrostíků (Trichoptera) 15 %, šidélka (Coenagrionidae) 14 % a vážek (Libellulidae) 11 %. Ostatní složky potravy nebyly významné. Jednalo se zejména o klešťanky (Corixidae), plže (Gastropoda) a larvy brouků (Dytiscidae). Raci říční byli nalezeni jen ve třech zkoumaných okounech a to vždy jeden jedinec (Graf 1). Trávicí trakt bez potravy byl zaznamenán pouze u jediného okouna.



Graf 1: Frekvence výskytu hlavních složek potravy analyzovaných okounů (čísla nad sloupci jednotlivých potravních složek vyjadřují absolutní počet okounů, u kterých byla daná složka potravy nalezena).

Detailní informace o velikosti okounů, kteří pozřeli raka a o racích, kteří v nich byli nalezeni, přináší Tabulka 1. U jednoho okouna byly ovšem zbytky raka značně natrávené a tak nebylo možno stanovit ani délku hlavohrudi (DH) či délku těla (DT) raka, zbytky těla byly pouze zváženy.

Tabulka 1: Parametry okounů, v kterých se našli raci a nalezených raků.

parametr	1.	2.	3.
okoun říční			
SL [mm]	109	116	121
TL [mm]	131	134	145
rozevření úst [mm]	13,7	13,7	15,3
váha [g]	29,3	30,8	44,0
rak říční			
DH [mm]	-	8,84	14,14
DT [mm]	-	24,55	38,15
váha raka [mg]	115	278	441

4.2 Laboratorní experiment

Skupině menších okounů (TL do 15 cm) byli předloženi raci, ale ryby o ně po celou dobu experimentu (48 hod) nejevily žádný zájem. Okouni se po většinu času pohybovali na opačné straně akvária, než na které se drželi raci a vypadaly stresované. Raci v akváriích výrazně snížili četnost pohybů a po většinu času se drželi u hladiny v rohu nádrže a nejevili známky nějaké aktivity. V průběhu experimentu jeden z okounů z neznámých důvodů uhynul. Další část pokusu s většími okouny (TL nad 15 cm) nebyla z časových a prostorových důvodů provedena.

5 Diskuze

Výsledky analýzy potravy okouna byly v souladu s ostatními podobnými studiemi, které jako dominantní složku v potravě juvenilních okounů uvádějí obecně larvy hmyzu, zejména pak larvy jepic (Ephemeroptera), či larvy a kukly pakomárů (Chironomidae) (Craig, 1974; Okun a Mehner, 2005; Bláha, 2013; Bláha 2014). Někteří autoři dokumentují výraznou preferenci larev hmyzu i v dospělosti (Adámek a kol., 2004). Předpokládám však, že u výše citovaných studií se jednalo o lokality bez přítomnosti raka.

Na druhou stranu Moriarty (1963) či Nyström (2006) při analýze potravy okounů z Irských či Švédských jezer zjistili, že raci jsou častější složkou potravy zejména větších okounů (TL > 15 cm). Navíc se zdá, že to neplatí jen pro okouny. Hickley a kol. (1994) při zkoumání potravních preferencí okounka pstruhového zjistili, že okounci s velikostí do 260 mm preferují hmyzí kořist, přičemž raci patří k nejvýznamnějším složkám potravy jen u okounků větších rozměrů. Vše je ale odvislé od konkrétní potravní nabídky a podmínek v místě výskytu okouna. Sami autoři vysvětlují tento fakt rozdílnou biologii druhů, tedy aktivitou během dne či noci. Okouni jako vizuální predátoři (Bergman, 1988) loví kořist za dobrých světelných podmínek orientující se zrakem (Hickley a kol., 1994). Pokud jsou si juvenilní raci vědomi nebezpečí ze strany predátorů, omezí svou denní aktivitu a za potravou vyráží až po západu slunce. Pokud jsou ale lokality s výskytem raků chudé na přirozené úkryty, je procento výskytu raků v potravě okounů vyšší (Nyström, 2006). Do rybníků, ze kterých byli okouni odloveni pro analýzy, bylo nasazeno přibližně 100 samic raka říčního s vajíčky (Trampota, osobní sdělení). Pro vylíhlá ráčata zde bylo k dispozici několik desítek perforovaných cihel, které sloužily jako úkryt. Tyto cihly byly rozmístěny na ploše cca 60 m² kolem lávky.

