

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

## **Diplomová práce**

**Potrava plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*)  
v rybnících s různým způsobem managementu**

**Autor:** Bc. Marek Urbánek

**Vedoucí diplomové práce:** Ing. Martin Bláha, Ph.D.

**Konzultant diplomové práce:** doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.

**Studijní program a obor:** Zemědělská specializace, Rybářství a ochrana vod

**Forma studia:** Prezenční

**Ročník:** 2.

České Budějovice, 2017

Prohlašuji, že svoji diplomovou 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 diplomové práce, a to v nezkrácené podobě. 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: 4. 5. 2017

Podpis studenta:

-----

Bc. Marek Urbánek

## **Poděkování**

Chtěl bych na tomto místě poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Martinu Bláhovi, Ph.D., a rovněž doc. RNDr. Ireně Šetlíkové, Ph.D., za metodické vedení a odbornou pomoc. Především však děkuji za jejich vždy ochotný a vstřícný přístup, bez něhož by vytvoření této práce bylo mnohem obtížnější. Dále děkuji konzultantovi diplomové práce doc. Ing. Tomáši Polícarovi, Ph.D.

Tato práce vznikla za finanční podpory pilotního projektu VÚRH JU č. CZ.1.25/3.4.00/13.00460.

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek URBÁNEK**  
Osobní číslo: **V15N015P**  
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Rybářství a ochrana vod**  
Název tématu: **Potrava plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících s různým způsobem managementu**  
Zadávací 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 analýza potravy plůdku candáta obecného chovaného z kategorie Ca<sub>r</sub> do Ca<sub>0+</sub>, v rybnících se třemi různými způsoby hospodaření: a) s podporou růstu perifytonu, b) s přisazením plůdku kaprovitých ryb, c) bez jakékoliv podpory (kontrolní rybníky). Na základě výsledků analýz by mělo být zřejmé, zda má rozdílný způsob managementu vliv na složení potravy (poměr zooplankton/makrozoobentos, úroveň kanibalismu atp.), rychlost růstu a konečnou velikost candáta. Student bude navazovat na svou bakalářskou práci, ve které analyzoval společenstvo fytofilního a dnového bentosu z těchto rybníků. Vlastní práce bude spočívat v disekci fixovaných jedinců candáta, vyjmutí zažívacího traktu a v analýze pozřené potravy. Výsledky budou pro názornost prezentovány grafickou formou (modifikovaná Costellova metoda). V konečném efektu tak student v průběhu svého studia komplexně zpracuje potravní nabídku a potravu candáta při jeho odchovu v rybnících v průběhu prvního roku života.

Rozsah grafických prací: 5 stránek  
Rozsah pracovní zprávy: 50-75 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:

Bujise, A. D., Houthuijzen, R. P., 1992. Piscivory, growth and size-selective mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*), *Canadian journal of Fisheries and Aquatic Science* 49, 894-902

Costelo, M. J., 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis, *Journal of Fish Biology* 36, 261-263

Musil, J., Kouřil, J., 2006. Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících, *Edice metodik, VÚRH JU Vodňany*, 16 s.


Musil, J., Peterka, J., 2005. Potrava 0+ okouna a candáta - některé aspekty přechodu od planktivorie k piscivorii, *Bulletin VÚRH JU Vodňany* 41, 3/2005, 99-106 s.

Sonesten, L., 1991. The biology of pike perch a literature review, *Inf. Inst. Res. Drottningholm* 1991 (1)

Szkudlarek, M., Zakes, Z., 2002. The effect of stock density on the effectiveness of rearing pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) summer fry, *Archives of Polish Fisheries* 10: 115-119.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Bláha, Ph.D.  
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický  
Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.  
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání diplomové práce: 9. listopadu 2015  
Termín odevzdání diplomové práce: 5. května 2017

  
prof. Ing. Otomar Línhart, DrSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta rybářství a ochrany vod  
Záměstí 728/II  
389 25 Vodňany (2)

  
prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.  
ředitel

V Českých Budějovicích dne 9. listopadu 2015

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Literární přehled.....</b>	<b>9</b>
2.1 Historie chovu candáta obecného v Českých zemích.....	9
2.2 Současná produkce candáta a význam chovu v akvakultuře.....	10
2.3 Chov a potravní nároky candáta obecného.....	10
2.3.1 Výtěr candáta obecného a inkubace jiker.....	10
2.3.2 Možnosti odchovu plůdku candáta obecného do kategorie Ca <sub>0+</sub> .....	11
2.3.3 Chov larev a plůdku candáta obecného do kategorie Ca <sub>0+</sub> v rybnících.....	12
2.3.4 Potrava plůdku candáta obecného před přechodem k piscivorii.....	15
2.3.5 Přejod plůdku candáta obecného k piscivorii a problematika kanibalismu...	16
2.3.6 Potrava candáta obecného po přechodu k piscivorii.....	17
2.3.7 Chov a potravní nároky larev a plůdku candáta v intenzivní akvakultuře.....	18
2.3.8 Chov násad (Ca <sub>2</sub> ) candáta obecného a tržních ryb a jejich potravní nároky....	20
<b>3. Materiál a metodika.....</b>	<b>21</b>
3.1 Uspořádání experimentu.....	21
3.2 Monitoring kvality vody v průběhu odchovu a odlovy candátů.....	23
3.3 Laboratorní zpracování vzorků candátů.....	24
3.4 Vyhodnocení potravy candátů, jejich délky a hmotnosti.....	25
3.4.1 Hodnocení celkové biomasy potravy candátů.....	25
3.4.2 Hodnocení potravního chování candátů.....	26
3.4.3 Překryv potravních nik candátů a diverzita potravy.....	29
3.4.4 Biometrické parametry candátů, přežití na konci odchovu a teplota vody.....	31

3.4.5 Statistické hodnocení dat.....	31
<b>4. Výsledky.....</b>	<b>33</b>
4.1 Celková biomasa potravy candátů.....	33
4.2 Potravní chování candátů.....	34
4.2.1 Hodnocení pro odběr 9. července.....	34
4.2.2 Hodnocení pro odběr 29. července.....	35
4.2.3 Hodnocení pro odběr 15. srpna.....	39
4.2.4 Hodnocení pro odběr 17. září.....	40
4.3 Překryv potravních nik candátů.....	41
4.4 Druhová diverzita potravy candátů.....	42
4.5 Biometrické parametry candátů a teplota vody v rybnících.....	43
4.6 Přežití a celková délka (TL) candátů na konci odchovu.....	45
<b>5. Diskuze.....</b>	<b>47</b>
5.1 Složení a biomasa potravy candátů.....	47
5.2 Potravní chování candátů.....	48
5.3 Překryv potravních nik candátů a druhová diverzita potravy.....	50
5.4 Biometrické parametry candátů a přežití na konci odchovu.....	51
<b>6. Závěr.....</b>	<b>54</b>
<b>7. Seznam použité literatury.....</b>	<b>55</b>
<b>8. Seznam příloh.....</b>	<b>61</b>
<b>9. Přílohy.....</b>	<b>62</b>
<b>10. Abstrakt.....</b>	<b>64</b>
<b>11. Abstract .....</b>	<b>65</b>

# 1. Úvod

Akvakultura ryb je v současné době na vzestupu po celém světě. V důsledku tohoto rozvoje se do podmínek akvakulturního odchovu zavádí nové druhy ryb a je také kladen důraz na zlepšování metod odchovu druhů tradičních (Hilge a Steffens, 1996). Nejinak je tomu v případě candáta obecného (*Sander lucioperca*), který je perspektivní rybou pro produkci v rámci sladkovodní akvakultury, a to zejména díky vysoké kvalitě jeho masa a oblibě u konzumentů (Dil, 2008).

Plůdek candáta je v našich podmínkách odchováván většinou v rybnících. Možný je chov v polykultuře s hlavní obsádkou kapra obecného (*Cyprinus carpio*) nebo v monokultuře (Hartman a Regenda, 2016). Nejlepších produkčních výsledků je dosahováno tzv. rychlenou metodou odchovu. Metoda spočívá v monokulturním odchovu plůdku candáta do stádia  $Ca_r$  (rychlený plůdek) v malých speciálních rybníčcích. Rychlený plůdek je následně sloven a vysazen do dobře připravených plůdkových výtažníků k dalšímu odchovu, nejčastěji také v monokultuře (Čítek a kol., 1998).

Zásadním faktorem ovlivňujícím růst a přežití plůdku candáta je dostatek přirozené potravy vhodné velikosti a složení (Musil a Peterka, 2005). Kritický je zejména přechod larev candáta na exogenní výživu (Ljunggren, 2002). Dalším významným bodem je přechod plůdku od planktivorního způsobu obživy k piscivorii (Musil a Peterka, 2005). Výzkum potravní strategie candáta v prvním roce života a složení jeho potravy proto může přinést nové poznatky ve snaze zefektivnění produkce této ryby v akvakultuře.

Cílem této diplomové práce je komplexní analýza potravy plůdku candáta obecného při odchovu od stádia  $Ca_r$  do stádia  $Ca_{0+}$  (podzimní plůdek) v malých rybnících se třemi odlišnými způsoby managementu: a) s přísazením plůdku potravních (kaprovitých) ryb, b) s podporou rozvoje fytofilního zoobentosu za pomoci umělých substrátů, c) bez podpory potravy plůdku candáta. Hodnocena je potravní strategie candátů v jednotlivých variantách rybničního managementu, množství a složení potravy přijaté rybami a varianty jsou následně porovnány. Hodnocena a porovnána je dále průměrná délka a hmotnost candátů v jednotlivých variantách a přežití ryb na konci odchovu.



## 2. Literární přehled

Candát obecný (*Sander lucioperca*) je dravá ryba, patřící do čeledi okounovití (Percidae). V České Republice se jedná o největší druh této čeledi (Lusk a kol., 1983). Původním areálem rozšíření candáta obecného byla střední a východní Evropa (Dyk, 1956). Západní hranici tvořilo povodí Labe a Dunaje, východní pak povodí Volhy. Přirozeně se vyskytuje i v zakavkazských přítocích Kaspického moře a Aralského jezera, v úmoří Černého moře a severní části Turecka. Severní hranici přirozeného výskytu tvořilo úmoří Baltského moře včetně jižních oblastí Švédska a Finska. Nevyskytuje se však v úmoří Severního ledového oceánu (Hartman a Regenda, 2016, Holčík, 1998). V západní a jižní Evropě se candát původně také nevyskytoval, byl zde však introdukován člověkem a dnes je areálem jeho rozšíření prakticky celá Evropa včetně Anglie (Holčík, 1998). Ideálním prostředím pro candáta jsou, zdá se, hluboká jezera, údolní nádrže či zatopené šterkopískovny a některé rybníky (Hanel, 2001; Hanel a Lusk, 2005). Dokáže úspěšně přežívat také v pobřežních brakických vodách (Hansson a kol., 1997; Szczerbowski a kol., 1995).

### 2.1 Historie chovu candáta obecného v Českých zemích

Chov candáta byl, podle Josefa Šusty (1997), na našem území pravděpodobně zahájen v rybnících na Třeboňsku, kdy v roce 1784 došlo k vysazení prvních šesti ryb do rybníka Rožmberk. O dva roky později z něj bylo sloveno 300 kusů násady. V následujících letech byly ryby dále nasazovány do Třeboňských rybníků a odchov se postupně šířil i do dalších částí Čech, na Moravu a do Rakouska. Produkce candáta byla nicméně velmi nízká a nestálá. To bylo zapříčiněno zejména způsobem jeho chovu, jelikož až do 80. let 19. století byl candát chován výhradně v hlavních kaprových rybnících a to od stádia plůdku až po tržní rybu (Šusta, 1997). Inovaci v této oblasti vynalezl v 90. letech 19. století právě Josef Šusta, který zavedl oddělený chov různých věkových kategorií candáta, stejně jako bylo již v té době praktikováno v chovu kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Tímto opatřením byla produkce candáta výrazně zvýšena (Šusta, 1997). Jeho odchov v rybnících pak pokračoval zdárně i v první polovině 20. století (Hartman a Regenda, 2016).

## 2.2 Současná produkce candáta a význam chovu v akvakultuře

Celková produkce tržního candáta obecného v Evropě je v současné době tvořena z 85 - 90 % lovem z volných vod. Ryby jsou loveny zejména z jezer v Rusku, Estonsku, Finsku, Švédsku a Kazachstánu, dále pak z jezer v Německu, Polsku a Nizozemí. Roční produkce candáta v Evropě lovem se pohybuje v rozmezí 9 000 - 15 000 tun (Dil, 2008; Policar a kol., 2014). Tyto hodnoty jsou ale méně než poloviční v porovnání s úlovky candáta v 70. letech minulého století, kdy bylo z evropských jezer získáváno více než 40 000 tun tržních ryb ročně. Produkce candáta obecného z jezer tedy vykazuje klesající trend. To je způsobeno zejména dlouhodobým nadměrným lovem a poškozením tavních populací, a také nesprávným rybářským hospodařením na daných lokalitách (Dil, 2008). Množství vylovených ryb, a tedy i dodávky na trh, navíc nejsou během roku stabilní (Steffens a kol., 1996).

V důsledku přelovenosti přirozených populací a vysoké poptávce po tržním candátovi u konzumentů je v současné době kladen důraz na chov a stabilní produkci této ryby v akvakultuře (Gielen a kol., 2003; Policar a kol., 2011). V Evropě je v akvakultuře ročně vyprodukováno 500 - 1000 tun tržního candáta obecného (Policar a kol., 2014). Významný je rovněž odchov násadového materiálu pro zarybňování volných vod (Musil a Kouřil, 2012). Kromě tradičního extenzivního způsobu produkce candáta v rybnících jsou v posledních 17 letech využívány i nové technologie produkce v recirkulačních akvakulturních systémech, tedy v intenzivních podmínkách (Policar a kol., 2013). Stejným způsobem je v Severní Americe na vzestupu akvakultura candáta severoamerického (*Sander vitreus*). Tento druh je candátovi obecnému velmi podobný svou biologií a ekologií a metody odchovu těchto dvou druhů v akvakultuře jsou tedy také do značné míry identické (Bardach a kol., 1972; Brown a Barrows, 2002).

## 2.3 Chov a potravní nároky candáta obecného

### 2.3.1 Výtěr candáta obecného a inkubace jiker

Pohlavní dospělost candáta obecného je u mlíčáka ve 3 letech a u jikernačky ve 4 letech (Mareš a Burleová, 1983). K přirozenému výtěru dochází v našich podmínkách od druhé poloviny dubna do května při teplotách vody 10 - 14 °C, a to zejména na kořinky vodních rostlin (Dubský, 1998). Jiným vhodným substrátem pro výtěr jsou nezabahněná čistá místa na šterko-písčitém dně vodní nádrže. Mlíčák buduje několik

dní před výtěrem hnízdo pro jikry. To spočívá ve vyčištění výtěrového místa od jemných sedimentů pomocí pohybu těla a ploutví. Hnízda bývají budována nejčastěji v hloubce 0,5 - 2 m (Hartman a Regenda, 2016). Po výtěru samec jikry aktivně brání proti jiným rybám a pohybem ploutví přihání k jikrám okysličenou vodu. Tato péče trvá až do vykulení plůdku (Baruš a Oliva, 1995). Relativní plodnost jikernaček je 150 000 - 200 000 jiker. Jikry candáta jsou lepivé a bobtnavé. Průměr před nabobtnáním je 0,6 - 0,8 mm a po nabobtnání 1 - 1,5 mm. Inkubační doba je 110 - 120 d° a plůdek se tedy, v závislosti na teplotě vody, kulí za 6 - 12 dnů (Dubský, 1998; Mareš a Burleová, 1983).

V akvakultuře se pro výtěr candáta uplatňují tři různé metody, které ale mohou mít různé modifikace. Nejjednodušší, ale zároveň nejméně spolehlivou metodou je přirozený výtěr v rybnících bez použití hormonální stimulace ovulace (Musil a Kouřil, 2012; Kouřil a Hamáčková, 2005). V rybářské praxi nejpoužívanější metodou je poloumělý výtěr candáta na hnízda. Lze ho provádět s hormonální stimulací ovulace ryb nebo bez ní. Metoda má mnoho různých modifikací (Čítek a kol., 1998; Hartman a Regenda, 2016; Mareš a kol., 1970; Musil a Kouřil, 2012; Polícar a kol., 2011). Poslední a relativně nově zavedenou metodou, používanou k reprodukci candáta je umělý výtěr s hormonální stimulací ovulace. Umělý výtěr je nicméně poměrně náročný a v praxi je využíván málo (Hartman a Regenda, 2016; Musil a Kouřil 2012). Generační ryby jsou vytírány po náležitě přípravě a stimulaci vpichem kapří hypofýzy nebo hormonálního preparátu (Steffens a kol., 1996).

Umělá inkubace jiker candáta se provádí v inkubačních lahvích (nejčastěji Zugské) za stálého průtoku vody. Doporučený průtok na začátku inkubace je 0,5 l.min<sup>-1</sup>, později se zvyšuje na 4 - 5 l.min<sup>-1</sup> (Steffens a kol., 1996). Vhodná teplota pro inkubaci jiker candáta je podle Musila a Kouřila (2012) 15 - 18 °C. Jiní autoři doporučují užší rozsah teplot v hodnotě 16 - 17 °C (Steffens a kol., 1996). Obsah rozpuštěného kyslíku má být na úrovni 6 - 7 mg.l<sup>-1</sup> (Čítek a kol., 1998). Vykuleny plůdek je vhodné přemístit do velkých inkubátorů se spodním přítokem vody. Po přechodu plůdku na exogenní výživu je ho možné přemístit mimo líheň (Hartman a Regenda, 2016).

### **2.3.2 Možnosti odchovu plůdku candáta obecného do kategorie Ca<sub>0+</sub>**

Odchov plůdku candáta obecného do stádia Ca<sub>0+</sub> (podzimní plůdek) extenzivním způsobem v rybnících může být realizován dvěma základními způsoby, a to

v monokultuře anebo v polykultuře, v našich podmínkách nejčastěji s kaprem obecným (Musil, 2006). Při chovu plůdku v polykultuře je dosahováno menších produkčních výsledků v porovnání s odchovem v monokultuře (Dubský, 1998). Tato metoda je přesto v naší rybářské praxi hojně využívána zejména v důsledku intenzifikace chovu kapra a s tím spojeného nedostatečného množství vhodných rybníčních ploch pro chov plůdku candáta či ostatních doplňkových druhů ryb (Musil, 2006). Odchov plůdku candáta v rybnících v monokultuře může být realizován také dvěma způsoby. Prvním je chov od stádia jikry nebo  $Ca_0$  do stádia  $Ca_{0+}$  bez přesazení ryb v průběhu chovu. Druhou možností je odchov candáta od stádia jikry nebo  $Ca_0$  do kategorie  $Ca_r$  (rychlený plůdek) v malých rybnících. Ryby ve stádiu rychleného plůdku jsou z rybníka sloveny a půdek je následně vysazen do jiných rybníků, kde probíhá jeho odchov od stádia  $Ca_r$  do stádia  $Ca_{0+}$  v monokultuře (Hartman a Regenda, 2016; Musil, 2006), nebo do rybníků s obsádkou kapra, tedy podmínek polykulturního odchovu (Berka a Hamáčková, 1980). Další možností je vysazení rychleného plůdku candáta do podmínek intenzivní akvakultury (Jirásek a Mareš, 2005). Intenzivní způsob chovu candátího plůdku v recirkulačních akvakulturních systémech je v rybářské praxi relativně nově zavedená metoda (Polícar a kol., 2014). Podrobněji je tato problematika popsána v kapitole 2.3.7. Proveden byl rovněž experiment s odchovem larev candáta v polointenzivních podmínkách. Zde byly larvy chovány ve venkovních nádržích, které měly zabudovány některé technické prvky, charakteristické pro intenzivní akvakulturní systémy (Gielen a kol., 2003).

