



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Produkce juvenilních ryb candáta obecného v rybnících s podporou rozvoje perifytonu

I. Šetlíková, T. Polícar, M. Berec, M. Bláha,
M. Vodrážková





Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Produkce juvenilních ryb candáta obecného v rybnících s podporou rozvoje perifytonu

I. Šetlíková, T. Polícar, M. Berec, M. Bláha, M. Vodrážková

Vodňany, 2023



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

**Obsahová část, vydání a tisk metodiky jsou výsledkem řešení
výzkumného projektu:**

*Výsledky byly získány za finanční podpory Ministerstva zemědělství
České republiky – projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum
QK22020144 „Druhov a technologická diverzifikace produkčního rybnářství
v ČR s cílem podpořit jeho efektivitu a konkurenceschopnost“ – 100 %*



č. 200

ISBN 978-80-7514-192-7

1.	ÚVOD	7
2.	CÍL	10
3.	MÍSTO OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE	11
4.	POPIS TECHNOLOGIE A VÝSLEDKY	12
4.1.	Uspořádání variant odchovu do kategorie rychleného a podzimního plůdku	12
4.2.	Nasazení plůdku candáta	14
4.3.	Výlovy rybníků na konci odchovů a stanovení produkce a míry přežití	14
4.4.	Odchov candáta do kategorie rychleného plůdku s různou podporou perifytonu	15
4.4.1.	Velikost, růst a přežití candáta	15
4.4.2.	Celková produkce candáta	18
4.4.3.	Potrava plůdku candáta	19
4.4.4.	Perifyton na rohožích z vřesovce a na geotextilií	23
4.5.	Odchov rychleného plůdku candáta do kategorie podzimního plůdku (s podporou růstu perifytonu či s přidáním potravních ryb)	23
4.5.1.	Velikost, růst, přežití a celková produkce candáta	23
4.5.2.	Potrava plůdku candáta	27
4.5.3.	Perifyton na rohožích z vřesovce	31
4.6.	Další biotické faktory ovlivňující odchov candáta	33
4.7.	Abiotické faktory ovlivňující odchov plůdku candáta	37
4.8.	Závěry a doporučení pro odchov plůdku candáta do kategorie rychleného a podzimního plůdku	38
5.	METODY MONITORINGU A HODNOCENÍ SLEDOVANÝCH PARAMETRŮ	39
5.1.	Sledování růstu plůdku candáta	39
5.2.	Analýza potravy plůdku candáta	40
5.3.	Odběry a zpracování vzorků perifytonu	41
5.4.	Odběry a zpracování vzorků fytoplanktonu, zooplanktonu a zoobentosu	42
5.5.	Monitoring teploty a kvality vody	42
5.6.	Statistické hodnocení dat	43
6.	EKONOMICKÝ PŘÍNOS ODCHOVU CANDÁTA DO KATEGORIE RYCHLENÉHO A PODZIMNÍHO PLŮDKU	43
7.	UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE V PRAXI	46
8.	SEZNAM LITERATURY	47

1. ÚVOD

Candát obecný (*Sander lucioperca* (L.)) je momentálně jedním z nejperspektivnějších druhů ryb chovaných v současné evropské sladkovodní akvakultuře (Polícar a kol., 2019; Pěnka a kol., 2023). Pro mimořádnou nutriční kvalitu a senzorké vlastnosti masa je stejně jako ostatní velké dravé ryby vysoce ceněn jak v komerčním rybolovu, tak i rekreačními rybáři (Pivnička a Rybář, 2001; Arlinghaus a Mehner, 2004; Dil, 2008; Dainys a kol., 2022).

V současnosti je 85–90 % evropské produkce tržního candáta získáváno komerčním lovem ryb v ruských, kazachstánských, ukrajinských a estonských jezerech (Polícar a kol., 2019). Absolutní produkce candáta obecného lovem se v Evropě ročně pohybuje mezi 9 000 až 15 000 t tržních ryb (FAO, 2022). Nicméně v posledních desetiletích zaznamenává východní Evropa výrazný pokles této produkce. Zatímco v 70. letech minulého století bylo z východoevropských jezer ročně odloveno přes 40 000 tun tržních ryb tohoto druhu (Dil, 2008; FAO, 2022), současná produkce se nyní snížila na méně než polovinu. Tento úbytek je způsoben jak nadměrným rybolovem, tak nedostatečným rybářským managementem (Colchen a kol., 2020; Dainys a kol., 2022; FAO, 2022).

Vysoká poptávka po candátovi obecném mezi konzumenty a sportovními rybáři a nedostatek nabídky v podobě násadových a tržních ryb tohoto druhu na trhu především v západní Evropě (Francie, Německo, Rakousko, Dánsko, Belgie a Švýcarsko) vedou k neustále rostoucím prodejním cenám candáta. Velkoobchodní cena za kilogram tržního chlazeného a nekuchaného candáta se pohybovala od 125 do 200 Kč (5 do 8 EUR) pro ryby o hmotnosti 0,7–2 kg a 150–225 Kč (6–9 EUR) pro ryby o hmotnosti 2–4 kg (Dil, 2008) a maloobchodní cena se držela v rozmezí 325–400 Kč (13–16 EUR) za kilogram (Tamazouzt, 2008; FAO, 2023a). V České republice byla průměrná maloobchodní cena jednoho kilogramu živého candáta obecného mezi 290 a 350 Kč (11,5–14,0 EUR) (Polícar a kol., 2014a). Co se týče násadových ryb z rybníčního chovu, ty byly dostupné za cenu okolo 8–10 Kč (0,32–0,40 EUR) za kus, zatímco ryby z intenzivního chovu byly nabízeny za cenu kolem 20–25 Kč (0,80–1,00 EUR) za kus. V současné době, v roce 2023 se zmíněné ceny zvýšily až o 30 %, přičemž velkoobchodní a maloobchodní ceny candáta se v západní Evropě pohybují na úrovni 10 EUR (250 Kč) a 21 EUR (525 Kč) za kilogram bez ohledu na velikost prodávaných celých ryb. V ČR je v rámci maloobchodu možné se běžně setkat s maloobchodní cenou okolo 500 Kč (20 EUR) za jeden kilogram (Michek, osobní sdělení).

Klesající produkce candáta obecného lovem, vysoká atraktivita tohoto druhu pro konzumenty a nedostatečně zásobovaný trh v Evropě neustále motivuje produkční rybáře více se věnovat jeho efektivnímu chovu (Polícar a kol., 2016a;

Khendek a kol., 2018). V současné Evropě je jen asi 10 % celkového objemu candáta obecného produkováno akvakulturou, tzn. chovem v rybnících či intenzivní akvakultuře využívající technologii Recirkulačních Akvakulturních Systémů (RAS). Tento objem produkce čítá pouze 2 000–3 000 t tržních ryb (FAO, 2022). V rámci evropské produkce tržního candáta většina objemu produkce pochází ze střední a východní Evropy, kde je chov candáta realizován extenzivní rybníční akvakulturou s polykulturními obsádkami ryb (Wedekind, 2008; Adáamek a kol., 2012; Kratochvíl, 2012; FAO, 2023b).

V poslední době je také možné v evropských zemích, jako je Dánsko, Nizozemí, Finsko, Francie, Česká republika, Rakousko, Německo, Rumunsko a Bulharsko, pozorovat poměrně rychlý rozvoj intenzivní akvakultury candáta obecného využívající technologii uzavřených RAS (Philipsen, 2008; Van Mechelen, 2008; Policar a kol., 2011, 2013; FAO, 2022, 2023b). Takovýto intenzivní chov candáta obecného musí využívat nové moderní technologické postupy chovu tohoto druhu, jako jsou: využití domestikovaných populací ryb (Khendek a kol., 2018; Tsaparis a kol., 2022), realizace mimosezónních výtěrů (Ozgun a kol., 2021), optimalizace řízení reprodukce (Křišťan a kol., 2021; Knowles a kol., 2022), zvyšování efektivity chovu larev (Imentai a kol., 2022; Yanes-Roca a kol., 2022) a juvenilních ryb (Pěnka a kol., 2021, 2023) a efektivní management chovu generačních ryb (Malinovskyi a kol., 2021; Kucharczyk a kol., 2022).

Navzdory různým technologickým a chovatelským inovacím se většina evropských chovatelů candáta obecného potýká s nedostatkem kvalitního násadového materiálu tohoto druhu. Nedostatečná a nekvalitní produkce juvenilních ryb pro intenzivní chovy je nejzásadnějším limitujícím faktorem tohoto způsobu chovu candáta obecného a rozvoje intenzivní produkce tržních candátů v Evropě (Policar a kol., 2019). Produkce juvenilních ryb v RAS je velmi produkčně nákladná a nestabilní z hlediska kvality a množství (Policar a kol., 2014a, 2016a). Proto byla ve střední Evropě optimalizována technologie produkce juvenilních ryb candáta obecného kombinující rybníční a intenzivní akvakulturu, při níž je z rybníků loven rychlený plůdek, který je efektivně adaptován na RAS a peletované krmivo (Policar a kol., 2013, 2016a, 2019).

V České republice se v současné době provozují dva intenzivní chovy candáta obecného, a to v podniku Blatenská ryba, s.r.o., a NDCon, s.r.o. Tyto podniky úzce spolupracují s Fakultou rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a mají za cíl dále inovovat své chovy. Na obou pracovištích se ročně vyprodukuje 80–100 000 ks juvenilních ryb candáta obecného o kusové hmotnosti 10 gramů, které jsou plně adaptované na RAS a peletované krmivo a převážně se uplatňují v těchto chovech v dalším odchovu nebo na zahraničním trhu. Pro dosažení takové produkce je však nezbytné

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

zajistit kvalitní, dostatečnou a stabilní produkci juvenilních (rychlených nebo podzimních) ryb candáta obecného z rybníků. Tato potřeba zahrnuje využití klasického rybničního chovu plůdku candáta obecného v malých rybnících s cílem maximálně optimalizovat produkci z hlediska přežití a růstu odchovávaných ryb.

Jednou z perspektivních metod rybničního odchovu plůdku candáta obecného je podpora růstu perifytonu v rybnících pomocí instalace pevných povrchů (substrátů) do vodního sloupce (van Dam a kol., 2002). Tato metoda je v současnosti již využívána v tropických a subtropických oblastech při chovu několika druhů ryb, jako je katla obecná (*Catla catla*), labeo avanský (*Labeo rohita*), labeo oranžovoploutvý (*L. calbasu*), příčnoústka indická (*Cirrhinus mrigala*) a také u různých druhů tilapií, například tlamoun nilský (*Oreochromis niloticus*), tlamoun zlatý (*O. aureus*) a tlamoun mosambický (*O. mossambicus*) (Azim a kol., 2005). V mírném pásmu se tato technologie zatím využívá pouze výjimečně.

Perifyton zahrnuje komplexní společenstva jednobuněčných a mnohobuněčných organismů, která jsou vázána na ponořené substráty (van Dam a kol., 2002). Kromě autotrofních složek zahrnuje perifyton i heterotrofní složku, kterou tvoří především přisedlí zástupci často planktonních skupin organismů, stejně jako další bezobratlí živočichové, například hmyz (zejména larvy), kroužkovci, měkkýši a koryši. Perifyton hraje významnou roli v koloběhu živin ve vodním sloupci. Jeho autotrofní složka, spolu s fytoplanktonem, často tvoří počátek potravních řetězců v rybnících. Perifyton zahrnuje i dekompozitory, kteří rozkládají organickou hmotu, a detritofágy, kteří se živí rozpuštěnými živinami. Na tato společenstva navazují spásací a drobní dravci, kteří mohou být přisedlí nebo volně pohybliví. Živočichové perifytonu spolu se zooplanktonem představují ve volné vodě základní složku potravy hospodářsky významných druhů ryb. Biomasa a druhová pestrost společenstev perifytonu snižují potřebu umělého příkrmování, což pozitivně ovlivňuje celkovou produkci a ekonomickou prosperitu chovu ryb. Substráty mohou navíc poskytovat úkryt pro larvální a juvenilní stadia ryb, což minimalizuje účinky predace a teritoriálního chování ostatních vodních živočichů a zvyšuje přežití chovaných ryb (Azim a kol., 2005; Urbánek, 2015).

Text této ověřené technologie souborně uzavírá několik let výzkumu týkajícího se využití perifytonu jako podpory pro odchov candáta obecného. Vychází zejména z již publikovaných parciálních výsledků pilotního experimentu (Policar a kol., 2014b) a kvalifikačních prací studentů Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (například Chadtová, 2015; Urbánek 2015, 2017; Třešňáková 2016), jejichž závěry jsou rozšířeny a zobecněny na základě nových analýz dosud nezpracovaných vzorků.

2. CÍL

Cílem předkládané technologie, která zahrnovala různá technicko-technologická opatření a zásahy v rybnících, bylo maximalizovat využití trofického potenciálu využívaných rybníků k chovu rychleného a podzimního plůdku candáta obecného se snahou podpořit jeho růst, přežití a celkovou produkci odchovávaných juvenilních ryb. Tato technologie tak může v budoucnosti v rámci českého, potažmo evropského rybářství přispět ke zvýšené efektivitě odchovu plůdku candáta v rybnících, zvýšit efektivitu jeho chovu kombinovanou technologií využívající rybníční a intenzivní akvakulturu a celkově tedy přispět ke zvýšené produkci násadových či tržních ryb tohoto druhu. Zvýšená produkce candáta obecného může evropskému rybářství zajistit větší druhovou diverzifikaci a ekonomickou rentabilitu chovu sladkovodních ryb.

U odchovu rychleného plůdku jsme se zaměřili na zjištění vlivu různého stupně umělé podpory perifytonu, tedy vodních organismů osídlujících různé substráty ve formě trvale ponořených materiálů. Toto testování mělo za cíl nainstalovat do rybníků různé podpůrné prvky pro perifyton, jako jsou přírodní rohože z vřesovce nebo rohože z geotextilie. Tyto prvky měly podpořit osídlení a rozvoj organismů perifytonu od začátku odchovu až po fázi rychleného plůdku. Principem technologie je zpřístupnění větší (výživnější) bentické potravy v celé výšce vodního sloupce, což umožní rozšíření spektra dostupné potravy, rychlejší přechod na potravu větší a často i pohyblivější a v důsledku požadovaný rychlejší růst chovaných ryb.

Cílem druhé fáze technologie, zaměřené na odchov podzimního plůdku candáta obecného, bylo využít nejefektivnější variantu podpory perifytonu, která byla zjištěna v první fázi odchovu, a porovnat její efektivitu s podporou odchovu s vysazením larev krmných ryb a variantou odchovu bez jakékoliv podpory.

Během celého odchovu byly sledovány podmínky chovu juvenilních ryb candáta obecného, včetně kvality vody, složení a početnosti zooplanktonu, fytoplanktonu, perifytonu a zoobentosu, složení potravy, růstu a přežití odchovávaných ryb. V neposlední řadě byl vyhodnocen produkční a ekonomický efekt jednotlivých variant podpory perifytonu ve vztahu k produkci plůdku candáta obecného v rybnících.