Jelikož Rezsú a Specziár (2006) uvádějí, že v rámci určitého prostředí se stravování ryb nemění pouze s velikostí ryb, ale také sezónně a mezi jednotlivými roky, mělo by se do budoucna experimentálně otestovat složení potravy okouna říčního z lokalit s výskytem raků i v dalších měsících v roce. Poněvadž menší ráčata mohla být již v žaludcích okounů natolik rozložena, že nebylo možné jejich zbytky pod binokulární lupou identifikovat, či případně rozlišit od zbytků larev hmyzu, je tu také možnost, že celkový obsah račí kořisti v analyzovaných okounech mohl být reálně mnohem vyšší.

Experiment v malých akváriích dopadl vcelku odlišně od ostatních studií. Po předložení raků rybám, o ně okouni po celou dobu experimentu nejevili žádný zájem. Ryby se po většinu času pohybovaly na opačné straně akvária, než na které se drželi raci. V experimentu byli použiti malí okouni s velikostí v rozmezí 10 - 15 cm celkové délky, což by mohl být důvod zvláštního výsledku experimentu. Většina ostatních autorů, kteří došli k závěru, že ryby konzumují raky, totiž použila ryby o velikosti větší než 15 cm (Stein a Magnuson, 1976; Stein, 1977; Söderbäck, 1992). Stein (1977) zmiňuje, že rozdíly v konzumaci raků rybami, mohou být způsobeny velkou velikostí raka. To by podporovalo možnost, že raci použiti v našem experimentu mohli být na použité okouny příliš velcí. Stein (1977) však zároveň uvádí, že tito raci sice nemusí být zkonzumováni, ale ryby na ně přesto útočí. Takže i kdyby byli raci použiti v našem experimentu moc velcí na pozření použitými okouny, tak by se měli okouni alespoň pokusit na raky zaútočit, což se ale nestalo.

Důvodem tohoto výsledku mohl být také fakt, že všichni zmínění autoři používali na dně akvária vždy nějaký substrát (písek nebo malé oblázky), neboť zkoumali i jeho vliv na interakci mezi rybou a rakem. My jsme prováděli experiment v akváriu naplněném jen vodou bez substrátu, abychom vyloučili vlivy prostředí. Je ale možné, že se testování živočichové mohli cítit nepřírodně. Jelikož Stein (1977) uvádí, že mladí raci (< 1,9 cm) byli 24 hodin hladovějícím okounkem snadno zpracováni, tak nedostatečná doba hladovění nejspíš nebude důvodem nezájmu okounů o raky při našem experimentu. Chování ryb však mohla také ovlivnit přítomnost většího počtu jedinců raka v nádrži jen s jedním okounem (Stein a Magnuson, 1976; Söderbäck 1992) nebo dlouhá doba trvání experimentu. Například Söderbäckův (1992) experiment probíhal 20 dní (od přidání okouna k rakům), což je výrazný rozdíl oproti našim 48 hodinám.

Hlavním důvodem proč okouni v našem experimentu neútočili na raky, by mohl být fakt, že jsme do akvária k jednomu rakovi vpustili jen jednoho okouna. Keller a Moore (2000) nechali v nádrži s rakem dva okouny žluté, a ti útočili na raky více než ostatní ryby (okounci) použité v tomto experimentu. Eklöv (1992) totiž upozorňuje, že okoun je společenský druh s efektivitou zvýšenou vzájemnými interakcemi. To znamená, že se cítí lépe v prostředí s dalšími rybami, než když je osamocen. Chování okounů v našem experimentu tomu nasvědčovalo. Okouni se pohybovali pomalu a vypadali stresované.