### **2.3.3 Chov larev a plůdku candáta obecného do kategorie $Ca_{0+}$ v rybnících**

Pro odchov nejmladších vývojových stádií candáta obecného ( $Ca_0$ ) je třeba zvolit vhodné rybníky. Významným faktorem je kompozice rybníčního dna. To by nemělo být příliš zabahněné, ale alespoň místy písčité. Zvláště při vysazování hnízd s jikrami candáta je nezbytné umístit tato hnízda na písčité a čisté plochy, protože vykulené larvy by v bahně uhynuly (Mareš a kol., 1970). Nevhodné jsou rybníky s nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku ve vodě a nedostatečnou čistotou vody. V případě odchovu plůdku candáta v polykultuře je vhodné neprovozovat v daných rybnících vysoký stupeň intenzifikace rybářské výroby (Čítek a kol., 1998) a nasazení obsádky kapra ( $K_1$ ) je doporučeno na úrovni  $1\ 000\ \text{ind.}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Füllner a kol., 2007). Pro odchov plůdku candáta v polykultuře jsou vhodné rybníky o ploše do 10 ha. K odchovu v monokultuře od jikry či stádia  $Ca_0$  do stádia  $Ca_{0+}$  jsou ideální rybníky menší, s plochou 1 - 4 ha

(Hartman a Regenda, 2016). Pro produkci rychleného plůdka ( $Ca_r$ ) v monokulturní obsádce se nejvíce osvědčují rybníčky o malé výměře 0,08 - 1,5 ha (Policar a kol., 2011). Tyto rybníky musí být ve výborném technickém stavu a pokud možno s ovladatelným přítokem (voda v ruce). Vhodné je jejich zimování před jarním napuštěním a zahájením chovu ryb (Klimeš a Kouřil, 2003). Plůdek candáta vykazuje silný migrační pud s odtékající vodou z nádrže (Hartman a Regenda, 2016). Proto je nezbytné zamezení úniku plůdka z rybníků důkladným utěsněním výpustí a to zejména v prvních dnech odchovu (Klimeš a Kouřil, 2003). Na odtoku se výpustní zařízení navíc zabezpečuje sítím s otvory o rozměrech  $2 \times 5$  mm. Také přítok do rybníků je chráněn sítím nebo šterkovým filtrem, který znemožňuje průnik jiných dravých ryb (Mareš a Burleová, 1983). Pro chov plůdka od stádia  $Ca_r$  do stádia  $Ca_{0+}$  v monokultuře jsou vybírány spíše rybníky o menší rozloze a v dobrém technickém stavu. I zde musí být zabezpečen přítok a odtok stejným způsobem jako u rybníků pro odchov rychleného plůdka (Hartman a Regenda, 2016).

Ve všech typech rybníků určených k odchovu candátů od jikry nebo stádia  $Ca_0$  je dále nutné zajistit dostatečný rozvoj drobného zooplanktonu, a to ještě před přechodem candátího plůdka na exogenní výživu. Rozvoj zooplanktonu je možné podpořit organickým hnojením (Bardach a kol., 1972). Pro hnojení rybníčků, které jsou určeny k odchovu candáta do stádia rychleného plůdka, se doporučuje kompost. Možné je použít i vyzrálou chlévskou mrvu, která by však neměla kompost zcela nahradit (Klimeš a Kouřil, 2003). V blízkosti rybníčků se navíc, ještě před nasazením ryb zřizují planktonní jámy. Z nich může být případně do rybníka připuštěna voda s vysokou abundancí zooplanktonu. Vhodné je zřízení dvojice planktonních jam o ploše  $10 \text{ m}^2$  na každých  $200 \text{ m}^2$  plochy odchovného rybníka (Mareš a kol. 1970; Mareš a Burleová, 1983). Nejdrobnější organismy zooplanktonu se stávají první potravou candátích larev po jejich přechodu na exogenní výživu (Musil a Peterka, 2005). Samotné ryby se však mohou v prvních fázích života stávat kořistí dospělců dravých buchanek (Cyclopoida), které takto způsobují v chovu určité procento ztrát (Horváth a kol., 2002; Kouřil a Hamáčková, 2005). Příliš předčasné napouštění nebo hnojení chovných rybníků před vysazením jiker candáta proto není doporučeno, aby v době kulení a rozplavávání plůdka nebyly ještě ve vodě přítomni dospělci buchanek ve velkých početnostech (Klimeš a Kouřil, 2003). Dubský (1998) doporučuje při odchovu plůdka candáta v monokultuře napouštět rybníky 1 - 2 dny před vysazením

jiker ve stadiu očních bodů. Přechod rybích larev na exogenní výživu je v takovém případě synchronizován s rozvojem drobného zooplanktonu. Při monokulturním odchovu candáta od stádia rychleného plůdku do stádia plůdku podzimního je také důležitá včasná podpora rozvoje přirozené potravy v rybnících. Během chovu se dále přisazuje vhodná potravní ryba (Hartman a Regenda, 2016; Musil, 2006).

Do rybníků s obsádkou kapra se k následnému odchovu plůdku v polykultuře vysazují jikry candáta v množství 5 000 - 10 000 ind.ha<sup>-1</sup>. Do zvláště vhodných rybníků je možné na hektar plochy nasadit až 20 000 jiker (Mareš a kol., 1970). Při odchovu plůdku candáta v monokultuře od stádia jikry do stádia Ca<sub>0+</sub> se obvykle do rybníků nasazují jikry v počtu 100 000 - 200 000 ind.ha<sup>-1</sup> (Hartman a Regenda, 2016). Pro chov candáta do stádia Ca<sub>r</sub> v malých rybníčcích v monokultuře je doporučeno vysazování 100 000 jiker na každých 100 m<sup>2</sup> vodní plochy u nádrží do 400 m<sup>2</sup> celkové plochy a 50 000 jiker na 100 m<sup>2</sup> plochy do rybníků s celkovou rozlohou nad 400 m<sup>2</sup> (Čítek a kol., 1998). Při vysazení váčkového plůdku je možné použít obsádku o velikosti až 200 000 ind.ha<sup>-1</sup> (Policar a kol., 2011). Vykulený váčkový plůdek candáta je dlouhý 4 - 5 mm a průhledný (Szczerbowski a kol., 1995). Vykazuje vysokou citlivost vůči vysokým nebo nízkým hodnotám pH vody a výraznějším změnám teploty (Dubský, 1998; Horváth a kol., 2002). V obecné rovině je neoptimálnější pro chov candáta voda o teplotě 23 °C. Při této teplotě je maximálně využit potenciál metabolismu ryb a candáti v největší míře přijímají potravu a vykazují největší rychlost růstu (Hartman a Regenda, 2016). Širší teplotní optimum pro chov candáta je pak v hodnotě 10,4 - 26,9 °C (Frisk a kol., 2012). V případě plůdku někteří autoři uvádějí vyšší neoptimálnější teplotu v hodnotě až 28 °C (Wang a kol., 2009). Tyto výsledky jsou ale pravděpodobně nadhodnoceny (Frisk a kol., 2012).

Výlov rybníků s obsádkou Ca<sub>0+</sub> je nejlepší provádět později na podzim, kdy je již nižší teplota vody. Výlov musí být dobře zorganizovaný, rychle provedený a manipulace s candáty musí být šetrná. V opačném případě vznikají vysoké produkční ztráty (Čítek a kol., 1998; Mareš a kol., 1970). Candáty je vhodné odlovovat pod hrází rybníka, jinak hrozí únik značného množství plůdku s vodou (Klimeš a Kouřil, 2003). Stejný postup je praktikován i při výlovu rychleného plůdku candáta (Ca<sub>r</sub>) ze speciálních rybníčků v letních měsících (Policar a kol., 2011). Podzimní plůdek candáta je vhodné co nejdříve po výlovu nasadit do produkčních kaprových rybníků, kde budou dále odchováni do stádia Ca<sub>2</sub> nebo tržní ryby (Mareš a kol., 1970).

Komarování  $Ca_{0+}$  se nedoporučuje a je prováděno pouze v nutných případech. Pro tento účel jsou vybírány hluboké rybníky s tvrdým dnem a dostatečným množstvím potravy (Čítek a kol., 1998; Hartman a Regenda, 2016). Ztráty v průběhu odchovu plůdku candáta do podzimního výlovu ve stádiu  $Ca_{0+}$  se liší v závislosti na použité chovné technice. Při odchovu plůdku v polykultuře s kaprem obecným dosahují ztráty obvykle 80 - 90 % (Hartman a Regenda, 2016). Při monokulturním odchovu plůdku od jikry či stádia  $Ca_0$  do stádia  $Ca_{0+}$  jsou ztráty 90 - 99 % (Dubský, 1998). Při odchovu rychleného plůdku candáta v malých rybníčkách s odlovem v létě (po 1,5 - 2,5 měsících odchovu) jsou uváděny ztráty v rozmezí 50 - 95 % (Čítek a kol., 1998; Dubský, 1998). Při následném odchovu  $Ca_r$  do stádia podzimního plůdku by ztráty neměly překračovat 50 % (Mareš a kol., 1970). Při správně provedeném odchovu mohou být i méně než 5 % (Klimeš a Kouřil, 2003). Jednoletý candát dosahuje v průměru délky 80 - 150 mm a průměrné hmotnost 10 - 15 g (Mareš a kol., 1970).

### **2.3.4 Potrava plůdku candáta obecného před přechodem k piscivorii**

Na exogenní výživu přecházejí larvy při délce těla (SL) 6 - 8 mm (Ljunggren, 2002), tedy přibližně týden po vykulení, po strávení 3/4 objemu žloutkového vácku (Hartman a Regenda, 2016). Szczerbowski a kol. (1995) uvádějí, že larvy candáta začínají konzumovat zooplankton již ve čtvrtém dni po vykulení. Přechod larev na exogenní výživu je v chovu plůdku candáta kritickou fází a při nesprávné technologii rybářského hospodaření vede k významným ztrátám v produkci (Ljunggren, 2002). Důležitá je zejména dostatečná abundance drobného zooplanktonu v rybníční vodě na úrovni přibližně 1000 ind.l<sup>-1</sup> (Berka a Hamáčková, 1980), a to především prvních 5 dní po zahájení exogenní výživy larev (Ljunggren, 2002). Larvy v tomto období ještě nedovedou efektivně lovit, a proto malý počet potravních živočichů ve vodě vede ke špatnému růstu larev nebo jejich úhynu v důsledku podvyživení (Ljunggren, 2002; Szczerbowski a kol., 1995). Vhodná velikost potravního zooplanktonu pro larvy candáta na začátku exogenní výživy je 0,05 - 0,15 mm (Hartman a Regenda, 2016). Jejich kořistí se v tomto období stávají v největší míře naupliová stádia klanonožců (Copepoda) a také jejich kopepoditová stádia (Musil a Peterka, 2005; Peterka a kol., 2003; Polícar a kol., 2011). Larvy dále konzumují vířníky (Rotifera) a s přibývajícím velikostí i menší perloočky (Cladocera), například rodu *Bosmina*, *Ceriodaphnia* nebo *Daphnia* a dospělé klanonožců (Lohniský, 1970; Peterka a kol., 2003; Polícar a kol., 2011). Podle výsledků některých studií však vířníci nejsou

preferovanou kořistí candátího plůdku a jsou ve větší míře požíráni pouze v případě malé abundance ostatních potravních organismů (Kovalev, 1976; Peterka a kol., 2003).

Ve velikosti 20 - 40 mm přechází plůdek candáta ke konzumaci větší kořisti. Ryby se živí většími druhy organismů zooplanktonu a dále makrozoobentosem. Tyto složky se v potravě candátů vyskytují v různém podílu až do stádia podzimního plůdku (Ca<sub>0+</sub>). Ze zooplanktonu preferuje plůdek větší druhy perlooček. Často se jedná o zástupce rodu *Daphnia*, *Ceriodaphnia* nebo druh *Leptodora kindtii* (Lohniský, 1970; Peterka a kol., 2003; Policar a kol., 2011). Ryby také konzumují larvy hmyzu z čeledi koretrovití (Chaoboridae), které se rovněž vyskytují ve společenstvech zooplanktonu (Berka a Hamáčková, 1980; Lohniský, 1970). Problémovým faktorem prostředí pro plůdek je během tohoto období případný vysoký zákal vody. Candát se při lovu orientuje zrakem. Vysoký zákal vody a tedy malá průhlednost proto snižuje rybám úspěšnost lovu a candát v takovém případě přijímá méně potravy (Zingel a Paaver, 2010). Na druhé straně mírný vegetační zákal vody je pro candáta prospěšný (Kostomarov, 1958). Z organismů zoobentosu jsou významnou kořistí plůdku candáta larvy a kukly pakomárů (Chironomidae). Ryby dále loví larvy jepic (Ephemeroptera), larvy chrostíků (Trichoptera), klešťanky (Corixidae) a zástupce mnoha dalších skupin bentických živočichů. Mezi larvami jepic je častou kořistí druh *Cloeon dipterum* (Berka a Hamáčková, 1980; Policar a kol., 2011; Steffens a kol., 1996). Efektivně dokáže plůdek candáta v prvním roce života využívat zejména složky fytofilního zoobentosu (Policar a kol., 2011; Steffens a kol., 1996). V odchovných rybnících je proto žádoucí přiměřený rozvoj makrofyt (Policar a kol., 2011). Plůdek dokáže v omezené míře lovit i zoobentos rybnického dna (Steffens a kol., 1996). K živočichům žijícím hlouběji v sedimentu však nedokáže proniknout (Adámek a kol., 2010). Krmný koeficient candáta při konzumaci bezobratlých je vysoký a dosahuje až hodnoty 14,1 (Hartman a Regenda, 2016).

### **2.3.5 Přejít plůdku candáta obecného k piscivorii a problematika kanibalismu**

Ve velikosti 20 - 40 mm začíná plůdek candáta také lovit jiné ryby (Mehner a kol., 1996; Van Densen, 1985). Kořist může dosahovat až 37 % délky dravce (Adámek a Opačák, 2006). Velký význam pro počátek piscivorie u plůdku candáta má letní pokles abundance zooplanktonu ve vodních nádržích. Dalším faktorem je zvyšující se teplota vody (Mehner a kol., 1996). S následným růstem délky a hmotnosti candátů v letním a podzimním období je spojen vznik dvou velikostních



kohort v populaci daného rybníka. Candáti, kteří již v tomto období konzumují převážně jiné ryby, dosahují větších velikostí v porovnání s candáty, jejichž potravou zůstává v největší míře zooplankton (Frankiewicz a kol., 1996). Příslušníci menší velikostní kohorty se v tomto období stávají častou kořistí větších candátů. Jejich růst je navíc postupně zastaven, pokud nejsou schopni přejít od planktivorie ke konzumaci ryb. Jedinci větší velikostní kohorty vykazují, v porovnání s menšími candáty lepší přežití během zimního období (Frankiewicz a kol., 1996; Frankiewicz a kol., 1999). Krmný koeficient candáta při konzumaci jiných ryb je v prvním roce života nejméně na hodnotě 10 (Hartman a Regenda, 2016).

Pro úspěšný odchov plůdku candáta po jeho přechodu k piscivorii je zásadní zajistit v rybnících dostatečné množství potravních ryb. Při nedostatku rybí kořisti vhodné velikosti vykazují candáti malou rychlost růstu a v populacích se silně rozvíjí kanibalismus, který působí značné ztráty v produkci (Musil a Peterka, 2005; Steffens a kol., 1996). Pokud se však v rybníce nacházejí jedinci přibližně stejné velikosti, kanibalismus se příliš neprojevuje a candát využívá jako potravu bezobratlé organismy (Berka a Hamáčková, 1980). Obecně je biomasa potravních ryb v rybníce efektivní, jestliže při výlovu na konci odchovu candáta je stále nacházeno určité množství potravních ryb vhodné velikosti (Musil a Kouřil, 2012).

### **2.3.6 Potrava candáta obecného po přechodu k piscivorii**

Po přechodu k piscivorii se může kořistí candáta stát prakticky jakákoliv ryba vhodné velikosti. V rybnících i volných vodách jsou candátem často loveny kaprovité druhy ryb: plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*), cejn velký (*Abramis brama*), cejnek malý (*Blicca bjoerkna*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*) a další (Baruš a Oliva, 1995). Podle výsledků některých studií je vyhledávanou kořistí candáta také okoun říční (*Perca fluviatilis*), ježdík obecný (*Gymnocephalus cernuus*) a jiné druhy ryb, patřící do jiných čeledí (Kangur a kol., 2007; Peltonen a kol., 1996; Vehanen a kol., 1998). Při nedostatku jiných druhů ryb se v populacích candáta ve větší míře rozvíjí kanibalismus. Toto je patrné především ve volných vodách, kde se v jedné populaci nacházejí jedinci různého stáří a velikosti. Predace malých candátů většími může být v takových případech významným regulátorem početnosti populace v daném biotopu (Dörner a kol., 1999; Frankiewicz a kol., 1999).

Při odchovu candáta v polykultuře s kaprem obecným se tzv. plevelné ryby (např. perlín ostrobřichý, plotice obecná atd.) často dostávají do rybníků samovolně přítokem. Jejich plůdek se pak stává kořistí candátů. Eliminace nežádoucích druhů ryb, živících se převážně zooplanktonem navíc zlepšuje produkční výsledky chovu kapra (Čítek a kol., 1998; Musil a Kouřil, 2012). Při monokulturním odchovu plůdku candáta od jikry nebo stádia  $Ca_0$  do stádia  $Ca_{0+}$  se před jeho přechodem k piscivorii nasazují generační ryby jiných druhů. Ty se následně vytírají a jejich plůdek slouží jako potrava candátům. Žádoucí je výtěr generačních ryb v několika porcích. Velmi vhodné je přisazování perlína ostrobřichého v množství přibližně  $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  a lína obecného (*Tinca tinca*) v počtu alespoň 3 - 5 párů generačních ryb na hektar plochy (Hartman a Regenda, 2016).

V monokulturním odchovu plůdku candáta od stádia  $Ca_r$  do stádia  $Ca_{0+}$  mohou být použity tři způsoby přisazování potravních ryb (Musil 2006; Musil a Kouřil, 2012). Rychlený plůdek candáta se do rybníků nasazuje v množství  $3\,000 - 5\,000 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Do nejúrodnějších rybníků je možno vysadit až  $8\,000 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Mareš a Burleová, 1983). Prvním způsobem zajištění dostatečného množství vhodných potravních ryb pro candáta v odchovných rybnících je nasazení generačních ryb jiných nedravých druhů, podobně jako při odchovu  $Ca_0$  do stádia  $Ca_{0+}$  (Čítek a kol., 1998). Druhým způsobem je kontinuální přisazování plůdku potravních ryb vhodné velikosti do rybníků s candátem v průběhu celého odchovu (Klimeš a Kouřil, 2003). Třetí možností je kombinace obou výše zmíněných technik, tedy vysazení generačních potravních ryb do rybníků ještě před odchovem candáta a zároveň přisazování plůdku potravních ryb v průběhu chovu. K tomuto postupu se přechází, pokud generační potravní ryby nevyprodukují dostatečné množství plůdku nebo pokud je růst candáta velmi rychlý, například v důsledku zvýšené teploty vody (Musil, 2006; Musil a Kouřil, 2012).

### **2.3.7 Chov a potravní nároky larev a plůdku candáta v intenzivní akvakultuře**

Chov plůdku candáta v intenzivních podmínkách recirkulačních akvakulturních systémů je perspektivní zejména z důvodu zajištění celoroční vyrovnané produkce násadového materiálu a možnosti provádění minisezónních výtěrů generačních ryb. Rozvoj odchovu rychleného plůdku a ročka candáta extenzivním způsobem je dále v našich podmínkách v současnosti omezen nedostatkem vhodných rybníků a možným řešením tohoto problému může být právě intenzivní akvakultura (Baránek a

kol., 2005). Nicméně mnohé technologie pro tento způsob produkce se teprve ověřují a některé problémy nejsou doposud vyřešeny (Jirásek a Mareš, 2005; Policar a kol., 2014). Zásadním problémem je nezastupitelnost přirozené živé potravy pro přežití a zdravý vývoj larev candáta v důsledku nedokončeného vývoje gastrointestinálního traktu (Baránek a kol., 2005). Larvy krmené od počátku umělými krmivy vykazují nízké přežití a malou rychlost růstu (Zakęs a Demska-Zakęs, 1998). Vysoké ztráty v chovu (až 95 %) mohou být dále způsobeny nenaplněním plynového měchýře ryb (Baránek a kol., 2005). Larvy chované v intenzivní akvakultuře také často trpí tělesnými deformacemi (Kestemont a kol., 2007). Optimální složení umělého krmiva pro raná vývojová stádia candáta obecného navíc není v současné době zcela jasné a jsou prováděny experimenty pro určení správného poměru zejména tuků a proteinu, ale i dalších živin v krmných směsích (Lund a Steinfeldt, 2011).

Částečné řešení výše popsaných problémů je krmení larev candáta naupliovými stádii žabronožky solné (*Artemia salina*) namísto směsných krmiv (Baránek a kol., 2005). Pro lepší přežití, větší rychlost růstu a redukci tělesných deformací larev v intenzivním chovu se dále osvědčilo obohacování krmiva vysoce nenasycenými mastnými kyselinami a vitamínem C (Kestemont a kol., 2007).