3. MÍSTO OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE

Oba popsané technologické postupy odchovu plůdku candáta obecného byly uskutečněny v poloprovozních podmínkách ve 12 malých, velikostně shodných rybnících na Experimentálním rybochovném pracovišti a pokusnictví ve Vodňanech (49°09' s. š., 14°09' v. d., nadmořská výška 393 m n. m.; Obr. 1) Fakulty rybářství a ochrany vod, Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Další doprovodné aktivity spojené s odchovem rychleného a podzimního plůdku candáta obecného byly také realizovány na menších produkčních rybnících produkčního podniku BioFish s.r.o. v Pravíkově (49°32' s. š., 15°09' v. d., nadmořská výška 561 m n. m.).



Obr. 1. Uspořádání variant použitých na ověření technologie odchovu candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) do kategorie rychleného plůdku a podzimního plůdku na Experimentálním rybochovném pracovišti a pokusnictví ve Vodňanech Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Rychlený plůdek: modře kontrola bez substrátů, oranžově rybníky se substrátem z rohoží z vřesovce a žlutě rybníky se substrátem z geotextilie. Podzimní plůdek: modře rybníky s krmnou rybou, oranžově rybníky se substrátem z rohoží z vřesovce a žlutě kontrolní rybníky (mapa: <https://www.google.cz/maps/@49.1558382,14.1651978,17z>).

4. POPIS TECHNOLOGIE A VÝSLEDKY

4.1. Uspořádání variant odchovu do kategorie rychleného a podzimního plůdku

Odchov do kategorie rychleného plůdku probíhal ve 12 experimentálních rybnících, každém o rozměrech 46 x 38 m (výměra cca 0,2 ha) a průměrné hloubce u výpusti 1,2 m na Experimentálním rybochovném pracoviště a pokusnictví Fakulty rybářství a ochrany vod JU ve Vodňanech (Obr. 1). Pro podporu rozvoje perifytonu byly použity dva typy substrátů, a to substrát z rohoží z vřesovce (Obr. 2) a substrát z geotextilie (Obr. 3). Dále byl odchov realizován v rybnících bez nainstalovaných substrátů (kontrola). Každá varianta měla čtyři opakování (rybníky). Substráty byly do rybníků nainstalovány na začátku dubna. Substráty v každém rybníku vždy tvořily dva souběžné podélné pásy v délce 25 m a výšce 1,5 m (Obr. 4). Průměrná plocha ponořených pásů substrátů se pohybovala mezi 44–48 m² (Chadtová, 2015) a jejich procentuální zastoupení vzhledem k ploše dna a břehů bylo cca 20 %. Všechny rybníky byly 12.–13. 4. napuštěny vodou s cílem podpořit rozvoj perifytonu na nainstalovaných substrátech a zooplanktonu ještě před vlastním nasazením larev candáta obecného.

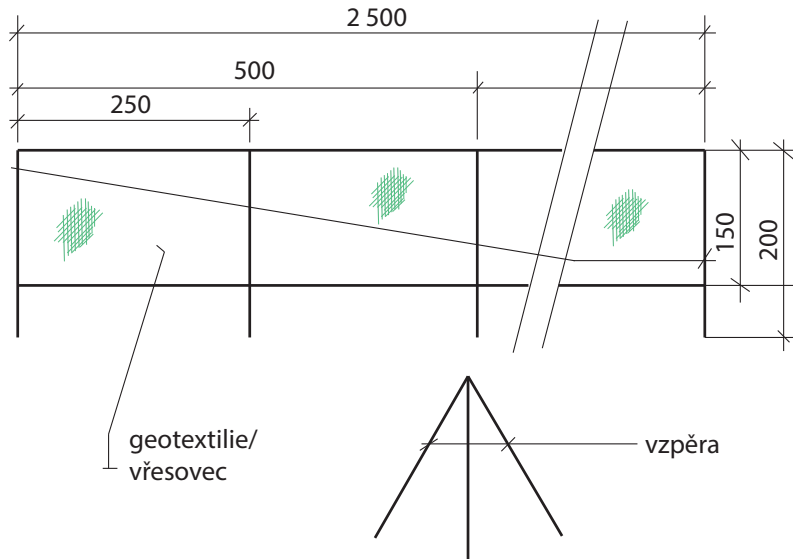


Obr. 2. Nainstalovaný substrát: rohože z vřesovce v rybníku (Foto: T. Policar).

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU



Obr. 3. Nainstalovaný substrát: geotextilie v rybníku (Foto: T. Polícar).



Obr. 4. Schematický náčrt technického řešení instalace substrátů do rybníků. Všechny rozměry jsou v centimetrech.

Odchov rychleného plůdku do kategorie podzimního plůdku probíhal ve stejných 12 rybnících jako odchov rychleného plůdku. Odchov candáta z rychleného plůdku do podzimního plůdku probíhal od 12. června až do září (20.–24. 9.) ihned po odchovu rychleného plůdku, tedy 95–99 dní. Použity byly následující varianty podpory potravní nabídky: substrát z vřesovce, přisazení potravních ryb (larvy kapra obecného) a třetí varianta bez jakékoliv podpory chovu plůdku candáta obecného (kontrola). Rybníky po ukončeném prvním odchovu byly jeden den ponechány bez vody a následně po upravení substrátu postupně napuštěny vodou. Po napuštění byl do každého rybníku nasazen jeden kilogram naloveného zooplanktonu v podobě monokultury perloočky rodu *Daphnia*. Ve stejný den byly do čtyřech rybníků (varianta s potravní rybou) vysazeny larvy kapra obecného v hustotě 100 000 ks na každý rybník.

4.2. Nasazení plůdku candáta

Na konci dubna (23. 4.) byly do všech předem připravených rybníků nasazeny larvy candáta obecného (TL = $5,0 \pm 0,2$ mm a m = $0,752 \pm 0,361$ mg) o počáteční hustotě 374 000 ks. ha⁻¹, což znamená, že do každého rybníka bylo vysazeno celkem 65 000 ks larev.

Larvy candáta byly získány od devíti párů generačních ryb candáta obecného: jikernaček (TL = 515 ± 33 mm, m = $1,2 \pm 0,2$ kg) a mlíčáků (TL = 494 ± 37 mm, m = $1,1 \pm 0,2$ kg), které byly injikovány přípravkem Chorulon (aktivní látka hCG) v dávce 500 IU hCG.kg⁻¹. Hormonální stimulace ryb proběhla dne 11. 4., přičemž za tři dny se ryby polopřirozeně vytřely v odchovných nádržích (Polícar a kol., 2016b), ve kterých byla nainstalována umělá výtěrová hnízda tvořená umělým trávnikem s výškou stébla 5 cm. Nakladené a oplozené jikry byly na hnízdech v jednotlivých nádržích inkubovány a larvy se vylíhly mezi 20.–22. dubnem a hned další den byly vysazeny do jednotlivých rybníků.

Pro odchov do kategorie podzimního plůdku byl rychlený plůdek z předchozího odchování vysazen 12. června do všech rybníků v počtu 2 000 jedinců na jeden rybník (TL = $40,2 \pm 3,1$ mm a m = $0,59 \pm 0,13$ g).

4.3. Výlovy rybníků na konci odchovů a stanovení produkce a míry přežití

Jednotlivé rybníky byly od 3. do 9. 6. (tzn. po 41–47 dnech odchovu) a od 20. do 24. 9. (tzn. po 150–154 dnech odchovu) postupně vypuštěny a odchovaný plůdek candáta obecného byl odloven do podložních sítí nainstalovaných pod hrází jednotlivých rybníků (Obr. 5). Rybníky byly loveny postupně podle předem zjištěné velikosti odchovávaných ryb a podle četnosti výskytu a hustoty potravních organismů. V průběhu výlovu rybníků byly

ihned odebírány vzorky ryb pro stanovení biometrických údajů a potravní analýzu odchovávaných ryb. Po ukončených výloveh ryb byly všechny ryby transportovány na Experimentální rybochovné pracoviště a pokusnictví VÚRH, FROV JU, kde byly ryby krátkodobě (do opětovného nasazení do rybníků) a odděleně přechovány v průtočných žlabech o objemu 5 000 litrů. Při nasazování ryb na průtočné žlaby byl zjišťován celkový počet vylovených ryb pomocí tzv. měrkovací metody. Ryby byly při přelovování krátkodobě umístěny do měrky o objemu 250 mililitrů. Počet jedinců byl stanoven v pěti měrkách a následně byl vypočten průměrný počet jedinců v měrce. Z celkového počtu měrek byl násobením získán celkový počet odchovaných ryb v daném rybníce. Ze všech rybníků následně byla stanovena celková produkce odchovaných ryb. Podle počtu nasazených jedinců a slovených jedinců bylo podle následujícího vzorce vypočítáno přežití odchovaných ryb (S).

$$S = \frac{N_k}{N_o} * 100 [\%],$$

kde N_o byl počet jedinců nasazených do rybníku na začátku odchovu a N_k počet jedinců candáta obecného slovených při výlovu na konci odchovu.

4.4. Odchov candáta do kategorie rychleného plůdku s různou podporou perifytonu

4.4.1. Velikost, růst a přežití candáta

Celková délka (TL) odchovaných candátů i jejich specifická rychlost růstu se lišila mezi variantami. Největší jedinci byli zjištěni ve variantě s geotextilií, o něco menší v kontrole, ale statisticky byly rozdíly mezi těmito dvěma variantami neprůkazné. Nejmenší candáti pak byli odchováni ve variantě s vřesovcem (Tab. 1). Rovněž hmotnost odchovaného rychleného plůdku byla největší ve variantě s geotextilií, menší v kontrole a nejmenší ve variantě s vřesovcem. V tomto případě byly hmotnosti statisticky odlišné mezi všemi třemi variantami. U Fultonova indexu kondice byla zjištěna nejvyšší hodnota ve variantě s geotextilií, statisticky nižší hodnoty pak byly vypočítány ve variantě s vřesovcem a v kontrole. Zatímco v kontrole převažovala jednoznačně jedna velikostní skupina středně velkých candátů (35–40 mm), ve variantách se substráty byly jednotlivé velikostní kategorie plůdku relativně rovnoměrně zastoupeny (Obr. 6).

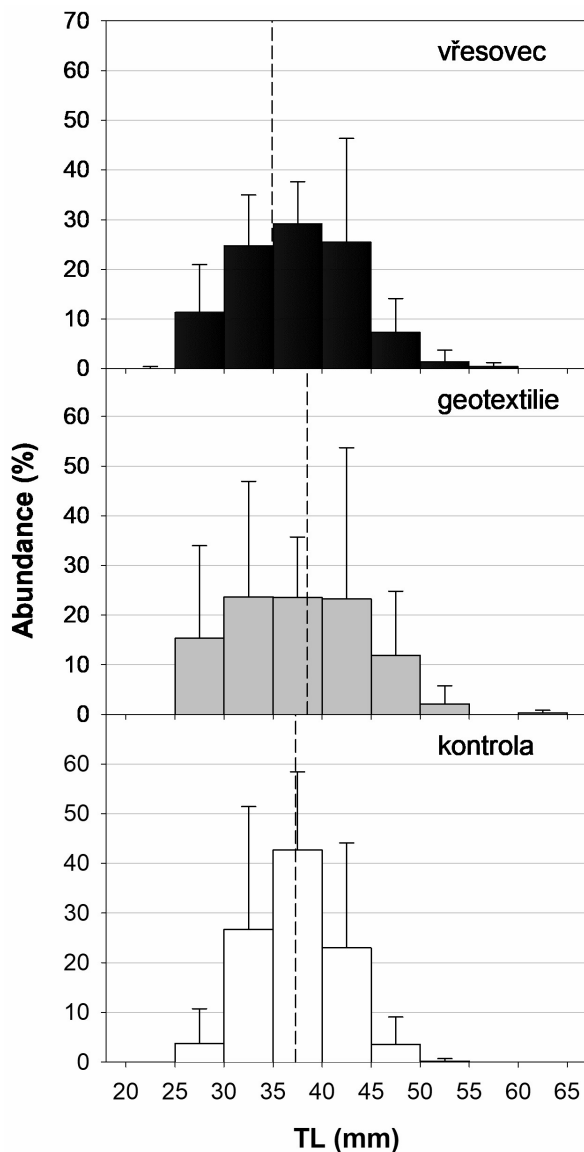
Tab. 1. Růstové charakteristiky plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) (průměr ± S.D.) v jednotlivých variantách při odchovu candáta do kategorie rychleného plůdku. Rozdílné indexy v jednotlivých řádcích označují statisticky průkazně odlišné hodnoty ($p < 0,05$). TL: celková délka, SGR: specifická rychlost růstu.

Parametr/varianta	Vřesovec (n = 448)	Geotextilie (n = 264)	Kontrola (n = 453)
TL (mm)	35 ± 5,0 ^b	39 ± 6,8 ^a	37 ± 4,2 ^a
Hmotnost (g)	0,36 ± 0,20 ^c	0,50 ± 0,26 ^a	0,41 ± 0,14 ^b
SGR (%. den ⁻¹)	4,52 ± 0,33 ^b	4,74 ± 0,43 ^a	4,68 ± 0,27 ^a
Index kondice (FK)	0,78 ± 0,17 ^b	0,81 ± 0,13 ^a	0,76 ± 0,10 ^b



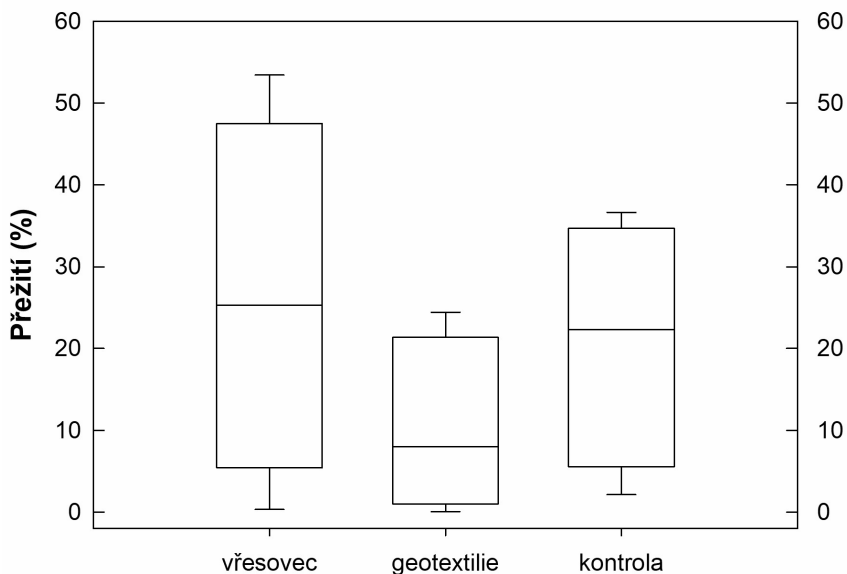
Obř. 5. Odlovený rychlený plůdek candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) po 44 dnech odchovu (Foto: T. Policar).

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO
V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU



Obr. 6. Histogram průměrných relativních četností celkové délky (TL) (\pm S.D. variabilita mezi rybníky) rychleného plůdka candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) (v mm) vyloveného na konci odchovu rychleného plůdka v jednotlivých variantách. Přerušovanou čárou je v jednotlivých variantách zobrazena průměrná celková délka.