To mohlo být způsobeno tím, že okouni byli zvyklí být v přítomnosti dalších okounů (i v nádrži, kde se před experimentem adaptovali), a skutečnost, že se najednou ocitli sami v malém akváriu, je mohla rozrušit.

Je tu i možnost špatného snášení rozdílné teploty, pH nebo obsahu kyslíku ve vodě mezi lokalitou z které sledovaní okouni pocházeli a akvárii, v kterých probíhal experiment. To je však nepravděpodobné, neboť okouni se nejdříve adaptovali 14 dní v nádrži, a poté ještě 24 hodin přímo v akváriích, v kterých probíhal experiment.

Chování raků během experimentu žádné překvapení nepřineslo. Po přidání raků k okounům, raci výrazně snížili svou celkovou aktivitu, přičemž se po většinu času drželi u hladiny v rohu nádrže. Takovéto chování odpovídá tomu, co bylo zjištěno v ostatních studiích. Stein a Magnuson (1976) a Keller a Moore (2000) jen upozorňují na zesílené obranné vzorce chování v přítomnosti predátora, jako je například vystavování klepet. Jelikož v našem experimentu se okoun pohyboval po celou dobu experimentu na opačné straně akvária, než na které byl rak, neměl rak zapotřebí vystavovat klepeta. Míra reakce raků se zdála být v přímé úměře s jejich náchylností vůči predaci. Navíc Stein a Magnuson (1976) dodávají, že normální útěk je omezený v rámci akvária, a vliv predátora může být tím pádem výraznější než v přirozeném prostředí.

6 Závěr

Je zřejmé, že rak jako všežravec, vedle konzumace rostlinné potravy, představuje i predátora jiných bezobratlých. Vzhledem k tvrdému krunýři se ale může zdát, jako nepříliš lákavý zdroj potravy. V přírodě však hrozí rakům nebezpečí od velké spousty jak vodních tak suchozemských predátorů. Řada studií a výsledky experimentů dokazují, že interakce mezi predátorem a kořistí jsou velmi složité a je zde mnoho faktorů, které ovlivňují výsledek této interakce. Patří k nim především morfologické vlastnosti obou účastníků (zejména vzájemný poměr velikosti), vliv prostředí, dostupnost kořisti a v neposlední řadě potravní preference predátora. Výsledky analýzy potravy ukazují, že menší okouni jsou sice schopní raky pozřít, ale nejedná se o vyhledávanou složku jejich potravy. V tomto případě byla nízká frekvence výskytu raků v potravě způsobena dostatkem potravy další (larvy hmyzu) a také množstvím úkrytů v rybníce, kde byli juvenilové raka odchováni.

Experimentálně se mi bohužel nepodařilo potvrdit pozitivní vztah okouna co by predátora a juvenilního raka co by kořisti. Avšak závěry ostatních studií o využití větších okounů dokazují preferenci a vysokou frekvenci výskytu juvenilních druhů raků v jejich potravě. Jako možné další směry výzkumu by bylo vhodné analyzovat trávící trakty větších jedinců okouna říčního, ale i dalších pomocí lovu udicí ulovitelných predátorů (štika obecná, sumec velký, mník jednovousý) na nádržích se společným výskytem s některým druhem ať už původního či nepůvodního raka.