Patrně nejvhodnější a zároveň levnou a jednoduchou metodou je však kombinace rybníčního a intenzivního odchovu plůdku (Ljunggren a kol., 2003; Molnár a kol., 2004; Zakęs, 2012). Toto opatření téměř zcela eliminuje potíže s rozkrmením larev a rovněž je minimální výskyt tělesných deformací (Policar a kol., 2011). Plůdek je v rybnících chován po dobu několika týdnů do stádia Ca<sub>r</sub>. Následně je přemístěn do recirkulačního akvakulturního systému (Zakęs, 2012). Rychlený plůdek je vhodné odlovit při délce těla 30 - 50 mm, kdy může být sloveno až čtyřnásobné množství plůdku, oproti výlovu ve fázi Ca<sub>0+</sub> (Steffens a kol., 1996). Pro přechod do podmínek intenzivní akvakultury je klíčová adaptace plůdku na konzumaci krmných směsí. Pro zajištění co nejmenších ztrát ryb je adaptace postupná v průběhu 10 - 14 dní (Szkudlarek a Zakęs, 2002). Plůdek je nejprve krmen pouze přirozenou potravou. Vhodné jsou zejména larvy pakomárů rodu *Chironomus* a nitěnky rodu *Tubifex*. Dále je možné použít perloočky rodu *Daphnia* nebo jiné druhy zooplanktonu. K přirozené potravě je následně přidáváno krmivo umělé a to postupně ve stále větším množství. V závěru adaptace je již plůdek krmen pouze umělou potravou (Bódis a kol., 2007; Molnár a kol., 2004). Ryby, adaptované na odchov v recirkulačních akvakulturních

systemech, následně vykazují lepší produkční charakteristiky v porovnání s chovem v rybnících (Zakęs a Demska-Zakęs, 1998). V intenzivní akvakultuře je navíc eliminován negativní vliv zimního období na přežití candátů (Policar a kol., 2014).

### **2.3.8 Chov násad ( $Ca_2$ ) candáta obecného a tržních ryb a jejich potravní nároky**

Násada candáta obecného ( $Ca_2$ ) může být odchovávána ve dvouhorkových rybnících společně s kaprem obecným (odchov z  $K_1$  do  $K_3$  nebo z  $K_2$  do  $K_4$ ) od stadia jikry nebo rychleného plůdku (Hartman a Regenda, 2016). Tento způsob odchovu je podrobněji popsán v kapitole 2.3.3. Při odchovu candáta od stadia  $Ca_{0+}$  nebo  $Ca_1$  do stadia  $Ca_2$  se do vhodných kaprových rybníků vysazuje plůdek v množství 50 - 150 ind.ha<sup>-1</sup>. Rybníky mohou být v jednohorkovém nebo dvouhorkovém cyklu (Mareš a Burleová, 1983). Při dvouhorkovém způsobu odchovu je konečným produktem lehká tržní ryba o hmotnosti nad 750 g (Hartman a Regenda, 2016). Důležité je dostatečné množství potravních (plevelných) ryb v rybníce o vhodné velikosti 30 - 50 mm. V opačném případě je produkce candáta výrazně snížena. Ztráty během odchovu  $Ca_{0+}$  či  $Ca_1$  do stadia  $Ca_2$  by neměly překročit 40 - 60 % (Dubský, 1998). Často však bývají nižší, přibližně na úrovni 20 % (Szczerbowski a kol., 1995). Dvouletý candát obecný dosahuje průměrné celkové délky 20 - 30 cm a hmotnosti 250 - 500 g (Mareš a kol., 1970).

Tržní velikosti dosahuje candát ve třetím nebo čtvrtém roce života (Mareš a Burleová, 1983). Pro produkci těžší tržní ryby s hmotností nad 1000 g se využívá dvouhorkového odchovného cyklu a konečným produktem je  $Ca_4$  (Hartman a Regenda, 2016). Do rybníků, které jsou pro chov candáta vhodné, se vysazují dvouletí candáti v početnosti 50 - 75 ind.ha<sup>-1</sup> (Čítek a kol., 1998). Do méně vhodných rybníků se doporučují obsádky nižší. Ztráty candátů v průběhu odchovu se pohybují v rozmezí 20 - 50 % (Dubský, 1998). Tak jako v případě odchovu mladších věkových kategorií je pro dobrou produkci tržního candáta zásadní dostatek potravy (plevelných ryb) vhodné velikosti (Berka a Hamáčková, 1980). Při výlovu je nutné candáta rychle a šetrně odebírat z loviště a přemísťovat do kádí k následnému transportu (Dubský, 1998). Obecně je z jednoho hektaru rybniční plochy možné vylovit 10 - 50 kusů tržního candáta (Hartman a Regenda, 2016). V současné době se tržní candát obecný produkuje také v podmínkách intenzivní akvakultury v RAS (Policar a kol., 2014).

### 3. Materiál a metodika

#### 3.1 Uspořádání experimentu

Experiment popsaný v této diplomové práci je součástí rozsáhlého výzkumného projektu s názvem: Podpora rybničního perifytonu s cílem využít trofii rybníků k produkci plůdku candáta obecného. Cílem výzkumného projektu bylo vyhodnotit vliv různých typů umělých substrátů pro podporu rozvoje perifytonu na vývoj přirozené potravy juvenilního candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících a na produkci samotných ryb. Experiment měl dvě samostatné fáze, I. fáze odchov od  $Ca_0$  do  $Ca_r$  a II. fáze odchov od  $Ca_r$  do  $Ca_{0+}$  a pro jeho účely bylo vybráno 12 malých rybníků na pokusnictví Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech (49°09' s. š., 14°09' v. d., nadmořská výška 393 m n. m.). Rybníky měly výměru cca 0,2 ha (46 x 38 m) s průměrnou hloubkou u výpusti 1,2 m.

Ve své bakalářské práci jsem zpracovával a hodnotil vliv různých substrátů na biomasu a diverzitu společenstev fytofilního a dnového makrozoobentosu v rybnících v průběhu obou fází experimentu. Ve své diplomové práci hodnotím potravu rychleného plůdku candáta pouze v druhé fázi experimentu, probíhající od první poloviny června do druhé poloviny září 2014. Cílem druhé fáze experimentu bylo otestovat vliv umělého substrátu pro podporu růstu perifytonu (rohože z vřesovce - Obr. 1) na produkci plůdku candáta obecného v rybnících v porovnání s rybníky s nasazenou krmnou rybou.



**Obr. 1:** Rohože z vřesovce, instalované ve vypuštěném rybníce na pokusnictví VÚRH Vodňany (foto: Bláha, 2014).

Pro účely experimentu bylo použito 12 stejných rybníků jako v první fázi, po jejímž ukončení byly ponechány jeden den bez vody a následně byly všechny napuštěny vodou (11. června 2014). Ve stejný den byl do každého rybníka nasazen 1 kg zooplanktonu (monokultura perlooček rodu *Daphnia*). Dále byly do čtyř rybníků (č. 36, 39, 42 a 45; - Obr. 2) vysazeny larvy kapra obecného (*Cyprinus carpio*) v množství 100 000 ks na rybník. Dne 12. června 2014 bylo do každého rybníka vysazeno 2 000 ks rychleného plůdku candáta obecného ( $Ca_r$ ) o průměrné celkové délce  $40,2 \pm 3,1$  mm ( $TL \pm SD$ ) a průměrné hmotnosti  $0,59 \pm 0,13$  g ( $W \pm SD$ ).

Odchov ryb probíhal do kategorie podzimního plůdku, do 17 září 2014, tedy 97 dní. Během této doby byly do rybníků s krmnou rybou dne 1. července 2014 přisazeny larvy amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*) v množství 50 000 ks na rybník s cílem udržet v této variantě dostatečný počet krmných ryb odpovídající velikosti. Dalšími variantami ošetření byly rybníky s instalovanými rohožemi z vřesovce (č. 37, 40, 43 a 46; - Obr. 2) pro podporu rozvoje perifýtonu a rybníky kontrolní bez jakékoliv podpory chovu candáta (č. 38, 41, 44 a 47; - Obr. 2). Odběry vzorků fytoplanktonu, perifýtonu, zooplanktonu a dnového a fytofilního zoobentosu probíhaly v následujících termínech: 16. VI., 7. VII., 28. VII., 14. VIII., a 8. IX. 2014.



**Obr. 2:** Uspořádání různých variant ošetření rybníků pro experiment na pokusnictví VÚRH Vodňany (mapa: [www.google.cz/maps](http://www.google.cz/maps)). Modrou barvou jsou značeny rybníky s krmnou rybou, oranžovou rybníky se substrátem z vřesovce, žlutě kontrolní rybníky.

### 3.2 Monitoring kvality vody v průběhu odchovu a odlovy candátů

Od začátku odchovu plůdku candáta byly ve všech rybnících monitorovány fyzikální a chemické parametry vody. Teplota vody byla měřena v hodinových intervalech u výpustního zařízení v hloubce 1 m, pomocí registračního teplotního snímače Minikin T. Ve stejných dnech, kdy probíhaly odběry perifytonu, planktonu a bentosu, bylo v rybnících měřeno pH pomocí kapesního pH metru WTW MultiLine P4 probe. Dále byly z nádrží v odběrových dnech odebírány vzorky vody pro chemické analýzy a dle metodiky Horáková a kol., (1989) byly stanovovány následující parametry: BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Mn</sub>, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, TN, PO<sub>4</sub>-P a TP. V každém odběrovém dni byla dále v rybnících měřena průhlednost pomocí Secchiho desky a hloubka vody u výpustního zařízení.

Kontrolní odlovy plůdku candáta byly během odchovu provedeny ve třech termínech (9. VII., 29. VII. a 15. VIII. 2014) a rovněž při výlovu na konci experimentu (17. IX. 2014). Odlovy byly realizovány z lodi pomocí elektrického agregátu typu 160NB s elektrocentrálou HONDA o výkonu 3kW (Obr. 3).



**Obr. 3:** Odlov plůdku candáta obecného pomocí elektrického agregátu (foto: Urbánek, 2014).

Cílem bylo odlovit z každého rybníka alespoň 10 jedinců candáta. V několika případech (17. IX. - rybníky 36, 40, 41 a 9. VII. - rybník 37) se nicméně ani stanovený minimální počet ryb ve vzorku odlovit nepodařilo. Ryby byly po odlovu zafixovány ve 4% roztoku formaldehydu. Celkem bylo pro účely experimentu získáno 471 jedinců juvenilních candátů. Ty dále sloužily k laboratornímu zpracování, tj. ke stanovení

biometrických parametrů ryb a k analýze obsahu jejich žaludků (Hyslop, 1980) v rámci stanovení jejich potravních nároků.

### 3.3 Laboratorní zpracování vzorků candátů

Zpracování vzorků bylo provedeno v Laboratoři aplikované hydrobiologie Ústavu akvakultury FROV JU v Českých Budějovicích. Z každého vzorku bylo pro analýzu vybráno 10 jedinců juvenilních candátů s výjimkou těch, kde se stanovený minimální počet ryb odlovit nepodařilo. Před zpracováním byly ryby vždy v digestoři na několik hodin umístěny do vodní lázně z důvodu vylouhování roztoku formaldehydu z jejich tkání (Obr. 4). U každé ryby byla následně zjištěna celková délka (TL) a délka těla (SL). Dále byla stanovena celková hmotnost (W) pomocí analytických vah VWR LA 214i (přesnost 0,1 mg). Celková délka a délka těla ryb byla udávána v milimetrech. Hmotnost byla udávána v gramech.



**Obr. 4:** Ryby umístěné ve vodní lázni před konečným zpracováním (foto: Urbánek, 2015).

Pro vypreparování žaludku byla tělní dutina ryby nejdříve rozstříhnutá od řitního otvoru směrem k hlavě tak, aby nedošlo k poškození žaludeční stěny. Následně byl odstraněn jeden bok tělní dutiny z důvodu dobrého přístupu k vnitřním orgánům (Obr. 5). Dále byl odstraněn hepatopankreas a tuk a od žaludku bylo opatrně odstříhnuто střevo a jícen. Po vyjmutí z tělní dutiny byl žaludek důkladně očištěn a osušen a byla zjištěna jeho naplněná hmotnost pomocí analytických vah se zaokrouhlením na tři desetinná místa. Následně byl žaludek podélně rozstříhnut, jeho obsah byl vypláchnut na Petriho misku a po důkladném osušení byla stanovena jeho prázdná hmotnost.





**Obr. 5:** Juvenilní candát obecný s odstraněným bokem břišní dutiny (foto: Urbánek, 2015).

K určení obsahu žaludků ryb byla použita binokulární lupa Intraco Micro (Stereoscop STM) a mikroskop Olympus CX21. Nalezené organismy byly determinovány alespoň do rodů, pokud to bylo možné. Dále byl stanoven jejich počet (u planktonních organismů pomocí počítacího sklíčka) a procentuální podíl v celkovém obsahu žaludku. Všechny získané údaje byly zaznamenány do programu Microsoft Office Excel. Zbytky vypreparovaných ryb a konzervační roztok byly zlikvidovány jako nebezpečný odpad.

### **3.4 Vyhodnocení potravy candátů, jejich délky a hmotnosti**

#### **3.4.1 Hodnocení celkové biomasy potravy candátů**

Celková biomasa potravy, nalezená v candátech z jednotlivých variant rybničního ošetření v odběrových datech byla, z důvodu nestejného počtu candátů v hodnocených souborech (v některých rybnících se podařilo odlovit méně než 10 jedinců), přepočtena na jednu rybu. Do přepočtu byli zahrnuti i candáti bez nalezené potravy v žaludcích. Pro tyto účely byly některé potravní složky sloučeny do větších celků (např. larvy hmyzu, zooplankton atd.). Dále byla vypočtena průměrná hmotnost potravy ( $\bar{x} \pm S.D.$ ) v žaludku jednoho candáta celkově pro každou variantu. Candáti, v jejichž žaludcích nebyla nalezena žádná potrava, byli do tabulky zaznamenáni v absolutních počtech a jako relativní hodnoty (%).

### 3.4.2 Hodnocení potravního chování candátů

Pro stanovení potravních návyků candátů byla použita modifikovaná Costellova metoda (Amundsen a kol., 1996). Hodnocení bylo provedeno samostatně pro každou variantu ošetření rybníků v každém odběrovém termínu (tzn. vždy ze 4 rybníků). Jako výchozí data byla použita hmotnost biomasy jednotlivých složek potravy nalezených ve zkoumaných rybách. Candáti, v jejichž žaludcích nebyla nalezena žádná potrava, do hodnocení zahrnuti nebyli.

Pro každou potravní složku byla vypočtena frekvence výskytu ( $F_i$ ) a specifická abundance ( $P_i$ ). Frekvence výskytu je definována vzorcem:

$$F_i = N_i / N$$

kde  $N_i$  udává počet ryb, ve kterých byla daná potravní složka nalezena a hodnota  $N$  je celkový počet ryb ve vzorku. Specifická abundance kořisti (v %) je dána vzorcem:

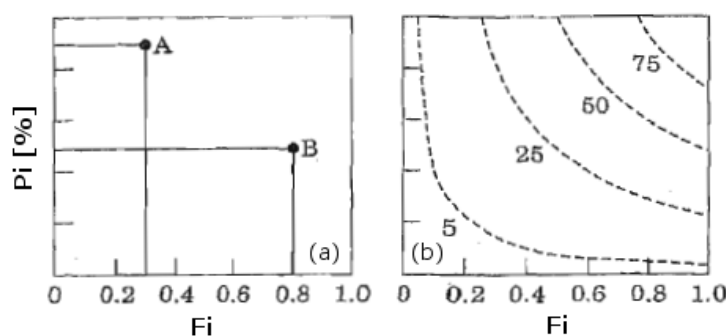
$$P_i = (\sum S_i / \sum St_i) \times 100$$

kde  $S_i$  vyjadřuje hmotnost dané potravní složky v obsahu žaludku jedné ryby a hodnota  $St_i$  udává hmotnost celého obsahu žaludku u ryby, kde se tato složka vyskytuje.

Z vypočtených dat byly následně vytvořeny bodové grafy, kde každý bod reprezentuje jednu potravní složku, tedy živočišný druh, rod či vyšší taxon, anebo jiné předměty nalezené v žaludcích candátů (např. detritus, zbytky rostlin atd.). Mezi typy potravy jsou také zahrnuty kategorie: zbytky svaloviny a neurčitelné natrávené zbytky. Do první kategorie byly zařazeny nálezy malých silně natrávených kousků svalové hmoty, kde nebylo možno zjistit, z jakých živočichů pochází. Je přesto pravděpodobné, že tyto zbytky pocházely v žaludku candáta vždy z jednoho jedince kořisti. Touto kořistí byla s největší pravděpodobností jiná ryba. Tuto domněnku podporují i občasné nálezy rybích šupin v žaludcích candátů. Svalovina ale mohla pocházet také například z pijavice (Hirudinea). Jako neurčitelné natrávené zbytky byly označeny nálezy tekuté tráveniny, jež mohla být živočišného i jiného původu (např. z kousků rostlin zkonsumovaných rybou spolu s ulovenými živočichy). V hodnocení jsou dále použity kategorie: *Sander lucioperca* a rybí kořist. Do první kategorie byly zařazeny nálezy rybí svaloviny uvnitř žaludků candátů z rybníků varianty se substrátem z vřesovce a kontrolní varianty. V těchto rybnících mohli candáti požírat pouze jiné candáty,

protože jiné druhy ryb nebyly přítomny. Jako rybí kořist byly označeny nálezy rybí svaloviny v žaludcích candátů z rybníků varianty s krmnou rybou. Zde mohli být kořisti rovněž jiní candáti, ale také nasazená krmná ryba, tedy amur bílý nebo kapr obecný. V první sérii dvanácti grafů jsou zahrnuty všechny potravní složky, určené na nejnižší možnou taxonomickou úroveň. Druhá sada dvanácti grafů sdružuje potravní organismy do vyšších taxonů (např. Cladocera, Ephemeroptera, Chironomidae atd.). Zde však nebyli zahrnuti živočichové, kteří byli v potravě ryb nacházeni jen velmi vzácně a v malých biomasách (ploštěnky (Turbelaria), lasturnatky (Ostracoda), plži rodu *Gyraulus*, blíže neurčené kukly dvoukřídlých (Diptera) a larvy pakomárců (Ceratopogonidae)).

Poloha bodů (typů kořisti) v grafu určuje potravní chování zkoumaného souboru candátů. Hodnocena je abundance, a tedy významnost jednotlivých potravních složek v daném vzorku, specializace či generalizace candátů a šíře a složení jejich potravní niky (Obr. 7). Abundance určité potravní složky v rámci hodnoceného vzorku je dána plochou, kterou ohraničují kolmice k osám  $x$  a  $y$ , vedené z daného bodu (Obr. 6a). Suma ploch všech potravních složek je rovna celkové ploše grafu, tedy 100 % abundance.

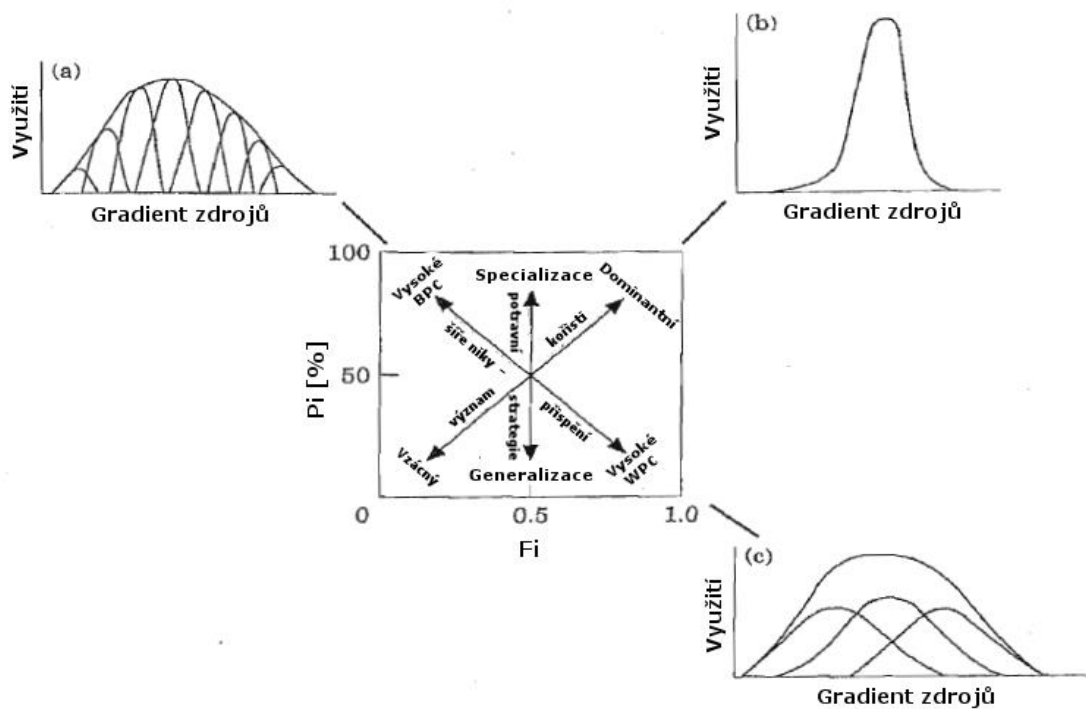


**Obr. 6:** Grafické znázornění abundance a významnosti jednotlivých typů kořisti v potravě ryb pomocí modifikované Costellovy metody; (a) abundance kořisti A a B vyjádřená plochou, ohraničenou kolmicemi k osám  $x$  a  $y$ ; (b) isočáry znázorňující různé hladiny významnosti potravních složek (převzato z Amundsen a kol., 1996).