Nejvyšší průměrné přežití bylo zjištěno ve variantě s vřesovcem ($26 \pm 22 \%$), následovala kontrolní varianta s průměrným přežitím ryb $21 \pm 15 \%$. Nejnižší přežití plůdku candátů bylo zjištěno ve variantě s geotextilií, a sice $10 \pm 11 \%$ (\pm S.D.) (Obr. 7). Poměrně velká variabilita přežití v jednotlivých variantách pravděpodobně souvisela s hojnou přítomností ploštic rodu *Corixa* v některých rybnících (označené červeně a zeleně v potravních grafech) zjištěných při výlovu. Z výše zmíněných růstových výsledků plůdku (např. dosažené průměrné individuální hmotnosti) je zřejmé, že růst negativně koreloval s přežitím plůdku. Neboli dle očekávání, nižší hustota ryb umožňovala jejich lepší růst.

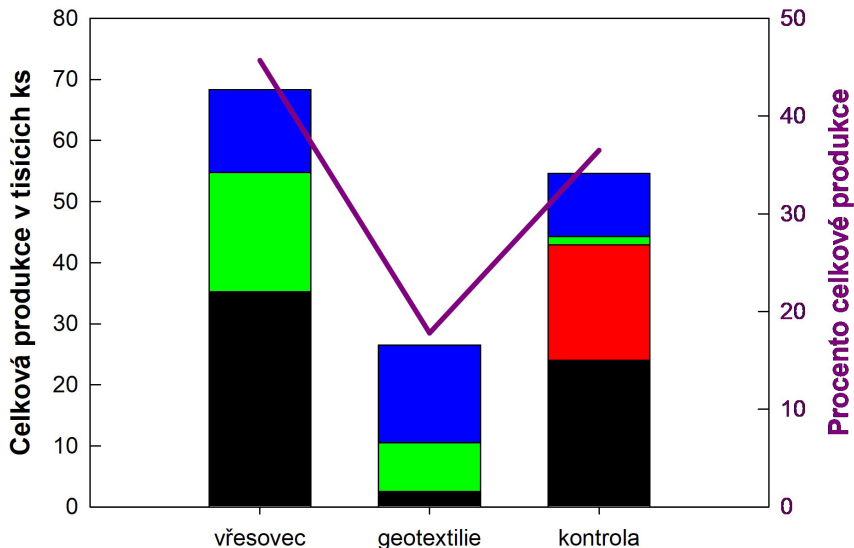


Obr. 7. Průměrné přežití a variabilita candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) odchovaného do kategorie rychleného plůdku v jednotlivých testovaných variantách. Boxplot zobrazuje medián, kvartily, 10 a 90% kvantil.

4.4.2. Celková produkce candáta

Celkem bylo ve všech dvanácti rybnících odchováno 149 445 ks rychleného plůdku candáta obecného o průměrné TL = $36,7 \pm 5,50$ mm a m = $0,41 \pm 0,20$ g. Nejvíce ryb bylo odchováno ve variantě s vřesovcem $68\,315 \pm 14\,416$ ks (46 % z celkové produkce ryb), dále v kontrole ($54\,600 \pm 9\,933$ ks s celkovým podílem na produkci 36 %) a následně ve variantě s geotextilií ($26\,530 \pm 7\,078$ ks s celkovým podílem na produkci 18 %) (Obr. 8).

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

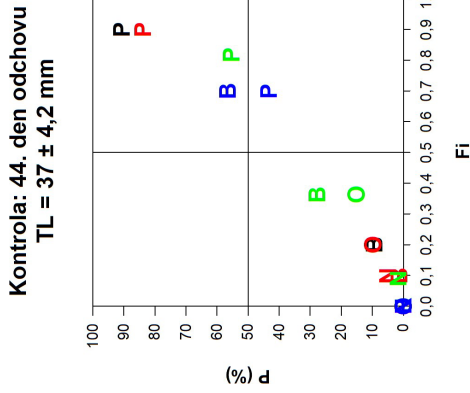
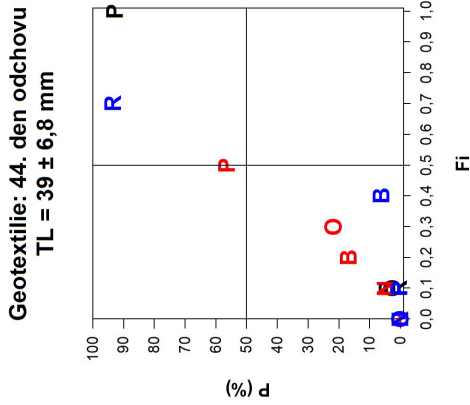
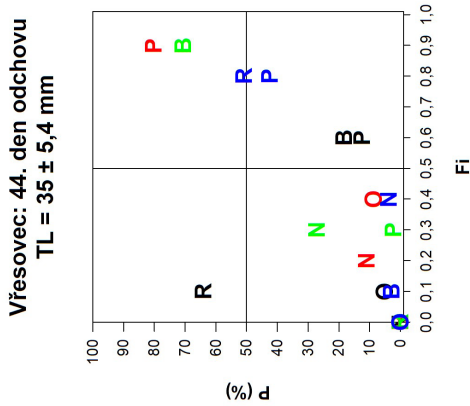


Obr. 8. Celková produkce candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) odchovaného do kategorie rychleného plůdku v jednotlivých testovaných variantách. Barvami jsou zobrazeny jednotlivé rybníky, které spolu v rámci jednoho opakování variant sousedí (černě: 36, 37 a 38, červeně: 39, 40 a 41, zeleně: 42, 43 a 44 a modře: 45, 46 a 47).

4.4.3. Potrava plůdku candáta

Při analýze potravy bylo nalezeno celkově 19 % ryb s prázdným žaludkem (vřesovec: 15 %, geotextilie: 19 % a kontrola: 23 %). Průměrná relativní hmotnost potravy ke hmotnosti těla ryb (s žaludkem, který obsahoval potravu) byla $1,91 \pm 2,19$ % (min-max: 0,04–12,73 %; geotextilie: $2,52 \pm 3,27$ %; vřesovec: $2,25 \pm 2,07$ %; kontrola: $1,13 \pm 0,56$ %). Vysoké hodnoty podílu byly zjištěny u jedinců, jejichž žaludek byl naplněn rybí kořistí, která se v potravě objevila v rybnících s podporou perifytonu, a to jak s vřesovcem, tak geotextilií. Z pohledu statistického se podíl hmotnosti potravy z hmotnosti těla ryb statisticky průkazně lišil mezi variantami ($H(2, N = 111) = 8,46$, $p = 0,01$; vřesovec¹ – geotextilie^{1,2} – kontrola²).

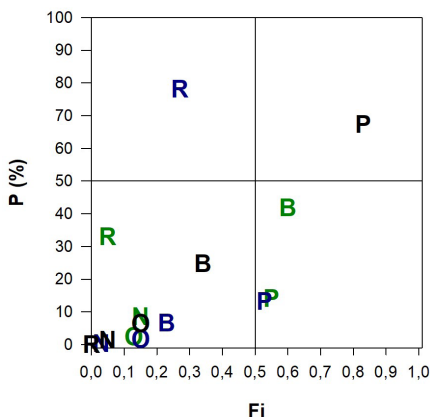
Potrava candátů o celkové délce $17,8 \pm 1,8$ mm (\pm S.D.), tj. 21. den odchovu, byla tvořena pouze planktonní kořistí (larvální stadia klanonožců a perloočky z čeledi Daphniidae), a to nezávisle na variantě.



Obř. 9. Složení potravy candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) 44. den odchovu v jednotlivých rybnících v rámci variant. Vysvětlivky: P: planktonní, B: bentická, N: nektonní (bez ryb), R: rybí a O: ostatní. Různé barvy znamenají jednotlivé rybníky, které spolu v rámci jednoho opakovaní variant sousedí (černé: 36, 37 a 38, červené: 39, 40 a 41, zelené: 42 a 43 a modře: 45, 46 a 47).

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

44. den odchovu
TL = 37 ± 5,4 mm



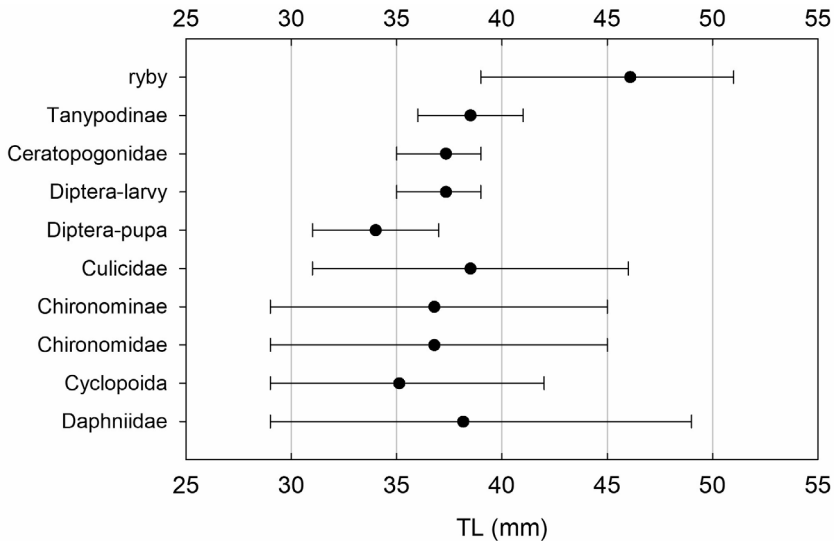
Obr. 10. Složení potravy candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) 44. den odchovu v jednotlivých variantách. Vysvětlivky: P: planktonní, B: bentická, N: nektonní (bez ryb), R: rybí a O: ostatní. Různé barvy znamenají jednotlivé varianty: modře (vřesovec), zeleně (geotextilie) a černě (kontrola).

V závěrečném výlovu rychleného plůdku je zjevná dominance planktonní kořisti ve všech kontrolních rybnících (Obr. 9 a 10). Naopak v obou variantách podpory růstu perifytonu je diverzita dominantní konzumované kořisti vyšší než v kontrole (Obr. 10). V některých rybnících se kromě planktonu objevila i rybí či bentická kořist (Obr. 9). Rybí kořist charakterizovala probíhající sourozenecký kanibalismus. Planktonní kořist tvořily převážně perloočky z čeledi Daphniidae (rody: *Daphnia*, *Simocephalus* a *Scapholeberis*), naopak zástupci klanonožců (Copepoda) byli nalezeni v potravě výrazně méně. V bentické kořisti převažovaly larvy dvoukřídlých, a to zejména čeledi Chironomidae (pakomárovití), a to skupiny Chironominae (rody *Glyptotendipes* a *Polypedilum*) a Tanypodinae. Byly to často larvy prvních instarů.

Příjem jednotlivých typů kořisti byl dle očekávání závislý na aktuální velikosti plůdku. Zatímco se menší kořist objevila již u plůdku ve velikosti 29 mm (TL), některé větší typy kořisti byl plůdek candáta schopen konzumovat až při dosažení tělesné velikosti nejméně 35 mm a v případě rybí kořisti nejméně 39 mm (Obr. 11).

Po výlovu všech použitých rybníků byl zjištěn následující procentuální podíl kanibalizujících ryb: varianta s geotextilií 26,7 ± 37,9 %, varianta s vřesovcem 5,0 ± 5,8 %. V kontrole nebyli nalezeni žádní jedinci s rybí kořistí v žaludku.

Nejvyšší podíl kanibalů ve variantě s geotextilií byl pravděpodobně způsoben především velikostním složením ryb v odchovávané populaci, konkrétně největší velikostí ryb v této variantě. Rybí kořist se objevuje u plůdku candáta nejprve v celkové délce 39 mm (Obr. 11), přičemž tato kategorie byla nejvíce zastoupena právě ve variantě s geotextilií (52 % vylovených ryb). V kontrolní variantě se kanibalizující ryby nevyskytovaly, a to přesto, že podíl ryb v celkové délce větší než 39 mm byl v této variantě vyšší (35 %) než ve variantě s vřesovcem (17 %), v níž byly kanibalizující ryby zjištěny. Absence kanibalizujících ryb v kontrolní variantě je možné vysvětlit vyšší přehledností vodního prostředí bez nainstalovaných substrátů, kde je taktika lovu ze zálohy méně efektivní. Z toho vyplývá, že použití substrátů bylo z hlediska podpory přežití odchovávaných ryb a eliminace kanibalismu mezi odchovávanými rybami kontraproduktivní.



Obr. 11. Celková délka rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) (průměr ± minimum a maximum), u kterých byly nalezeny dané druhy kořisti, determinované na nejnižší možnou úroveň (např. neurčené larvy z řádu Diptera jsou Diptera-larvy a larvy čeledi Culicidae, Ceratopogonidae a Chironomidae jsou zvlášť). Kořist je řazena dle minimální délky těla candátů, kteří ji konzumovali.

Kořist (řazená systematicky): korýši: perloočky z čeledi Daphniidae (zahrnují rody *Daphnia*, *Scapholeberis* a *Simocephalus*), klanonožci (*Cyclopoida*); larvy či kukly dvoukřídlých (*Diptera-larvy* a *Diptera-pupa*) a jejich čeledí *Culicidae* (komárovití), *Ceratopogonidae* (pakomárcoviti) a *Chironomidae* (pakomároviti) s dvěma podčeleděmi: *Chironominae* (zahrnující rody *Glyptotendipes* a *Polypedilum*) a *Tanypodinae*; ryby.

4.4.4. Perifyton na rohožích z vřesovce a na geotextilii

Celková suchá hmotnost perifytonu na jednotku plochy obou substrátů byla srovnatelná, nicméně prostorová struktura rohože z vřesovce (jednotlivé větvičky) zvětšovala plochu vřesovce oproti geotextilii zhruba 10x. Z hodnot celkové fluorescence perifytonu je zřejmé, že podíl autotrofní složky perifytonu byl statisticky průkazně vyšší na geotextilii než na vřesovci ($F(4,12) = 14,2$; $p = 0,0002$), a to v průměru 2,3x. Navíc se na vřesovci hodnota celkové fluorescence v průběhu odchovu téměř neměnila, zatímco na geotextilii podíl autotrofní složky v čase rostl. Zajímavým faktem je, že na obou substrátech bylo možné dle hodnot fluorescence autotrofní složky v červeném světle usuzovat na zvyšující se podíl sinic během odchovu (Chadtová, 2015). Během odchovu lze konstantní kvantitu autotrofní složky na vřesovci vysvětlit přítomností, resp. spásáním bentických organismy. Toto tvrzení je podpořeno vyšší průměrnou početností i biomasou heterotrofní složky perifytonu (tzv. substrátový bentos) na vřesovci než na geotextilii (početnost: $1\ 609 \pm 1\ 056 \text{ ind. m}^{-2}$ versus $587 \pm 459 \text{ ind. m}^{-2}$ a biomasa: $4,6 \pm 3,7 \text{ g m}^{-2}$ a $2,4 \pm 2,0 \text{ g m}^{-2}$). Ve variantě s vřesovcem početnost substrátového bentosu rostla v průběhu odchovu. Naopak ve variantě s geotextilií byl nárůst početnosti bentických živočichů zaznamenán pouze na počátku a následně jejich početnost klesala (Urbánek, 2015).

