

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA



Bakalářská práce

**Faktory ovlivňující rané přežívání plůdku candáta v hlubokých
kaňonovitých nádržích**

Vypracoval: Petr Blabolil

Vedoucí práce: RNDr. Jiří Peterka PhD.

České Budějovice 2009

Blabolil, P., 2009. Faktory ovlivňující rané přežívání plůdku candáta v hlubokých kaňonovitých nádržích. [The factors affecting early survival of pikeperch larvae and juveniles in the deep canyon shaped reservoirs. Bc. Thesis, in Czech – 68 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation:

The mortality, growth and distribution of the fluorescent marking (OTC) pikeperch fry (*Sander lucioperca*) and pikeperch fry spawned naturally were investigated. Samples of fish were taken by fry trawling at the Římov Reservoir during early May to July 2007 and 2008. After the data analysis I tried to determine the factors responsible for the great mortality at the young age.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 16. 12. 2009

Petr Blabolil

Poděkování:

Od srdce děkuji RNDr. Jiřímu Peterkovi PhD. za podnětné oči otevírající náměty ke koncepci a formě diplomové práce, za odborné vedení, poskytování rad a materiálových podkladů k práci. Rovněž děkuji za zaškolení v problematice práce s otolity Ing. Jaroslavě Frouzové PhD. a státnímu podniku Povodí Vltavy spravujícímu ÚN Římov za možnost provedení pokusů. V neposlední řadě patří poděkování mým rodičům, kteří mě ve studiu podporují. Bakalářská práce byla finančně podpořena projektem Grantové agentury Akademie věd České republiky č.KJB600960810, projektem Grantové agentury České republiky č.206/06/1371 a Programem cíleného výzkumu a vývoje Akademie věd České republiky č.1QS600170504.

Obsah:

1. Úvod	1
1.1 Význam candáta	1
2. Literární rešerše	3
2.1 Teplota	3
2.2 Habitat	6
2.3 Zákal a barva vody	7
2.4 Potrava	8
2.5 Přejchod na piscivorii	14
2.6 Predace	16
2.7 Konkurence	19
2.8 Přezimování	21
2.9 Lidský vliv	23
2.10 Souhrn	25
2.11 Cíle práce	25
3. Materiál a metodika	26
3.1 Oblast pokusu	26
3.2 Značení	26
3.3 Odlovy	27
3.4 Laboratorní zpracování	28
4. Výsledky	29
4.1 Početnost	29
4.1.1 Početnost candáta epipelagické vrstvy	29
4.1.2 Vývoj množství značených a neznačených candátů epipelagické vrstvy	30
4.1.3 Početnost candátů v epipelagické a batypelagické vrstvě	31
4.2 Růst	32
4.2.1 Růst candáta v epipelagické vrstvě	32
4.2.2 Porovnání velikosti candátů v epipelagické a batypelagické vrstvě	33
4.2.3 Porovnání růstu značených a neznačených candátů epipelagické vrstvy v různých částech nádrže	33
4.2.4 Porovnání přírůstků candátů v jednotlivých oblastech po desetidenních intervalech	35
4.3 Šíření vysazených candátů po nádrži	36
5. Diskuse	37
5.1 Sezona 2007	37
5.2 Sezona 2008	39
5.3 Příspěvek vysazených ryb	40
5.4 Vertikální migrace	42
5.5 Horizontální migrace	42
5.6 Náročnost metody značení	44
6. Závěr	45
7. Seznam citované literatury	47
8. Přílohy	52

1. Úvod

Candát obecný (*Sander lucioperca*) je jednou z nejkrásnějších a co do kvality masa také nejhodnotnějších ryb vyskytujících se v našich vodách. Jako typický příklad vodních objektů s významným výskytem candáta mohou sloužit vodní nádrž Lipno, jezero Balaton (Maďarsko), či Neziderské jezero (hranice Rakousko – Maďarsko), tedy větší vodní plochy s vodou bohatou na kyslík a živiny, malou průměrnou hloubkou, sníženou průhledností, optimálně bez teplotní stratifikace (Nagiec, 1977 v Wysujack a kol., 2002; Ljunggren, 2002a; Persson a kol., 1991; Standström & Karås, 2002 poslední dva v Ljunggren & Standström, 2002d). Ne všechny vody však umožňují přirozený výskyt populace candáta. Protože míra přežívání je obecně nejnižší u larválních a juvenilních stádií a s věkem se rapidně zvyšuje (Begon a kol., 1997), můžeme faktory ovlivňující přežívání v larválním až juvenilním období života považovat za nejvýznamnější z hlediska udržení a případné prosperity populace candáta ve vodním tělese. Faktorů ovlivňujících přežívání plůdku candáta je mnoho, jejich důležitost je v různých stádiích ontogenetického vývoje odlišná. Leckdy dochází ke spojení několika dílčích vlivů vedoucích k celkově vyšší mortalitě v různých časových obdobích života juvenilních ryb.

1.1 Význam candáta

Počátky chovu candáta obecného v našich vodách sahají do roku 1784 (Šusta, 1884 v Baruš & Oliva, 1995). Rybáři jej chovají jednak pro spotřebitelský trh, neboť jeho maso má vysokou dietetickou hodnotu, a také jako násadu do sportovních revírů, kde patří candát k oblíbeným rybám sportovního rybolovu (z celkového evidovaného výlovu ryb na udici představuje candát dlouhodobě téměř 3 %, z dravých ryb jej předstihla pouze štika obecná *Esox lucius*; Kouřil & Hamáčková, 2005). A v neposlední řadě je candát využíván v procesu biomanipulace rybích obsádek vodních nádrží určených k rekreaci a pro vodárenské účely.

Biomanipulace je obecně přijímanou a často užívanou ekotechnologií kladoucí si za cíl zlepšení kvality stojatých vod. Schématicky celý postup vyjádřil Mehner & Arlinghaus (2004, obr. 1). Voda dobré kvality vykazuje vysokou průhlednost, množství velkého zooplanktonu a málo fytoplanktonu, kdežto znečištěná voda je plná živin rozpuštěných ve vodě. Daří se v ní řasám a sinicím (vodní květ), které vylučují škodlivé toxiny. Na konci sezony masové odumírání sinic a řas, s následným rozkladem, vede k vyčerpání kyslíku

(zejména u dna) a úhynu živých organismů. Zooplankton bývá malý v důsledku predace planktonožravými rybami. S přísunem živin souvisí pojem eutrofizace, dodávání množství živin, ať přirozenou cestou (vyplachování z půdy) či nepřirozenou (hnojiva ze zemědělství, prací prostředky). Můžeme odlišit dva doplňující se přístupy: bottom-up, kdy prvním krokem biomanipulace je vždy snížení obsahu živin ve vodě, zejména fosforu. To se provádí snížením vnějšího přísunu živin, zamezením uvolňování ze sedimentu a přísunu z hlubších vrstev. U tohoto postupu se omezím jen na odkaz na výše zmíněné schéma Mehner & Arlinghaus (2004). Na to navazuje top-down přístup, kontrola biomasy za využití teorie potravního řetězce (Carpenter a kol., 1985 v Scharf, 2007). Navýšení dravých ryb snižuje počet planktonožravých ryb, čímž dojde k nárůstu velkého zooplanktonu, který potlačí biomasu fytoplanktonu. Vliv planktivorních ryb na zooplankton a na společenstvo fytoplanktonu je znám od 60. let a velkou měrou se o tyto poznatky zasloužila tehdy Československá limnologická škola (Hrbáček a kol.; 1961, Hrbáček, 1962; Straškraba, 1965 všichni tři v Lazzaro, 1987).

Rybí obsádka má dále zásadní vliv na koloběh živin. Způsobuje totiž, že klíčová živina, fosfor, se stává dostupnou pro růst sinic a v letním období dochází k rozvoji vodního květu. Ve většině středoevropských nádrží dominují kaprovité ryby (plotice obecná *Rutilus rutilus*, cejn velký *Abramis brama*; Kubečka, 1993 v Scharf, 2007). Ty silně požírají zooplankton a zároveň mechanicky ničí vodní rostliny. Intenzivním rytím ve dně víří bahno, čímž způsobují zákal, který zhoršuje světelné poměry ve vodě. Nově vysazované asijské ryby mají negativní vliv na kvalitu vody – amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*) vodní makrofyta požírá, tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*) a tolstolobec pestrý (*Aristichthys nobilis*) se žije určitou velikostní složkou zooplanktonu. V našich podmínkách se tyto ryby naštěstí přirozeně nerozmnožují (Mehner & Arlinghaus, 2004). Dále je v rybářské praxi běžné přerybňování, tím se navyšuje i množství fosforu, který se prostřednictvím trávicího procesu ryb stává dosažitelným pro růst řas a sinic (Duras a kol., 2006).