7 Seznam použité literatury

- ABRAHAMSSON, S. A. A. Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* Linné. *Oikos*, 1966, 96-107.
- ADÁMEK, Z.; MUSIL, J.; SUKOP, I. Diet composition and selectivity in 0+ perch (*Perca fluviatilis* L.) and its competition with adult fish and carp (*Cyprinus carpio* L.) stock in pond culture. *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, 2004, 69.1: 21-27.
- ALCORLO, P.; GEIGER, W.; OTERO, M. Feeding preferences and food selection of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in habitats differing in food item diversity. *Crustaceana*, 2004, 77.4: 435-453.
- BARTÁK, R.; KALNÍKOVÁ, V.; ARNOŠT, P. Zpracování průzkumu invazních druhů v rámci projektu „Vytvoření komplexního monitorovacího systému přírodního prostředí Moravskoslezského kraje“. ZO ČSOP Onyx. 2010.
- BEJA, P. R. An analysis of otter *Lutra lutra* predation on introduced American crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian streams. *Journal of Applied Ecology*, 1996, 1156-1170.
- BERGMAN, E. Foraging abilities and niche breadths of two percids, *Perca fluviatilis* and *Gymnocephalus cernua*, under different environmental conditions. *The Journal of Animal Ecology*, 1988, 443-453.
- BLÁHA, M.; ŠETLÍKOVÁ, I.; MUSIL, J.; POLICAR, T. No reason for keeping 0+ perch (*Perca fluviatilis* L.) with the prey fish. *Aquaculture International*, 2013, 21.4: 883-896.
- BLÁHA, M.; ŠETLÍKOVÁ, I.; PETERKA, J.; MUSIL, J.; POLICAR, T. Planktonic or non-planktonic food in young-of-the-year European perch *Perca fluviatilis* in ponds. *Journal of fish biology*, 2014, 85.2: 509-515.
- BOYLE, R. A.; DORN, N. J.; COOK, M. I. Importance of crayfish prey to nesting white ibis (*Eudocimus albus*). *Waterbirds*, 2014, 37.1: 19-29.
- BRITTON, J. R.; BERRY, M.; SEWELL, S.; LEES, C.; READING, P. Importance of small fishes and invasive crayfish in otter *Lutra lutra* diet in an English chalk stream. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 2017, 418: 13.
- BRYJA, J.; ZUKAL, J. Zoologické dny Brno 2006. Sborník abstraktů z konference 9. - 10. února 2006. Ústav biologie obratlovců AV ČR. 2006. ISBN 80-903329-4-3.

- BUŘIČ, M.; HULÁK, M.; KOUBA, A.; PETRUSEK, A.; KOZÁK, P. A successful crayfish invader is capable of facultative parthenogenesis: a novel reproductive mode in decapod crustaceans. *PloS one*, 2011, 6.5: e20281.
- CAIRNS, D. K. Bridging the gap between ornithology and fisheries science: use of seabird data in stock assessment models. *Condor*, 1992, 811-824.
- CARSS, D. Foraging behaviour and feeding ecology of the otter *Lutra lutra*: a selective review. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 1995, 7.1-2.
- CORREIA, A. M. Seasonal and interspecific evaluation of predation by mammals and birds on the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea, Cambaridae) in a freshwater marsh (Portugal). *Journal of zoology*, 2001, 255.4: 533-541.
- CRAIG, J. F. Population dynamics of perch, *Perca fluviatilis* L. in Slapton Ley, Devon. *Freshwater Biology*, 1974, 4.5: 417-431.
- CRONIN, G.; LODGE, D. M.; HAY, M. E.; MILLER, M.; HILL, A. M.; HORVATH, T.; BOLSER, R. C.; LINDQUIST, N.; WAHL, M. Crayfish feeding preferences for freshwater macrophytes: the influence of plant structure and chemistry. *Journal of Crustacean Biology*, 2002, 22.4: 708-718.
- DELIBES, M.; ADRIÁN, I. Effects of crayfish introduction on otter *Lutra lutra* food in the Doñana National Park, SW Spain. *Biological Conservation*, 1987, 42.2: 153-159.
- DORN, N. J.; MITTELBAACH, G. G. Effects of a native crayfish (*Orconectes virilis*) on the reproductive success and nesting behavior of sunfish (*Lepomis* spp.). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2004, 61.11: 2135-2143.
- DORN, N. J.; MITTELBAACH, G. G. More than predator and prey: a review of interactions between fish and crayfish. *Vie et Milieu*, 1999, 49.4: 229-237.
- DUNGEL, J.; GAISLER, J. Atlas savců České a Slovenské republiky. Academia, 2002.
- EKLÖV, P. Group foraging versus solitary foraging efficiency in piscivorous predators: the perch, *Perca fluviatilis*, and pike, *Esox lucius*, patterns. *Animal Behaviour*, 1992, 44: 313-326.
- ELVIRA, B.; GNICOLA, G.; ALMODOVAR, A. Pike and red swamp crayfish: a new case on predator-prey relationship between aliens in central Spain. *Journal of Fish Biology*, 1996, 48.3: 437-446.