Na obou substrátech převažovaly larvy pakomárů (Chironomidae) a měkkýši (Mollusca). Larvy pakomárů byly zastoupeny podčeleděmi Chironominae (zejména rody *Glyptotendipes*, *Endochironomus* a *Polypedilum*) a Orthocladinae. Zastoupeny byly i larvy dalších skupin vodního hmyzu, například brouci (Coleoptera) a jepice (Ephemeroptera). Z měkkýšů převažovali plovatkovití plži, a sice druhy *Lymnaea auricularia* a *Physella acuta*. Na geotextilii tvořily značný podíl biomasy substrátového zoobentosu pijavice (Hirudinea), a to chobotnatka štitkatá (*Helobdella stagnalis*) a hltanovka bahenní (*Erpobdella octoculata*) (Urbánek, 2015).

4.5. Odchov rychleného plůdku candáta do kategorie podzimního plůdku (s podporou růstu perifytonu či s přidáním potravních ryb)

4.5.1. Velikost, růst, přežití a celková produkce candáta

Největší podzimní plůdek candáta obecného byl vyprodukován ve variantě, kde byly na začátku experimentu k odchovávanému plůdku candáta přisazeny krmné ryby. Jedinci candáta v této variantě dorostli do průměrné celkové délky (TL = $119 \pm 14,6 \text{ mm}$) (Obr. 12 a 13) a hmotnosti ($m = 12,3 \pm 4,84 \text{ g}$). Statisticky

menší plůdek candáta obecného pak byl vyprodukován shodně v obou dalších variantách. V nich dorostli jedinci candáta v průměru do celkové délky od 109 do 110 mm a hmotnosti od 8,7 do 9,4 g. Ve všech testovaných variantách byla zjištěna stejná specifická rychlost růstu, a to $1,1 \text{ \%} \cdot \text{den}^{-1}$. Hodnoty Fultonova indexu kondice vylovených juvenilních ryb candáta na konci jejich odchovu byly rovněž ve všech testovaných variantách podobné a pohybovaly se od 0,65 do 0,69.

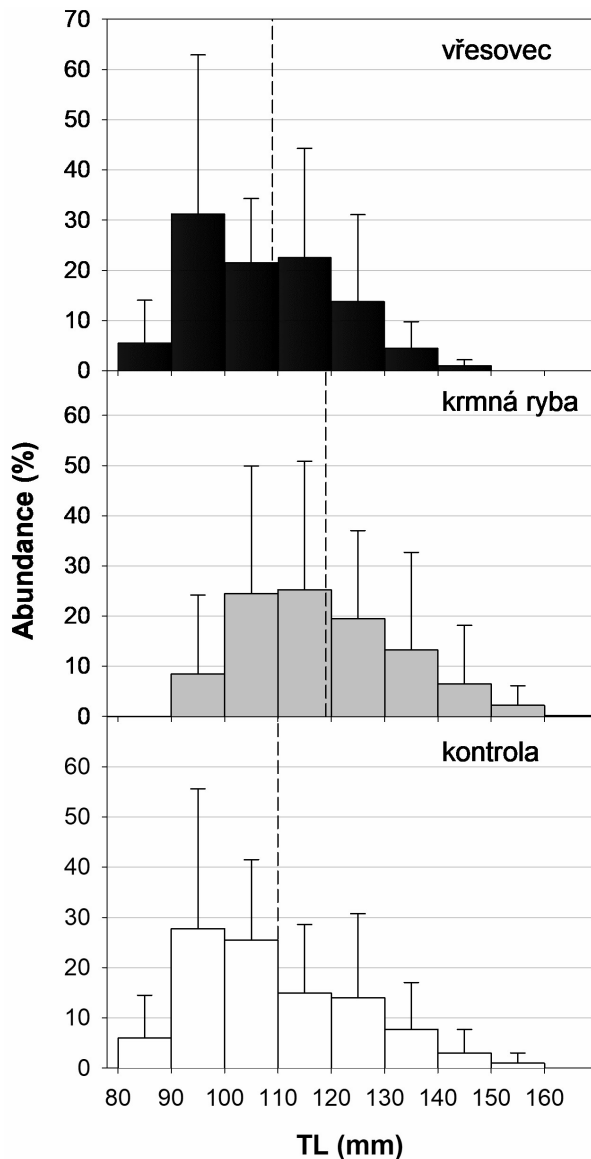


Obr. 12. Odložený podzimní plůdek candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) na konci odchovu do kategorie podzimního plůdku (po 152. dnech odchovu) (Foto: T. Policar).

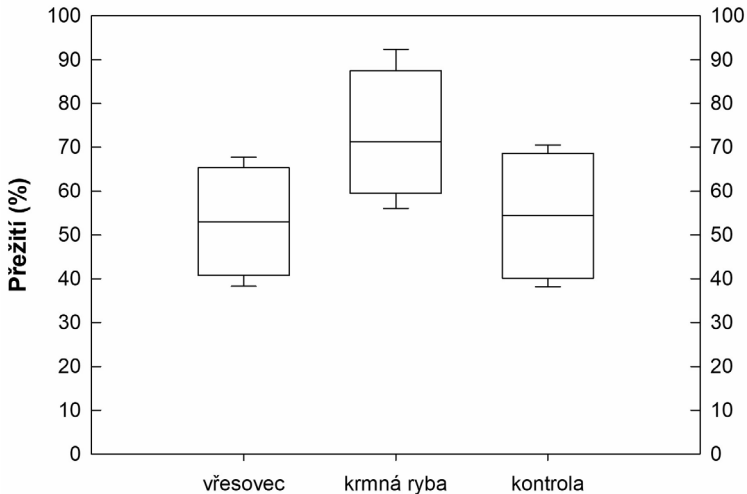
Největší velikostní variabilita odchovaných ryb byla zjištěna v kontrolní variantě (candáti s TL od 80–160 mm). V dalších dvou variantách byla velikostní variabilita candátů jen o málo menší (vřesovec: 80–150 mm, krmná ryba: 90–160 mm). Nicméně celkově byla velikostní distribuce vyprodukovaných ryb vyrovnaná a rozdíly mezi variantami velmi malé (Obr. 13).

Nejvyšší přežití odchovávaných ryb candáta obecného ($73 \pm 15,0 \text{ \%}$ (\pm S.D.); min.–max.: 56–92 %) bylo dosaženo ve variantě s krmnou rybou, kde bylo takto celkově vyprodukováno 5 819 jedinců podzimního plůdku. V obou dalších variantách přežila zhruba polovina ryb (vřesovec: $53 \pm 12,7 \text{ \%}$; min.–max.: 38–68 % a kontrola: $54 \pm 15,0 \text{ \%}$; min.–max.: 38–71 %; Obr. 14). V obou těchto variantách bylo celkově vyprodukováno 4 241 jedinců (ve variantě s vřesovcem) a 4 350 jedinců (kontrola) (Obr. 15).

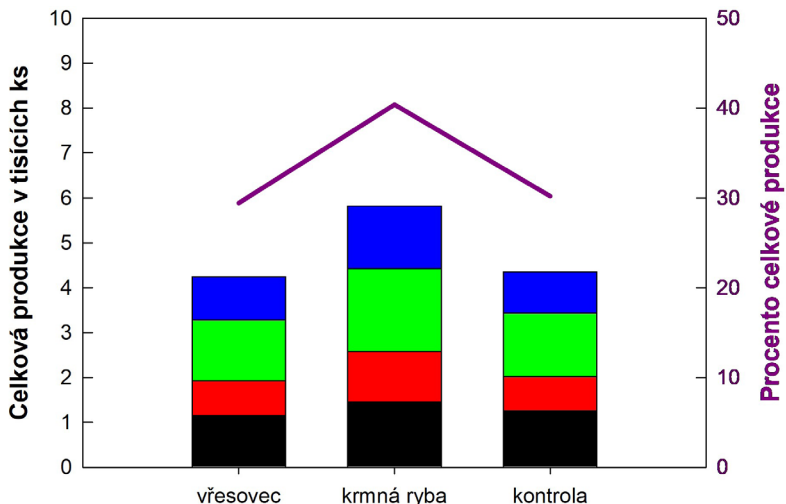
PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO
V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU



Obr. 13. Histogram průměrných relativních četností celkové délky (TL) (\pm S.D. variabilita mezi rybníky) podzimního plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) vyloveného v jednotlivých variantách. Přerušovanou čarou je v jednotlivých variantách zobrazena průměrná celková délka.



Obr. 14. Průměr přežití a variabilita u candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) odchovaného do kategorie podzimního plůdku v jednotlivých testovaných variantách. Boxplot zobrazuje medián, kvartily, 10 a 90% kvantil.



Obr. 15. Celková produkce candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) odchovaného do kategorie podzimního plůdku v jednotlivých testovaných variantách. Barvami jsou zobrazeny jednotlivé rybníky, které spolu v rámci jednoho opakování variant sousedí (černě: 36, 37 a 38, červeně: 39, 40 a 41, zeleně: 42, 43 a 44 a modře: 45, 46 a 47).

4.5.2. Potrava plůdku candáta

Ve složení potravy jsou vidět nezávisle na variantě některé obecné trendy, které souvisí jak s velikostí těla candátů, tak s potravní nabídkou (Obr. 16). Po 77 dnech odchovu tvořila ve většině rybníků dle očekávání planktonní kořist a benthická kořist základ zkonsumované potravy, a to ve všech variantách. U planktonní kořisti se jednalo zejména o perloočky rodu *Daphnia*, ve variantě s vřesovcem navíc ještě o rody *Simocephalus* a *Ceriodaphnia* ze stejné čeledi hrotnatkovití jako rod *Daphnia*. *Simocephalus* je rod, který se často vyskytuje mezi vegetací (Bledzki a Rybak, 2016). Z benthické kořisti pak převažovaly kukly čeledi Chironomidae, larvy jepice dvoukřídle (*Cloeon dipterum*) a larvy pakomára kouřového (*Chironomus plumosus*) (Urbánek, 2017).

Od 99. dne odchovu je vidět výrazná změna v poměru zastoupení benthické a planktonní kořisti ve prospěch kořisti benthické (Obr. 16). Dominantní zůstávají larvy jepic *Cloeon dipterum* a kukly pakomárů čeledi Chironomidae, nově se objevují biomasou významně zastoupené larvy pakomárů rodu *Glyptotendipes*, což je typický druh substrátů vodního sloupce (např. rostlin nebo umělých rohoží). Podobný případ může představovat pijavka *Erpobdella octoculata*.

Při posledním odběru (výlov) již podzimní plůdek candáta dosáhl dostatečné velikosti pro zařazení rybí kořisti jako dominantní složky potravy (potenciálním zdrojem mohou být střevlička východní *Pseudorasbora parva* nebo kanibalismus) (Obr. 17). Proti očekávání ve variantě s krmnou rybou zůstává dominantní potravou benthická kořist. Kromě dominantní složky larev jepice *Cloeon dipterum* byly druhou nejpočetnější kořistí larvy vážek, stejnokřídlic podčeledi Zygoptera.

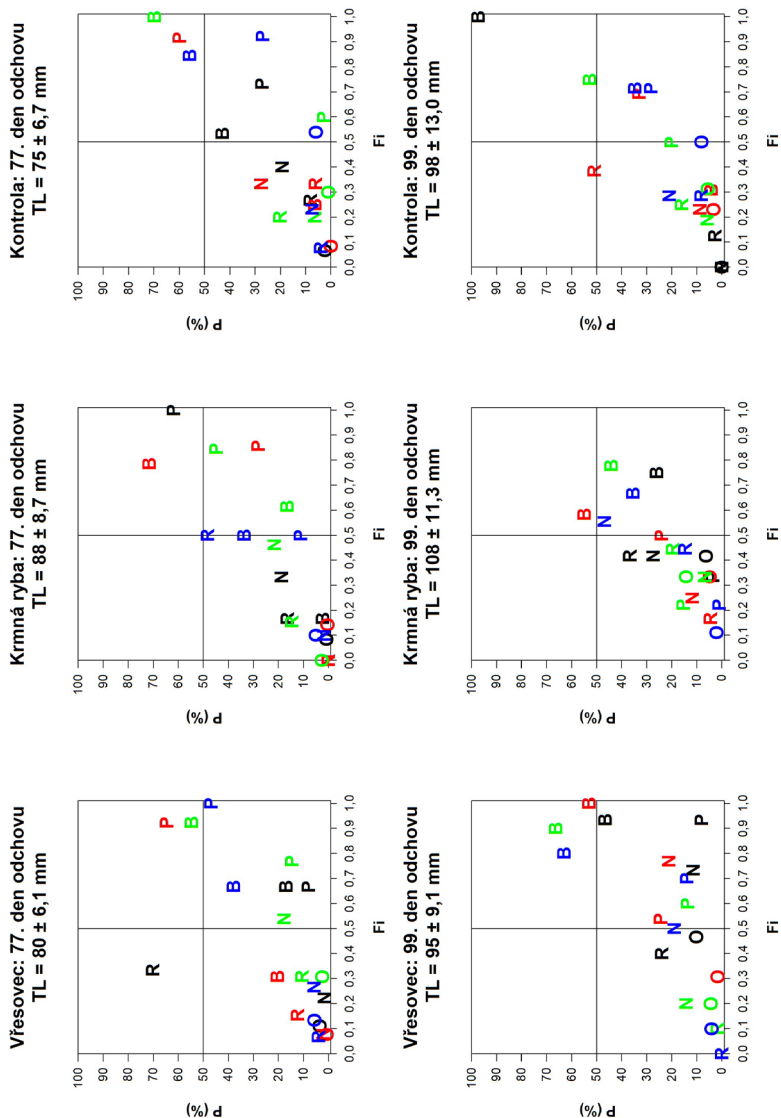
Planktonní kořist byla nejvíce přijímána na začátku odchovu, přičemž její biomasa v průběhu odchovu klesla (99. den odchovu), a to zejména ve variantě s vřesovcem a krmnou rybou. Naopak biomasa konzumované benthické kořisti během odchovu rostla. Poslední odlov byl proveden na podzim (polovina září), kdy už byl příjem potravy pravděpodobně limitován nízkou teplotou vody (Obr. 18).

Největší počet candátů s prázdným žaludkem byl zaznamenán v době výlovu, a to zejména ve variantě s vřesovcem (Tab. 2). V počáteční fázi odchovu (77. den) měli naopak všichni ulovení candáti v žaludku potravu, přičemž ve dvou rybnících (37 a 36) byl tento stav po celou dobu odchovu včetně dne výlovu rybníků (Tab. 2).

Tab. 2. Absolutní a relativní (%) počty candátů obecných (*Sander lucioperca* (L.)) s prázdným žaludkem.