Biomanipulace dobře funguje na mělkých vodních plochách (Reynolds, 1994; Drenner & Hambright, 1999 oba v Scharf, 2007). Účinnost na stratifikovaných, hlubokých nádržích (průměrná hloubka >5 m) není jednoznačná (Benndorf a kol., 2002 v Scharf, 2007). Údolní nádrže mají svá specifika. Mezi ta nejdůležitější patří omezený rozvoj makrofyt kvůli kolísavosti hladiny či nedostatkem vhodné litorální zóny. Makrofyta jsou důležitá pro úkryt zooplanktonu, který zde má i jiné druhové složení (více litorálních druhů, ale i druhů, jež odsud migrují do volné vody). Tím se zachová filtrační kapacita zooplanktonu. Uplatňuje se také alelopatické působení makrofyt omezující růst řas a sinic. Makrofyta mohou sloužit

v jistých mezích jako pufr množství živin. Pokud se při velké vodě do nádrže dostane větší množství živin, makrofyta vyrostou. Makrofytový litorál je biotopem s vysokou diverzitou všech skupin organismů, čímž obecně zvyšuje hodnotu celého území (Duras a kol., 2006).

Jednotlivé druhy dravých ryb mají při biomanipulaci různý význam, podle Peterssona (1991, 2003) a Kubečky (1993 všichni tři v Scharf, 2007) je nezbytná přítomnost silné zdravé populace okouna říčního (*Perca fluviatilis*). Ten nejprve naroste díky velikostní struktuře potravy a následně velcí piscivorní jedinci dominují trofické kaskádě. Dörner (1999) našel řešení v jednoletém okounovi, který přejde z predace na zooplanktonu na požívání juvenilních ryb. Početnost juvenilních ryb, které intenzivně loví perloočky (Cladocera; hlavně *Daphnia* spp.), výrazně poklesne a perloočky jsou tak zachráněny. Braband & Faafeng (1994) se s Hölkerem (2002 oba v Scharf, 2007) přiklánějí k významu candáta obecného, jehož přítomnost v kombinaci s přiměřeným programem vysazování a omezeném výlovu se zdá být ideální pro hluboké stratifikované nádrže. Candát patří mezi efektivní predátory pelagické vrstvy otevřených vod. Pokud se v nádrži vyskytují stálá makrofyta, patří mezi významné predátory malých ryb ještě štika obecná (Mehner & Arlinghaus, 2004; Berg a kol., 1997 v Dörner a kol., 1999).

2. Literární rešerše

Faktory ovlivňující přežívání ryb můžeme rozlišit na abiotické a biotické. Mezi abiotické lze zařadit teplotu, habitat a zákal. Zatímco mezi biotické patří potrava, interakce mezi příslušníky vlastního druhu i druhy jinými, z nichž nás zajímají predace a konkurence, dále přezimování a lidský vliv. Z literárních zdrojů jsem použil údaje nejen pro candáta obecného, ale i blízké příbuzné dva severoamerické druhy (*Sander vitreum* a *Sander canadensis*). Tyto americké druhy jsou pro svůj komerční význam v zájmu vědy po mnoho let a o jejich ekologii je v některých směrech známo více než o candátu obecném. Díky tomu by tyto údaje mohly být důležitým vodítkem v identifikaci klíčových období i v životě candáta obecného.

2.1 Teplota

Candát obecný je teplomilná ryba. Optimum pro jeho růst je mezi (24) 28 – 30 °C (Hokanson, 1977 v Lappalainen a kol., 2000). Teplota vody v nádrži má zásadní význam

pro celkovou dynamiku populace candáta obecného i severoamerického (*Sander vitreum*). Odchylka od optimální teploty vody v jednotlivých fázích životního cyklu candáta se může projevit:

1. ve zpoždění, v dočasném přerušení či ukončení tření (Hokanson, 1977 v Hansen a kol., 1998).
2. ve zpomalení zrání embryí během inkubace (Koonce a kol., 1977 v Hansen a kol., 1998; Cloby a kol., 1979 v Quist a kol., 2004a).
3. ve změně v množství a kvalitě zooplanktonu nutného jako první potrava (Hokanson, 1977 v Hansen a kol., 1998; Quist a kol., 2004a).
4. v přímé mortalitě (Koenst & Smith, 1976 v Hansen a kol., 1998).
5. ve zpomalení růstu, což zvyšuje dostupnost pro predaci a snižuje konkurenceschopnost s jinými rybami (Hansen a kol., 1998; Quist a kol., 2004a; Chevalier, 1973; Madenjian & Carpenter, 1991 poslední dva v Roseman a kol., 2005).
6. v pomalém růstu a neschopnosti přechodu na piscivorní způsob výživy (Quist a kol., 2004a).
7. v horším přežívání během následující zimy včetně zvýšeného kanibalismu (Chevalier, 1973 v Hansen a kol., 1998).

Tření candáta obecného v našich podmínkách probíhá od konce dubna do června, kdy má voda teplotu od 5 do 12 °C (16 °C) (Šusta, 1884; Krupauer & Pekař, 1967; Bastl 1969 všichni tři v Baruš & Oliva, 1995). Oplozené jikry se vykulí za teploty 12 – 15 °C za 10 až 16 dnů (Dyk, 1956; Volf, 1928; Bastl, 1969 všichni tři v Baruš & Oliva, 1995). Vylíhlé larvy měří 4,5 – 5,5 mm (délka nebyla blíže upřesněna, dále ND) (Wysujack a kol., 2002; Schlumberger & Proteau, 1996 v Lappalainen a kol., 2003). Pokud by teplota přesáhla 20 °C, počet vylíhlých larev by byl výrazně nižší (Muntyal, 1977 v Lappalainen a kol., 2003). To odůvodnil Ljunggeren (2002c) tak, že vysoká teplota při a krátce po líhnutí larev zvýší metabolickou aktivitu. Larvy dříve spotřebují energii z jiker (žloutek) a mortalita naroste, neboť se dosud nestihly naučit přijímat exogenní výživu. Optimální je nízká či střední teplota během líhnutí a na počátku přijímání potravy, po níž následuje teplé léto. To dokládá terénní pozorování Lappalainen a kol. (1995), kteří v roce s teplým červnem, po němž následovalo teplé léto, pozorovali vždy silnější ročník mladých candátů obecných v Pärnu Bay (Estonsko). Opačně za chladného léta byla síla ročníku výrazně nižší. Ke stejným výsledkům došli Klellman a kol. (2001), Svärdsson & Molin (1973), Willemsen (1977), Lappalainen (2001 všichni čtyři v Ljunggren, 2002a). Zcela shodné závěry vyvodili Johnston a kol.

(1992 v Johnston a kol., 1993) u blízce příbuzného candáta severoamerického, kde nižší teplota během léta zapříčinila pomalejší rychlost jeho růstu. Obdobný výsledek zjistili i Johnston & Mathias (1994b), kteří při laboratorních experimentech dokázali, že teplota vody pozitivně ovlivňuje počet útoků, jejich úspěšnost i výběr kořisti larvami (9,8 – 18 mm ND) candáta severoamerického, který právě začal přijímat potravu. Při vyšší teplotě candát severoamerický tráví méně času hledáním potravy či zpracováním kořisti, což je významné v přírodě, kde kořist bývá rozptýlena.

Názorný příklad vlivu teploty uvedli Buijse & Houthuijzen (1992) ve své studii na jezeře Ijssel v Nizozemí během let 1966 – 89. Z jejich výzkumu je zřejmé, že průměrná délka a síla ročníku juvenilního candáta obecného je silně korelována s průměrnou letní teplotou a dále dostupností potravy. Přejít na dravý způsob výživy byl podpořen vyšší teplotou během léta, to mělo přímý efekt na růst a přežívání juvenilních candátů. Kondice nepiscivorních juvenilních ryb byla nízká a s časem se snižovala, ale u jedinců piscivorních narůstala. Na podzim bylo zřejmé bimodální velikostní rozdělení. Při vyšší teplotě candát přerostl korusky evropské (*Osmerus eperlanus*) a začal je lovit. Za chladného léta bylo v srpnu jen 11 % candátů piscivorních (pouze malá část populace korusků byla pro ně dostupnou potravou), ovšem za teplého léta téměř všichni přešli na rybí potravu (86 %). Za studeného léta vyrostli od srpna do září o pouhých 10 mm (na 60 – 70 mm celkové délky těla, dále jen CD), ale v teplém roce o 30 mm (na 140 – 170 mm CD).