Kombinace frekvence výskytu a specifické abundance kořisti dále udává významnost dané potravní složky v hodnoceném souboru, která vzrůstá na diagonále z levého dolního rohu grafu k pravému hornímu rohu (Obr. 7 a Obr. 6b). Tato významnost může být znázorněna isočarami (Obr. 6b).

Body umístěné v blízkosti levého dolního rohu grafu reprezentují kořist, která byla konzumována jen vzácně malou částí hodnoceného souboru ryb a v malém množství a pro celkové hodnocení potravních návyků ryb je málo významná. Kořist znázorněná blízko pravého horního rohu grafu byla naopak konzumována většinou candátů ve velkém množství a jedná se tedy o typ potravy, na který byl celý hodnocený soubor ryb specializován. Potravní nika celého souboru candátů i jednotlivých ryb je v tomto případě úzká, tvořená jen jedním nebo několika málo typy kořisti (Obr. 7b). Umístění bodů v blízkosti pravého dolního rohu grafu vyjadřuje generalistické potravní chování candátů, kdy se všechny hodnocené ryby (či jejich velká většina) živily větším počtem typů kořisti. Podle různé významnosti potravních složek, daných isočarami, je dále možno určit, která kořist byla candáty konzumována ve větším množství a která v množství menším. Potravní nika celého hodnoceného souboru candátů je zde široká a potravní niky jednotlivých ryb či malých skupin candátů o několika jedincích jsou široké rovněž a značně se překrývají (Obr. 7c). Body umístěné blízko levého horního rohu grafu vyjadřují specializaci jednotlivých jedinců, či malých skupin candátů na jednotlivé typy kořisti. Potravní nika celého hodnoceného souboru ryb je v tomto případě široká, nicméně jedinci a malé skupiny candátů mají niky úzké, vzájemně se jen málo překrývající (Obr. 7a). Rozmístění bodů současně v různých částech grafu znamená kombinaci více potravních návyků v rámci hodnoceného souboru candátů.

S šíří potravních nik jednotlivých ryb dále souvisí pojmy: between-phenotype component (BPC) a within-phenotype component (WPC). Jsou-li potravní složky umístěné v blízkosti levého horního rohu grafu, pak mají vysoký BPC a na tyto typy kořisti se tedy specializovali jednotliví jedinci candátů či malé skupiny (Obr. 7). Šíře potravních nik jednotlivých candátů či malých skupin je tedy úzká. Kořist, znázorněná blízko pravého dolního rohu grafu má vysoký WPC. Potravní složky byly konzumovány většinou candátů v hodnoceném souboru a potravní niky jednotlivých ryb nebo malých skupin candátů jsou široké. Velikost BPC a WPC je tedy znázorňována na diagonále grafu z pravého dolního do levého horního rohu grafu (Obr. 7).



**Obr. 7:** Grafické znázornění potravního chování hodnoceného souboru candátů a šíře a složení jejich potravní niky (převzato z Amundsen a kol., 1996).

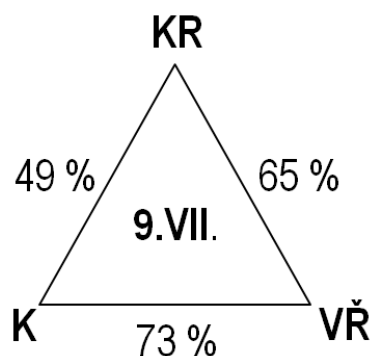
### 3.4.3 Překryv potravních nik candátů a diverzita potravy

Překryv potravních nik candátů byl hodnocen pomocí Schoenerova indexu (D). Porovnávány byly potravní niky hodnocených souborů candátů ze všech variant ošetření rybníků vždy jednotlivě v každém odběrovém termínu. Jako základní data byly použity hodnoty početnosti jedinců jednotlivých typů kořisti, nalezené v rybách. Potravní organismy byly děleny do nejnižších možných taxonů, tak jak byly určeny v laboratoři. Do výpočtů nebyly zařazeny kategorie: detritus a neurčitelné natrávené zbytky. V kategorii zbytků svaloviny bylo předpokládáno, že v žaludku jednoho candáta pocházely vždy z jednoho jedince kořisti. Původní hodnoty početnosti byly následně, v každé variantě rybníčního ošetření a termínu odběru, vyjádřeny jako frekvence výskytu. Takto připravená data byla dále použita k výpočtu samotného indexu. Ten je definován následujícím vzorcem:

$$D = 1 - 0,5 \sum |px_i - py_i|$$

kde  $px_i$  vyjadřuje frekvenci početnosti jednoho typu kořisti v rámci hodnoceného souboru candátů z jedné varianty rybníčního ošetření (např.: z varianty vřesovec)

a hodnota  $py_i$  udává frekvenci početnosti stejného typu kořisti v rámci souboru candátů z jiné varianty rybničního ošetření (např.: z varianty kontrola). Konečný výpočet má hodnotu mezi čísly 0 a 1 a při vynásobení číslem 100 udává procento shody potravních nik candátů ze dvou variant ošetření rybníků. Ve výsledcích je překryv potravních nik skupin candátů z různých variant rybničního ošetření v rámci každého odběrového termínu graficky znázorněn (Obr. 8). Hodnoty jsou zaokrouhleny na celá čísla.



**Obr. 8:** Příklad grafického znázornění procentuálního překryvu potravních nik candátů z jednotlivých variant ošetření rybníků v odběru 9. července. Uvedená čísla jsou pouze hypotetická.

Diverzita potravy ryb byla hodnocena pomocí Shannon-Wienerova indexu ( $H'$ ). Výpočty byly provedeny pro jednotlivé rybníky v každé variantě ošetření rybníků a odběrovém termínu. Jako vstupní data byla opět použita početnost nalezených typů kořisti. Základní data však nebyla přepočítána na hodnoty frekvence výskytu. Organismy, nalezené v potravě candátů, byly pro účely výpočtů děleny do nejnižších možných taxonů, tak jak byly určeny při laboratorním zpracování. K samotným výpočtům indexů diverzity byl použit následující vzorec:

$$H' = -\sum (n_i / N) \cdot \ln(n_i / N)$$

kde  $n_i$  vyjadřuje početnost určitého typu kořisti v hodnoceném souboru a hodnota  $N$  udává celkovou početnost všech potravních složek ve stejném souboru. Z vypočtených hodnot byl vytvořen spojnicový graf průměrů metodou nejmenších čtverců (MNČ) v programu Statistica 12. Graf byl vytvořen v rámci hodnocení dat metodou hierarchická ANOVA. Zobrazuje vývoj diverzity potravy candátů ve variantách rybničního ošetření v průběhu vegetační sezóny.

### 3.4.4 Biometrické parametry candátů, přežití na konci odchovu a teplota vody

Pro celkovou délku (TL), délku těla (SL) a hmotnost (W) candátů byly vytvořeny spojnicové grafy průměrných hodnot (za každou variantu rybničního ošetření a datum odběru) výše zmíněných veličin. Grafy, se zobrazením směrodatných odchylek, znázorňují vývoj biometrických parametrů candátů ve variantách ošetření rybníků v průběhu vegetační sezóny a to od nasazení plůdku candáta (12. června) do výlovu na konci odchovu (17. září). Průměrná teplota vody v jednotlivých variantách ošetření rybníků byla stanovena za celé období odchovu candátů. Hodnoty ( $\bar{x} \pm S.D.$ ) jsou uvedeny v tabulce.

Procento přežití candátů v jednotlivých rybnících bylo stanoveno na konci jejich odchovu (výlov 17. září). Stanovena dále byla průměrná celková délka (TL) candátů v každém rybníce (ze souboru 100 ryb z každého rybníka, rovněž na konci odchovu). Ze stanovených hodnot byl vytvořen graf udávající vztah mezi výše zmíněnými veličinami.

### 3.4.5 Statistické hodnocení dat

Statistické hodnocení dat bylo provedeno v programu Statistica 12. Hodnocena byla celková délka (TL) candátů, délka těla (SL) a hmotnost (W). Dále také druhová diverzita potravy candátů ( $H'$ ). Data byla pro vložení do programu řazena podle varianty a následně termínu odběru. U délky a hmotnosti candátů se jednalo o původní údaje, naměřené či navážené v laboratoři. V případě druhové diverzity potravy byly vloženy indexy pro jednotlivé rybníky.

Pro zjištění normálního rozdělení dat v jednotlivých variantách rybničního ošetření byl použit Shapiro-Wilkův test. Data reprezentující TL, SL a hmotnost candátů neměla normální rozdělení. Pro transformaci dat byl použit přirozený logaritmus (LN). Po úpravě již hodnoty normálního rozdělení vykazovaly. Biometrické parametry candátů a druhová diverzita potravy byly následně hodnoceny metodou hierarchická ANOVA. Cílem bylo zaznamenat průkazné odlišnosti mezi různými variantami ošetření rybníků vždy v rámci jednoho odběrového termínu. Dále pak odlišnosti mezi jednotlivými odběrovými termíny vždy v rámci jedné varianty. Jako závislé proměnné byly v hodnocení zadávány výše zmíněné kategorie (např. TL). Kategorie nezávislých proměnných byly rybník, datum a varianta. Za faktory s pevným efektem byly

považovány varianta a datum. Náhodným faktorem byl rybník, který je také podřízen variantě. K mnohonásobnému porovnání byl použit Tukeyův HSD test. Odlišnost mezi variantami nebo termíny odběrů byla považována za statisticky průkaznou, pokud byla pravděpodobnost zamítnutí nulové hypotézy ( $H_0$  - varianty ošetření rybníků ani termíny odběrů se mezi sebou neliší) větší než 95 % ( $p < 0,05$ ). Statisticky průkazné odlišnosti jsou ve výsledcích, v příslušných grafech, znázorněny pomocí velkých a malých písmen. Odlišnosti mezi variantami rybničního ošetření v každém termínu odběru jsou znázorněny velkými písmeny (A, B, C). Odlišnosti mezi odběrovými termíny v rámci každé varianty jsou uvedeny za pomoci malých písmen (a, b, c, d).

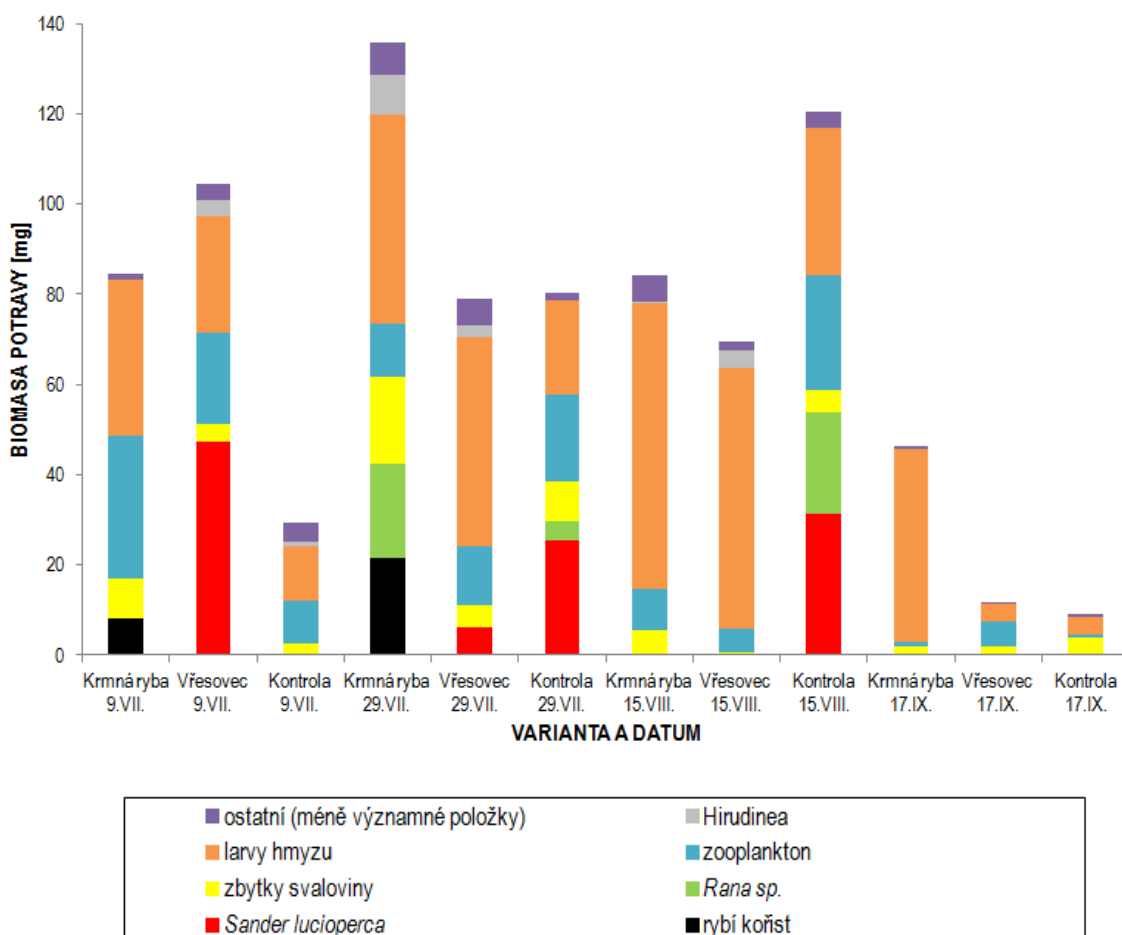
Statistické hodnocení bylo provedeno také pro teplotu vody v rybnících během odchovu candátů a pro procentuální přežití candátů na konci odchovu. Teplota byla testována metodou hierarchická ANOVA. Přežití bylo testováno neparametricky, Kruskal-Wallisovým testem. Jako závislá proměnná bylo zvoleno procento přežití, grupovací proměnnou byla varianta. U teploty vody i přežití candátů byly zjišťovány odlišnosti mezi variantami ošetření rybníků (v tabulce a grafu znázorněny písmeny). Odlišnost byla považována za statisticky průkaznou, pokud byla pravděpodobnost zamítnutí nulové hypotézy ( $H_0$ ) větší než 95 % ( $p < 0,05$ ).



## 4. Výsledky

### 4.1 Celková biomasa potravy candátů

Celkem bylo analyzováno 471 jedinců candáta ze všech rybníků a variant. Celková biomasa potravy, nalezená v žaludcích ryb, se měnila ve variantách ošetření rybníků a termínech odběrů (Graf 1). Průměrná hmotnost potravy v žaludku jednoho candáta dosahovala  $87,7 \pm 36,7$  mg ve variantě s krmnou rybou,  $66,2 \pm 39,3$  mg ve variantě s vřesovcem a  $59,8 \pm 50,4$  mg ve variantě kontrolní. Největší hmotnost potravních organismů byla nalezena u candátů z variant: krmná ryba (29. červenec), kontrola (15. srpen) a vřesovec (9. červenec). Velmi malá biomasa potravy byla naopak nalezena v candátech z varianty kontrola (9. červenec) a dále ze všech variant v odběru 17. září (Graf 1).



**Graf 1:** Celková hmotnost potravy (zobrazená v přepočtu na jednu rybu), nalezená v žaludcích candátů v jednotlivých variantách ošetření rybníků a termínech odběrů a její vzájemné porovnání.

V potravě candátů (Graf 1) byly nejvýznamněji zastoupeny larvy hmyzu (46 %). Dalším hojným typem kořisti byl zooplankton (18 %). V některých případech (vřesovec 9. červenec, kontrola 29. červenec a 15. srpen a krmná ryba 29. červenec) tvořily značnou část biomasy potravy také ulovené ryby (16 %). V žaludcích candátů byly nalezeny také žáby (6 %), a to ve variantách: krmná ryba a kontrola 29. červenec a kontrola 15. srpen.

Největší počet candátů s prázdným žaludkem (Tab. 1) byl zaznamenán ve variantě s vřesovcem (17. září), dále pak v kontrole (17. září) a ve variantě s krmnou rybou (29. červenec). Ve všech variantách v odběru 9. září a ve variantě s vřesovcem (29. červenec) nebyly žádné ryby s prázdným žaludkem nalezeny (Tab. 1).

**Tab. 1:** Absolutní a relativní (%) počty candátů s prázdným žaludkem.

DATUM / VARIANTA	KRMNÁ RYBA	VŘESOVEC	KONTROLA
9.VII.	0	0	0
29.VII.	3 (7,5)	0	2 (5)
15.VIII.	2 (5)	2 (5)	2 (5)
17.IX.	1 (2,7)	9 (24,3)	4 (10,5)

## 4.2 Potravní chování candátů

### 4.2.1 Hodnocení pro odběr 9. července

Ve variantě s krmnou rybou tvořily nejvýznamnější součást potravy candátů perloočky (Cladocera) volné vody, na jejichž konzumaci byla mírně specializována většina ryb (Graf 2a). Perloočky byly téměř výhradně tvořeny rodem *Daphnia* (Graf 3a). Dalším, méně významným typem kořisti, na který již candáti nevykazovali specializaci, byly larvy pakomárů (Chironomidae) (Graf 2a). V potravě ryb byly nalezeny fytofilní pakomáři rodů *Glyptotendipes* a *Endochironomus*, ale také pakomáři dnového sedimentu druhu *Chironomus plumosus* (Graf 3a). Jinými, méně významnými typy kořisti, byly kukly pakomárů a klešťanky (Corixidae). Na jejich konzumaci se specializovaly malé skupiny candátů, tvořené jen několika jedinci. V žaludcích candátů byly nacházeny i neurčitelné zbytky svaloviny (Graf 2a).

Ve variantě se substrátem z vřesovce byl na začátku vegetační sezóny zaznamenán náznak generalistického potravního chování většiny candátů (Graf 2b). Nicméně tento

trend je velmi slabý. Z hlediska abundance byly hlavním typem kořisti perloočky vodního sloupce, tvořené zejména rodem *Daphnia* (Graf 3b). Nicméně zde nedosahovaly takové významnosti jako ve variantě s krmnou rybou. Ve variantě se substrátem z vřesovce se naopak hojněji vyskytovaly fytofilní perloočky rodu *Simocephalus*, které byly ve variantě s krmnou rybou nevýznamné (Graf 2a,b). V malých abundancích byly v potravě candátů zastoupeny také larvy a kukly pakomárů (fytofilní druhy i druh rybnického dna) a larvy jepic (Ephemeroptera) druhu *Cloeon dipterum*. V potravě candátů byly nalezeny i larvy jepic rodu *Caenis*, avšak nebyly pro hodnocení významné (Graf 3b). V potravě se dále vyskytovaly i neurčitelné zbytky svaloviny. Jednotliví candáti či malé skupiny byli silně specializováni na konzumaci jiných candátů (Graf 2b) a velmi slabě na lov pijavic (Hirudinea) druhu *Helobdella stagnalis* a larev brouků (Coleoptera) z čeledi Dytiscidae. Další typy kořisti nedosahovaly většího významu (Graf 3b).

V kontrolní variantě bylo zaznamenáno více potravních strategií candátů, kteří se orientovali na vícero potravních zdrojů. Hlavními typy kořisti byly perloočky vodního sloupce a larvy pakomárů. Grafické znázornění dokládá mírnou generalizaci většího počtu candátů na konzumaci těchto potravních položek (Graf 2c). Perloočky vodního sloupce byly zastoupeny rodem *Daphnia*, a v menší míře také rodem *Ceriodaphnia*, který však byl ve variantách se substrátem z vřesovce a krmnou rybou nevýznamný. Fytofilní perloočky rodu *Simocephalus* byly zastoupeny méně hojně než ve variantě se substrátem z vřesovce, avšak více než ve variantě s krmnou rybou (Graf 3a,b,c). Larvy pakomárů byly tvořeny fytofilními druhy i druhem *C. plumosus*. V potravě candátů se dále vyskytovaly larvy jepic druhu *C. dipterum* (Graf 3c), larvy koreter rodu *Chaoborus* a larvy brouků. V žaludcích ryb byly také nalezeny neurčitelné zbytky svaloviny. Z grafického znázornění potravních položek je patrná velmi slabá specializace jednotlivých jedinců, či velmi malých skupin candáta na konzumaci klešťanek, nitěnkovitých (Tubificidae) a larev jepic (Graf 2c), dále silná specializace na lov pijavic druhu *Erpobdella octoculata* (Graf 3c). Další typy kořisti nebyly pro hodnocení příliš významné (Graf 2c).