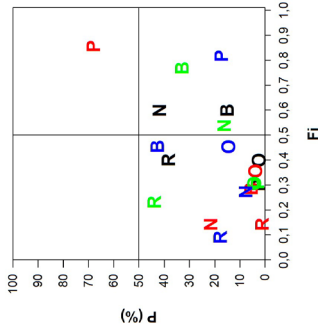
Varianta	Rybník	77. den	99. den	114. den	152. den
Věsovec	37	-	-	-	-
	40	-	-	-	2 (29%)
	43	-	-	2 (15%)	3 (30%)
	46	-	-	-	4 (40%)
Krmná ryba	36	-	-	-	-
	39	-	1 (8%)	-	-
	42	-	1 (10%)	1 (7%)	1 (10%)
	45	-	1 (10%)	2 (14%)	-
Kontrola	38	-	2 (20%)	-	-
	41	-	-	-	3 (38%)
	44	-	-	1 (7%)	-
	47	-	-	1 (8%)	1 (10%)

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

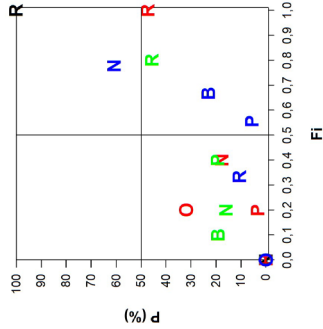


Obr. 16. Složení potravy candátů obecných (*Sander lucioperca* (L.)) 77. a 99. den odchovu v jednotlivých variantách. Vysvětlivky: P: planktonní, B: bentická, N: nektonní (bez ryb), R: rybí a O: ostatní. Různé barvy znamenají jednotlivé rybníky, které spolu v rámci jednoho opakování variant sousedí (černě: 36, 37 a 38, červeně: 39, 40 a 41, zeleně: 42, 43 a 44 a modře: 45, 46 a 47).

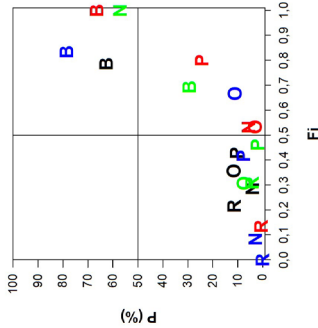
Kontrola: 114. den odchovu
TL = 98 ± 13,0 mm



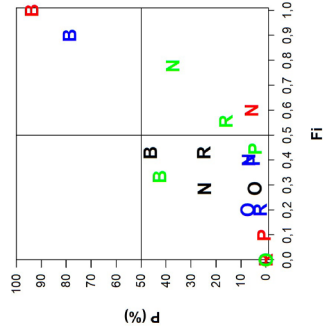
Kontrola: 152. den odchovu
TL = 109 ± 15,0 mm



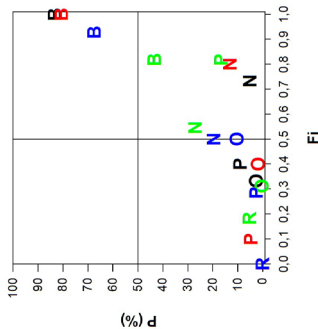
Krmmá ryba: 114. den odchovu
TL = 113 ± 10,9 mm



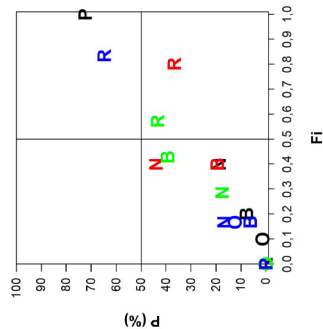
Krmmá ryba: 152. den odchovu
TL = 118 ± 13,1 mm



Vřesovec: 114. den odchovu
TL = 98 ± 9,7 mm

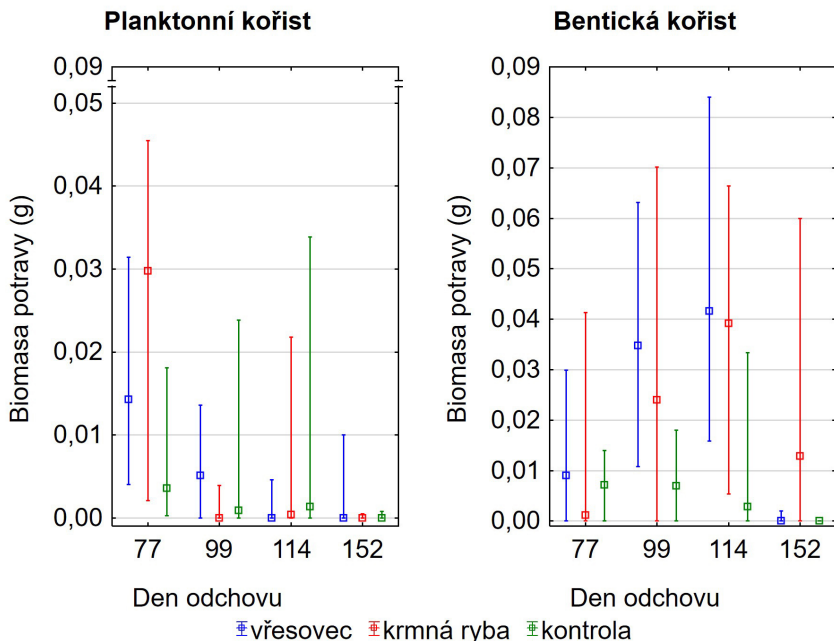


Vřesovec: 152. den odchovu
TL = 101 ± 5,7 mm



Obř. 17. Složení potravy candátů obecných (*Sander lucioperca* (L.)) 114. a 152. den odchovu v jednotlivých variantách. Vysvětlivky: P: planktonní, B: benthická, N: nektonní (bez ryb), R: rybí a O: ostatní. Různé barvy znamenají jednotlivé rybníky, které spolu v rámci jednoho opakování variant sousedí (černé: 36, 37 a 38, červeně: 39, 40 a 41, zeleně: 42, 43 a 44 a modře: 45, 46 a 47).

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

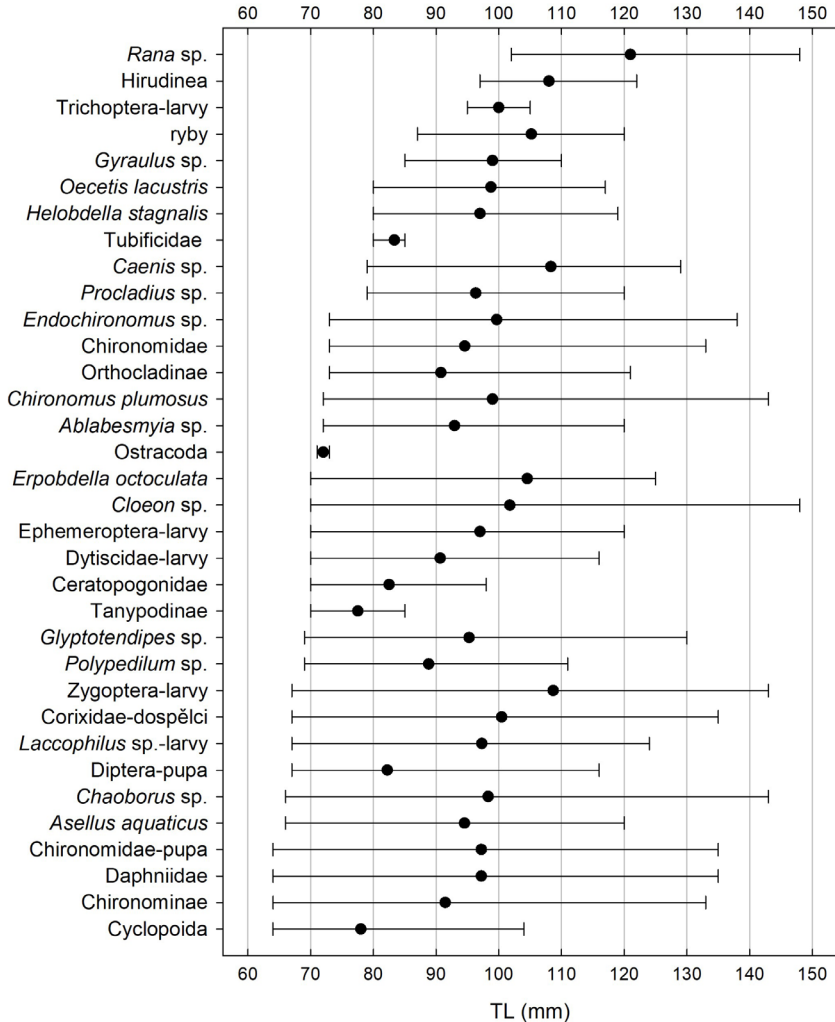


Obr. 18. Čerstvá biomasa zkonsumované planktonní a bentické kořisti (medián \pm kvartily) v odběrových dnech u plůdku candátů obecných (*Sander lucioperca* (L.)) v jednotlivých variantách.

Během růstu rychleného plůdku do podzimního plůdku se výrazně neměnilo spektrum přijímané potravy, neboť většina druhů kořisti byla zaznamenána v žaludcích širokého rozpětí velikostí ulovených ryb. I tak je zjevný posun od dominance planktonní kořisti u menších ryb (demonstrováný absencí kořisti skupiny Cyclopoida u ryb větších velikostí) ke kořisti větší, bentické a popřípadě pohyblivější (Obr. 19).

4.5.3. Perifyton na rohožích z vřesovce

Suchá hmotnost frakce heterotrofní i autotrofní složky perifytonu menší než 500 μm byla v průběhu odchovu do stadia podzimního plůdku poměrně stabilní. Na základě převahy fluorescence autotrofní složky perifytonu v modrém světle ($63 \pm 8\%$ z celkové fluorescence) nad fluorescencí v červeném světle ve všech rybnících po celou dobu odchovu lze tvrdit, že v perifytonu převažovaly řasy nad sinicemi (Chadtová, 2015).



Obr. 19. Celková délka candátů obecných (*Sander lucioperca* (L.)) (průměr ± minimum a maximum), u kterých byly nalezeny dané druhy kořisti determinované na nejnižší možnou úroveň (např. neurčené larvy z čeledi Dytiscidae jsou v Dytiscidae-larvy a larvy rodu *Laccophilus* z čeledi Dytiscidae jsou zvlášť). Kořist je řazena dle minimální délky těla candátů, kteří ji konzumovali. V případě stejné minimální TL dle průměrné TL candátů. Kořist (řazená systematicky): okružákovitý plž (*Gyraulus* sp.); nitěnky (Tubificidae) a pijavky (*Hirudinea* a zvlášť jsou *Helobdella stagnalis* a *Erpobdella octoculata*); koryši: perloočky z čeledi Daphniidae (zahrnují rody *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Scapholeberis*

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

a *Simocephalus*), klanonožci (*Cyclopoida*), lasturnatky (*Ostracoda*) a beruška vodní (*Asellus aquaticus*); larvy (případně kukly) či dospělci hmyzu: larvy jepic – *Ephemeroptera*-larvy (zvláště jsou larvy rodů *Cloeon* a *Caenis*), larvy vážek ze skupiny motýlic (*Zygoptera*), dospělci ploštic z čeledi klešťankovití (*Corixidae*), larvy chrostíků (*Trichoptera*-larvy, zvláště jsou larvy *Oecetis lacustris*), larvy či kukly dvoukřídlých (*Diptera*) zahrnující rod *Chaoborus* (koretra) z čeledi *Chaoboridae* (koretrovití), dále čeledí *Ceratopogonidae* (pakomárcovití) a *Chironomidae* (pakomároviť) s podčeleděmi: *Chironominae* (zvláště *Chironomus plumosus*, rody *Endochironomus*, *Glyptotendipes* a *Polypedilum*), *Orthocladinae* a *Tanypodinae* (zvláště rody *Procladius* a *Ablabesmyia*); larvy brouků čeledi potápňikovití (*Dytiscidae*, zvláště je rod *Laccophilus*); ryby (zahrnující i candáty) a pulci skokanů (*Rana* sp.).

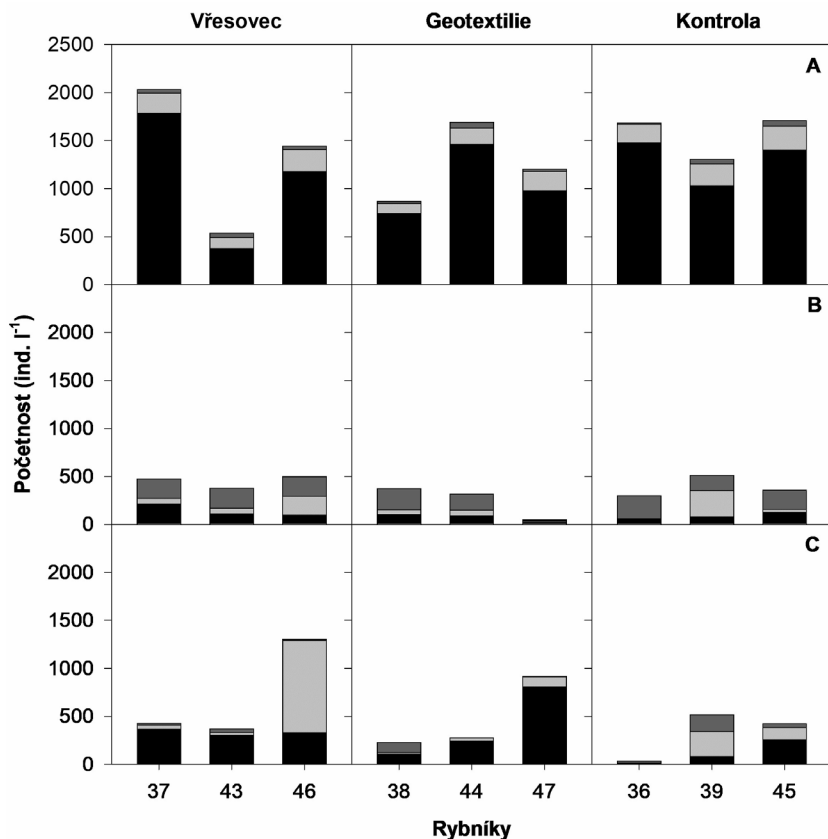
Průměrná početnost heterotrofní složky perifytonu větší než 500 μm (substrátový zoobentos a zooplankton v bezprostředním okolí rohoží) byla $1\,688 \pm 836 \text{ ind. m}^{-2}$ a průměrná biomasa $11,3 \pm 5,2 \text{ g. m}^{-2}$. Podobně jako v průběhu odchovu rychleného plůdku byla průměrná početnost jedinců i biomasa zoobentosu na vřesovci nižší ve srovnání se zoobentosem dna (varianta s vřesovcem: $4\,069 \pm 5\,422 \text{ ind. m}^{-2}$ a $31,2 \pm 34,1 \text{ g. m}^{-2}$). Hodnoty početnosti i biomasy dnového zoobentosu byly ve všech variantách srovnatelné. Druhová diverzita bentického společenstva byla naopak větší v substrátovém zoobentosu než v zoobentosu dnovém, i když tento rozdíl již nebyl tolik výrazný jako při odchovu rychleného plůdku. V substrátovém zoobentosu převládali měkkyší a menší druhy larev pakomárů, v dnovém zoobentosu byli nadále dominantní máloštětinatci a larvy pakomárů skupiny *Chironomus plumosus* (Urbánek, 2015).