Teplota vody v nádrži může být dána její morfologií. Tento efekt popsali Wisujack a kol. (2002) na hluboké nádrži (max. a průměrná hloubka 12 m a 6,4 m) Feldberger Haussee (Německo). Období tření se tu zpozdilo až na červen kvůli pomalu narůstající teplotě vody na jaře. Proto nově vylíhlé larvy candáta obecného nemohly využít maximálního rozvoje zooplanktonu v květnu. To mělo za následek, že po celý rok juvenilní ryby rostly pomaleji a nemohly přejít na rybí potravu. Naopak stále se živily zooplanktonem, především dravými perloočkami *Leptodora kindtii* a klanonožci (Copepoda). Později vylíhlé larvy si navíc konkurovaly o zooplankton s okounem říčním. Potencionální kořist (plotice a cejn) se vykulila o 2 – 4 týdny dříve. Zcela opačný případ uvedli Mehner a kol. (1998). V mělké nádrži Bautzen (Německo) se candáti vylíhli v květnu při maximu zooplanktonu (především *Daphnia* spp.), rychle rostli a přešli na piscivorii dříve než došlo k dramatickému poklesu množství zooplanktonu v červnu. Podobné závěry vyvodili Keskinen & Marjomäki (2003), když pozorovali rychlejší růst candáta v menších vodních plochách, kde se voda prohřeje dříve. Tento efekt byl navíc zesílen, pokud byla nádrž či jezero ještě eutrofní nebo se zabarvením.

Množství dopadajícího tepelného záření je určeno i geografickou polohou. Ve Finsku, kde jsou krátká léta, se candáti obecní líhnou až na začátku července, v srpnu měří pouze 25 mm CD a živí se zooplanktonem. Potravní ryba, kterou by mohli využít k přechodu na piscivorii, je stejně velká jako oni. Při pozorování Sutela & Hyvärinen (2002) byla první zaznamenaná spolknutá ryba u candáta velkého 38 mm CD (měřila 25 mm CD). Tito autoři vysadili na počátku srpna do jezera candáty, kteří byli odchováni v rybnících s teplejší vodou než v jezeře a měli k dispozici více potravy. Měřili v průměru 50 mm CD a po vysazení začali okamžitě požírat korničky evropské. Velikost pozřených korniček byla v průměru 50 % velikosti candátů. Na konci srpna byla průměrná váha nasazených candátů 3,5 g (směrodatná odchylka, dále jen s.o. 0,6) a původních larev 0,6 g (s.o. 0,1). Potravní ryba (kornička) vyrostla z 29 mm CD na počátku srpna na 39 mm CD na konci srpna. Růstová rychlost larev z přirozeného prostředí činila $0,021 \text{ g d}^{-1}$, což odpovídá pouze 17 % toho, co vykázali nasazení candáti ($0,125 \text{ g d}^{-1}$). Ke stejným závěrům došli Hoxmeier a kol. (2006) pokusy s candátem severoamerickým na 15 Illinoiských jezerech (USA). Srovnáním velikostí zjistili, že v severních zeměpisných šířkách doroste candát menších délek (180 mm CD měřeno na podzim) než v jižněji položených oblastech (220 mm CD). Při vysazení stejných ryb severněji, během léta, vyrostly o 36 mm, zatímco jižněji o 50 mm. Ke zcela shodným zjištěním došli i Quist a kol. (2003) porovnáním 74 studií různých jezer a nádrží v Severní Americe.

Jako velmi důležitý jev se zdá být stálost teploty, jelikož Hansen a kol. (1998) při výzkumu na Escabana Lake (Wisconsin, USA) zaznamenali, že při stálé teplotě v květnu je přežívání candáta severoamerického vyšší než při kolísající teplotě. To odpovídá laboratorním pokusům, kde se náhlé změny teploty vždy projeví zvýšením mortality (Koonce a kol., 1977 v Hansen a kol., 1998).

2.2 Habitat

Candát obecný i severoamerický se často tře blízko přítoků. Vodní toky s sebou přinášejí i zákal, který chrání larvy během kritických prvních dnů života (Lappalainen a kol., 2003). Larvy záhy po vykulení migrují do pelagiálu a zapojují se do společenstva ichtyoplanktonu (Matěna a kol., 1999). Dřívější představy byly, že jsou pelagické larvy pasivně odnášeny vodními proudy na jiná místa (Kovalev 1976; Houde, 1969; Houde & Forney, 1970 poslední dva v Roseman, 2005) a pokud se nedostanou do vhodného prostředí, došlo by k jejich úhynu (Martin a kol., 1992 v Rosman a kol., 2005). Nové objevy

ukázaly, že tyto názory nejsou pravdivé a candát obecný má pravděpodobně pelagické období života, kdy se aktivně pohybuje v otevřené vodě (Čech a kol., 2007). Podrobně je tento jev popsán v dizertační práci Čech (2006), který studoval vertikální migraci a časné fáze vývoje příbuzného okouna říčního.

Z otevřené vody migrují juvenilní candáti obecní i severoameričtí při velikosti 7 – 20 mm ND do příbřežní zóny (litorálu) (Hudd a kol., 1984; Mittelbach & Chesson, 1987; Diehel & Eklöv, 1995; Kjellman a kol., 1996; Urho, 1996 všech pět v Kjellman a kol., 2001). Činí tak podle Roseman a kol. (2005) kvůli tomu, že v příbřežních mělkých vodách je voda vždy teplejší, bývá i zakalenější a je zde vyšší výskyt potravy, jak zooplanktonu, tak potravních ryb. Terénní studií to dokládají Frankiewicz a kol. (1996). Tito autoři zjistili již v půli června výskyt piscivorních candátů obecných malé velikosti (~ 30 mm CD). Candáti, kteří zůstali v pelagické zóně, se živili stále zooplanktonem a rostli pomalu. V půli července tito pelagičtí candáti měřili jen 50 mm CD a migrovali do litorální zóny. Jejich potravní ryby byly však stejně velké jako oni. Větší candáti, kteří do litorálu připluli dříve, pak na těchto menších candátech kanibalovali. Bimodální velikostní rozlišení juvenilních candátů v první sezoně života je známý fenomén Evropských vod (Buijse & Houthuijzen, 1992; Nagieć, 1996; Biro, 1972; Tatrai & Ponyi, 1976; Van Densen, 1985 poslední čtyři v Frankiewicz a kol., 1996).

Jinak odůvodnili migraci candátů do litorální zóny Pratt & Fox (2001). Ti tvrdí, že candát mění prostředí kvůli ochraně před predátory. To dokládají pozorováním za využití podvodní vizuální techniky na Big Clear Lake (Ontario, Kanada). Zjistili, že se candáti severoameričtí během časného období života vyskytují v oblasti s velkou hustotou makrofyt. S tímto názorem se ztotožňuje i Wahl (1995 v Pratt & Fox, 2001). Ten uvádí, že rychle rostoucí ryby mají málo rozvinuté antipredační chování, jelikož jsou dostupnou kořistí jen během krátkého časového období. Proto je pro ně snazší vybrat bezpečný habitat. To vysvětluje, proč mladí candáti severoameričtí neopouštějí vegetaci, dokud nedosáhnou 75 mm ND.

2.3 Zákal a barva vody

Pro candáta je typická preference vod se sníženou viditelností, a to buď vody eutrofní (Hartmann, 1977; Persson a kol., 1991; Standström & Karås, 2002; Olin a kol., 2002 všichni čtyři v Ljunggren & Standström, 2002d), kde je zákal významný hlavně v litorální zóně nebo vody zabarvené, kde Ruuhijärvi a kol. (1996 v Keskinen & Marjomäki, 2003) zjistili vyšší

výnos candáta obecného. Jedním z nabízejících se důvodů je, že úspěšnost ulovení kořisti je lepší v zabarvených vodách. K tomuto závěru došli Keskinen & Marjomäki (2003) po porovnání populací candáta obecného ve 41 jezerech v centrálním Finsku.