- ENGLUND, G.; KRUPA, J. J. Habitat use by crayfish in stream pools: influence of predators, depth and body size. *Freshwater biology*, 2000, 43.1: 75-83.
- FINDLAY, J. D. S.; RILEY, W. D.; LUCAS, M. C. Signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) predation upon Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2015, 25.2: 250-258.
- FISCHER, D.; NOVÁ, P. Norek americký přehlížený semiakvatický predátor. *Časopis Myslivost*. 7/2008. str. 16.
- FISCHER, D.; PALUVČÍK, P.; SEDLÁČEK, F.; ŠÁLEK, M. Predation of the alien American mink, *Mustela vison* on native crayfish in middle-sized streams in central and western Bohemia. *Folia Zoologica*, 2009, 58.1: 45.
- GARVEY, J. E.; STEIN, R. A.; THOMAS, H. M. Assessing how fish predation and interspecific prey competition influence a crayfish assemblage. *Ecology*, 1994, 75.2: 532-547.
- GODDARD, J. S. Food and feeding. *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*. Croom Helm, London, 1988, 145-166.
- GUAN, R.; WILES, P. R. Feeding ecology of the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in a British lowland river. *Aquaculture*, 1998, 169.3: 177-193.
- HALLIWELL, E. C.; MACDONALD, D. W. American mink *Mustela vison* in the Upper Thames catchment: relationship with selected prey species and den availability. *Biological Conservation*, 1996, 76.1: 51-56.
- HICKLEY, P.; NORTH, R.; MUCHIRI, S. M.; HARPER, D. M. The diet of largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in Lake Naivasha, Kenya. *Journal of Fish Biology*, 1994, 44.4: 607-619.
- HORNS, W. H.; MAGNUSON, J. J. Crayfish predation on lake trout eggs in Trout Lake, Wisconsin. 1981.
- HOUGHTON, R. J.; WOOD, C.; LAMBIN, X. Size-mediated, density-dependent cannibalism in the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)(Decapoda, Astacidea), an invasive crayfish in Britain. *Crustaceana*, 2017, 90.4: 417-435.