4.6. Další biotické faktory ovlivňující odchov plůdku candáta

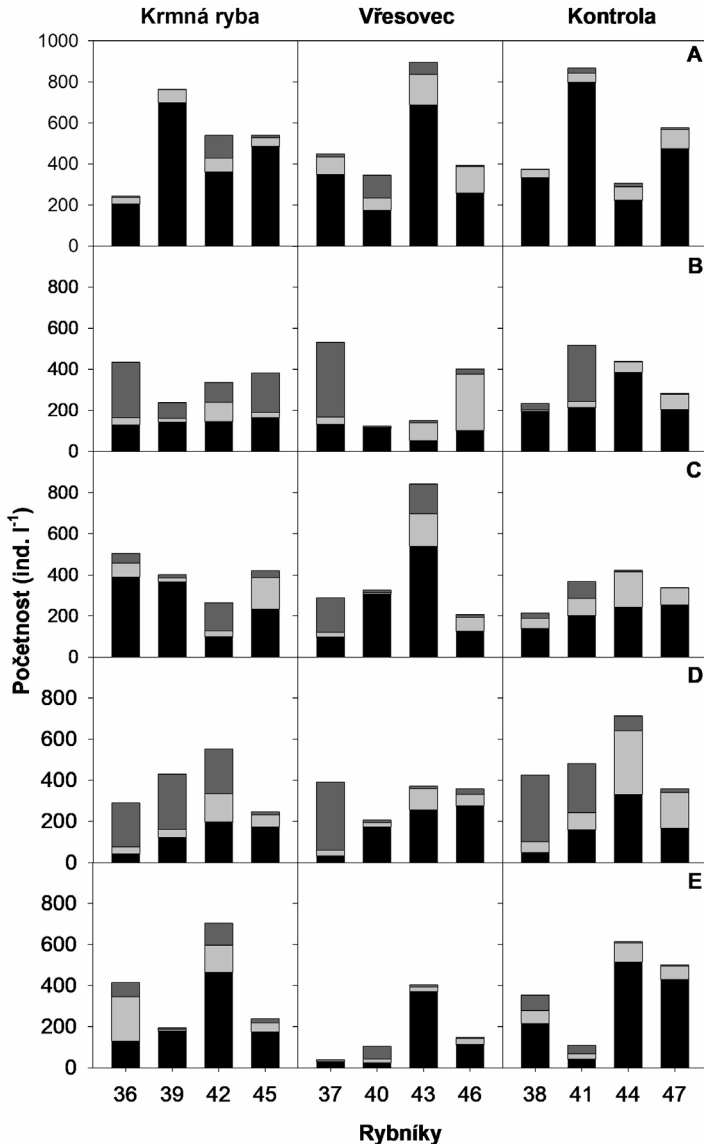
Výsledky obou odchovů jsou silně ovlivněny vysokou variabilitou v přežívání ryb (do kategorie rychleného plůdku: 0–53 % a do kategorie podzimního plůdku: 38–92 %). Zjistit přesné příčiny mortality odchovávaných ryb nebylo v možnostech ani cílech předkládané technologie, nicméně z měření abiotických a biotických podmínek můžeme uvést jako možné příčiny následující faktory. Všechny níže zmíněné parametry samozřejmě sledovaly určitou časovou dynamiku (variabilitu), která byla většinou obdobná ve všech variantách. Ta byla často důvodem, proč nebyl prokázán vliv testovaných variant na jednotlivé parametry. Zároveň jsme si plně vědomi toho, že výčet faktorů není úplný, a že příčinou mortality může v některých případech být i faktor, který nebyl vůbec monitorován či zachycen z důvodu nastavené frekvence vzorkování.

Důležitým faktorem s potenciálním vlivem na mortalitu i růst ryb je bezesporu dostupnost potravy potažmo zooplanktonu. Nejvyšší průměrné množství zooplanktonu za celé období odchovu bylo dosaženo ve variantě s vřesovcem ($829 \pm 572 \text{ ind.l}^{-1}$), dále potom v kontrole ($730 \pm 594 \text{ ind.l}^{-1}$) a následně u geotextilie ($678 \pm 502 \text{ ind.l}^{-1}$). Nicméně závislost mezi přežitím a průměrnou abundancí či minimální abundancí zooplanktonu v jednotlivých rybnících nebyla ani v odchovu do stadia rychleného plůdku ani do stadia podzimního plůdku prokázána. Při odchovu do stadia rychleného plůdku převažovaly ve všech variantách většinou drobnější druhy zooplanktonu, přičemž velké druhy zooplanktonu ($\geq 526 \mu\text{m}$) byly dominantní jen v květnu (Obr. 20). V obou odchovech lze pozorovat vzájemné ovlivňování velkých a malých druhů zooplanktonu. Stejný byl také obecný vývoj vířníků a perlooček. Po napuštění rybníků se vyvíjeli vířníci společně s klanonožci (především druhy rodu *Keratella*, *Polyarthra* a vývojová stadia buchaneček). Následoval rozvoj velkých druhů zooplanktonu (v průběhu července zastoupen dominantními druhy *Daphnia galeata* a *D. longispina*), které byly následovně redukovány ze strany rybí obsádky. Na konci experimentu tedy opět dominovali vířníci s klanonožci, zastoupeni stejnými druhy jako na začátku odchovu podzimního plůdku (Třešňáková, 2016). V rybnících s krmnou rybou byla oproti ostatním rybníkům celková hustota rybí obsádky vyšší. V této variantě mohl být tedy na zooplankton vyvíjen větší predační tlak, nicméně v průběhu odchovu tato varianta nevykazovala nejnižší početnost zooplanktonu (Obr. 21).

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO
V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU



Obr. 20. Početnost jednotlivých velikostních frakcí zooplanktonu (černě: 71–189 μm, světle šedě: 189–526 μm a tmavě šedě: větší než 526 μm) v jednotlivých rybnících (chybí údaje o rybnících 40, 41 a 42) a variantách v průběhu odchovu rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)); (A) 15. 4., (B) 12. 5. a (C) 2. 6.



Obr. 21. Početnost jednotlivých velikostních frakcí zooplanktonu (černě: 71–189 μm , světle šedě: 189–526 μm a tmavě šedě: větší než 526 μm) v jednotlivých rybničních a variantách v průběhu odchovu do stádia podzimního plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)); (A) 16. 6., (B) 7. 7., (C) 28. 7., (D) 14. 8. a (E) 8. 9.

I když se bentická kořist objevovala v potravě plůdku již ve 44. dnu odchovu, vztah mezi početností nebo biomasou substrátového či dnového zoobentosu a přežívání či kondicí ryb nebyl zjištěn. Zajímavý je rozdíl mezi substrátovým a dnovým zoobentosem. Průměrná početnost jedinců i biomasa byla ve dnovém zoobentosu větší než v zoobentosu substrátovém. Druhová diverzita byla naopak větší v substrátovém zoobentosu než v zoobentosu dnovém. Oba typy zoobentosu se také lišily z hlediska převažujících druhů. V substrátovém zoobentosu byly dominantní menší druhy pakomárů a měkkýši. Máloštětinatci se vyskytovali jen zřídka. V dnovém zoobentosu naproti tomu máloštětinatci dominovali. Z larev pakomárů byly dominantní velké larvy skupiny *Chironomus plumosus*. Měkkýši se vyskytovali mnohem méně (Urbánek, 2015).

4.7. Abiotické faktory ovlivňující odchov plůdku candáta

Teplota vody se statisticky průkazně lišila ($H(2, N = 6\ 018) = 13,1$, $p = 0,001$) mezi jednotlivými variantami při odchovu rychleného plůdku. Nejvyšší teplota vody byla naměřena v kontrolních rybnících ($16,6 \pm 2,4$ °C). Nižší teplota vody byla zjištěna ve variantách s testovanými substráty, kde byla teplota vody statisticky srovnatelná (vřesovec: $16,3 \pm 2,3$ °C a geotextilie: $16,3 \pm 2,4$ °C). Rozdíl v teplotách mezi kontrolou a testovanými substráty je spíše překvapující, jelikož umístění jednotlivých variant v rámci rybníků bylo střídavé, s cílem co nejvíce eliminovat prostorovou heterogenitu. Avšak jak je patrné z teploty vody, umístění rybníků je velmi důležitý faktor významně ovlivňující produkční charakteristiky chovu ryb. Teplota vody se statisticky průkazně lišila ($H(2, N = 11\ 405) = 115,3$; $p < 0,001$) v jednotlivých variantách i při odchovu do stadia podzimního plůdku, a to: nejvyšší teplota vody byla naměřena v rybnících s krmnou rybou ($21,1 \pm 2,6$ °C), ve variantě se substrátem vřesovce ($20,4 \pm 2,5$ °C) a v kontrolní variantě ($20,6 \pm 2,5$ °C) byla průměrná teplota vody srovnatelná.

Kvalitu vody určuje další řada parametrů, které jsou navíc vzájemně provázané a mohou se měnit během sezony, a to v různých časových měřítkách – minutách, hodinách a denních cyklech. Prostorová heterogenita bude spíš vzhledem k velikosti použitých rybníčků nevýrazná – většinou byla průhlednost vody až na dno, takže výsledky neovlivnil světelný gradient. Průměrná hloubka vody (u výpusti) u jednotlivých použitých rybníků byla 127 ± 10 cm a nelišila se v jednotlivých variantách. V průběhu obou odchovů byla v některých rybnících překročena horní hranice rozpětí typických hodnot chemismu našich rybníků (Přikryl, 1987) ve faktorech $N-NH_4^+$ a $N-NO_2^-$. Rozpětí typických hodnot u amoniaku je $0,01-1,20$ mg l⁻¹ – v našem případě dosáhly hodnoty v pěti měřeních vyšších hodnot s maximem $2,62$ mg l⁻¹. Rozpětí typických

hodnot u dusitanů 0,001–0,080 mg l⁻¹ bylo překročeno dvakrát s maximem 0,102 mg l⁻¹. Hodnoty všech dalších měřených hydrochemických parametrů (Tab. 3) byly podobné ve všech třech variantách, většina z nich (CHSK_{Mn}, BSK₅, N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻ a TP) se však lišila v jednotlivých rybnících. To je dokladem jedinečnosti každého jednotlivého rybníku.

Při obou odchovech byla většina rybníků dle stupnice trofie (podle klasifikační stupnice ČSN 75 7221) oligotrofní až mezotrofní. Pouze ve třech případech odběrů byl zaznamenán eutrofní stupeň: rybník 42 (8. 9. – koncentrace chlorofylu-a 75,40 µg.l⁻¹) a rybník 44 (7. 7. – koncentrace chlorofylu-a 60,86 µg.l⁻¹ a 28. 7. – 58,81 µg.l⁻¹). Testované varianty se při odchovu do stadia rychleného plůdku nelišily kvantitou fytoplanktonu (koncentrace chlorofylu-a) (Chadtová, 2015). S koncentrací chlorofylu-a souvisí i na rybníky poměrně velká průhlednost vody (průměr všech rybníků po celou sezónu 111 ± 26 cm), přičemž nejnižší hodnota byla v rybníce 44, a to 34 cm (28. 7.).

Tab. 3. Přehled hydrochemických parametrů v průběhu obou odchovů plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)).

Parametr	Průměr ± S.D.	Minimum	Maximum
CHSK _{Mn} (mg l ⁻¹)	12,1 ± 2,4	7,1	19,3
BSK ₅ (mg l ⁻¹)	6,8 ± 2,4	3,4	18,5
P-PO ₄ ³⁻ (mg l ⁻¹)	0,062 ± 0,066	0,010	0,505
TP (mg l ⁻¹)	0,13 ± 0,09	0,03	0,74
N-NH ₄ ⁺ (mg l ⁻¹)	0,34 ± 0,44	0,04	2,62
N-NO ₂ ⁻ (mg l ⁻¹)	0,013 ± 0,017	0,003	0,102
N-NO ₃ ⁻ (mg l ⁻¹)	0,16 ± 0,12	0,02	0,70
TN (mg l ⁻¹)	2,66 ± 0,65	1,9	4,8

4.8. Závěry a doporučení pro odchov plůdku candáta do kategorie rychleného a podzimního plůdku

Larvy a raný plůdek candáta obecného přijímal na začátku odchovu pouze planktonní organismy. Postupně se však zvyšoval příjem bentických organismů (zejména larvy pakomárů), přičemž jejich podíl byl nejvyšší v rybnících, kde byly nainstalovány rohože z vřesovce. Přítomnost bentických organismů v potravě zlepšila růst ryb a urychlila přechod ryb k piscivorii. Podpora perifytonu substrátem z vřesovce rovněž zvýšila produkci rychleného plůdku candáta. Naopak v dalším odchovu do stadia podzimního plůdku se ukazuje tato podpora perifytonu spíše jako neefektivní a kontraproduktivní. Toto je způsobené pravděpodobně z důvodu schopnosti většího plůdku konzumovat

krmné ryby, a tedy snížení významu bentické kořisti v potravě candáta. Z tohoto z hlediska bylo přežití a produkce ryb do stadia podzimního plůdku nejlepší ve variantě s krmnou rybou.

5. METODY MONITORINGU A HODNOCENÍ SLEDOVANÝCH PARAMETRŮ

5.1. Sledování růstu plůdku candáta

Růst candátů byl sledován v průběhu odchovu nejprve několika odlovy pomocí záťahové sítě (10 x 2 m s velikostí ok 1 mm) (dva odlovy v průběhu odchovu do kategorie rychleného plůdku: 21. den a 41.–47. den odchovu). Tři odlovy v průběhu odchovu do kategorie podzimního plůdku byly prováděny z lodě pomocí elektrického agregátu (typ 160NB, elektrocentrála HONDA 3kW) v intervalu 21 dnů (9. 7. – po 77. dnech odchovu, 30. 7. – po 98. dnech odchovu a 20. 8. – po 119. dnech odchovu) a následně konečného výlovu všech ryb (20. až 24. 9.).

V každém rybníku bylo odloveno alespoň 30 candátů, ti byli následně fixováni 4% formaldehydem a byly u nich změřeny základní morfologické parametry (celková délka (TL) a hmotnost (m)). Celková délka byla změřena pomocí posuvného měřítka s přesností 0,1 mm a hmotnost byla stanovena na digitální laboratorní váze (KERN & SOHN, Balingen – Německo, 440) s přesností 0,01 g. Ze zjištěných údajů byly spočítány hodnoty specifické rychlosti růstu (SGR) a Fultonova indexu kondice (FK) podle následujících vzorců:

$$SGR = \frac{(\ln TL_t - \ln TL_0)}{t} \times 100 \quad [\% \cdot \text{den}^{-1}],$$

kde TL_t je celková délka jedince na konci odchovu, TL_0 celková délka jedince na začátku období (g) a t je délka období mezi oběma měřeními (dny).

$$FK = \frac{m}{TL^3} \times 100,$$

kde m je hmotnost ryby (g) a TL její celková délka (cm).

Výlov rychleného plůdku proběhl po 41–47 dnech odchovu. Výlov podzimního plůdku v rybnících s krmnou rybou proběhl po 95 dnech odchovu (20. 9.), v kontrole po 97 dnech (22. 9.) a v rybnících s vřesovcem po 99 dnech odchovu (24. 9.). Jako průměrná počáteční celková délka (TL_0) pro odchov do kategorie podzimního plůdku byl použit průměr ze 100 změřených ryb (40,2 mm). Po obou výlovcích bylo změřeno 100 ryb z každého rybníka (tj. 400 z každé varianty).