#### **4.2.2 Hodnocení pro odběr 29. července**

Ve variantě s krmnou rybou v druhém odběrovém termínu byly perloočky volné vody (*Daphnia* a méně *Ceriodaphnia*) v potravě candátů již méně hojně zastoupeny

v porovnání s prvním odběrem (9. července) a většina candátů nevykazovala specializaci na jejich konzumaci. Perloočky nicméně stále tvořily významný typ kořisti (Graf 2d). Určitého významu dosáhly také larvy a kukly pakomárů (fytofilní druhy i druh *C. plumosus* (Graf 3d)), larvy jepic (*C. dipterum* (Graf 3d)) a klešťanky (Graf 2d). V žaludcích ryb byly také často nacházeny neurčitelné zbytky svaloviny. Rozbor potravy candátů v tomto odběrovém datu vykazuje výraznou specializaci velmi malého počtu candátů na lov jiných ryb a žab. Ostatní potravní položky směřují k trendu specializace jen málo (Graf 2d). Candáti rovněž nevykazují výraznější generalistické potravní chování. Mezi candáty se tedy nacházely skupiny ryb s různými potravními návyky (Graf 2d).

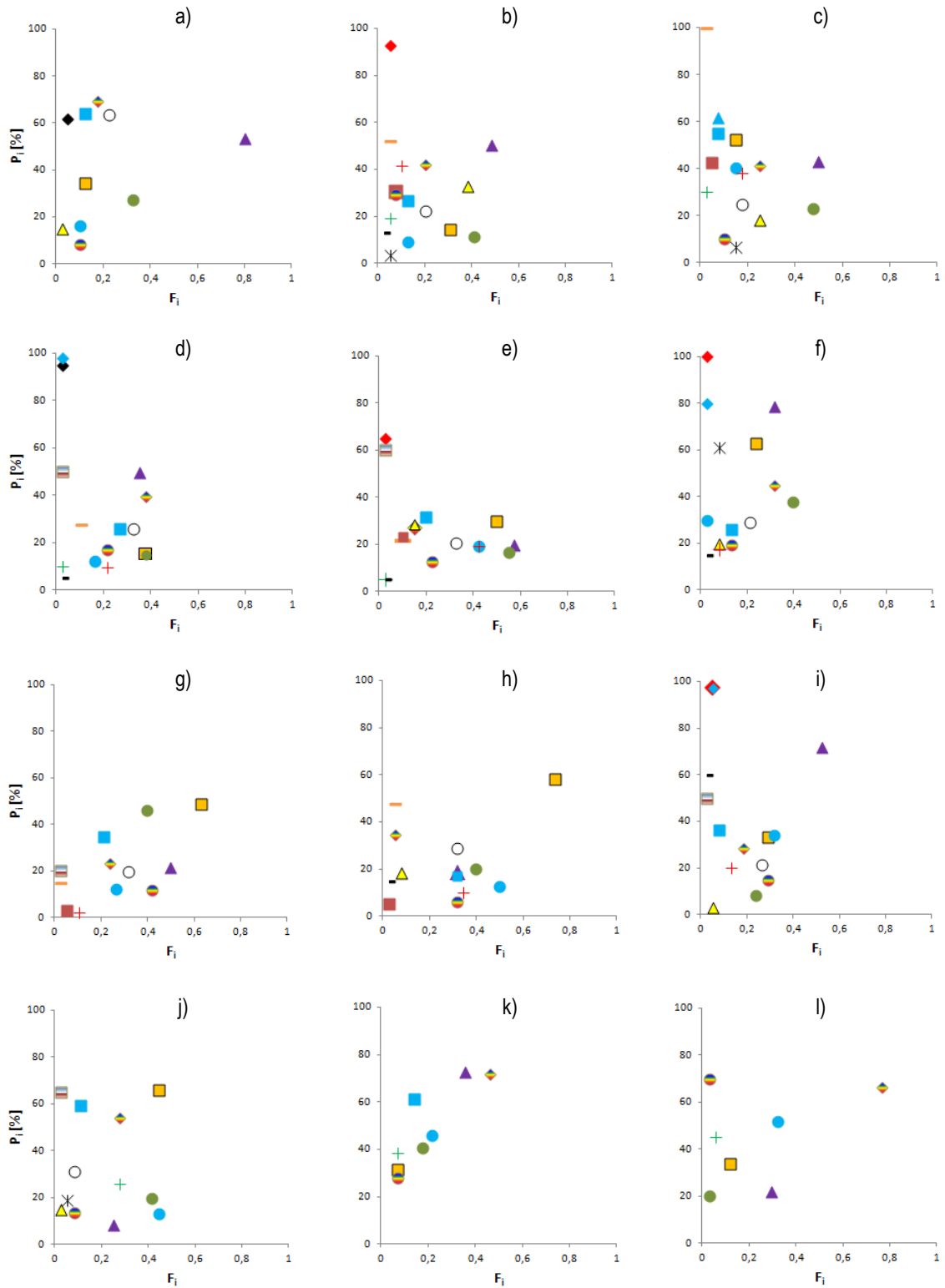
Ve variantě se substrátem z vřesovce se oproti odběru 9. července zvýraznila potravní generalizace většiny candátů na více typů kořisti (Graf 2e). Generalizace je výraznější i v porovnání s variantou krmná ryba a variantou kontrolní v odběru 29. července (Graf 2d,e,f). Ojedinelá slabá specializace některých candátů na lov jiných candátů byla rovněž zaznamenána (Graf 2e). Významnými potravními položkami byly perloočky volné vody (zejména *Daphnia* sp., v menší míře *Ceriodaphnia* sp.), larvy a kukly pakomárů (*Glyptotendipes* sp. a *C. plumosus*), larvy jepic (zejména *C. dipterum*, *Caenis* sp. nevýznamně), dále larvy koreter *Chaoborus* sp. a larvy brouků rodu *Laccophilus* (Graf 2e, 3e).

Ve variantě kontrolní směřovaly trendy potravního chování candátů ke specializaci malých skupin candátů na jednotlivé typy kořisti (Graf 2f). V porovnání s odběrem 9. července v kontrolní variantě (Graf 2c) a odběrem 29. července ve variantě se substrátem z vřesovce (Graf 2e) nebyly shledány náznaky generalizace candátů. V porovnání s variantou krmná ryba 29. července (Graf 2d) byla ve variantě kontrolní potravní strategie specializace malých skupin candátů na jednotlivé typy kořisti daleko výraznější. Ojedinelí candáti vykazovali silnou specializaci na lov jiných candátů a méně silnou specializaci na konzumaci žab (Graf 2f). Lehká specializace malých skupin candátů byla zaznamenána rovněž pro konzumaci klanonožců (Copepoda) druhu *Acanthocyclops americanus* (Graf 3f). Jiné skupiny ryb byly specializované na příjem perlooček (*Daphnia* sp. a *Ceriodaphnia* sp.) a slaběji specializované na lov larev jepic druhu *C. dipterum* či larev pakomárů fytofilních druhů. V potravě ryb byly také často nacházeny neurčitelné zbytky svaloviny (Graf 2f, 3f).

KRMNÁ RYBA

VŘESOVEC

KONTROLA

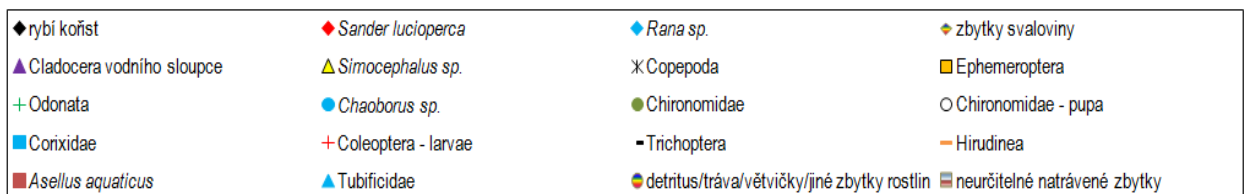


9. ČERVENEC

29. ČERVENEC

15. SRPEN

17. ZÁŘÍ

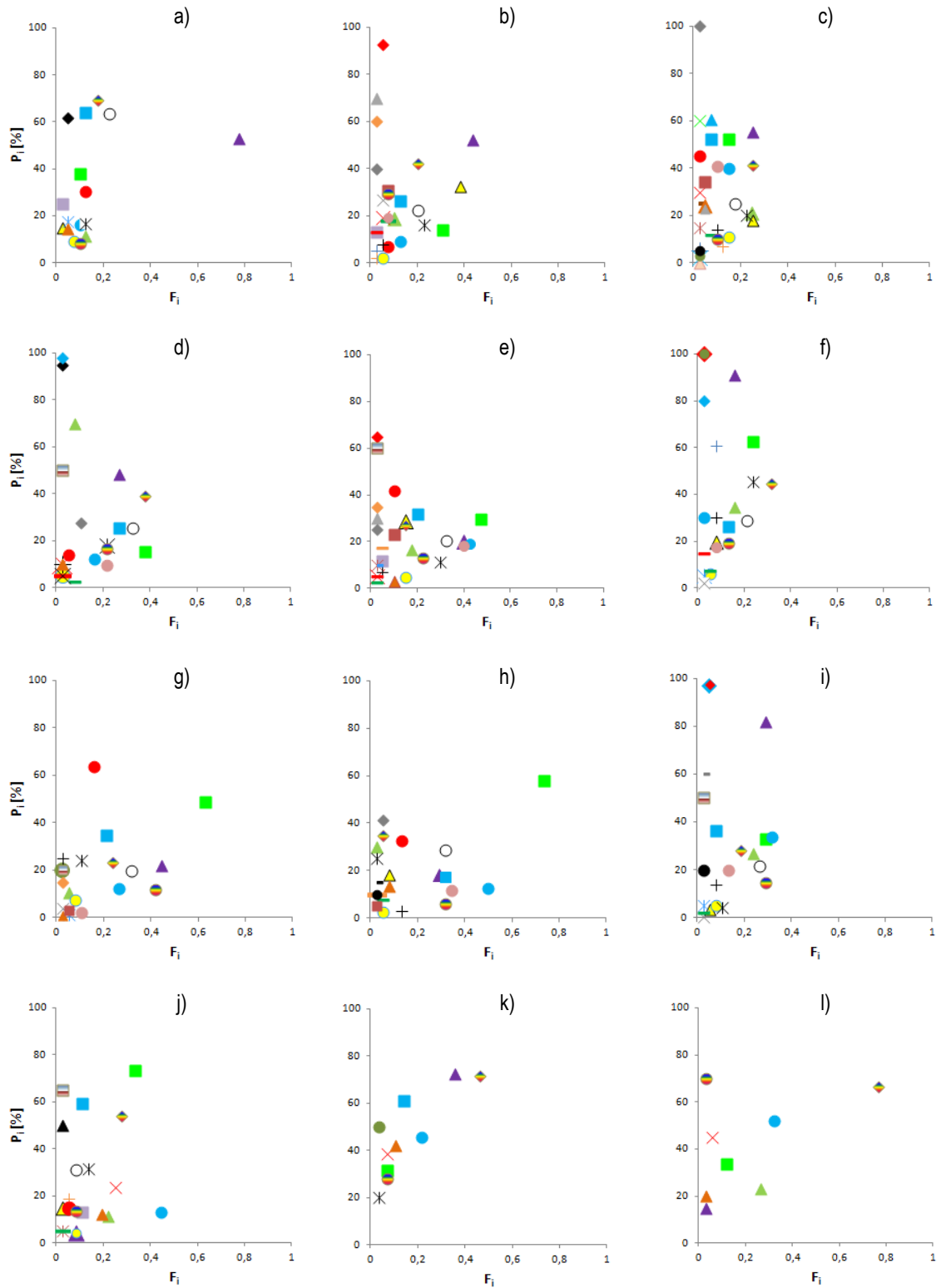


Graf 2a-l: Hodnocení potravního chování populací candáta ve variantách ošetření rybníků.

KRMNÁ RYBA

VŘESOVEC

KONTROLA



9. ČERVENEC

29. ČERVENEC

15. SRPEN

17. ZÁŘÍ

◆ rybikořist	◆ <i>Sander lucioperca</i>	◆ <i>Rana</i> sp.	◆ zbytky svaloviny	◆ <i>Ceriodaphnia</i> sp.
▲ <i>Daphnia</i> sp.	▲ <i>Scapholeberis</i> sp.	▲ <i>Simoecephalus</i> sp.	+ <i>Acanthocyclops americanus</i>	+ Cyclopoida
× Ostracoda	× <i>Caenis</i> sp.	× <i>Cloeon dipterum</i>	▲ Aeshnidae	× Zygoptera
- Diptera-pupa	× Ceralopogonidae	× <i>Chaoborus</i> sp.	● Chironomidae	○ Chironomidae - pupa
● Chironominae	● <i>Chironomus plumosus</i>	× <i>Procladius</i> sp.	× Orthocladinae	+ <i>Ablabesmyia</i> sp.
▲ <i>Endochironomus</i> sp.	× <i>Glyptotendipes</i> sp.	× <i>Polypedilum</i> sp.	- Tanitarsini	■ Corixidae
▲ Dytiscidae - larvae	× <i>Hyphydrus ovatus</i> - larvae	● <i>Laccophilus</i> sp. - larvae	- Trichoptera	- <i>Holocentropus dubius</i>
- <i>Oecetis lacustris</i>	- Hirudinea	◆ <i>Eryobdella octoculata</i>	● <i>Helobdella stagnalis</i>	■ <i>Asellus aquaticus</i>
× Turbellaria	▲ Tubificidae	● <i>Gyralulus</i> sp.	● detritus/trával/větvíky/jiné zbytky rostlin	■ neurčitelné natrávené zbytky

Graf 3a-l: Hodnocení potravního chování populací candáta ve variantách ošetření rybníků.

#### 4.2.3 Hodnocení pro odběr 15. srpna

Ve variantě s krmnou rybou začaly v potravě candátů nabývat výraznějších abundancí zástupci hmyzu. Hlavní potravní složkou byly larvy jepic (*C. dipterum*), dále se pak vyskytovaly larvy a kukly pakomárů (především *C. plumosus*) a klešťanky (Graf 2g, 3g). Významným typem kořisti zůstaly nadále také perloočky volné vody (téměř výhradně zastoupeny rodem *Daphnia* (Graf 3g)), které ve variantě s krmnou rybou dosahovaly srovnatelné abundance s odběrem 29. července (Graf 2d), ale výrazně nižší abundance v porovnání s odběrem 9. července (Graf 2a). Trend potravního chování ryb směřuje v odběrovém datu 15. srpna spíše ke generalizaci v rámci hodnoceného souboru candátů na výše zmíněné hlavní typy kořisti. Tento trend ale není příliš výrazný a naznačuje kombinaci více potravních strategií v hodnoceném souboru ryb (Graf 2g).

Ve variantě se substrátem z vřesovce byl u candátů zjištěn výrazný příjem larev jepic druhu *C. dipterum*, jejichž abundance značně převyšovala abundanci ostatních potravních položek (Graf 2h, 3h) a také značně převyšovala abundanci larev jepic v předchozích dvou odběrech ve variantě (Graf 2b,e). Dále byla vyšší v porovnání s abundancí jepic ve variantě s krmnou rybou v tomto odběru (Graf 2g). Grafické znázornění tohoto typu kořisti dokládá mírnou specializaci většiny candátů na příjem larev jepic. Nicméně, znázornění dalších potravních položek s určitým významem (larvy koreter rodu *Chaoborus*, larvy a kukly pakomárů, klešťanky, perloočky vodního sloupce (*Daphnia* sp., méně pak rody *Ceriodaphnia* a *Simocephalus*) a larvy brouků rodu *Laccophilus*) dokazuje také slabou generalizaci určité skupiny candátů (Graf 2h, 3h). Candáti tedy konzumovali více typů kořisti, mezi kterými výrazně převažovaly larvy jepic. Oproti předchozím odběrům zde specializace jednotlivých ryb na jednotlivé typy kořisti nebyla nijak doložena, podobně jako ve variantě s krmnou rybou. Ve variantě se substrátem z vřesovce také poklesla významnost perlooček vodního sloupce (Graf 2h).

Ve variantě kontrolní tvořily, na rozdíl od varianty s krmnou rybou a substrátem z vřesovce, nejvýznamnější potravní složku candátů perloočky vodního sloupce (*Daphnia* sp. a v menší míře *Ceriodaphnia* sp.) a na jejich konzumaci byla specializována velká skupina ryb (Graf 2i, 3i). Larvy jepic (*C. dipterum*) a pakomárů byly v potravě, v porovnání s ostatními variantami, a také v porovnání s předchozími

dvěma odběry v kontrolní variantě, jen málo zastoupené. Určitého významu v potravě dosáhly larvy koreter *Chaoborus* sp. Někteří jedinci candáta byli silně specializováni na lov jiných candátů a žab. Dále byla zaznamenána lehká specializace malého počtu ryb na konzumaci chrostíků (Trichoptera) druhu *Holocentropus dubius* (Graf 2i, 3i).

#### 4.2.4 Hodnocení pro odběr 17. září

Ve variantě s krmnou rybou vykazuje grafické znázornění potravních položek kombinaci různých potravních strategií menších skupin candátů (Graf 2j). Nejhojnějším typem kořisti byly, stejně jako v předchozím odběru, larvy jepic (především *C. dipterum*, méně pak *Caenis* sp.) a na jejich konzumaci bylo lehce specializována malá skupina candátů. Dalšími častými typy kořisti byly larvy pakomárů (fytofilní druhy i *C. plumosus*), koreter rodu *Chaoborus* a vážek (Odonata), jejichž grafické znázornění vyjadřuje velmi slabou generalizaci určité skupiny candátů na konzumaci těchto potravních složek. Několik jedinců candáta bylo lehce specializováno na lov klešťanek. V potravě byly ve větší míře nalezeny také neurčitelné zbytky svaloviny (Graf 2j, 3j). V porovnání s předchozími odběry ve variantě byly na konci vegetační sezóny v potravě candátů zastoupeny perloočky vodního sloupce (zejména *Ceriodaphnia* sp.) již pouze v nevýznamném množství. Fytofilní perloočky rodu *Simocephalus* byly málo významné (Graf 2j, 3j).

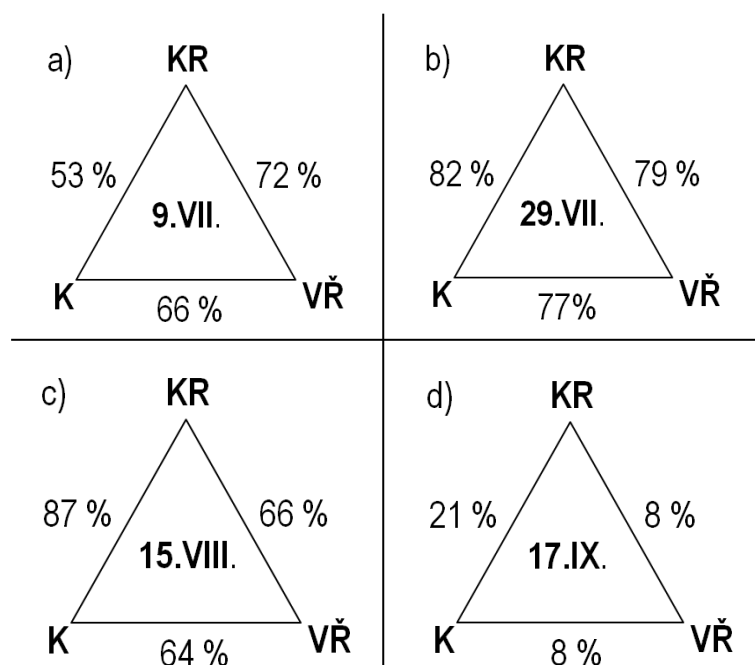
Ve variantě se substrátem z vřesovce bylo v potravě candátů nalezeno jen málo položek a trendy potravního chování ryb se značně lišily v porovnání s předchozími odběry ve variantě i v porovnání s vyhodnocením ve variantě s krmnou rybou v tomto odběru (Graf 2k). V grafickém znázornění nebylo vůbec doloženo generalistické potravní chování candátů. Larvy jepic byly v potravě zastoupeny nevýznamně, přičemž v předchozím odběru ve variantě se substrátem z vřesovce (Graf 2h) tvořily hlavní potravní složku. Z grafu je naopak patrná středně silná specializace většího počtu candátů na jiné dvě hlavní potravní položky: zbytky svaloviny a perloočky vodního sloupce (Graf 2k). Zbytky svaloviny s největší pravděpodobností pocházely z jiných candátů. Mohly ale také pocházet například z pijavic. Malá skupina candátů pak byla slabě specializována na konzumaci klešťanek. Dalšími typy kořisti, které se vyskytovaly hojněji, byly larvy pakomárů (*Endochironomus* sp. a *Glyptotendipes* sp.) a koreter *Chaoborus* sp. Perloočky byly zastoupeny pouze rodem *Daphnia* (Graf 2k, 3k).