Předešlý názor rozšiřují Pekcan-Hekim & Lappalainen (2006). V laboratorním experimentu dokázali, že zákal chrání larvy candáta před predací okounem říčním. Ten je primárně denním lovcem a nízká intenzita světla redukuje jeho efektivitu predace. Okoun říční využívá stejný habitat (Dörner a kol., 1999) a je potencionálním predátorem, kompetitorem, ale i kořistí candáta obecného. Ovšem zákal candátu na rozdíl od okouna nevádí, proto je mu toto prostředí výhodou. Ljunggren & Standström (2002d) při jiných laboratorních pokusech zjistili, že v čisté vodě byl příjem potravy candátem vyšší během noci, v zakalené vodě převládal za denního světla. I u candáta severoamerického Ryder (1977 v Keskinen & Marjomäki, 2003) zjistil, že jeho aktivita je během dne vyšší v zakalené vodě než v čisté.

Zcela jinak vysvětlil výhodu zakalené vody Summerfelt (1996 v Ljunggren, 2002a). Ten při svých experimentech zjistil, že za většího zákalu jsou larvy candáta více rozptýleny a neshlukují se, čímž se snižuje riziko kanibalismu.

Ještě jeden aspekt přínosu zakalené vody uvádí Johnston a kol. (1993), Bristow a kol. (1996) a Rieger & Summerfelt (1997 poslední dva v Roseman a kol., 2005). V laboratorních pokusech dokázali, že larvy candáta severoamerického mají v kalnější vodě lépe naplněné plynové měchýře a lépe přežívají i rostou. Candáti patří do skupiny fyzoklistních ryb (Baruš & Oliva, 1995). Velmi záhy po vykulení 7. až 11. (15.) den musí dojít k naplnění plynového měchýře, jinak se spojení s jícnem uzavře a pozdější naplnění není možné. Ryby s nenaplněným plynovým měchýřem dále přežívají, ale vykazují vyšší náchylnost k výskytu malformací, zejména v oblasti páteře a výrazně zaostávají v růstu (Beránek a kol., 2005).

2.4 Potrava

Dostupnost dostatečného množství přirozené potravy se v různých obdobích liší. Obecně nedostatek přiměřeně velké potravy může způsobit hladovění, a tím přímo smrt vyčerpáním energetických zásob, či pomalý růst, jehož vinou se prodlouží období rizika predace. Navíc si při nedostatku potravy konkurují jak s jinými druhy ryb, tak i vnitrodruhově, což může vést až ke kanibalismu.

Vývoj candáta obecného v časně ontogenezi je popsán v publikaci Ljunggren (2002a). Po 95 denních stupních od vykulení (5 dnů při 18 °C) se candátovi začínají prolamovat ústa

a v této době se vyživuje endogenně i exogenně. Pokud nezačne přijímat potravu, vyhladoví po 250 – 310 denních stupních (15 dní při 18 °C) (Mani-Pnset, 1994 v Ljunggren, 2002a). Nejmladší larvy se během krátké doby musí naučit kořist vyhledat, napadnout ji, uchvátit a nakonec se vypořádat s jejím spolknutím. První potravou jsou podle Verreth & Klein (1987), Kudrinskaya (1970), Antalfi (1979), Schlumpberger & Schmidt (1980) a Steffens a kol. (1996 poslední čtyři v Ljunggren, 2002a) vířníci (Rotifera), později malí klanonožci a perloočky. Obdobně i v Baltickém moři přecházejí candáti na exogenní výživu ve stáří 2 – 5 dnů, přičemž žlutkový váček spotřebují po 10 – 12 dnech, kdy dorůstají velikosti 6,5 – 9 mm ND (Erm, 1981 v Lehtonen a kol, 1996). V našich vodách začínají larvy candáta obecného přijímat potravu již při délce těla 5,8 mm ND (Baruš & Oliva, 1995). Peterka a kol. (2003) pozorovali příjem potravy až od 6,1 mm standardní délky (dále jen SD). Potravou jim jsou podle Peterky a kol. (2003) nauplia a první kopepoditové instary vznášivek (*Eudiotomus granilis*) a buchanek (*Cyclops* spp.). Vznášivky a buchanky byly upřednostňovány a na konci května a začátkem června zaujímaly 80 % potravy candáta obecného. Vířníci nebyli v zažívadlech candáta nalezeni (Peterka a kol., 2003). Obdobně nenalezli vířníky v potravě candáta ani Pavlov a kol. (1988 v Peterka a kol., 2003). Naproti tomu vířníky současně s nauplii našli v potravě larev Verreth & Klein (1987). Výrazné zastoupení vířníků v době nedostatku nauplií, malých perlooček a klanonožců pozorovala i Kudrinskaya (1970 v Ljunggren, 2002a). Ljunggren (2002b) uvádí, že za dostatečného množství potravy larvy candáta <8 mm ND preferují kořist v horní hranici velikostního rozmezí, které jsou schopny požít. Larvy velikosti 6,5 mm ND byly schopny požírat perloočky rodu *Bosmina* a buchanky. Larvy velikosti 6 – 9 mm ND se převážně krmily na naupliích (okolo 50 % potravy) a menšími klanonožci. Větší candáti (10 – 13 mm ND) preferovali jako potravu cyklopidní klanonožce. Největší pozorovaná kategorie, candáti ≥ 17 mm ND, požírali hlavně buchanky a perloočky. Obdobných výsledků, ale u larev candáta severoamerického, dosáhli Johnston & Mathias (1994a). Malé larvy (v průměru 9,67 mm CD) se vyhýbaly malé kořisti (138 – 300 μm , zejména buchanky) a dávaly přednost velkým perloočkám (*Daphnia* spp. 509 – 1050 μm). Pokud bylo kořisti méně než 40 kusů Γ^1 , vybíraly přednostně velkou potravu. Velké larvy (průměrné délky 11,2 mm CD) se živily přednostně velkou potravou při jakémkoli množství potravy. U candáta výběr potravy hodně závisí na jeho velikosti. Ke stejnému závěru došli shodně i Hoxmeier a kol. (2006).

Velmi podrobně se larválním obdobím candáta obecného zabýval Kovalev (1976) na jezeře Il'men' (západní Rusko). Autor pozoroval larvy během prvního měsíce života a podle důležitých ontogenetických změn je rozdělil na skupiny:

- I. skupina o průměrné velikosti 6,13 mm CD. Larvy jen částečně přijímají exogenní potravu, stále mají žlutkový váček. Ploutve nerozvinuté, plavou pomalu pomocí ocasu a prsních ploutví, plynový měchýř nenaplňen vzduchem. Larvy nejsou schopny lovit planktonní organismy. Trávící soustava také nerozvinutá, jakoukoli větší potravu nemohou pozřít. Složení potravy z nauplií a kopepoditových stádií klanonožců z 98,85 %; dále drobné perloočky (*Chydorus sphaericus* a *Alona rectangula*) z 1,15 %. Vyskytují se v pelagické vrstvě s dostatečnou koncentrací kyslíku. Toto období trvá při teplotě vody 9,8 – 15 °C 4 dny.
- II. skupina o průměrné velikosti 7,91 mm CD. Larvy resorbovaly celý žlutkový váček a zcela přešly na exogenní výživu. Zvětšuje se ústní otvor a rozvíjí se základy zubů, čelisti jsou pohyblivé. Dochází k naplnění plynového měchýře, což jim umožní rychlejší pohyb, jsou tedy schopny ulovit větší kořist. Žerou velké perloočky (*Sida crystallina*) z 13,73 %; klanonožce 82,8 %; menší perloočky (*Chydorus sphaericus*, *Bosmina coregoni*, *B. longirostris*, *Alona rectangula*) celkem 3,42 %; případně vířníky. Larvy se vyskytují rozptýleně v pobřežní zóně s hloubkou v rozmezí 2,0 – 3,5 m. Vyšší výskyt je v místech, kam směřují vlny s agregací planktonních organismů. Tato larvální fáze trvá 3 dny, při teplotě vody 17,1 – 23,2 °C.
- III. skupina o velikosti 10,13 mm CD. Zuby mají na čelistech již jasně zřetelné. Zpozorují kořist na vzdálenost 6 – 8 mm od hlavy a zaregistrují pohyb velké částice na vzdálenost až 20 mm. Potravou se stávají kopepoditová a naupliová stádia klanonožců z 75,8 %; dále perloočky 24,2 % stejné druhy jako předchozí skupina (navíc nově *Daphnia longispina* var. *cucullata*). Vyskytují se v horní pelagické vrstvě otevřené vody a na přítoku. Za teploty vody 14,4 – 24,6 °C trvá toto období 4 dny.
- IV. skupina zahrnuje larvy o velikosti 12,16 mm CD. Ty jsou schopny zaměřit objekt na velkou vzdálenost. Dokončuje se u nich vývoj ploutví a tvaru těla, rozvoj trávící soustavy a polohy plynového měchýře. To vše umožňuje rychlejší plavání, vyhledávání a pozření planktonních organismů. Za potravu slouží perloočky 57,12 % (ze 48,11 % *Sida crystallina* a 8,16 % *Leptodora kindtii*), dále klanonožci 42,88 %. Larvy se vyskytují v zóně volné vody. Období trvá 6 dní, při teplotě vody 13,5 – 21,5 °C.
- V. skupina zahrnuje juvenilny při velikosti 16,44 mm CD. Zuby jsou dobře vyvinuté na obou čelistech, dochází k dokončení vývoje žaludku a střev. Plynový měchýř zastává hydrostatickou funkci. Při hledání potravy se pohybují dosti rychle. Požirají hlavně dospělé planktonní korýše, a to perloočky 76,27 % (*Sida crystallina* 65,26 %, *Leptodora kindtii* 10,12 % a málo zastoupené druhy: *Chydorus sphaericus*, *Bosmina coregoni*,