5.2. Analýza potravy plůdku candáta

Analýza potravy byla provedena dle Hyslopa (1980). Z každého rybníka bylo na potravní analýzu zpracováno 10–15 ks ryb z jednotlivých odlovů během odchovů a 30 ks ryb z výlovů (celkem: 120 ks z každé varianty). Před analýzou obsahu žaludku byli jedinci umístěni přes noc do digestoře z důvodu odstranění konzervační látky. Následující den byla změřena délka těla a hmotnost. Po rozstříhnutí tělní dutiny byl vyjmut žaludek, osušen a zvážen. Následně byl pod stereomikroskopem při čtyřnásobném zvětšení vypreparován jeho obsah. Odečtením hmotnosti plného a prázdného žaludku byla zjištěna čerstvá hmotnost přijaté potravy. Procentuální podíl hmotnosti potravy byl spočten jako čerstvá hmotnost přijaté potravy vzhledem k čerstvé hmotnosti těla.

V odebraném obsahu žaludku byl odhadnut hmotnostní poměr jednotlivých determinovatelných taxonomických skupin a následně byla zjištěna jejich absolutní početnost v Sedwick-Rafterově (planktonní) komůrce. V případě potřeby byl použit mikroskop Olympus CX-43 o zvětšení 10 x 4. Ze získaných dat bylo dále vyjádřeno procentuální zastoupení (P_i) jednotlivých skupin potravních organismů (planktonní, bentické, nektonní organismy a rybí kořist) a jejich frekvence výskytu (F_i) v žaludcích jednotlivých ryb (Costello, 1990). Mezi planktonní typ kořisti candáta byly řazeny tyto zjištěné skupiny organismů: Cladocera (rody *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Chydorus*, *Scapholeberis*, *Simocephalus*), Cyclopoida (rod *Acanthocyclops*). Bentická kořist zahrnovala: Turbellaria (ploštěnky), hlístice, Tubificidae (nitěnky), Hirudinea (píjavy: *Erpobdela octoculata* a *Helobdela stagnalis*), plži rodu *Gyraulus*, Ostracoda (lasturnatky), beruška vodní (*Asellus aquaticus*), Ephemeroptera-larvy (larvy jepic: *Caenis* a *Cloeon dipterum*), larvy vážek ze skupiny motýlic (Zygoptera: Aeshnidae), dospělci ploštic z čeledi klešťankovití (Corixidae), larvy Trichoptera (chrostíci: *Holocentropus dubius* a *Oecetis lacustris*), larvy či kukly dvoukřídlých (Diptera) zahrnující rod *Chaoborus* (koretra) z čeledi Chaoboridae (koretrovití), dále čeledí Ceratopogonidae (pakomárcovití) a Chironomidae (pakomárovití) s podčeleděmi: Chironominae (zvlášť *Chironomus plumosus*, rody *Endochironomus*, *Glyptotendipes* a *Polypedilum*), Orthocladinae a Tanytopodinae (zvlášť rody *Procladius* a *Ablabesmyia*) a Dytiscidae-larvy (larvy brouků z čeledi potápníkovitých: *Hyphydrus ovatus* a *Laccophilus*). Nektonní typ kořisti: Hydracarina, Corixidae (klešťankovití), Diptera-larva či kukla (pupa), Ceratopogonidae a Culicidae, *Chaoborus* sp. a pulec skokana (*Rana* sp.). Posledním typem kořisti byla kořist rybí, kterou tvořili potravní ryby (kapr obecný) nebo ostatní jedinci candáta obecného. V některých případech byla potrava zařazena do kategorie neurčitelné natrávené zbytky.

5.3. Odběry a zpracování vzorků perifytonu

Pro účely kvantifikace perifytonu bylo do každého rybníku se substrátem nainstalováno 8 odběrových pruhů substrátů (o rozměru 0,1 x 1,5 m). Tyto pruhy substrátu byly upevněny na železnou (kari) síť připevněnou na dřevěnou násadu, která byla následně zakotvena ve dně rybníku. Pomocí plastové trubky o průměru 16 cm byl při každém vzorkování odebrán jeden z osmi pruhů substrátu. U takto odebraného pruhu substrátu byla změřena délka ponořené části a vypočítána její plocha a následně vystřižen proužek substrátu o šířce cca 2,5 cm. Tento proužek byl umístěn do fotomisky s 0,5 l vodovodní vody a mechanicky očištěn zubním kartáčkem. Takto získaný vzorek perifytonu byl přelit přes sítko o velikosti ok 500 μm . Autotrofní část společenstva perifytonu byla charakterizována okamžitou fluorescencí chlorofylu (Ft) v modrém či červeném světle, a to ihned po odebrání vzorků perifytonu pomocí přístroje AquaPen AP 100 s cílem stanovit podíl perifytonních organismů (řas a sinic). Známý objem vzorku perifytonu (10–50 ml) byl zfiltrován přes filtr ze skleněných vláken (Whatman GF/C, velikost pórů: 0,1–0,2 μm) ve vakuové filtrační aparatuře (max. tlak 20 kPa) a byla stanovena jeho sušina (DW) při teplotě 85 °C do konstantní hmotnosti. Pro kvantifikaci perifytonu na jednotku plochy substrátu byla spočtena plocha geotextilie jako součin šířky a délky vystřiženého proužku substrátu. Plocha vřesovce byla stanovena v několika podvzorcích, kdy bylo dané množství substrátu (suchá hmotnost) rozebráno na jednotlivé větvičky (kužele) a byla spočtena jejich plocha podle vzorce plochy válce. V dalších odběrech byla stanovována plocha obou substrátů pouze na základě hmotností proužků substrátu z daného odběru a spočítaných ploch z prvního odběru (1 g = 132,9 cm² pro vřesovec a 1 g = 206,4 cm² pro geotextilii) (Chadtová, 2015).

Zbytek odběrového pruhu substrátu, po odebrání části na měření fluorescence a sušiny perifytonu, byl několikrát důkladně promyt na fotografické misce. Voda se získanými bezobratlými byla následně přelita přes síto (500 μm) a organismy byly uloženy ve vzorkovací lahvi v lednici. Zbytek vlhkého substrátu byl ponechán na fotomisce do následujícího dne, aby jej opustily i organismy, které nebyly odstraněny při promývání. Organismy byly fixovány technickým etanolem (80%), následně determinovány do nejvyšší možné taxonomické úrovně a byla stanovena jejich mokrá biomasa a početnost.

5.4. Odběry a zpracování vzorků fytoplanktonu, zooplanktonu a zoobentosu

Odběry charakterizující společenstva zooplanktonu a fytoplanktonu probíhaly v třítydenních intervalech a celkem byly provedeny tři odběry v průběhu odchovu do kategorie rychleného plůdku (22. 4., 12. 5. a 2. 6.) a pět odběrů do kategorie podzimního plůdku (16. 6., 7. 7., 28. 7., 14. 8. a 8. 9.). Pro tyto účely odběru zoo- a fytoplanktonu bylo z každého rybníka odebráno vždy 30 l vody z celého vodního sloupce v několika náhodně zvolených místech pomocí Patalasova planktonního odběráku. Voda byla přefiltrována přes sítko o velikosti ok 200 μm do plastových lahví. Ihned po odebrání vzorků fytoplanktonu (stejně jako u perifytonu) byla ve 3 podvzorcích z jednotlivých rybníků změřena okamžitá fluorescence chlorofylu (Ft) v modrém i červeném světle pomocí přístroje AquaPen AP 100. Fytoplankton byl kromě fluorescence charakterizován i koncentrací chlorofylu-a (chl-a). Známý objem vzorků fytoplanktonu (250–1 500 ml) byl zfiltrován přes filtr ze skleněných vláken stejným způsobem jako u vzorku perifytonu. Vzorky fytoplanktonu na filtru byly uloženy na silikagel do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Chadtová, 2015). V době do 2 týdnů od odběru v nich byla stanovena koncentrace chlorofylu-a spektrofotometrickou metodou dle Lorenzena (1967) při vlnových délkách 665 nm a 750 nm.

Zbývá voda odebraná Patalasovým odběrákem (26 l) byla přefiltrována přes tři síta o velikosti ok 526, 190 a 70 μm . Jednotlivé frakce fixovány ve 4% formalínu. Takto získané velikostní frakce zooplanktonu byly determinovány a spočteny v Sedwick-Rafterově komůrce pod mikroskopem, určeny do nejvyšší možné taxonomické kategorie a byla stanovena jejich početnost v jednotlivých velikostních frakcích v daném období odběru.

Zoobentos dna byl vzorkován drapákem Eckman-Birge. Z každého rybníka byly odebrány dva vzorky dnového sedimentu. Tyto vzorky byly následně promyty na kovovém sítu (50 μm). Organismy byly vybrány a fixovány 80% technickým etanolem a následně byly determinovány do nejvyšší možné taxonomické kategorie a byla stanovena jejich mokrá biomasa a početnost.

5.5. Monitoring teploty a kvality vody

Od začátku odchovu byly v šesti rybnících (z každé varianty ve dvou prostorově nejvzdálenějších rybnících) měřeny fyzikálně-chemické parametry vody. Teplota vody byla měřena u výpustního zařízení v hloubce 1 metru v hodinovém intervalu pomocí registračního teplotního snímače Minikin T. V třítydenním intervalu byly dle metod Horákové a kol. (1989) v chemické laboratoři FROV stanoveny další hydrochemické parametry (BSK_5 , CHSK_{Mn} ,

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

$N-NO_3^-$, $N-NO_2^-$, $N-NH_4^+$, TN, $P-PO_4^-$ a TP). Navíc byla v rámci každého odběru vody pro chemické analýzy v každém rybníce změřena hloubka vody u výpusti a průhlednost vody pomocí Secchiho desky.

5.6. Statistické hodnocení dat

Vlivy dvou předem vybraných a testovaných substrátů při odchovu do stadia rychleného plůdku i rohože z vřesovce či přídatku krmných ryb v odchovu do kategorie podzimního plůdku byly porovnány s kontrolní variantou a statisticky vyhodnoceny hierarchickou ANOVOU, přičemž varianta a termín odběru byly považovány za faktory s pevným efektem a rybník jako náhodný faktor. Rybník byl zároveň podřízen variantě. Vliv varianty byl považován za statisticky průkazný, když interakce mezi variantou a termínem odběru měla $p < 0,05$, resp. když Tukeyův test mnohonásobného porovnání mezi všemi variantami v daném termínu odběru měl $p < 0,05$. Normalita dat byla testována Kolmogorov-Smirnov testem a homogenita variance Bartlettovým testem (Zar, 1984) v programu Statistica 13. Pokud neměla data normální rozdělení, byla transformována Box-Cox transformací (logaritmickou příp. odmocninovou transformací), která byla využita pro porovnání celkové délky těla, hmotnosti a přežití odchovaných candátů mezi jednotlivými variantami. Pokud ani transformovaná data neměla normální rozdělení, byl pro porovnání variant použit Kruskal-Wallisův test nebo Mann-Whitneyův test. Data, která měla normální rozdělení nebo se je transformací podařilo normalizovat, jsou prezentována jako průměry spolu se směrodatnými odchylkami (S.D.). V případě nenormálních dat je uveden medián a variabilita jako kvartilové (či kvantilové) rozpětí.

6. EKONOMICKÝ PŘÍNOS ODCHOVU CANDÁTA DO KATEGORIE RYCHLENÉHO A PODZIMNÍHO PLŮDKU

O využití substrátů pro podporu perifytonu v rybnících při odchovu plůdku candáta by mělo být v provozních podmínkách každého rybářského podniku rozhodnuto na základě dostupnosti rybníků pro daných chov, stavu a velikosti rybníků, aktuální ceny jednotlivých vstupů a také významu produkce plůdku candáta pro daný podnik z hlediska marketingu prodeje ryb či dalšího chovu ryb či starších kategorií candáta. Rentabilita technologie je samozřejmě výsledkem rozdílů mezi produkčními náklady a ziskem, přičemž náklady na vstupy popsané technologie (použité substráty a krmné ryby) se mohou místně a časově velmi lišit. V našem konkrétním případě vyšlo pořízení rohoží z vřesovce včetně systému uchycení do jednoho rybníku na 20 203 Kč. Cena zahrnuje rohož

z vřesovce 75 m² (1 m² rohože: 155 Kč), 46 kusů dřevěných opěrných tyčí (1 dřevěná tyč z měkkého dřeva o průměru 2,4 cm a délce 2 m o pořizovací ceně 185 Kč) a 2 ks vázacího drátu potřebného na upevnění rohože na tyče (drát tažený pozinkovaný 11 300 průměr 1,40 mm a délka 50 m o pořizovací ceně 34 Kč), což představuje náklady 269,4 Kč na m² instalované rohože. Pořízení substrátu z geotextilie včetně systému uchycení (o stejné ploše 75 m²) pak vyšlo na 13 708 Kč, což vychází nákladově na 182,8 Kč na 1 m² instalované geotextilie (podle detailních nákladových položek: 2 role geotextilie (jedna role geotextilie netkaná 500 g/m², 25 m, šířka 1,5m: 2 565 Kč) a stejné množství tyčí a vázacího drátu jako pro upevnění rohože z vřesovce).

Náklady na rohože z vřesovce na čtyři rybníky činily tedy 80 812 Kč a na substrát z geotextilie 54 835 Kč (Tab. 4). Cenu krmených ryb pro odchov do podzemního plůdku lze považovat za režijní samovýrobu, nicméně pokud počítáme za 1 000 ks larev kapra obecného cenu cca 50 Kč, dojdeme k nákladům 5 000 Kč na jeden rybník (100 000 ks plůdku kapra obecného). Pro čtyři rybníky vychází tedy cena za krmné ryby 20 000 Kč (Tab. 5).

Uvedená podpora odchovu candáta do stadia rychleného plůdku ve variantě s vřesovcem zvýšila jeho produkci celkově o 25 % ve srovnání s kontrolou, tedy s rybníky bez podpory růstu perifytonu. Při nasazení 65 000 kusů larev se tedy produkce zvýšila o 13 715 ks rychleného candáta. Varianta s geotextilií byla při odchovu méně efektivní, neboť produkce candátů v této variantě byla nižší než v kontrole, a tudíž i než ve variantě s vřesovcem. Díky rohožím z vřesovce vzrostla, při ceně rychleného candáta ve velikosti 40 mm 2,5 Kč.ks⁻¹ (rok 2023), celková produkce rychleného candáta o 34 288 Kč. I přes nižší přežívání zůstala nejrentabilnější kontrolní skupina, tedy odchov rychleného candáta bez jakékoli podpory perifytonu, a to kvůli nákladům na pořízení substrátů v ostatních dvou variantách (Tab. 4). Pro zvýšení rentabilnosti varianty s vřesovcem by bylo nutné snížit náklady na výrobu a instalaci substrátů zhruba na jednu čtvrtinu. Tuto úsporu lze dosáhnout například opakovaným použitím substrátů po několika následujících letech.

Tab. 4. Ekonomické vyhodnocení odchovu candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) do stadia rychleného plůdku v jednotlivých variantách.