Ve variantě kontrolní bylo, podobně jako ve variantě se substrátem z vřesovce, nalezeno v potravě candátů jen málo položek. Trendy v potravním chování candátů se lišily od trendů v předchozích odběrech provedených v kontrolní variantě a také od potravního chování candátů ve variantě krmná ryba v tomto odběru (Graf 2l). Většina candátů se silně specializovala na kořist, jejíž pozůstatky v podobě neurčených zbytků svaloviny byly nalezeny v trávicím traktu pitvaných candátů. Dalšími typy kořisti, které dosahovaly z hlediska abundance určitého významu, byly larvy koreter *Chaoborus* sp. a v menší míře perloočky vodního sloupce, převážně zastoupené rodem *Ceriodaphnia* (Graf 2l, 3l). Perloočky nicméně dosahovaly v tomto odběrovém termínu výrazně menší abundance než v odběru 15. srpna (Graf 2i). Larvy jepic (*C. dipterum*) a pakomárů (*Endochironomus* sp.) byly pro hodnocení potravy candátů málo významné (Graf 3l).

### 4.3 Překryv potravních nik candátů

V odběru 9. července (Obr. 9a) vykazovaly největší shodu potravní niky candátů z variant s krmnou rybou a se substrátem z vřesovce. Překryv potravních nik candátů z těchto variant a candátů z varianty kontrolní byl také značný.

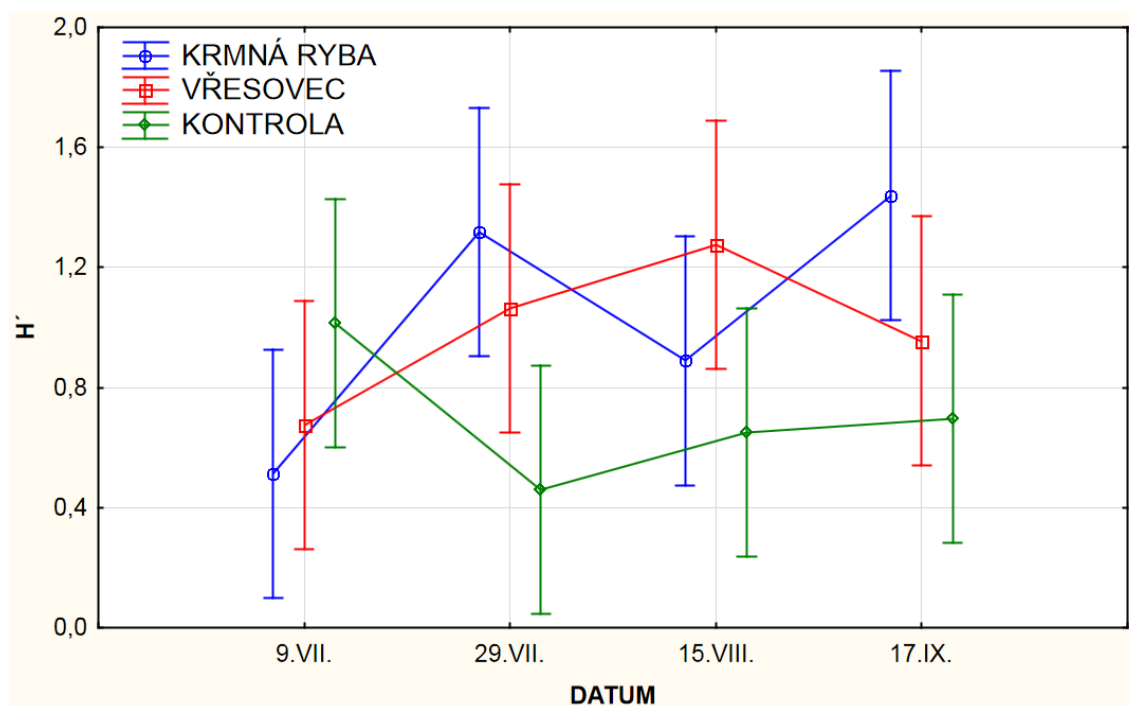


**Obr. 9a-d:** Procentuální shoda potravních nik candátů v jednotlivých variantách rybníčního ošetření (KR - krmná ryba; VŘ - vřesovec; K - kontrola) v daných termínech odběrů (a - 9. července; b - 29. července; c - 15. srpna; d - 17. září).

Ještě výraznější shoda byla zaznamenána v odběrovém termínu 29. července (Obr. 9b). Ani v jednom porovnání zde překryv potravních nik candátů nebyl menší než 75 %. Shoda mezi variantami v odběru 15. srpna (Obr. 9c) byla nejméně výraznější mezi krmnou rybou a kontrolní variantou. Jejich porovnání s variantou se substrátem z vřesovce vykazuje podobné procento shody potravních nik. V odběru 17. září (Obr. 9d) byly překryvy potravních nik candátů z jednotlivých variant velmi malé, v porovnání s předchozími odběrovými termíny.

#### 4.4 Druhá diverzita potravy candátů

Diverzita potravy candátů se statisticky průkazně nelišila ani mezi variantami rybníčního managementu v jednotlivých odběrových termínech, ani mezi termíny odběrů v jednotlivých variantách ( $F(9, 27) = 2,4; p = 0,07$ ). Graf 4 znázorňuje vývoj indexu diverzity potravních složek v jednotlivých variantách. Nelze zde zachytit jasný trend ve vývoji indexu, zejména ve variantě s krmnou rybou se diverzita potravních složek výrazně měnila. Na začátku vegetační sezóny (odběr 9. července) byla nejnižší v porovnání s ostatními variantami. V termínech 29. července a 17. září byla naopak nejvyšší (Graf 4).



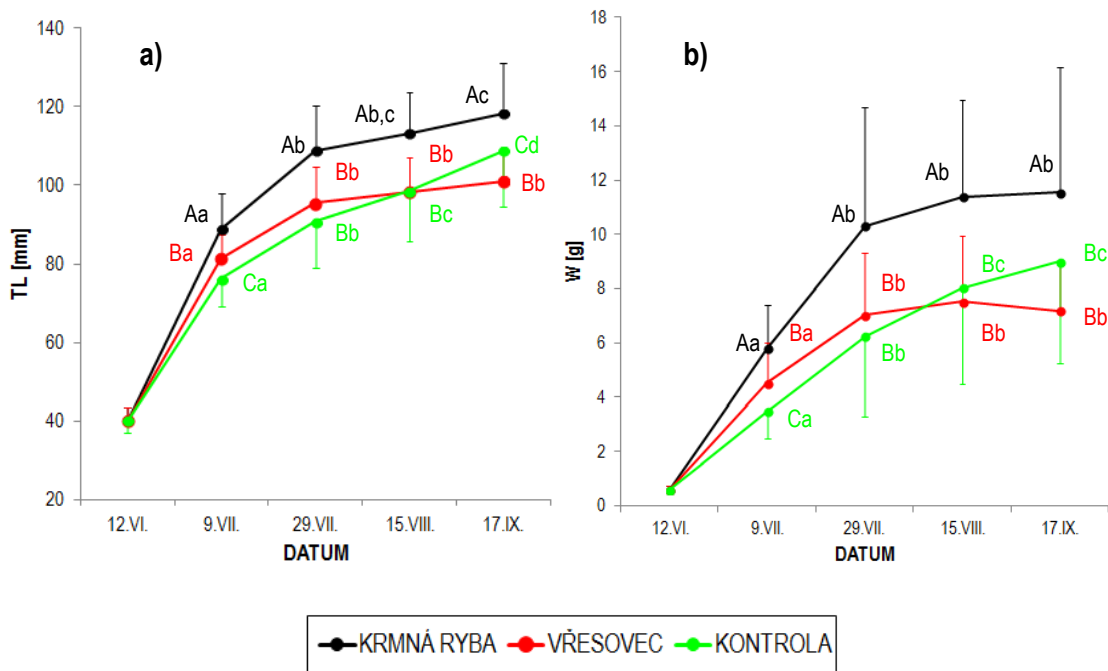
**Graf 4:** Vývoj diverzity potravy candátů (Shannon-Wienerův index) v průběhu vegetační sezóny v jednotlivých variantách ošetření rybníků a jejich vzájemné porovnání.

Ve variantě se substrátem z vřesovce diverzita stoupala od prvního odběrového termínu do odběru 15. srpna. Poté zaznamenala výrazný pokles. Ve variantě kontrolní byla nejvyšší diverzita potravy candátů na začátku vegetační sezóny. K odběru 29. července zaznamenala výrazný pokles. V dalším časovém průběhu pak již rostla jen mírně (Graf 4).

#### 4.5 Biometrické parametry candátů a teplota vody v rybnících

Pro průměrnou celkovou délku (TL) candátů byly zaznamenány statisticky významné odlišnosti ( $F(9, 450) = 91,1; p < 10^{-3}$ ) jak mezi variantami v jednotlivých odběrových termínech, tak i mezi termíny odběrů v jednotlivých variantách (Graf 5a). Délka těla (SL) candátů vykazuje stejné trendy vývoje i statistické odlišnosti jako TL ( $F(9, 450) = 80,9; p < 10^{-3}$ ). Graf hodnocení délky těla candátů proto není do výsledků zařazen. Největší TL dosahovali v průběhu celé vegetační sezóny candáti ve variantě s krmnou rybou. Přírůstek délky ryb v čase byl v této variantě nejvýraznější v období od nasazení plůdku do odběru 9. července. Výrazný přírůstek byl zaznamenán také v období od 9. července do 29. července. Mezi následujícími odběry byly již přírůstky TL candátů nižší (Graf 5a). Podobný trend jako ve variantě s krmnou rybou vykazovaly během vegetační sezóny průměrné hodnoty TL candátů ve variantě se substrátem z vřesovce a kontrole, ačkoliv oproti ostatním variantám byl v kontrole nárůst délky těla rovnoměrnější (Graf 5a). V porovnání s variantou se substrátem z vřesovce byla v kontrolní variantě průměrná celková délka candátů nižší v prvních dvou odběrech (statisticky průkazně pouze v odběru 9. července), nicméně v odběru 15. srpna byly hodnoty TL v obou variantách téměř totožné. Na konci vegetační sezóny pak dosahovaly ryby v kontrolní variantě statisticky průkazně větší průměrné délky než ve variantě se substrátem z vřesovce (Graf 5a).

Pro průměrnou hmotnost (W) candátů byly zaznamenány statisticky významné odlišnosti jak mezi variantami v jednotlivých odběrových termínech, tak i mezi termíny odběrů v jednotlivých variantách ( $F(9, 450) = 61,9; p < 10^{-3}$ ) (Graf 5b). Nejvyšší průměrná hmotnost candátů byla po celé hodnocené období zaznamenána ve variantě s krmnou rybou. Prudký přírůstek hmotnosti ryb byl ve variantě zaznamenán v období od nasazení plůdku (12. června) do odběru 29. července (Graf 5b). Mezi druhým a třetím odběrem byl již přírůstek výrazně nižší a dále na konci odchovu ryb byl nevýrazný.



**Graf 5a,b:** Vývoj průměrných hodnot celkové délky ( $TL \pm S.D.$ ) candátů (**a**) a hmotnosti ( $W \pm S.D.$ ) candátů (**b**) v průběhu vegetační sezóny (od nasazení plůdku 12. června do výlovu 17. září) v jednotlivých variantách ošetření rybníků a jejich vzájemné porovnání. Velká písmena znázorňují statisticky významné odlišnosti mezi variantami rybníčního ošetření v jednotlivých termínech odběrů. Malá písmena znázorňují statistické odlišnosti mezi odběrovými termíny v rámci každé varianty.

Ve variantě se substrátem z vřesovce i v kontrolní variantě byl hmotnostní přírůstek candátů rovněž nejvyšší v období od nasazení plůdku do odběru 29. července. Ve variantě kontrolní pak hmotnost ryb výrazně rostla i v dalším časovém průběhu (Graf 5b). Ve variantě se substrátem z vřesovce naproti tomu ryby zvětšily svoji hmotnost mezi druhým a třetím odběrem pouze málo a v období mezi 15. srpem a 17. září byl zaznamenán mírný úbytek průměrné hmotnosti candátů (Graf 5b). Při porovnání dvou výše zmíněných variant byla průměrná hmotnost ryb vyšší ve variantě se substrátem z vřesovce oproti kontrole v prvních dvou odběrových datech (statisticky průkazně pouze v odběrovém termínu 9. července). V odběru 15. srpna však byla hmotnost mírně vyšší ve variantě kontrolní a na konci vegetační sezóny pak byla průměrná hmotnost candátů výrazněji větší v kontrole než ve variantě se substrátem z vřesovce. Nikoliv však statisticky průkazně (Graf 5b).

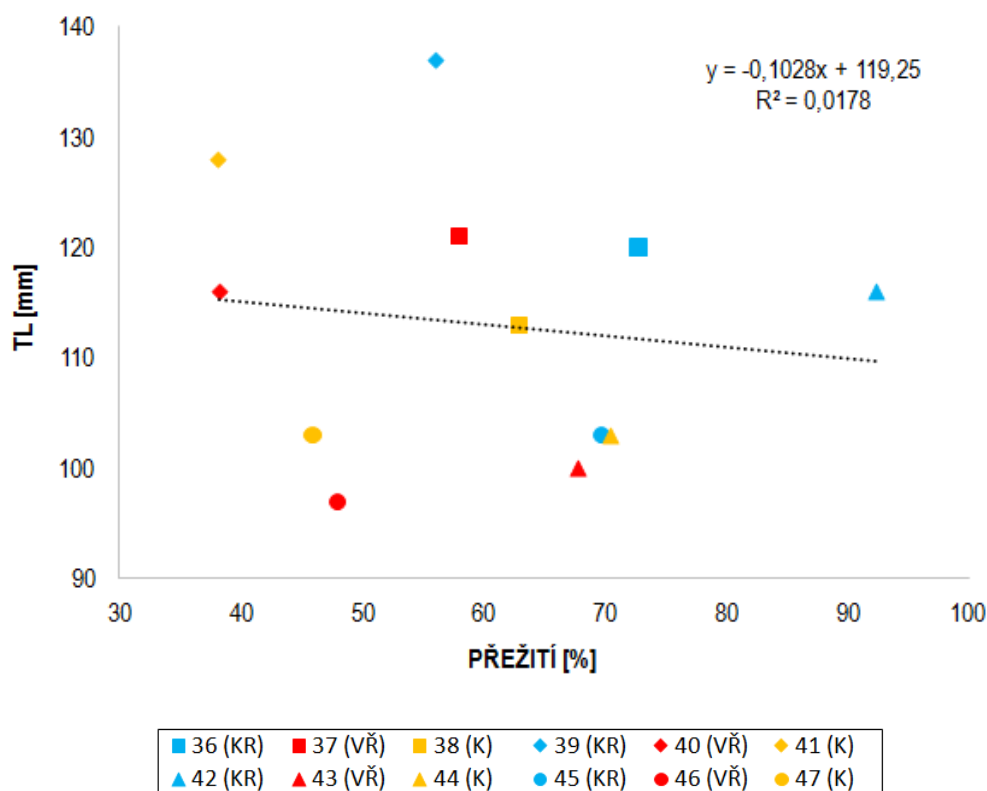
Průměrná teplota vody se v jednotlivých variantách ošetření rybníků statisticky průkazně lišila ( $H(2, N = 11405) = 115,3; p < 0,001$ ). Nejvyšší teplota vody byla zjištěna v rybníčních varianty s krmnou rybou (Tab. 2). Ve variantě se substrátem z vřesovce a variantě kontrolní byla průměrná teplota vody velmi podobná.

**Tab. 2:** Teplota vody ( $\bar{x} \pm S.D.$ ) ve variantách ošetření rybníků v průběhu odchovu candáta.

	KRMNÁ RYBA	VŘESOVEC	KONTROLA
TEPLOTA VODY (°C)	21,1 ± 2,6 <sup>a</sup>	20,4 ± 2,5 <sup>b</sup>	20,6 ± 2,5 <sup>b</sup>

#### 4.6 Přežití a celková délka (TL) candátů na konci odchovu

Procento přežití candátů na konci odchovu se mezi variantami ošetření rybníků statisticky průkazně nelišilo ( $H(2, N = 12) = 3,5; p = 0,17$ ). Celková délka candátů nezávisela na procentu jejich přežití (Graf 6).



**Graf 6:** Procento přežití candátů vztahované k průměrné celkové délce (TL) candátů na konci odchovu (výlov 17. září) v jednotlivých rybníčních (v legendě grafu: rybník (varianta) - varianty odlišeny barevně). Průměrná TL byla hodnocena ze souboru 100 candátů z každého rybníka, tedy 400 jedinců v každé variantě.

Vysokého procenta přežití dosáhli candáti z varianty s přísazenou krmnou rybou. V rybnících 36, 39 a 42 byla navíc zjištěna vysoká průměrná délka (TL) candátů a tyto rybníky tedy vykazovaly nejvyšší produkci podzimního plůdku candáta na konci odchovu (Graf 6). Průměrná celková délka candátů byla v rybnících 43 - 47 nižší než v rybnících 36 - 42. V rybnících 46 a 47 bylo zjištěno také nízké přežití candátů a tyto rybníky tedy vykazovaly nejmenší produkci podzimního plůdku candáta na konci odchovu v porovnání s ostatními (Graf 6).

## 5. Diskuze

### 5.1 Složení a biomasa potravy candátů

Výsledky této diplomové práce ukazují larvy hmyzu jako významnou kořist candáta obecného ve všech variantách ošetření rybníků napříč sledovanou sezónou. Dalšími významnými potravními složkami byl také zooplankton a v některých případech jiné ryby (ostatní tohoročci candáta a krmná ryba) (Graf 1). Příjem makrozoobentosu, většího zooplanktonu a také plůdku jiných ryb je pro plůdek candáta typický v období od  $Ca_r$  do  $Ca_{0+}$ , tedy od 20 do 150 mm TL (Hartman a Regenda, 2016; Mareš a kol., 1970). Podobně Lohniský (1970) či Steffens a kol. (1996), uvádí, že candát ve stejném stádiu konzumuje plůdek jiných ryb, velké druhy zooplanktonu, včetně larev koreter (Chaoboridae), larvy a kukly pakomárů (Chironomidae), larvy jepic (Ephemeroptera) a jiné druhy makrozoobentosu. Steffens a kol. (1996) také dále uvádí, že pro správnou výživu candáta v rybnících během prvního letního období jsou důležité zejména larvy pakomárů a jepice druhu *C. dipterum*.

S obvyklým rozvojem piscivorie candáta v závěru první vegetační sezóny (TL 80 - 150 mm) však makrozoobentos ztrácí postupně na významu, a zejména větší candáti se specializují na lov jiných ryb, včetně jedinců vlastního druhu (Mareš a kol., 1970; Musil, 2006). Kanibalismus byl pozorován i u candátů zkoumaných pro účely této diplomové práce (Graf 1). Podle Dörnera a kol. (1999) může kanibalismus vést k silné redukci abundance candáta v dané vodní nádrži. Zásadní je proto udržování dostatečného množství velikostně vhodných potravních ryb v rybnících s candátem po jeho přechodu k piscivorii (Musil a Peterka, 2005; Steffens a kol., 1996). Toto opatření výrazně sníží kanibalismus mezi candáty, nicméně nikdy ho neodstraní úplně, a to v důsledku rozdílné velikosti piscivorní a planktivorní kohorty (Frankiewicz a kol., 1996). V případě, kdy se v rybníce nacházejí candáti přibližně stejné velikosti, je kanibalismus pouze ojedinělý. Tato situace nastává před přechodem k piscivorii, kdy se všechny ryby živí zooplanktonem či makrozoobentosem (Berka a Hamáčková, 1980). Přechod plůdku candáta k piscivorii (a případnému kanibalismu) je indukován především poklesem abundance zooplanktonu a makrozoobentosu v rybnících v letním období, dále rychlejším metabolismem ryb v důsledku vyšší teploty vody a narůstající velikosti plůdku candáta spojenou s potřebou výživnější potravy (Mehner a kol., 1996).