- HOYLE, J. A.; KEAST, A. The effect of prey morphology and size on handling time in a piscivore, the largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Canadian Journal of Zoology*, 1987, 65.8: 1972-1977.
- JURCAK, A. M.; LAHMAN, S. E.; WOFFORD, S. J.; MOORE, P. A. Behavior of Crayfish. In: *Biology and Ecology of Crayfish*. CRC Press, 2016. p. 117-131.
- KELLER, T. A.; MOORE, P. A. Context-specific behavior: crayfish size influences crayfish–fish interactions. *Journal of the North American Benthological Society*, 2000, 19.2: 344-351.
- KERSHNER, M. W.; LODGE, D. M. Effects of littoral habitat and fish predation on the distribution of an exotic crayfish, *Orconectes rusticus*. *Journal of the North American Benthological Society*, 1995, 14.3: 414-422.
- KING, D. T.; LEBLANC, D. Foraging behaviors of snowy egrets (*Egretta thula*) and yellow-crowned night-herons (*Nyctanassa violacea*) in South Louisiana. 1995.
- KOUBA, A.; PETRUSEK, A.; KOZÁK, P. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2014, 413.
- KOUŘIL, J.; HAMÁČKOVÁ, J.; ADÁMEK, Z. Zahraniční zkušenosti s chovem raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*). *Edice Metodik. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Vodňany*. 1997, č. 51, 15 s.
- KOZÁK, P.; ĎURIŠ, Z.; PETRUSEK, A.; BUŘIČ, M.; HORKÁ, I.; KOUBA, A.; KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, E.; POLICAR, T. *Biologie a chov raků*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2013, 418 s.
- KOZÁK, P.; POLICAR, T.; BUŘIČ, M.; KOUBA, A. *Základní morfologické znaky k rozlišení raků v ČR (druhé přepracované vydání)*. *Edice Metodik (technologická řada)*, FROV JU Vodňany, 2009, č. 92, 27 s.
- KUBÍNIOVÁ, E. *Rozšíření a ekologie raka kamenáče a raka říčního v povodí Zákolanského potoka*. Univerzita Karlova v Praze. Diplomová práce. 2010.
- KUSHLAN, J. A. Feeding ecology and prey selection in the White Ibis. *The Condor*, 1979, 81.4: 376-389.

- LODGE, D. M.; LORMAN, J. G. Reductions in submersed macrophyte biomass and species richness by the crayfish *Orconectes rusticus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1987, 44.3: 591-597.
- LYACH, R. Potrava vydry říční (*Lutra lutra*) v závislosti na vysazení potoční formy pstruha obecného (*Salmo trutta m. fario*) a lipana podhorního (*Thymallus thymallus*). Univerzita Karlova v Praze. Diplomová práce. 2014.
- MELERO, Y.; PALAZÓN, S.; BONESI, L.; GOSÁLBEZ, J. Feeding habits of three sympatric mammals in NE Spain: the American mink, the spotted genet, and the Eurasian otter. *Acta Theriologica*, 2008, 53.3: 263-273.
- MOMOT, W. T. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Reviews in Fisheries Science*, 1995, 3.1: 33-63.
- MORIARTY, CH. Food of perch (*Perca fluviatilis*, L.) and trout (*Salmo trutta*, L.) in an Irish reservoir. In: *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, Geological, and Chemical Science*. Hodges, Figgis, & Co., 1963. p. 1-31.
- NUNES, A. L.; ORIZAOLA, G.; LAURILA, A.; REBELO, R. Morphological and life-history responses of anurans to predation by an invasive crayfish: an integrative approach. *Ecology and evolution*, 2014, 4.8: 1491-1503.
- NYSTRÖM, P.; STENROTH, P.; HOLMQVIST, N.; BERGLUND, O.; LARSSON, P.; GRANÉLI, W. Crayfish in lakes and streams: individual and population responses to predation, productivity and substratum availability. *Freshwater Biology*, 2006, 51.11: 2096-2113.
- OKUN, N.; MEHNER, T. Distribution and feeding of juvenile fish on invertebrates in littoral reed (*Phragmites*) stands. *Ecology of Freshwater Fish* 14, 2005, 139–149.
- PARKYN, S. M.; COLLIER, K. J.; HICKS, B. J. New Zealand stream crayfish: functional omnivores but trophic predators?. *Freshwater Biology*, 2001, 46.5: 641-652.
- PATOKA, J.; BUŘIČ, M.; KOLÁŘ, V.; BLÁHA, M.; PETRTÝL, M.; FRANTA, P.; TROPEK, R.; KALOUS, L.; PETRUSEK, A.; KOUBA, A. Predictions of marbled crayfish establishment in conurbations fulfilled: Evidences from the Czech Republic. *Biologia*, 2016, 71.12: 1380-1385.
- PETRUSKOVÁ, T.; FISCHER, D.; ŠTAMBERGOVÁ, M.; PETRUSEK, A.; KOZUBÍKOVÁ, E. *Praktická ochrana raků*. AOPK ČR. Praha. 2007.