B. longirostris, *Daphnia longispina* var. *cucullata*, *Alona rectangulara*, *Polyphemus pediculus* společně 0,89 %) a klanonožce, převážně *Cyclops* spp. 23,73 %. Období trvá 7 dní, při teplotě vody 13,6 – 22,8 °C.

Vedle kvality, to znamená druhového složení zooplanktonu, je důležitá i jeho kvantita. Zde se názory různých autorů velmi liší. Nejradikálnější je studie Ljunggren (2002a), v níž autor tvrdí, že bez ohledu na druh potravy (zooplankton, žábřonožky *Artemia* nebo vířníci) by se mělo množství kořisti během počátku výživy candáta udržovat na úrovni >1000 kusů kořisti l⁻¹ po dobu prvních (jednoho až dvou) týdnů. Po tomto období může být přísun potravy snížen až na 300 kusů l⁻¹ a stále se udrží rychlý růst. Stejný autor v jiné práci (Ljunggren, 2002c) uvádí, že nejkritičtější období larev candáta při přechodu na exogenní výživu je velmi krátké (méně než 5 dnů při 20 °C). Prvně se krmící larvy o velikosti 6,5 mm CD vyžadují množství >585 kusů l⁻¹ (nejlépe rostly při množství 1000 kusů l⁻¹, a to 9 % délky těla za den), zatímco o 5 dnů starší larvy, průměrné délky 7 mm CD, mají potřebu ≥55 kusů l⁻¹ k růstu 26 % délky těla za den. Larvám velikosti 11 mm CD, stáří 20 dní od přechodu na exogenní výživu, stačí jen <10 kusů l⁻¹. Stejně určování množství kořisti provedli u candáta severoamerického Johnston & Mathias (1993). Podle jejich výsledků stačí pro výživu časných stádií množství potravy ≥49 kusů zooplanktonu l⁻¹. To dokládají i zkušenosti z přírodních podmínek. V mnoha oligotrofních jezerech se vyskytuje stálá populace candáta severoamerického, ačkoli je zejména v jarních měsících množství zooplanktonu nižší než 50 kusů l⁻¹ (Ryder, 1972 v Johnston & Mathias, 1993). Titíž autoři (Johnston & Mathias, 1994a) uvedli, že množství kořisti je závislé na velikosti larev i zooplanktonu. Larvy velikosti 9,5 – 10,5 mm CD vyžadují množství 200 – 800 kusů l⁻¹ pro malý zooplankton velikosti 138 – 300 μm (cezeno na sítkách) nebo 20 – 300 kusů l⁻¹ velkého zooplanktonu velikosti 509 – 1050 μm. Větší larvy candáta severoamerického velikosti 13 – 15 mm CD potřebují již jen 100 kusů l⁻¹ malého zooplanktonu. Opět stejní autoři (Johnston & Mathias, 1996) později publikovali výsledky, kde larvy menší než 10,9 mm CD potřebují k růstu 10 – 27 jedinců kopepoditových stádií klanonožců l⁻¹, kdežto larvám větším 11,9 mm CD (>1,5 mg sušiny) stačí jen 2 kusy l⁻¹ při 15 – 22 °C.

Na candátu severoamerickém dělali výzkum i Hoxmeier a kol. (2004). Určili, že nízká hustota zooplanktonu (<35 kusů l⁻¹) odpovídá nízkému přežívání vysazených larev candáta severoamerického. Stejně Fielder (1992 v Hoxmeier a kol., 2004) uvádí, že množství zooplanktonu by se mělo pohybovat během a po nasazení kolem 100 kusů l⁻¹, přičemž maximální růst byl pozorován až při 500 kusech l⁻¹. Pro dobré přežívání stanovil týž autor

minimální hustotu 50 kusů l⁻¹. Rychlost růstu candáta severoamerického korespondovala se zvyšující se hustotou zooplanktonu. Porovnáním pokusů došli Hoxmeier a kol. (2004) ke zjištění, že je-li zooplankton malé velikosti, candáti rostou pomaleji, než jedinci s větší potravou. Molnár a kol. (2004a) uvádí, že v raném období larev, i později u plůdku, je hlavním faktorem ovlivňujícím přežívání a růst množství a dostupnost zooplanktonu přiměřené velikosti. Stejně se vyjádřili i Li & Mathias (1982), Mayer & Wahl (1997 oba v Hoxmeier a kol., 2006).

To, že si candát vybírá vhodnou potravu, popisují Peterka a kol. (2003). Ti v údolní nádrži Římov zkoumali složení zooplanktonního společenstva, tedy potencionální potravy larev candáta. Vířníci byli na konci května a začátku srpna zastoupeni 32 a 20 % z celkového množství zooplanktonu. Mezi těmito daty se objevovali dosti vzácně. Nauplia klanonožců se vyskytovala v rozmezí 7 – 17 %. Počet kopepoditových stádií a dospělců *Eudiotomus gracilis* a *Cyclops* spp. byl pozorován konstantní. *E. gracilis* byl nejvíce zastoupen od začátku do konce června, v té době zaujímal 26 – 37 %, během července a srpna došlo ke snížení až na 6 – 14 %. Buchanky *Cyclops* spp. nepřesáhly zastoupení 26 % a na konci června dokonce klesly na 6 %. Množství perlooček *Daphnia* spp. se konstantně drželo mezi 22 – 37 %, ke zvýšení došlo ke konci července, až na 60 %. Ostatní perloočky (*Bosmina longirostris*, *Leptodora kindtii*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus* a *Chydoridae*) byly zastoupeny v zanedbatelném množství. Poměr i druhové zastoupení v potravě larev a následně i plůdku bylo zcela jiné. Na konci května a počátku června byly v potravě nejvíce zastoupeny vznášivky a zvyšovalo se zastoupení buchaneček. Na konci června v potravě jasně dominovaly perloočky *Daphnia* spp. Od konce července do srpna množství perlooček *Daphnia* spp. v potravě klesalo a narůstal podíl dravé perloočky *Leptodora kindtii*. Selektivní výběr perlooček je popsán i v publikaci Mehner a kol. (1998).

V jezeře Balaton je časné potravní chování candáta obecného shodné s předešlými pracemi (Specziár, 2005). Candáti do 20 – 30 mm SD se živili planktonními korýši v pelagické vrstvě. Poté část odplavala do litorální zóny a zde se nejdříve krmili vidlonožci dunajskými (*Limnomysis benedeni*), různonohými korýši (Amphipoda) a pakomárovitými (Chironomidae, pokud jich bylo v prostředí dostatek). Většina candátů obecných, kteří zůstali v pelagické vrstvě se začala živit dravou perloočkou *Leptodora kindtii*, počet piscivorních ryb byl malý, tvořený převážně kanibaly. V litorální zóně bylo zastoupení piscivorních ryb mnohem vyšší díky větší potravní nabídce ryb – plotice obecná (*Rutilus rutilus*), cejn velký (*Abramis brama*), slunečnice pestrá (*Lepomis gibbosus*) a hlaváč říční (*Neogobius fluviatilis*). Ryby větší než 100 mm SD byly výhradně piscivorní. Jiné zastoupení potravy je popsáno

v publikaci Baruš & Oliva (1995). Ti uvádí, že jedinci nad 20 mm CD se živili larvami komárů (Culicidae) a pakomárů, jepicemi (Ephemeroptera), chrostíky (Trichoptera) a plůdkem různých druhů ryb odpovídající velikosti.