Na konci odchovu (odběr 17. září) byla v žaludcích candátů zaznamenána malá biomasa potravy v porovnání s ostatními odběry, a to ve všech variantách ošetření rybníků (Graf 1). Hojněji byli nacházeni také candáti s prázdným žaludkem (Tab. 1). Zásadním faktorem v tomto ohledu mohl být především pokles biomasy velikostně vhodné potravy (zejména larev hmyzu) v rybnících, a také nižší průměrná teplota vody v rybnících v září (18,1 °C) v porovnání s červencem a srpnem (21,3 °C). Ostatně Heimlich a Sukop (2008) při analýze sezónního vývoje makrozoobentosu v Lednických rybnících zaznamenali nejnižší biomasu v letních měsících, což odůvodnili jako důsledek masivního výletu dospělců hmyzu, ale také vysokým predčním tlakem ryb. Na podzim, kdy byla predace rybami nižší, se biomasa makrozoobentosu zvyšovala. Společenstvo však bylo tvořeno mladými jedinci malé velikosti, kteří jsou pro drostlejší plůdek ryb obtížněji zpozorovatelní a mohou se snadněji ukrýt.

## 5.2 Potravní chování candátů

Z hlediska potravní strategie plůdku candáta nebyla v žádné variantě ošetření rybníků a v žádném odběrovém termínu zaznamenána vyhraněná specializace celé zkoumané skupiny candátů na příjem jednoho typu kořisti, ani vyhraněná generalizace na příjem několika potravních položek. Z výsledků je naopak patrná častá kombinace různých potravních strategií candátů v rámci hodnocených souborů (specializace či generalizace) (Graf 2a-l). To lze přičítat s největší pravděpodobností značnému rozvoji zooplanktonu a makrozoobentosu (v důsledku přítomnosti submerzních makrofyt) ve všech rybnících v průběhu odchovu candáta (s výjimkou posledního odběru 17. září), a tedy nadbytku potravních organismů. Candáti v takovém případě vykazovali oportunistické potravní chování. Podle Gerkinga (1994) je oportunistem stav, kdy ryby přijímají potravu (bez ohledu na druh), která se aktuálně vyskytuje v jejich blízkosti, lze ji snadno ulovit, a je tedy pro rybu výhodná v poměru vynaložené energie na lov k energii z potravy získané, či se v daném období vyskytuje v prostředí ve velké abundanci. Tato situace nastává například při sezónním rozvoji makrozoobentosu (zejména larev hmyzu) v rybnících. Oportunistické potravní chování navíc vykazují většina druhů ryb s výjimkou vyhraněných specialistů. Salonen a kol. (1996) dále uvádí, že oportunistické potravní návyky má i dospělý candát obecný.

Velký rozvoj zooplanktonu a zoobentosu v rybnících byl potvrzen dalšími studiemi (Třešňáková, 2016; Urbánek, 2015). Průměrná abundance perlooček se pohybovala



v rozmezí 85 až 114 ind.l<sup>-1</sup> (Třešňáková, 2016). Makrozoobentos na umělých substrátech z vřesovce dosahoval průměrné abundance  $1688 \pm 836$  ind.m<sup>-2</sup> a biomasy  $11,3 \pm 5,2$  g.m<sup>-2</sup>. Průměrná abundance dnového makrozoobentosu u jednotlivých variant byla v rozmezí od 3220 do 4309 ind.m<sup>-2</sup>. Stejně tak průměrná biomasa kolísala od 31,2 do 43,8 g.m<sup>-2</sup> (Urbánek, 2015). Ve všech pokusných rybnících byl navíc v průběhu odchovu candáta zaznamenán značný výskyt submerzních makrofyt, který velmi pravděpodobně umožnil silný rozvoj fytofilního makrozoobentosu.

V potravě plůdku candáta byly po celou dobu odchovu hojně zastoupeny organismy fytofilního makrozoobentosu a zooplanktonu, a to ve všech variantách ošetření rybníků a termínech odběrů. Z organismů zooplanktonu v potravě candáta nejčastěji dominovaly pelagické perloočky rodů *Daphnia* a *Ceriodaphnia* (Graf 2a-1, 3a-1), které tvořily i nejvýznamnější část společenstev perlooček v rybnících (Třešňáková, 2016). Hojné zastoupení fytofilního makrozoobentosu v potravě candátů ze všech variant ošetření rybníků (nejen ve variantě se substrátem z vřesovce) svědčí o malém vlivu instalovaných umělých substrátů na podporu výživy plůdku candáta. Klíčovým faktorem zde zřejmě byl silný rozvoj submerzních makrofyt, který byl zaznamenán ve všech rybnících v průběhu odchovu candátů. Submerzní makrofyta umožnila silný rozvoj fytofilního makrozoobentosu ve všech rybnících, který znesnadnil odhad vlivu substrátů z vřesovce na podporu produkce candáta. Výsledek však podporuje tvrzení Bláhy a kol. (2013) či Policara a kol. (2011), podle nichž je pro lepší produkci plůdku okouna či candáta v rybnících žádoucí hojně vyvinutá litorální vegetace s následným rozvojem fytofilního makrozoobentosu, který je pro tyto druhy významnou potravní složkou. Velký význam fytofilního makrozoobentosu a perlooček v potravě plůdku candáta uvádějí i další autoři (Hartman a Regenda, 2016; Musil a Peterka, 2005). Steffens a kol. (1996) přisuzují pro výživu plůdku candáta značnou důležitost larvám jepic druhu *C. dipterum* a larvám pakomárů, což ostatně potvrzují výsledky této diplomové práce, kde larvy jepic druhu *C. dipterum* i larvy pakomárů tvořily často hojně zastoupené potravní položky (Graf 2a-1, 3a-1).

Kromě larev pakomárů fytofilních druhů (*Glyptotendipes* sp. a *Endochironomus* sp.) se v potravě candátů často vyskytoval i druh *C. plumosus*, který je typickým zástupcem makrozoobentosu rybničního dna. Larvy pakomárů tohoto druhu však nebyly v potravě nacházeny ve velkých biomasách a jiní typičtí živočichové dnového makrozoobentosu (např. Tubificidae) byly v potravě candátů zaznamenáni jen velmi vzácně (Graf 3a-1).

Candáti tedy pravděpodobně konzumovali larvy pakomárů, nacházející se na povrchu dna rybníků či těsně pod povrchem, a k živočichům zahrabaným hlouběji v sedimentu nebyli schopni proniknout. Tuto teorii uvádí také Adámek a kol. (2010), podle nichž nemá rychlený a podzimní plůdek candáta dostatek síly k proniknutí větší vrstvou sedimentu, a není se tedy schopen dostat k živočichům v sedimentu obsaženým. Jinak je tomu v případě kukel pakomárů, které těsně před líhnutím vyplouvají k hladině vodní nádrže (Pinder, 1986) a jsou pro candáta snadno dostupné. Kukly pakomárů (*C. plumosus* i jiných, blíže neurčených druhů) byly v potravě zkoumaných candátů nacházeny často, někdy i ve větších počtech (Graf 2a-l).

V odběru 17. září ve variantě se substrátem z vřesovce (Graf 2k) a ve variantě kontrolní (Graf 2l) byl v potravě candátů zaznamenán zvýšený výskyt neurčitelných zbytků svaloviny v porovnání s odběry předchozími. Ačkoli není možné původ zbytků přesně určit, je pravděpodobné, že pocházejí z jiných candátů. Grafické znázornění tedy vykazuje zvýšený kanibalismus v závěru odchovu plůdku candáta. V populaci candáta se kanibalismus silněji rozvíjí při sníženém množství jiných vhodných potravních organismů (např. Dörner a kol., 1999; Musil a Peterka, 2005). Nejinak tomu zřejmě bylo i v případě tohoto experimentu a zvýšený kanibalismus byl způsoben poklesem abundance velikostně vhodných potravních organismů v závěru vegetační sezóny, jak dokazuje i nízká biomasa potravy nalezená v žaludcích candátů z odběru 17. září (Graf 1).

### **5.3 Překryv potravních nik candátů a druhová diverzita potravy**

Překryv potravních nik candátů mezi jednotlivými variantami ošetření rybníků byl značný v prvních třech termínech odběrů (Obr. 9a-c). Pravděpodobným vysvětlením je velká podobnost podmínek ve všech pokusných rybnících (shodná plocha, téměř totožná hloubka, přítomnost submerzních makrofyt). Rybníky byly dále umístěny v těsné blízkosti vedle sebe. Z těchto důvodů byly z velké části osidlovány stejnými druhy organismů (zejména v případě hmyzu) a instalace umělých substrátů či přítomnost potravní ryby v některých rybnících neznamena velké rozdíly mezi potravními nikami. V závěrečném odběrovém termínu (17. září) byl však překryv potravních nik candátů malý (Obr. 9d), což lze vysvětlit nižším počtem druhů nalezených v žaludcích candátů a tudíž vyšší pravděpodobností, že se tyto druhy budou

lišit oproti letnímu období. Tehdy byly v žaludcích ryb nalézány vyšší počty druhů potravních organismů, a tudíž bylo zachycení stejných druhů pravděpodobnější.

Diverzita potravy candátů se ve všech variantách ošetření rybníků v průběhu odchovu ryb měnila (Graf 4). Lze tedy vyloučit specializaci všech candátů v jednotlivých rybnících na konzumaci jednoho hlavního typu kořisti i generalistické potravní chování vůči několika málo potravním složkám. Výsledky tedy dále podporují závěr o oportunistickém potravním chování candátů (Gerking, 1994). Pravděpodobným vysvětlením je již výše zmíněný silný rozvoj potravních organismů v rybnících (zejména fytofilního zoobentosu na submerzních makrofytech).

#### **5.4 Biometrické parametry candátů a přežití na konci odchovu**

Průměrná celková délka a hmotnost plůdku candáta byla statisticky průkazně vyšší ve variantě s krmnou rybou v porovnání s variantou se substrátem z vřesovce a variantou kontrolní, a to ve všech termínech odběrů candáta. Přítomnost potravních ryb tedy výrazně zlepšuje produkci plůdku candáta z hlediska velikosti (Graf 5a,b). Přežití plůdku v rybnících s krmnou rybou na konci odchovu se navíc pohybovalo v rozmezí 56 - 92,4 % (Graf 6). Přisazování potravní ryby do rybníků s candátem v období od  $Ca_r$  do  $Ca_{0+}$  je proto žádoucí. Obdobné poznatky přináší také ostatní autoři, například Hartman a Regenda (2016) uvádějí krmný koeficient plůdku candáta v prvním roce života při konzumaci jiných ryb na hodnotě 10, zatímco krmný koeficient při konzumaci makrozoobentosu je vyšší, dosahující až hodnoty 14,1. Stejní autoři zmiňují také nezbytnost zajištění dostatečné abundance velikostně vhodných potravních ryb v rybnících s odchovem candáta po jeho přechodu k piscivorii. Podle Musila (2006) může plůdek candáta, konzumující jiné ryby dosahovat 2,5 násobného růstu v porovnání s jedinci planktivorními. Větší candáti jsou dále zvýhodněni během zimního období, kdy je jejich přežití vyšší v porovnání s menšími jedinci (Frankiewicz a kol., 1996; Frankiewicz a kol., 1999). Nutnost zajištění dostatku vhodných potravních ryb pro úspěšný odchov candáta po jeho přechodu k piscivorii je kritickým faktorem. Ideální se jeví přisazení generačních ryb střevličky východní (*Pseudorasbora parva*), neboť jejich porcový výtěr následně zajistí dostatečnou abundanci plůdku, který je kořistí candáta (Musil, 2006; Klimeš a Kouřil, 2003). V současné době je však nařízením Evropské Unie č. 1143/2014 zakázáno vysazování střevličky východní (invazivní druh), a tak jsou pro candáta používány jiné druhy zejména kaprovitých ryb

(např. perlín ostrobřichý *S. erythroptthalmus*) (Hartman a Regenda, 2016). Odlišné poznatky však přináší studie Bláhy a kol. (2013), kteří odchovávali plůdek okouna říčního (*P. fluviatilis*) v rybnících s přísazením potravních ryb (střevlička východní) a v rybnících bez podpory produkce okouna. Přítomnost potravní ryby neměla průkazný pozitivní vliv na produkci okouna z hlediska velikosti i přežití, v porovnání s rybníky bez střevličky. Okoun říční však vykazuje lehce odlišné vlastnosti a značnou plasticitu v příjmu potravy oproti candátu, který navíc v případě možnosti výrazně preferuje jako potravu jiné druhy ryb i v juvenilní periodě (Musil a Peterka, 2005).

Při porovnání průměrné délky (TL) a hmotnosti candátů ve variantě se substrátem z vřesovce a variantě kontrolní (bez podpory produkce candáta) byla celková délka statisticky průkazně odlišná pouze v odběrech 9. července a 17. září a hmotnost se mezi variantami lišila pouze v odběru 9. července (Graf 5a,b). Také přežití candátů v rybnících na konci odchovu bylo v obou variantách srovnatelné (vřesovec 38,3 - 67,75 % a kontrola 38,15 - 70,5 %) (Graf 6). Tento výsledek je tedy dalším důkazem toho, že instalace umělých substrátů pro podporu rozvoje fytofilního zoobentosu nezlepšila produkci plůdku candáta. Pravděpodobným důvodem je již výše zmíněný rozvoj submerzních makrofyt ve všech rybnících s candátem, a tedy zastření skutečného vlivu umělých substrátů na podporu plůdku candáta.

Z hlediska časového průběhu odchovu plůdku candáta je patrné, že největší rychlost růstu ryb byla ve všech variantách ošetření rybníků v době od nasazení 12. června do prvního odběru 9. července, a dále v době mezi prvním odběrem a druhým odběrem (29. července). V dalším průběhu odchovu byly již přírůstky délky a hmotnosti candátů nižší. Rychlost růstu candátů se tedy snižovala s jejich narůstající velikostí a věkem (Graf 5a,b). Podobný jev zaznamenal také Bláha a kol. (2013) při hodnocení růstu plůdku okouna říčního. Enberg a kol. (2008) uvádí, že snížení rychlosti růstu plůdku ryb se zvětšující se velikostí je běžné.

Mírný úbytek průměrné hmotnosti candátů ve variantě se substrátem z vřesovce na konci sezóny (Graf 5b) byl patrně způsoben náhodným odlovem menších jedinců z obsádek daných rybníků, zatímco 15. srpna byli odloveni větší jedinci obsádek. Průměrná TL candátů ( $\bar{x} \pm S.D.$ ) na konci odchovu (17. září) při hodnocení 10 jedinců na rybník (Graf 5a) byla  $94 \pm 11$  mm. Při hodnocení souboru 100 candátů z každého

rybníka po výlovu však v žádném rybníce neklesla průměrná TL ryb pod 97 mm (Graf 6) a průměr za celou variantu byl  $109 \pm 12$  mm.

Celkové přežití plůdku candáta na konci odchovu (38,15 - 92,4 % (Graf 6)) koresponduje s publikovanými studiemi, ať už se jednalo o nižší přežití (< 50 %), jehož je minimálně dosahováno při odchovu plůdku candáta ze stádia  $Ca_r$  do stádia  $Ca_{0+}$  (Mareš a kol., 1970), anebo naopak vysoké přežití, kdy při správném odchovu rychleného plůdku candáta do stádia podzimního plůdku může být dosaženo jen velmi malých ztrát dosahujících pouze několika procent (Klimeš a Kouřil, 2003). Vysokého procenta přežití i průměrné TL candátů (s výjimkou rybníka 45) bylo dosaženo v rybnících varianty s krmnou rybou (Graf 6). Teorii větší velikosti a vitality plůdku candáta živícího se jinými rybami v porovnání s planktivorními jedinci uvádějí i jiní autoři (Frankiewicz a kol., 1996; Frankiewicz a kol., 1999).

Pokud se podíváme na polohu rybníků, tak obecně první polovina rybníků (36 - 42) dosahovala lepších hospodářských výsledků, co se týká velikosti candátů, nežli zbytek rybníků (43 - 47) (Graf 6). Jedním z možných faktorů, které mají vliv na úspěšnost odchovu plůdku candáta, může být nižší průměrná teplota vody v rybnících číslo 43 - 47 ( $20,5$  °C) v porovnání s rybníky 36 - 42 ( $21,1$  °C), neboť nehledě na způsob managementu jsou tyto rybníky více vystaveny slunečnímu svitu.

## 6. Závěr

Při monokulturním odchovu candáta obecného od stádia rychleného plůdku ( $Ca_r$ ) do stádia podzimního plůdku ( $Ca_{0+}$ ) v rybnících se zdá, oproti testovaným způsobům odchovu, rozhodující diverzita vodního prostředí, které je následně schopno poskytnout dostatečně širokou potravní základnu pro odchovávaného candáta.

Rozvoj fytofilního zoobentosu v rybnících je vhodné podpořit umožněním přiměřeného rozvoje submerzních makrofyt alespoň v litorální zóně rybníků. V případě dostatečného rozvoje makrofyt není nutné instalovat umělé substráty do rybníků s cílem další podpory rozvoje fytofilního zoobentosu. Přiměřená podpora rozvoje submerzních makrofyt v rybnících s odchovem plůdku candáta se tedy jeví jako levnější a jednodušší řešení v porovnání s instalací umělých substrátů na podporu rozvoje fytofilního zoobentosu. V této oblasti je nicméně možné doporučit další výzkum, a to nejen s candátem obecným, ale také s jinými druhy ryb, které jsou více zaměřeny na organismy fytofilního bentosu či přímo konzumaci perifytonu.

V případě dostatku potravních organismů se celá obsádka rybníka chová oportunisticky a skupiny či jednotlivci využívají momentálně dostupnou potravu, na kterou narazí. Nejvýznamnějším typem kořisti je jednoznačně hmyz, respektive jeho larvy, které candát konzumoval nepřetržitě během celé sezóny, a také zooplankton, zejména větší perloočky rodu *Daphnia*.

Piscivorie byla dokumentována jak ve formě konzumace potravní ryby, tak také kanibalismu. K odchovávanému plůdku candáta je proto velmi žádoucí přísazení dostatečného množství velikostně vhodných potravních ryb. Candáti, kteří po přechodu k piscivorii konzumují jiné ryby, dosahují průkazně větší průměrné délky a hmotnosti v porovnání s candáty, kteří se živí pouze zooplanktonem a zoobentosem. Přisazování vhodných potravních ryb do rybníků s odchovem candáta je používáno v rybářské praxi a výsledky této diplomové práce potvrzují správnost tohoto jednání.

## 7. Seznam použité literatury

- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., (2010). Aplikovaná hydrobiologie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 361 s.
- Adámek, Z., Opačak, A., (2006). Výběrovost kořisti štikou obecnou (*Esox lucius*) candátem obecným (*Sander lucioperca*) a okounem říčním (*Perca fluviatilis*) v experimentálních podmínkách. Rozšířený abstrakt práce publikované v Biológia, Bratislava, 60 (5): 567 - 570, 2005. Bulletin VÚRH Vodňany 42 (1), 45 - 47.
- Amundsen, P.A., Gabler, H.M., Staldivik, F.J., (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - modification of the Costello (1990) method. Journal of Fish Biology 48, 607 - 614.
- Bardach, J.E., Ryther, J.H., McLarney, W.O., (1972). Aquaculture: The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley-Interscience, New York, 868 s.
- Baránek, V., Mareš, J., Prokeš, M., Jirásek, J., Spurný, P., (2005). Možnosti odchovu plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v kontrolovaných podmínkách - Krátký přehled. Bulletin VÚRH Vodňany 41 (3), 128 - 134.
- Baruš, V., Oliva, O. (Eds.), (1995). Mihulovci - *Petromyzontes* a Ryby - *Osteichthyes* (2). Academia, Praha, 704 s.
- Berka, R., Hamáčková, J., (1980). Chov štiky a candáta: Studijní informace. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 80 s.
- Bláha, M., Šetlíková, I., Musil, J., Polícar, T., (2013). No reason for keeping 0+ perch (*Perca fluviatilis* L.) with the prey fish. Aquaculture International 21, 883 - 896.
- Bódis, M., Kucska, B., Bercsényi, M., (2007). The effect of different diets on the growth and mortality of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) in the transition from live food to formulated feed. Aquaculture International 15, 83 - 90.
- Brown, P.B., Barrows, F.T., (2002). Percids. In: Webster, C.D., Lim, C.E. (Eds.), Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Publishing, Wallingford, s. 219 - 229.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., (1998). Rybníkářství. 2. aktualizované vydání. Informatorium, Praha, 307 s.