- POLEDNÍKOVÁ, K.; POLEDNÍK, L.; BERAN, V. Povídání o vydře a norkovi – Jídelníček. Časopis Myslivost. 11/2009. str. 22.
- RABENI, CH. F. Trophic linkage between stream centrarchids and their crayfish prey. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1992, 49.8: 1714-1721.
- RAHEL, F. J.; STEIN, R. A. Complex predator-prey interactions and predator intimidation among crayfish, piscivorous fish, and small benthic fish. Oecologia, 1988, 75.1: 94-98.
- REZSU, E.; SPECZIÁR, A. Ontogenetic diet profiles and size-dependent diet partitioning of ruffe *Gymnocephalus cernuus*, perch *Perca fluviatilis* and pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Lake Balaton. Ecology of Freshwater Fish, 2006, 15.3: 339-349.
- ROMANO, N.; ZENG, CH. Cannibalism of Decapod Crustaceans and Implications for Their Aquaculture: A Review of its Prevalence, Influencing Factors, and Mitigating Methods. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 2017, 25.1: 42-69.
- SAVINO, J. F.; MILLER, J. E. Crayfish (*Orconectes virilis*) feeding on young lake trout (*Salvelinus namaycush*): effect of rock size. Journal of Freshwater Ecology, 1991, 6.2: 161-170.
- SEEFELT, N. E.; GILLINGHAM, J. C. A comparison of three methods to investigate the diet of breeding double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*) in the Beaver Archipelago, northern Lake Michigan. In: Limnology and Aquatic Birds. Springer Netherlands, 2006. p. 57-67.
- SCHMITT, W. L. Crustaceans. University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, 1965, 204 p.
- SMITH, J. P. Nesting season food habits of 4 species of herons and egrets at Lake Okeechobee, Florida. Colonial Waterbirds, 1997, 198-220.
- SÖDERBÄCK, B. Predator avoidance and vulnerability of two co-occurring crayfish species, *Astacus astacus* (L.) and *Pacifastacus leniusculus* (Dana). In: Annales Zoologici Fennici. Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica, 1992. p. 253-259.
- SOUTY-GROSSET, C.; FETZNER JR, J. W. Taxonomy and Identification. In: LONGSHAW, M.; STEBBING, P. Biology and Ecology of Crayfish. CRC Press, 2016. p. 1-30.

- STEIN, R. A. Selective Predation, Optimal Foraging, and the Predator-Prey Interaction Between Fish and Crayfish. *Ecology*, 1977, 58.6: 1237-1253.
- STEIN, R. A.; MAGNUSON, J. J. Behavioral response of crayfish to a fish predator. *Ecology*, 1976, 57.4: 751-761.
- SVOBODOVÁ, J.; VLACH, P.; FISCHER, D. Legislativní ochrana raků v České republice a ostatních státech Evropy. *VTEI. Ročník 52. 2010. ISSN 0322 – 8916.*
- ŠTAMBERGOVÁ, M.; SVOBODOVÁ, J.; KOZUBÍKOVÁ, E. Raci v České republice. - 1. vydání. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. - 255 s. 2009. ISBN 978-80-87051-78-8.
- TAUGBØL, T.; SKURDAL, J. Growth, mortality and moulting rate of noble crayfish, *Astacus astacus* L., juveniles in aquaculture experiments. *Aquaculture Research*, 1992, 23.4: 411-420.
- TAYLOR, CH. A.; SOUCEK, D. J. Re-examining the importance of fish in the diets of stream-dwelling crayfishes: implications for food web analyses and conservation. *The American Midland Naturalist*, 2010, 163.2: 280-293.
- THOMAS, C. L.; TAYLOR, CH. A. Scavenger or predator? Examining a potential predator–prey relationship between crayfish and benthic fish in stream food webs. 2013.
- WATT, J. Ontogeny of hunting behaviour of otters (*Lutra lutra* L.) in a marine environment. In: *Symposia of the Zoological Society of London*. 1993. p. 87-104.
- WILSON, N. J.; WILLIAMS, C. R. A critical review of freshwater crayfish as amphibian predators: Capable consumers of toxic prey?. *Toxicon*, 2014, 82: 9-17.
- WOLFF, P. J.; TAYLOR, CH. A.; HESKE, E. J.; SCHOOLEY, R. L. Predation risk for crayfish differs between drought and nondrought conditions. *Freshwater Science*, 2016, 35.1: 91-102.