Graham & Sprules (1992) provedli pokusy na ověření, jak candát severoamerický aktivně vybírá vhodnou potravu. Potrava candáta severoamerického, velikosti 10 – 13 mm CD (velikost ústního otvoru 0,93 – 1,50 mm), obsahovala z 77,3 % kopepoditová stádia klanonožců a veškerý požitý zooplankton byl v rozmezí velikostí 0,50 – 1,50 mm. Střední skupina candátů 13 – 19 mm CD se živila na kopepoditových stádiích vznášivek z 96,1 %. Velikost zooplanktonu byla 1,25 – 2,00 mm. Velcí juvenilní jedinci 29 – 38 mm CD se krmili na perloočkách (*Daphnia* spp. z 88,3 %) velikosti 1,50 – 2,00 mm. Nejmenší požírali tak velký zooplankton, jak jim umožnila velikost ústního otvoru. S narůstající velikostí, candát začal vyhledávat a požírat zooplankton střední velikosti (2,00 mm), což mu umožnilo přijímat maximum potravy a optimalizovat růst. Nejvíce preferovaná potrava, vznášivky, byla v pokusech určena jako kaloricky nejvýhodnější (obsahují více energie než kopepoditová stádia cyklopoidních klanonožců a perloočky *Daphnia* spp.). To naznačuje nejen velikostní selektivitu, ale i výběr druhu potravního organismu. Obdobné výsledky získal i Houde (1976 v Graham & Sprules 1992). Galarowicz & Wahl (2005) zjistili při laboratorních pokusech s candátem severoamerickým, že při malých velikostech (20 mm CD) je pro něho vhodná potrava zooplankton, později (>40 mm CD) přejde na bentické bezobratlé a nakonec (50 – 80 mm CD) se stane piscivorním (stejně pozorování Mathias & Li, 1982; Madon & Culver, 1993 oba v Galarowicz & Wahl, 2005). Každá z těchto potencionálních potrav má jinou škálu velikostí, tvarů, chování a vyskytuje se v jiném habitatu.

Vliv různých druhů potravy popisují jednotliví autoři odlišně. Candáti severoameričtí krmení perloočkami přežívali lépe než ti, kterým byli jako potrava podáváni klanonožci (Mayer & Wahl, 1997 v Hoxmeier a kol., 2004). Přežívání larev candáta severoamerického se zvýšilo s množstvím velkých perlooček *Daphnia* spp. (Li & Mathias, 1982 v Hoxmeier a kol., 2004), ale nikoli se směsným zooplanktonem (Johnston a kol., 1992 v Hoxmeier a kol., 2004). Důležitost všech velikostních skupin zooplanktonu dokázali Verreth & Kleyn (1987) pokusy v plůdkových výtažnicích, kdy jeden z rybníčků ošetřili Dipterexem (aktivní složka trichlorfon). V tomto rybníčku došlo k rozvoji malého zooplanktonu: vířníků, nauplií a kopepoditových stádií klanonožců. Naopak perloočky dominovaly v rybníčcích bez zásahu. Analýzy ukázaly rychlý přechod preferencí candáta. Malí (7,5 – 8,0 mm CD) jedinci se nejprve živili vířníky a klanonožci, když povyroستli (15 – 20 mm CD), zcela opomíjeli malou kořist a živili se perloočkami. Pokud byl dostatek pakomárovitých, živili se jimi i candáti

velikosti 20 – 30 mm CD. Na plůdkových vřtažnicřch provádřel pokusy i Fox (1989). Zjiřřoval, jak množství kořisti a její velikost ovlivňují růst a přeřivání candáta severoamerického. Juvenilní ryby (35,2 – 58,5 mm ND) se více řivily na larvách pakomárovitých 71 % a kopepoditových stádiích klanonořců během prvnřích dvou třdnů pokusu. Později převládli pakomárovitř, kteří byli selektivně vybřiráni. Další složkou byli málořřetinátř krouřkovci (Oligochaeta). Velký zooplankton byl v potravě minoritní složkou (převážně *Daphnia* spp.). Velcí juvenilní candátř severoameričtř se řivili na velkých bezobratlých. Nárůst délky za třden byl pozitivně korelován s biomasou bentických pakomárovitých a průměrnou velikostí potravy. Ověřenř závislosti mortality na hustotě nebo kvalitě poskytované potravy urřovali Molnár a kol. (2004b) při pokusech s 30 dnů starými, v průměru 47 mm SD velkými candátř obecnými. Ten zjistil, že přeřivání není závislé na hustotě ryb při nasazenř, nřbrž je dáno poskytovanou potravou. Ryby, jimž byla dodávána živá rybř kořist, lépe přeřivaly, rychleji rostly, měly nižří poměř kanibalismu než druhá skupina ryb, jimž byly jako potrava podávány rozsekané ryby.

Vliv krátkodobého hladovění zkoumali Johnston & Mathias (1996). Při krátkodobém vynechání potravy (38 – 64 h) byl pozorován nejrychlejšř úbytek váhy a následná mortalita u larev velikosti 11,9 – 14,6 mm CD (1,5 – 3,5 mg suřiny). Efekt ztráty hmotnosti byl výraznějšř u větřích larev. Larvy menří než 11 mm a větří než 15 mm CD přeřivaly lépe. Tento jev je možná způsoben larválnřm vývojem: malé larvy, které přeřazř na exogennř výživu, stále majř olejové kapičky ze řloutkového vřčku, což možná zajistř endogennř zásobu energie a zároveň umořňuje vznáření. Potě, co larvy tento olej spotřebují, musí trávit více řasu hledáním potravy a vynaložit více energie na plavání, důsledkem řehož je každodennř ztráta energie a váhy. Ryby s naplněným plynovým měřřřem efektivnějšř plavou a snřží energii nutnou k pohybu. Larvy v rozmezř délek 11,9 – 14,6 mm CD spotřebovaly již olejové kapičky, ale dosud plně nevyuřivají výhod plynového měřřře. To, že snřžení množství kořisti nemusř mít za následek zcela negativní efekt na populaci candáta popsál Jensen (1992). Při jeho pozorování za limitace potravy mírně narostla mortalita, ale ustanovila se nová rovnováha. Menří množství ryb mělo více potravy přepočteno na jednotlivce, a tedy více rostly a dřřive dosáhly dospělosti.

2.5 Přeřhod na piscivoriř

Čřím je candát větří, tím je efektivnějšř při řháněním potravy. Doba zpracování potravy je vřdy vyšří pro rybř potravu než zooplankton ři bentické organismy. Na druhé straně je

příjem a přeměna energie nejvýhodnější u ryb, méně u bentických bezobratlých a nejméně u zooplanktonu.

Změna z planktonofágního způsobu výživy na piscivorní patří mezi nejzásadnější období v životě candáta (Persson & Brönmark, 2002). Přejít na piscivorní byl u candáta obecného zaznamenán již při velikosti 20 mm SD (Van Densen, 1985 v Frankiewicz a kol., 1996). Obvykle začínají přijímat rybí potravu při dosažení velikosti nad 30 mm SD, a to jak candáti obecní (Nagięc, 1996; Tatrai & Ponyi, 1976; Zalewski a kol., 1990 všichni tři v Frankiewicz a kol., 1996), tak candáti severoameričtí (Priegel, 1970; Colby a kol., 1979 oba v Quist a kol., 2004a).

Z pokusů Musila a Peterky (2005) vyplývá, že na piscivorní způsob života přechází pouze část candátů obecných. Ti se za nedostatku potravních ryb vhodné velikosti živili kanibalismem. Načasování změny potravy ze zooplanktonu k bentickým bezobratlým nebo rybám je přisuzováno velikosti nebo věku ryb (Smith & Pycha, 1960; Mittelbach & Person, 1998 oba v Hoxmeier a kol., 2004). Mimo to výsledky Hoxmeier a kol. (2004) dávají do souvislosti čas přechodu s dostupností potravy. Bylo-li zooplanktonu dostatek, candát severoamerický pozdržel přechod na bentické bezobratlé. Naopak časné požívání pakomárů bylo zjištěno při nízkých hustotách zooplanktonu.