Varianta	Vřesovec	Geotextilie	Kontrola
Produkce (ks)	68 315	26 530	54 600
Tržba za plůdek (Kč)	170 788	66 325	136 500
Vstupní náklady oproti kontrole (Kč)	80 812	54 835	0
Zisk (Kč)	89 976	11 490	136 500

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

Při odchovu podzimního plůdku byla varianta s krmnou rybou z hlediska produkce plůdku candáta nejefektivnější (Tab. 5). V této variantě bylo při použité počáteční celkové obsádce 8 000 kusů rychleného plůdku na čtyři rybníky (2 000 ks na rybník, což odpovídá 10 tis. ks.ha⁻¹) celkově vyprodukováno 5 819 jedinců podzimního plůdku. Produkce podzimního plůdku candáta v této variantě byla o 1 578 ks vyšší než ve variantě s vřesovcem a o 1 469 ks vyšší ve srovnání s kontrolou (Tab. 5). Jestliže vezmeme v potaz, že v roce 2023 byla cena podzimního plůdku candáta ve velikosti 8 cm 4 Kč.ks⁻¹. Celková tržba ve variantě s krmnou rybou odpovídá tedy 23 276 Kč. To je o 5 876 Kč více než v kontrole a o 6 312 Kč více ve srovnání s vřesovcem. Tržba ve variantě s krmnou rybou je tedy o 25 %, respektive o 27 % vyšší než tržba z dalších dvou variant. Porovnáme-li však zvýšené produkční náklady a získané tržby při realizaci odchovu podzimního plůdku s podporou krmných ryb a s podporou substrátu z vřesovce zjistíme, že zvýšené výnosy nepokryjí zvýšené náklady. Potom jsou celkově tyto produkční varianty oproti kontrolní variantě bez jakékoliv podpory chovu podzimního candáta málo rentabilní, či dokonce ztrátové (Tab. 5). Tento ekonomický výsledek může být u podporovaného chovu podzimního plůdku candáta obecného provozně vylepšen zvýšenou hustotou odchovávaných ryb na rybník či plochu rybníku či opakovaným využitím substrátu vřesovce v průběhu nadcházejících let pro podporu perifytonu v této variantě. Nicméně efekt zvýšené použité hustoty odchovávaného podzimního plůdku je bez předchozího ověření diskutabilní.

Tab. 5. Ekonomické vyhodnocení odchovu candáta obecného (*Sander lucioperca* (L.)) do stadia podzimního plůdku v jednotlivých variantách.

Varianta	Krmná ryba	Vřesovec	Kontrola
Produkce (ks)	5 819	4 241	4 350
Tržba za plůdek (Kč)	23 276	16 964	17 400
Vstupní náklady oproti kontrole (Kč)	20 000	80 812	0
Zisk (Kč)	3 276	- 63 848	17 400

7. UPLATNĚNÍ TECHNOLOGIE V PRAXI

V současné době se v českém rybářství často využívá odchov larev a juvenilních ryb candáta obecného do kategorie rychleného plůdku v rybnících (Polícar a kol., 2011). Technologie zahrnuje klíčové aktivity od kvalitní přípravy rybníků, podpory potravních organismů a jejich pravidelné monitorování po sledování hustoty, růstu a potravy ryb během odchovu larev, které jsou elementární pro úspěch tohoto odchovu. Produkčním podnikům jasně ukazuje, jak lze dosáhnout zvýšené a kvalitní produkce juvenilních ryb candáta obecného v odchovných rybnících. Navíc tato technologie přináší zcela inovativní poznatky týkající se podpory odchovu plůdku candáta obecného s využitím podpory perifytonních organismů i ve srovnání s odchovem s využitím potravních ryb. Tyto biologické a technologické poznatky mohou být v budoucnosti velmi efektivně využívány v rybničním chovu a produkci násadových ryb candáta obecného v českém rybářství. Takto odchované ryby mohou být následně přemístěny do dalších rybníků nebo intenzivní akvakultury, která může na konci produkčního cyklu poskytovat na trhu vysoce ceněného candáta obecného. Výsledky ověřené technologie ukázaly, že některá navrhovaná vylepšení podpory růstu candáta vedly k žádoucí vyšší produkci juvenilních ryb. Ekonomická výtěžnost této podpory je možná, závisí ale na aktuálním poměru cen všech vstupů k ceně prodávaných ryb candáta obecného.

8. SEZNAM LITERATURY

- Adámek, Z., Linhart, O., Kratochvíl, M., Flajšhans, M., Randák, T., Polícar, T., Masojídek, J., Kozák, P., 2012. Aquaculture in the Czech Republic in 2012: modern European prosperous sector based on thousand-year history of pond culture. *Aquaculture Europe* 37: 5–14.
- Arlinghaus, R., Mehner, T., 2004. A management orientated comparative analysis of urban and rural anglers living in a metropolis (Berlin, Germany). *Environmental Management* 33: 331–344.
- Azim, M.E., Verdegem, M.C., van Dam, A.A., Beveridge, M.C. (Eds), 2005. *Periphyton: ecology, exploitation and management*. CABI Publishing, UK, 352 pp.
- Bledzki, L.A., Rybak, J.I., 2016. *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe: Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida)*. Key to Species Identification, with Notes on Ecology, Distribution, Methods and Introduction to Data Analysis. Springer, Switzerland, 933 pp.
- Colchen, T., Gisbert, E., Krauss, D., Ledoré, Y., Pasquet, A., Fontaine, P., 2020. Improving pikeperch larviculture by combining environmental, feeding and populational factors. *Aquaculture Reports* 17: 100337.
- Costello, M., 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology* 36: 261–263.
- Dainys, J., Jakubavičiūtė, E., Gorfine, H., Kirka, M., Raklevičiūtė, A., Morkvėnas, A., Pūtys, Ž., Ložys, L., Audzijonyte, A., 2022. Impacts of recreational angling on fish population recovery after a commercial fishing ban. *Fishes* 7: 232.
- 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, Universitaires de Namur, Belgium, pp. 15–16.
- FAO, 2022. *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758. Fisheries and Aquaculture Division. <https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3098/en>. Navštíveno 15. června 2023.
- FAO, 2023a. European Price Report – May 2023. <https://www.fao.org/3/cc6304en/cc6304en.pdf>. Navštíveno 15. června 2023.
- FAO, 2023b. Cultured Aquatic Species Information Programme - *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758). [https://www.fao.org/figis/pdf/fishery/culturedspecies/Sander_lucioperca/en?title=FAO%20Fisheries%20%26%20Aquaculture%20-%20Cultured%20Aquatic%20Species%20Information%20Programme%20-%20Sander%20lucioperca%20\(Linnaeus%2C%201758\)](https://www.fao.org/figis/pdf/fishery/culturedspecies/Sander_lucioperca/en?title=FAO%20Fisheries%20%26%20Aquaculture%20-%20Cultured%20Aquatic%20Species%20Information%20Programme%20-%20Sander%20lucioperca%20(Linnaeus%2C%201758)). Navštíveno 15. června 2023.
- Horáková, M., Lischke, P., Grünwald, A., 1989. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*. 1. vyd., Praha, SNTL, 389 s.
- Hyslop, E.J., 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17: 411–429.
- Chadtová, G., 2015. Vztah rozvoje fytoplanktonu a perifytonu. Diplomová práce, ZF JU, České Budějovice, 79 s.
- Imentai, A., Gilannejad, N., Martinez-Rodriguez, G., Lopez, F.J.M., Martinez, F.P., Penka, T., Dzyuba, V., Dadras, H., Polícar, T., 2022. Effects of First Feeding Regime on Gene Expression and Enzyme Activity in Pikeperch (*Sander lucioperca*) Larvae. *Frontiers in Marine Science* 9: 864536.

- Khendek, A., Chakraborty, A., Roche, J., Ledoré, Y., Personne, A., Policar, T., Žarski, D., Mandiki, R., Kestemont, P., Milla, S., Fontaine, P., 2018. Rearing conditions and life history influence the progress of gametogenesis and reproduction performances in pikeperch males and females. *Animal* 12: 2335–2346.
- Knowles, J., Vysloužil, J., Policar, T., Milla, S., Holická, M., Podhorec, P., 2022. Spawning performance and sex steroid levels in female pikeperch *Sander lucioperca* treated with poly(lactic-co-glycolic acid) microparticles. *Animals* 12: 208.
- Kratochvíl, M., 2012. Výlov tržních ryb u členů RS v roce 2011 a užití produkce ryb v ČR v letech 1990–2011. Rybářské sdružení České republiky, České Budějovice, 31 s.
- Kříšťan, J., Dadras, H., Policar, T., 2021. Optimisation of short-term storage of pikeperch *Sander lucioperca* semen: an applicable approach. *Animal* 15: 100001.
- Kucharczyk, D., Nowosad, J., Lubowski, T., Ablaisanova, G.M., Zeghloul, T., Abdel-Latif, H.M.R., 2022. Influence of the source of spawners? Origin on oocyte maturity stages and suitability for artificial reproduction of wild pikeperch (*Sander lucioperca*) females during spawning season. *Animal Reproduction Sciences* 243: 107025.
- Lorenzen, C.J., 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography* 12: 343–346.
- Malinovskyi, O., Policar, T., Rahimnejad, S., Kříšťan, J., Dzyuba, B., Blecha, M., Boryshpolets, S., 2021. Multiple sperm collection as an effective solution for gamete management in pikeperch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture* 530: 735–870.
- Ozgun, M.E., Erdogan, S., Raskovic, B., Fazekas, G., Ljubobratovic, U., 2021. Mid-autumn spermiation in outdoor-cultured pikeperch (*Sander lucioperca*) using different gonadoliberin application strategies. *Aquaculture Reports* 21: 100891.
- Pěnka, T., Malinovskyi, O., Kříšťan, J., Imentai, A., Policar, T., 2021. Effect of density and mixed culture of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) and pikeperch (*Sander lucioperca*) on growth, survival and feed conversion rate in intensive culture. *Czech Journal of Animal Science* 66: 428–440.
- Pěnka, T., Malinovskyi, O., Imentai, A., Kolářová, J., Kučera, V., Policar, T., 2023. Evaluation of different feeding frequencies in RAS-based juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) aquaculture. *Aquaculture* 562: 738815.
- Philipsen, A., 2008. Excellence Fish: production of pikeperch in recirculating system. 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, Universitaires de Namur, Belgium, pp. 67.
- Pivnička, K., Rybář, M., 2001. Long-term trends in sport fishery yield from selected reservoirs in the Labe watershed (1958–1998). *Czech Journal of Animal Science* 46: 89–94.
- Policar, T., Bláha, M., Kříšťan, J., Stejskal, V., 2011. Kvalitní a vyrovnaná produkce rychleného plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících. *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 110, 33 s.
- Policar, T., Stejskal, V., Kříšťan, J., Podhorec, P., Švinger, V., Bláha, M., 2013. The effect of fish size and density on the weaning success in pond-cultured pikeperch (*Sander lucioperca* L.) juveniles. *Aquaculture International* 21: 869–882.
- Policar, T., Kříšťan, J., Blecha, M., Vaniš, J., 2014a. Adaptace a chov juvenilních ryb candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému (RAS). *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 141, 46 s.

PRODUKCE JUVENILNÍCH RYB CANDÁTA OBECNÉHO V RYBNÍCÍCH S PODPOROU ROZVOJE PERIFYTONU

- Polícar, T., Svačina, P., Bláha, M., Šetlíková, I., 2014b. Podpora rybničního perifytonu s cílem využít trofii rybníků k produkci plůdku candáta obecného. Technická zpráva pilotního projektu. FROV JU, Vodňany, 49 s.
- Polícar, T., Blecha, M., Křišťan, J., Mráz, J., Velíšek, J., Stará, A., Stejskal, V., Malinovskyi, O., Svačina, P., Samarin, A. M., 2016a. Comparison of production efficiency and quality of differently cultured pikeperch (*Sander lucioperca* L.) juveniles as a valuable product for on-growing culture. *Aquaculture International* 24: 1607–1626.
- Polícar, T., Blecha, M., Křišťan, J., 2016b. Hromadný poloumělý výtěr candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) s použitím recirkulačního akvakulturního systému (RAS). *Edice Metodik*, FROV JU, Vodňany, 163, 32 s.
- Polícar, T., Schaefer, F., Panana, E., Meyer S., Teerlinck S., Toner, D., Žarski, D., 2019. Recent progress in European percid fish culture production technology – Tackling bottlenecks. *Aquaculture International* 27: 1151–1174.
- Příkryl, I., 1987. Kvalita vody v rybnících z hlediska kategorizace rybníků. In: Intenzifikace rybářské výroby a kvalita vody – sborník referátů celostátního symposia. ČSVTS, VŠZ Brno, s. 18–25.
- Tamazouzt, L., 2008. The French restocking market for percids. 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, Universitaires de Namur, Belgium, pp. 17–18.
- Třešňáková, N., 2016. Vliv perifytonu na rozvoj zooplanktonu v rybnících. Bakalářská práce, FROV JU, v České Budějovicích, 64 s.
- Tsaporis, D., Lecocq, T., Kyriakis, D., Oikonomaki, K., Fontaine, P., Tsigenopoulos, C.S., 2022. Assessing genetic variation in wild and domesticated pikeperch populations: Implications for conservation and fish farming. *Animals* 12: 1178.
- Urbánek, M., 2015. Vliv perifytonu na rozvoj bentosu v rybnících. Bakalářská práce, FROV JU, České Budějovice, 72 s.
- Urbánek, M., 2017. Potrava plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*) v rybnících s různým způsobem managementu. Diplomová práce, FROV JU, České Budějovice, 65 s.
- van Dam, A.A., Beveridge, M., Azim, M.E., Verdegem, M.C., 2002. The potential of fish production based on periphyton. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 1–31.
- Van Mechelen, J., 2008. Viskweekcentrum Valkenswaard: extensive vs intensive production of pikeperch juveniles. 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, Universitaires de Namur, Belgium, pp. 46.
- Wedekind, H., 2008. German experiences with the intensive culture of pikeperch (*Sander lucioperca* L.). 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, Universitaires de Namur, Belgium, pp. 68–70.
- Yanes-Roca, C., Galindo, A., Holzer, A.S., Veselý, L., Polícar, T., Rodríguez, C., Pérez, J.A., 2022. Taurine supplement improved growth performance and digestive capacity of pikeperch larvae. *Aquaculture Research* 53: 5105–5114.
- Zar, J.H., 1984. *Biostatistical Analysis*, 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, UK, 718 pp.

Interní odborný oponent

Ing. Pavel Lepič, Ph.D.

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod,
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav
rybnářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz*

Externí odborný oponent

Ing. Miroslav Blecha, Ph.D.

Dvůr Lnáře, spol. s r.o., Lnáře 18, 38742 Lnáře

Adresy autorského kolektivu

doc. RNDr. Irena Šetlíková, Ph.D., Ing. Magda Vodrážková, Ph.D.

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická,
Studentská 1668, 370 01 České Budějovice, www.fzt.jcu.cz*

prof. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D., doc. Ing. Martin Bláha, Ph.D.

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod,
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav
rybnářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz*

doc. Mgr. Michal Berec, Ph.D.

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta přírodovědecká, Branišovská
1645/31a, 370 01 České Budějovice, www.prf.jcu.cz*

Ověření a uplatnění technologie 2023, BioFish s.r.o.

*V edici Metodik (technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, Vodňany, www.frov.jcu.cz; přidělený
editor: dr. hab Ing. Josef Velíšek, Ph.D.; redakce: Zuzana Dvořáková; náklad: 200 ks,
1. vydání; vytištěna v roce 2023; grafický design a technická realizace: Jesenické
nakladatelství Jena Šumperk.*



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



ISBN 978-80-7514-192-7