8 Abstrakt

Raci jako kořist

Vzhledem k nárůstu počtu nepůvodních druhů raků a jejich přítomnosti na stále více lokalitách je tu i možnost jejich eliminace pomocí dravých druhů ryb. Délkové vztahy mezi kořistí a predátorem by nám mohly tuto možnost objasnit. Cílem této bakalářské práce bylo vypracování kvalitní literární rešerše o začlenění raků do potravního řetězce a zpracování odebraných vzorků okounů říčních (*Perca fluviatilis*) z lokality s výskytem juvenilů raka říčního (*Astacus astacus*). Chtěl jsem tímto ověřit možnost predace okouna říčního na juvenilních jedincích raka říčního. V analyzovaných okounech byli však nalezeni jen tři raci. Po velmi nízkém zastoupení raků v analyzovaných okounech, bylo přistoupeno k laboratornímu experimentu s tohoročky raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) a okouny. Bohužel tento experiment dopadl zcela neočekávaně. Okounům byli předloženi raci, ale ryby o ně po celou dobu experimentu nejevily žádný zájem. Výsledky analýzy potravy ukazují, že menší okouni jsou sice schopni raky pozřít, ale nejedná se o vyhledávanou složku jejich potravy. V tomto případě byla nízká frekvence výskytu raků v potravě způsobena dostatkem potravy další (larvy hmyzu) a také množstvím úkrytů v rybníce, kde byli raci odchováni. Experimentálně se mi bohužel nepodařilo potvrdit pozitivní vztah okouna coby predátora a juvenilního raka coby kořisti. Avšak závěry ostatních studií o využití větších okounů dokazují preferenci a vysokou frekvenci výskytu juvenilních druhů raků v jejich potravě.

Klíčová slova: predátor, ryba, okoun, potravní ekologie, vydra, norek, ptáci, kanibalismus

9 Abstract

Crayfishes as a prey

Due to the increase in the number of non-native species of crayfishes and their presence on more and more localities, there is the possibility of their elimination using predatory fish species. The length relationships between a prey and a predator could clarify this possibility. The aim of this bachelor thesis was to develop high quality literary review about the incorporation of crayfish into the food chain and processing samples of a perch (*Perca fluviatilis*) from a locality with an occurrence of juvenile crayfishes (*Astacus astacus*). I wanted to verify the possibility of a perch predation on juvenile crayfish individuals. However, only three crayfishes were found in the analyzed perchs. After a very low percentage of crayfishes in the analyzed perchs, a laboratory experiment was carried out with young of the year of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) and perchs. Unfortunately, this experiment ended unexpectedly. The crayfishes were served to perchs, but the fishes showed no interest in them throughout the experiment. The results of food analysis show, that smaller perchs are able to eat crayfish, but they are not a sought-after component of their diet. In this case, the low frequency of crayfishes in the diet was caused by enough other food (insect larvae) and also the number of shelters in the pond, where the crayfishes were reared. In the experiment, I unfortunately failed to confirm the positive relationship between a perch as a predator and a juvenile crayfish as a prey. However, the conclusions of the other studies on the use of larger perchs show the preference and high frequency of occurrence of juvenile crayfishes in their diet.

Keywords: predator, fish, perch, feeding ecology, otter, mink, birds, cannibalism