K trochu odlišnému závěru došli Mehner a kol. (1996) při výzkumu na nádrži Bautzen (Německo), kde je podle autorů přechod na piscivorní spuštěn zvýšenou teplotou na konci jara. Za této situace candát obecný roste rychleji vzhledem ke kořisti a zároveň se díky vysoké teplotě snižuje množství vhodného zooplanktonu. Tvrzení dokládá příkladem, kdy v roce 1993 byla vyšší teplota na konci května a počátku června. V květnu bylo zjištěno značné množství perlooček *Daphnia galeata* (8 – 11 mg l⁻¹), následně došlo k drastickému snížení velikosti populace perlooček a byly vystřídány malými korýši. Po tomto omezení potravy všichni juvenilní candáti přešli na rybí potravu a za 6 týdnů se zvětšila jejich průměrná velikost z 20 mm na 90 – 100 mm CD. Potravou jim byli příslušníci vlastního druhu a okrajově plotice obecná, okoun říční a ježdík obecný (*Gymnocephalus cernuus*). Následně došlo v červenci a srpnu k ochlazení, v potravě již nebyla tolik zastoupena rybí složka, místo ní se opět objevily perloočky (*Leptodora kindtii* a *Daphnia* spp.). Při tomto stavu se růst prakticky zastavil (stejně výsledky Biro, 1972; Van Densen, 1985 oba v Frankiewicz a kol., 1996). Ke shodnému závěru došli i Buijse & Houthuijzen (1992) ve své studii na jezeře IJssel v Nizozemí, kterou prováděli v letech 1966-89. Průměrná délka a síla ročníku juvenilních candátů na podzim byla silně korelována s průměrnou letní teplotou a dále dostupností potravy. Přejít na piscivorní byl podpořen vyšší teplotou během léta. Kondice

nepiscivorních juvenilních ryb byla nízká a s časem se snižovala, naopak u jedinců piscivorních narůstala. Na podzim bylo zřejmé bimodální velikostní rozdělení. Při vyšší teplotě candát přerostl korusky evropské a začal je lovit. Za chladného léta bylo v srpnu jen 11 % candátů piscivorních, pouze malá část populace korusků mu byla dostupnou potravou, ovšem za teplého léta jich bylo 86 %. Při chladném létě candáti vyrostli od srpna do září o pouhých 10 mm (60 – 70 mm CD), ale v teplém roce o 30 mm (140 – 170 mm CD). Obsah žaludků malých jedinců zahrnoval zooplankton, pakomárovité a vidlonožce *Neomysis integer*. Velcí jedinci nad 100 mm CD požírali výhradně juvenilní korusky evropské. Trvalý nedostatek vhodné rybí kořisti v eutrofním jezeře se zakalenou vodou Lake Sahajärvi v jižní části Finska popsali Vinni a kol. (2009). V tomto jezeře se i starší candáti obecní (239 – 423 mm CD) živili v červnu larvami *Chaoborus flavicans*. Juvenilní candáti nemají dostatek potravních ryb a na konci září tvoří jejich potravu z 90 % *Leptodora kindtii*. Růst celé populace je extrémně pomalý.

U candáta severoamerického popsali přechod na dravý způsob získávání potravy Graeb a kol. (2005). Candáti o velikosti 30 – 35 mm CD selektivně vybírali ryby, aby získali více energie. Rychleji rostli, a tím se zvětšila i velikost ústního otvoru a mohli tedy přijmout i větší kořist. Bylo-li rybí potravy málo, rostli pomalu, jejich potravou se stali bentičtí bezobratlí. Candát severoamerický se líhne dříve než potravní ryby, může je tedy využít k predaci. Candát selektuje ryby i pokud byly menší než jiná potrava. Morfologie úst umožňuje candátu být úspěšným lovcem. Díky velkým ústům lépe chytí a zpracuje kořist; psi zuby mu umožňují lépe uchopit a držet potravu (Craig, 1987). Ryby mají mnohem větší kalorickou hodnotu než bezobratlí (3698 J g⁻¹ rybí potrava oproti 2600 J g⁻¹ u zooplanktonu a 1763 J g⁻¹ u bentických bezobratlích) uvedeno v Cummins & Wuycheck (1971 v Graeb, 2005).

2.6 Predace

Názorný příklad vlivu predace na populaci candáta obecného popsali Frankiewicz a kol. (1999). V mělké (prům. hloubka 3,3 m), eutrofní nádrži Sulejów (Polsko) pozorovali efekt vlastní regulace populace candáta predací na jeho juvenilní kohortě. Ta zde měla od začátku jara bimodální velikostní rozložení. Malí (zooplanktivorní) jedinci sloužili jako potrava pro větší (piscivorní) candáty. Populace juvenilních candátů byla řízena kanibalismem většími juvenilními i staršími candáty. Počty juvenilních candátů nalezených v žaludcích piscivorních ryb odpovídaly množství juvenilních candátů v pelagické zóně na

počátku jara. V letech, kdy bylo velké množství juvenilních ryb ($0,6 - 0,8$ kusů m^{-3}), bylo pozorováno >7 juvenilních candátů pozřených starším jedincem. V letech se slabou reprodukcí ($0,5$ kusu m^{-3}) byl průměrný počet spolknutých candátů ≤ 1 . Silný, na hustotě závislý predanční tlak měl za následek prudký pokles množství juvenilních candátů na konci léta. Druhá nejčastěji žraná ryba byl okoun říční. Tyto dva druhy společně zaujímaly 80 – 100 % v pozřené potravě. Na konci léta a na podzim candáti starší jednoho roku požírali okouny více než candáty; na konci podzimu preferovali ježdíky obecné. V letech pro candáty reprodukčně málo úspěšných se živil ploticemi obecnými. Nejdůležitějším faktorem, který určuje výběr kořisti predátorem, je podle Hartman & Margraf (1992 v Frankiewicz a kol., 1999) její relativní dostupnost. Je-li preferované potravě nedostatek, predátor přechází na méně výhodnou, ale hojnou potravu. Za situace s malým množstvím preferované ryby kořisti (kaprovití) se candát nejčastěji živí okounovitými (Mehner a kol., 1996; Frankiewicz, 1998; Lammens a kol., 1990 poslední dva v Frankiewicz a kol., 1999).

Efekt autoregulace populace candáta obecného pozorovali i Lappalainen a kol. (2006) v mělké rozlitiň (max. hloubka 4,5 m, průměrná hloubka 1,7 m) jezera Hidenvesi (Finsko). Tento jev byl zaznamenán pouze v letech s teplými léty, kdy bylo velké množství juvenilních candátů a málo jinak hlavní potravní ryby korusky evropské. Díky tomu se zastoupení juvenilních candátů v potravě starších candátů zvýšilo. Při analýzách potravy v červnu bylo 7 z 35 žaludků starších candátů prázdných, zbytek obsahoval candáty o průměrné velikosti 28,1 mm ND, což je méně než průměr v kohortě. V srpnu byl prázdný jen jeden žaludek z osmi, pozření candáti měřili v průměru 76,5 mm ND, tedy stejně jako korusky. V jezeře nebyly pozorovány meziroční fluktuace množství candátů starších jednoho roku. Lappalainen a kol. (2006) usoudili, že candát si vybírá kořist vhodné velikosti, její dostupnost je důležitější než druhová příslušnost.

Na německých nádržích pozorovali Dörner a kol. (1999), jak se starší candáti obecní a okouni říční podílejí na predaci jejich potomků. Konkrétně zjistili, že již od začátku června se v litorální zóně krmí na juvenilních okounovitých roční okouni říční. Ti aktivně vyhledávají největší hojnost juvenilních ryb a přesouvají své hlavní působiště z litorálu do pelagiálu a zpět do litorálu. Okouni i candáti starší dvou let se k predaci juvenilních ryb připojují v polovině června, a to jak v litorální oblasti, tak pelagické zóně. Dále autoři zjistili větší selektivitu u candáta, který preferuje v potravě příslušníky vlastního druhu. Další výsledek analýzy potravy ukázal, že průměrná délka pozřených candátů a okounů v žaludcích byla menší než jejich průměrná délka v kohortě. Predátoři selektivně vybírají menší jedince, kteří mají menší pravděpodobnost přežití zimy. V červnu a červenci stoupalo zastoupení

juvenilních ryb v potravě okouna staršího jednoho roku z 72 na 99 %; v srpnu se tito okouni živili výhradně juvenilními candáty a okouny. Candát přechází pomaleji z potravy starších ryb na juvenilní, v červnu je poměr obou složek vyrovnaný, v srpnu již převládají juvenilní ryby v potravě poměrem 8 : 2. Z výsledků je patrné, že candát je významnějším rybím predátorem, neboť i v dospělosti se okoun, v době menší početnosti vhodné rybí potravy, živí pakomárovitými. Podobné závěry publikovali Sutela & Hyvärinen (2002). Na jezerech ve Finsku autoři nezjistili predaci od štiky ani okouna na mladých candátech. Zaznamenali však juvenilní candáty v potravě 4 z 37 starších candátů (325 – 365 mm CD).