- Dil, H., (2008). The European market of the pikeperch for human consumption. In: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N. (Eds.), Percid Fish Culture-From Research to Production. Proceeding of abstracts and short communications of the workshop, Namur, s. 15 - 16.
- Dörner, H., Wagner, A., Benndorf, J., (1999). Predation by piscivorous fish on age-0 fish: spatial and temporal variability in a biomanipulated lake (Bautzen reservoir, Germany). *Hydrobiologia* 408/409, 39 - 46.
- Dubský, K., (1998). Základy chovu vedlejších druhů ryb. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha, 35 s.
- Dyk, V., (1956). Naše ryby. 4. doplněné vydání. Československá akademie zemědělských věd, Praha, 344 s.
- Enberg, K., Dunlop, E.S., Jörgensen, C., (2008). Fish Growth. In: Jörgensen, S.E., Fath, B.D. (Eds.), *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier, Oxford, s. 1564 - 1572.
- Frankiewicz, P., Dąbrowski, K., Zalewski, M., (1996). Mechanism of establishing bimodality in a size distribution of age-0 pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) in the Sulejów Reservoir, Central Poland. *Annales Zoologici Fennici* 33, 321 - 327.
- Frankiewicz, P., Dąbrowski, K., Martyniak, A., Zalewski, M., (1999). Cannibalism as a regulatory force of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), population dynamics in the lowland Sulejów reservoir (Central Poland). *Hydrobiologia* 408/409, 47 - 55.
- Frisk, M., Skov, P.V., Steffensen, J.F., (2012). Thermal optimum for pikeperch (*Sander lucioperca*) and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate. *Aquaculture* 324/325, 151 - 157.
- Füllner, G., Pfeifer, M., Langer, N., (2007). Karpfenteichwirtschaft: Bewirtschaftung von Karpfenteichen, Gute fachliche Praxis. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 129 s.
- Gerking, S.D., (1994). *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press, Inc., San Diego, 416 s.
- Gielen, M., Rougeot, C., Neus, Y., Bezandry, B., Mélard, Ch., (2003). Semi-intensive larval rearing of pikeperch, *Stizostedion lucioperca*. In: Barry, T.P., Malison, J.A. (Eds), *Proceedings of PERCIDS III. The Third International Percid Fish Symposium*, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, s. 29 - 30.
- Hanel, L., (2001). Naše ryby a rybaření. Nakladatelství Brázda, s.r.o., Praha, 288 s.



- Hanel, L., Lusk, S., (2005). Ryby a mihule České Republiky: Rozšíření a ochrana. Český svaz ochránců přírody, Vlašim, 448 s.
- Hansson, S., Arrhenius, F., Nellbring, S., (1997). Diet and growth of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.) in a Baltic Sea area. Fisheries Research 31, 163 - 167.
- Hartman, P., Regenda, J., (2016). Praktika v rybníkářství. 2. vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 375 s.
- Heimlich, R., Sukop, I., (2008). Annual zoobenthos development of the ponds Lednické rybníky. Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis 56, 285 - 292.
- Hilge, V., Steffens, W., (1996). Aquaculture of fry and fingerling of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) - a short review. Journal of Applied Ichthyology 12, 167 - 170.
- Holčík, J., (1998). Ichtyológia. Příroda, Bratislava, 315 s.
- Horáková, M., Lischke, P., Grünwald, A., (1989). Chemické a fyzikální metody analýzy vod. 1. vydání. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 389 s.
- Horváth, L., Tamás, G., Seagrave, Ch., (2002). Carp and Pond Fish Culture. Second edition. Fishing News Books, Oxford, 170 s.
- Hyslop, E.J., (1980). Stomach contents analysis - a review of methods and their application. Journal of Fish Biology 17, 411 - 429.
- Jirásek, J., Mareš, J., (2005). Nutriční aspekty odchovu plůdku dravých druhů ryb. Bulletin VÚRH Vodňany 41 (3), 107 - 113.
- Kangur, P., Kangur, A., Kangur, K., (2007). Dietary importance of various prey fishes for pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in large shallow lake Võrtsjärv (Estonia). Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology and Ecology 56 (2), 154 - 167.
- Kestemont, P., Xu, X., Hamza, N., Maboudou, J., Toko, I.I., (2007). Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. Aquaculture 264, 197 - 204.
- Klimeš, J., Kouřil, J., (2003). Odchov rychleného plůdku a ročka candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. Bulletin VÚRH Vodňany 39 (1/2), 43 - 48.
- Kostomarov, B., (1958). Rybářství. Československá akademie zemědělských věd, Praha, 356 s.

- Kouřil, J., Hamáčková, J., (2005). Metody poloumělé a umělé reprodukce candáta obecného (*Sander lucioperca*) a odchov jeho plůdku v rybnících. Bulletin VÚRH Vodňany 41 (3), 122 - 127.
- Kovalev, P.M., (1976). Larval development of the pikeperch, *Lucioperca lucioperca*, under natural conditions. Journal of Ichthyology, 16 (4), 606 - 616.
- Ljunggren, L., (2002). Growth response of pikeperch larvae in relation to boby size and zooplankton abundance. Journal of Fish Biology 60, 405 - 414.
- Ljunggren, L., Staffan, F., Falk, S., Lindén, B., Mendes, J., (2003). Weaning of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* L., and perch, *Perca fluviatilis* L., to formulated feed. Aquaculture Research 34, 281 - 287.
- Lohniský, K., (1970). Metody určování a hlavní výsledky studia potravy larev a juvenilních ryb. Vertebratologické zprávy 1, 89 - 102.
- Lund, I., Steinfeldt, S.J., (2011). The effects of dietary long-chain essential fatty acids on growth and stress tolerance in pikeperch larvae (*Sander lucioperca* L.). Aquaculture Nutrition 17, 191 - 199.
- Lusk, S., Baruš, V., Vostradovský, J., (1983). Ryby v našich vodách. Academia, Praha, 212 s.
- Mareš, J., Burleová, J., (1983). Rybářská technologie II. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR, Praha, 256 s.
- Mareš, J., Suchý, J., Hochman, L., (1970). Rybníkářství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 387 s.
- Mehner, T., Schultz, H., Bauer, D., Herbst, R., Voigt, H., Benndorf, J., (1996). Intraguild predation and cannibalism in age-0 perch (*Perca fluviatilis*) and age-0 zander (*Stizostedion lucioperca*): Interactions with zooplankton succession, prey fish availability and temperature. Annales Zoologici Fennici 33, 353 - 361.
- Molnár, T., Hancz, Cs., Bódis, M., Müller, T., Bercsényi, M., Horn, P., (2004). The effect of initial stocking density on growth and survival of pikeperch fingerlings reared under intensive conditions. Aquaculture International 12, 181 - 189.
- Musil, J., (2006). Metody odchovu násadového materiálu candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v rybníčních podmínkách České Republiky - Krátký souhrn. Bulletin VÚRH Vodňany 42 (1), 38 - 44.

- Musil, J., Kouřil, J., (2012). Řízená reprodukce candáta obecného a odchov jeho plůdku v rybnících. Editace Metodik 76 (Technologická řada), Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 23 s.
- Musil, J., Peterka, J., (2005). Potrava 0+ okouna a candáta - Některé aspekty přechodu od planktivorie k piscivorii. Bulletin VÚRH Vodňany 41 (3), 99 - 106.
- Peltonen, H., Rita, H., Ruuhijärvi, J., (1996). Diet and prey selection of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in Lake Vesijärvi analysed with a logit model. Annales Zoologici Fennici 33, 481 - 487.
- Peterka, J., Matěna, J., Lipka, J., (2003). The diet and growth of larval and juvenile pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)): A comparative study of fishponds and a reservoir. Aquaculture International 11, 337 - 348.
- Pinder, L.C.V., (1986). Biology of freshwater Chironomidae. Annual Review of Entomology 31, 1 - 23.
- Policar, T., Bláha, M., Křišťan, J., Stejskal, V., (2011). Kvalitní a vyrovnaná produkce rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. Editace Metodik 110 (Technologická řada), Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 46 s.
- Policar, T., Křišťan, J., Blecha, M., Vaniš, J., (2014). Adaptace a chov juvenilních ryb candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému (RAS). Editace Metodik 141 (Technologická řada), Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 46 s.
- Policar, T., Stejskal, V., Křišťan, J., Podhorec, P., Švinger, V., Bláha, M., (2013). The effect of fish size and stocking density on the weaning succes of pond-cultured pikeperch (*Sander lucioperca* L.) juveniles. Aquaculture International 21, 869 - 882.
- Salonen, S., Helminen, H., Sarvala, J., (1996). Feasibility of controlling coarse fish populations through pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) stocking in Lake Köyliönjärvi, SW Finland. Annales Zoologici Fennici 33, 451 - 457.
- Steffens, W., Geldhauser, F., Gerstner, P., Hilge, V., (1996). German experiences in the propagation and rearing of fingerling pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). Annales Zoologici Fennici 33, 627 - 634.

- Szczerbowski, J.A., Zdanowski, B., Krüger, A., Dembiński, W., Goryczko, K., Lossow, K., Bartel, R., Studnicka, M., Zamojski, J., (1995). Inland fisheries in Poland. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, 544 s.
- Szkudlarek, M., Zakęś, Z., (2002). The effect of stock density on the effectiveness of rearing pikeperch *Sander lucioperca* (L.) summer fry. Archives of Polish Fisheries 10, 115 - 119.
- Šusta, J., (1997). Výživa kapra a jeho družiny rybníčné. Původní vydání z roku 1938. Carpio, Třeboň, 182 s.
- Třešňáková, N., (2016). Vliv perifytonu na rozvoj zooplanktonu v rybnících. Bakalářská práce, Fakulta rybářství a ochrany vod JU, České Budějovice, 64 s.
- Urbánek, M., (2015). Vliv perifytonu na rozvoj bentosu v rybnících. Bakalářská práce, Fakulta rybářství a ochrany vod JU, České Budějovice, 72 s.
- Van Densen, W.L.T., (1985). Piscivory and the development of bimodality in the size distribution of 0+ pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). Journal of Applied Ichthyology 3, 119 - 131.
- Vehanen, T., Hyvärinen, P., Huusko, A., (1998). Food consumption and prey orientation of piscivorous brown trout (*Salmo trutta*) and pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in a large regulated lake. Journal of Applied Ichthyology 14, 15 - 22.
- Wang, N., Xu, X., Kestemont, P., (2009). Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). Aquaculture 289, 70 - 73.
- Zakęś, Z., (2012). The effect of body size and water temperature on the results of intensive rearing of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) fry under controlled conditions. Archives of Polish Fisheries 20, 165 - 172.
- Zakęś, Z., Demska-Zakęś, K., (1998). Intensive rearing of juvenile *Stizostedion lucioperca* (Percidae) fed natural and artificial diets. Italian Journal of Zoology 65, 507 - 509.
- Zingel, P., Paaver, T., (2010). Effects of turbidity on feeding of the young-of-the-year pikeperch (*Sander lucioperca*) in fishponds. Aquaculture Research 41, 189 - 197.

## **8. Seznam příloh**

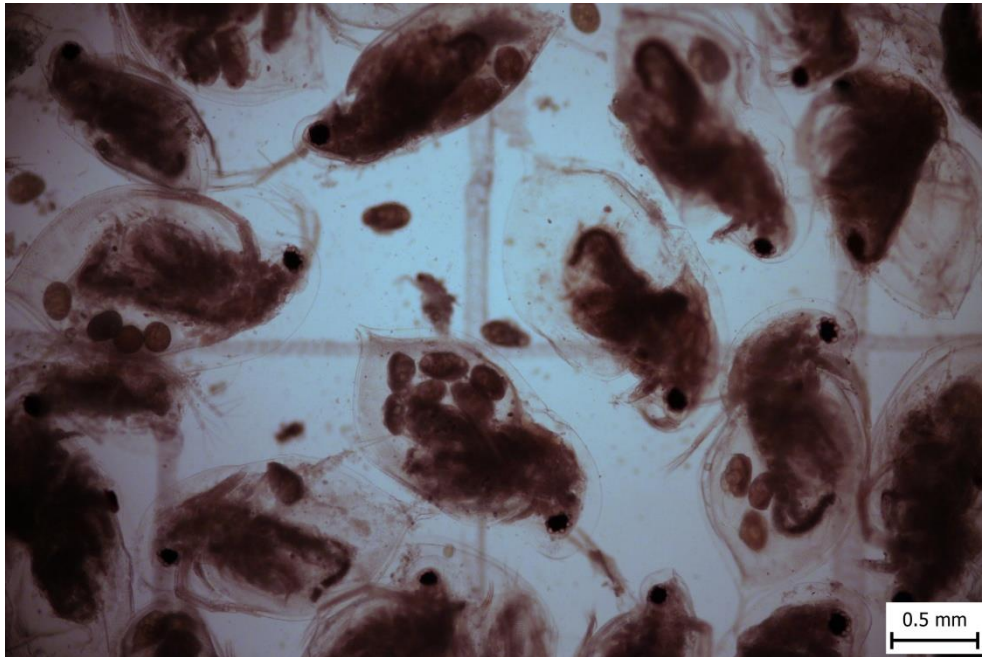
**Příloha 1:** Obr. 10: Perloočky (Cladocera) nalezené v žaludku candáta obecného (TL = 81 mm) odebraného 9. července 2014 z rybníka 41.

**Příloha 2:** Obr. 11: Obsah žaludku candáta obecného (TL = 120 mm) odebraného 29. července 2014 z rybníka 42.

**Příloha 3:** Obr. 12: Larvy jepic (Ephemeroptera) nalezené v žaludku candáta obecného (TL = 78 mm) odebraného 9. července 2014 z rybníka 38.

**Příloha 4:** Obr. 13: Obsah žaludku candáta obecného (TL = 110 mm) odebraného 17. září 2014 z rybníka 45.

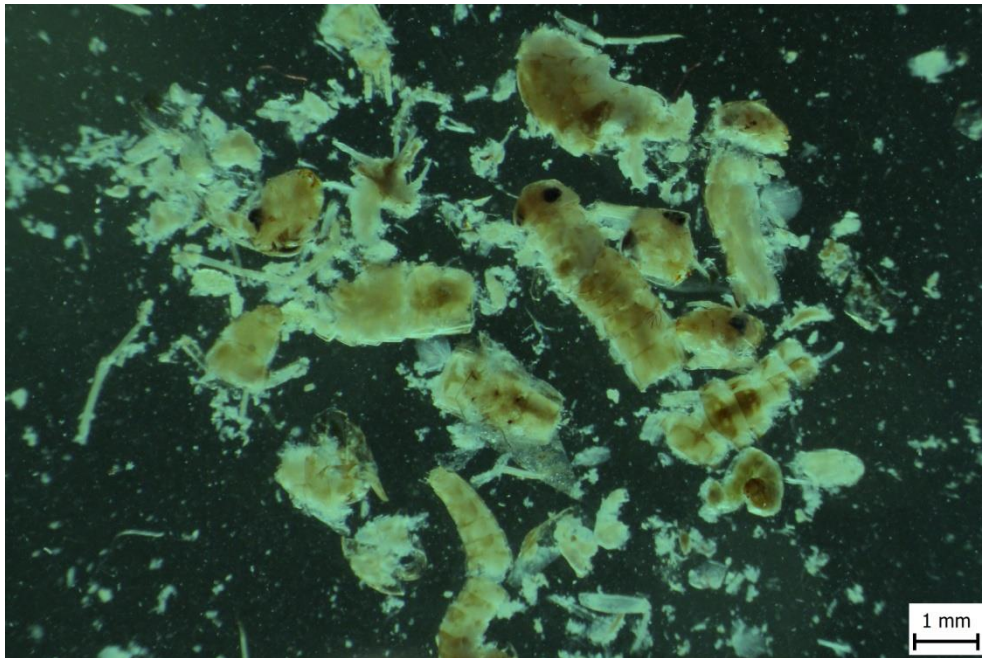
## 9. Přílohy



**Obr. 10:** Perloočky (Cladocera) nalezené v žaludku candáta obecného (TL = 81 mm) odebraného 9. července 2014 z rybníka 41 (foto: Urbánek, 2016).



**Obr. 11:** Obsah žaludku candáta obecného (TL = 120 mm) odebraného 29. července 2014 z rybníka 42 (foto: Urbánek, 2016).



**Obr. 12:** Larvy jepic (Ephemeroptera) nalezené v žaludku candáta obecného (TL = 78 mm) odebraného 9. července 2014 z rybníka 38 (foto: Urbánek, 2016).



**Obr. 13:** Obsah žaludku candáta obecného (TL = 110 mm) odebraného 17. září 2014 z rybníka 45 (foto: Urbánek, 2016).

## 10. Abstrakt

Potrava plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících s různým způsobem managementu.

Cílem této práce bylo komplexní hodnocení potravy plůdku candáta obecného při monokulturním odchovu od stádia rychleného plůdku ( $Ca_r$ ) do stádia plůdku podzimního ( $Ca_{0+}$ ) v rybnících se třemi různými způsoby managementu a vyhodnocení vlivu jednotlivých variant na produkci candáta. Experiment byl realizován v malých rybnících na pokusnictví VÚRH ve Vodňanech. Varianty rybničního ošetření byly následující: a) rybníky s přisazenou krmnou rybou v podobě plůdku kapra obecného (*C. carpio*) a amura bílého (*C. idella*), b) rybníky s instalovaným substrátem z vřesovce, c) kontrolní varianta bez podpory potravní základny candáta. Všechny varianty měly čtyři opakování. Odchov plůdku candáta probíhal 97 dní. Ve všech variantách rybničního ošetření byla po celou dobu dochovu zaznamenávána oportunistická potravní strategie plůdku candáta a hlavní zaznamenanou potravou byl makrozoobentos, zejména larvy hmyzu. V potravě byly dále často nacházeny větší druhy zooplanktonu. Značný rozvoj makrozoobentosu ve všech experimentálních rybnících byl s největší pravděpodobností způsoben přítomností submerzních makrofyt. Tento faktor tedy znesnadnil odhad vlivu instalovaných substrátů z vřesovce na produkci a složení potravy plůdku candáta. Ve variantě s přisazenou krmnou rybou byla po celou dobu odchovu průkazně větší celková délka ( $F(9, 450) = 91,1; p < 10^{-3}$ ) a hmotnost ( $F(9, 450) = 61,9; p < 10^{-3}$ ) plůdku candáta v porovnání s ostatními variantami. Přežití candáta na konci odchovu navíc v této variantě dosahovalo 56 - 92,4 %. Ve variantě se substrátem z vřesovce byla celková délka a hmotnost candátů, v porovnání s variantou kontrolní, průkazně vyšší pouze v prvním odběrovém termínu. V dalším průběhu odchovu plůdku byly hodnoty srovnatelné či vyšší ve variantě kontrolní. Při odchovu candáta obecného od stádia rychleného plůdku ( $Ca_r$ ) do stádia podzimního plůdku ( $Ca_{0+}$ ) v rybnících je tedy vhodné přisazení potravních ryb. Oproti instalaci umělých substrátů je rozhodující diverzita vodního prostředí, které je následně schopno poskytnout dostatečně širokou potravní základnu pro odchovávaného candáta.

Klíčová slova: krmná ryba, vřesovec, makrozoobentos, zooplankton, biomasa



## 11. Abstract

The food of pikeperch (*Sander lucioperca*) fry in ponds with different kinds of management.

The aim of this study was a comprehensive assessment of the food of pikeperch fry in the monoculture rearing from the stage of summer fry to the stage of autumn fry in ponds with three different types of management and assessment of the influence of individual treatments for pikeperch production. The experiment was performed in small ponds in experimental facility of FFPW in Vodňany. The variants of pond treatment were: a) ponds with additional prey fish (fry of common carp (*C. carpio*) and grass carp (*C. idella*)), b) ponds with installed substrate from heather, c) control variant without any support of natural food of pikeperch. All treatments had four repetitions. Rearing of pikeperch fry lasted 97 days. In all treatments, the opportunistic food strategy of pikeperch fry was recorded during the whole period of rearing and the main recorded food was macrozoobenthos, especially insect larvae. Bigger species of zooplankton had also been often found in the stomachs of pikeperch. Considerable development of macrozoobenthos in all experimental ponds was probably caused by the presence of submerged macrophytes. Thus, this factor made harder to estimate influence of installed substrates from heather for production of pikeperch fry and composition of its food. In the treatment with prey fish, the total length ( $F(9, 450) = 91.1; p < 10^{-3}$ ) and weight ( $F(9, 450) = 61.9; p < 10^{-3}$ ) of pikeperch fry were for the whole period of rearing significantly higher in comparison to the other treatments. In addition, the survival of pikeperch in the treatment with prey fish reached to 56 - 92,4 % at the end of rearing. In the treatment with substrate from heather, the total length and weight of pikeperch was significantly higher in comparison to the control treatment only in the first term of sampling. In the rest of pikeperch fry rearing period were the values comparable or higher in control treatment. Thus, for the rearing of pikeperch from the stage of summer fry to the stage of autumn fry is appropriate to stock prey fish in ponds. In comparison to installation of artificial substrate, the diversity of water environment, which is subsequently able to provide sufficiently wide natural food for reared pikeperch, seems to be more decisive.

Key words: feed fish, heather, macrozoobenthos, zooplankton, biomass