Za významného predátora candáta severoamerického uvádí Piece a kol. (2006) okouna žlutého (*Perca flavescens*). Tito okouni navýšili svou populaci vždy v letech, kdy byli do jezera Lake Thirteen (Minnesota, USA) nasazováni mladí candáti. V ostatních letech byl jejich růst zpomalen a populace stagnovala vlivem vnitrodruhové konkurence. Stejně tak patří okouni žlutí mezi hlavní potravu candáta severoamerického, podle Forneye (1980 v Piece a kol., 2006) v Oneida Lake (New York, USA) tvoří okoun žlutý 60 – 95 % jeho potravy. Ke stejným závěrům došli i Hansen a kol. (1998), tito autoři zjistili, že množství okounů žlutých dlouhodobě vysvětluje 89 % roční variability juvenilních candátů severoamerických. Nejvyšší počet juvenilních candátů byl zjištěn při nejnižším množství okounů žlutých. Dalšími důležitými predátory candáta severoamerického (zejména larev) uvádí Hoxmeier a kol. (2006) některé zástupce čeledi okounkovitých (Centrarchidae). Větší jedinci je požírají a larvy stejné velikosti jim konkurují. Okounek pstruhový (*Micropterus salmonides*) podle Fayrama a kol. (2005a) silně interaguje s candátem severoamerickým, jak pozitivně, tak negativně ve vztahu k populaci candáta. I v juvenilních stádiích mají stejnou potravu a konkurují si. Větší okounci pstruhoví se živí juvenilními candáty severoamerickými. Naopak růst starších candátů byl pozitivně ovlivněn množstvím okounka pstruhového, ale přežívání vysazených candátů bylo negativně ovlivněno množstvím okounka pstruhového. Při intenzivnějším vysazování se zvětšila populace okounka, ale přežívání candátů nikoli. Jiní autoři zjistili výskyt okounka jako rozhodující pro populaci candáta severoamerického (Inskip & Magnuson, 1983; Santucci & Wahl, 1993; Nate a kol., 2003; všichni tři v Fayram a kol., 2005a). I Molnár a kol. (2004b) uvádějí, že z hospodářského hlediska nevýznamné ryby jako slunečnice pestrá a karas stříbřitý působí velké finanční ztráty maďarskému rybníkářství predací jiker a potěru, případně potravní kompeticí.

Jako dalšího predátora candáta severoamerického určili práce Anthony & Jorgensen (1977); Nate a kol. (2003; oba v Fayram a kol., 2005a) štikou obecnou. Další práce Cloby a kol. (1979; v Jensen 1992) opět zmiňuje, že larvy candáta severoamerického trpí silným tlakem

predace štiky obecné a dále dalším druhem candáta *Sander canadensis*, mníka jednovousého (*Lota lota*) a sumečků (Ictaluridae). Juvenilní candáty severoamerické loví i štika muskalunga (*Esox masquinongy*) (Bozek a kol., 1999 v Fayram a kol., 2005a), okoun žlutý a okounek černý (*Micropterus dolomieu*) (Johnson & Hale, 1977; Inskip & Magmuson, 1983; Zimmerman, 1999 všichni tři v Fayram a kol., 2005a).

I neúspěšné útoky jsou značnou příčinou mortality. Neúspěšných kanibalistických útoků, vedoucích k úniku oběti, je 10x více než pokusů úspěšných. V 19 % případů unikající oběť do 24 hodin od neúspěšného útoku uhynie (Loadman a kol., 1986 v Johnston & Mathias, 1993). Kanibalistické pokusy jsou tedy významnější zdroj mortality než přímé ulovení jedince. Poměr úspěšných a neúspěšných útoků závisí na rozdílu velikosti predátora a kořisti (Johnston & Mathias, 1993).

2.7 Konkurence

Vnitrodruhovou konkurenci v populaci candáta severoamerického popsali Piece a kol. (2006) v jezeře Lake Thirteen. Fox (1991) modeloval příjem potravy candátem severoamerickým na základě terénních dat. Zjistil, že nejvyšší růstová rychlost a nejnižší aktivní metabolismus vyvíjí candát ve vodách s malou hustotou populace. Při nedostatku vybírané potravy (pakomárovitých a velkých perlooček rodu *Daphnia*) klesl celkový příjem potravy. Fox & Flowers (1990 v Fox, 1991) zjistili, že růst candáta severoamerického je závislý na hustotě vlastní populace. Samotná konzumace kořisti tento jev nevysvětlila. Autoři se domnívají, že s hustotou narůstá i aktivita metabolismu.

Fayram a kol. (2005b) určili pomocí modelu optimální množství nasazovaného candáta severoamerického. Nejlepšího doplňku dosáhli po nasazení 60 juvenilních candátů severoamerických na hektar. Pokud vysadili méně, často se násada stala kořistí dravců (Hilborn & Walters, 1992 v Fayram a kol., 2005b). Pokud bylo množství nasazených příliš vysoké, růst byl pomalejší kvůli konkurenci (Fox & Flowers, 1990; Close & Anderson, 1992; Banks & LaMotte, 2002; Bohlin a kol., 2002 všichni čtyři v Fayram a kol., 2005b) nebo kanibalismu (Forney, 1976; Hansen a kol., 1996 oba v Fayram a kol., 2005b). Hansen a kol. (1998) pozorovali v Escabana Lake (Wisconsin, USA) že maximální síla ročníku je při optimálním množství dospělých candátů severoamerických (méně než 1000 kusů na 119 ha), jinak se uplatňuje kanibalismus. Působení konkurence zjistili u candáta obecného Peterka a kol. (2003) na plůdkových výtažnicích. Největší přírůstky zaznamenali při nejnižší hustotě obsádky a naopak nejnižší přírůstky při maximální hustotě. Obdobné výsledky zjistili

i Sutela & Hyvärinen (2002). Larvy vysazené na začátku srpna do jezera rostly rychleji, než jejich vrstevníci v plůdkových výtažnicích. Průměrná velikost candátů z prvního nasazení na konci srpna (doba 2. nasazení) byla 76 mm CD a 3,5 g, zatímco vrstevníci z plůdkových výtažníků měli 61 mm CD a 1,6 g. Pomalejší růst v plůdkových výtažnicích byl podle autorů pravděpodobně způsoben konkurencí o potravu. Vysazení jedinci na počátku srpna přešli okamžitě na piscivorii, a tím rostli rychleji.

Zcela opačné výsledky získali Molnár a kol. (2004a) při studiu efektu potencionální konkurence v umělých podmínkách při krmení umělou potravou při různých hustotách jedinců (1,25; 1,66 a 2,08 g l⁻¹). Candáti obecní z plůdkových výtažníků měřili v průměru 41,28 mm SD. Jejich přežívání během 4 týdnů pokusu bylo mezi 44,2 – 49,6 %. Většina ztrát byla způsobena kanibalismem, pouze 8 – 14 % bylo přisouzeno přirozené mortalitě. Rozdíly v poměrech kanibalismu nebyly závislé na hustotě při nasazení. Přirozená úmrtnost klesala s rostoucí hustotou. Ryby žijící v akváriu s vyšší hustotou se možná naučily přijímat umělou stravu rychleji než ryby v akváriu s nižší hustotou. Ztráty hladověním byly nižší díky vyšší hustotě ryb, silnější jedinci žrali slabší. Hustota při nasazení neovlivnila růst, konzumaci potravy ani přijímané množství.

Druhy, které jsou v dospělosti výhradně planktonofágními specialisty, mohou být kompetitory druhů, jež se živí zooplanktonem pouze v období časně ontogeneze (Davies a kol., 1981 v Quist a kol., 2004a). To dokládají Quist a kol. (2004a) studii na nádrži Glen Elder (Kansas, USA), kde při zpoždění tření kvůli nízké teplotě na jaře candáti severoameričtí nerostli dostatečně rychle, aby přerostli dorosomu dlouhoploutvou (*Dorosoma cepedianum*) a vzájemně si konkurovali. Stejně závěry uvedli Dettmers & Stein (1992), DeVries & Stein (1992), Stein a kol. (1995), Roseman a kol. (1996), Donovan a kol. (1997 všech pět v Quist a kol., 2004a). V roce s nízkou teplotou v jarním období byl efekt konkurence podpořen velkým množstvím dorosomy >100 larev m⁻³, oproti běžně 10 larev m⁻³. Naopak v roce, kdy candáti rostli rychleji, využili dorosomu jako hlavní potravní druh při přechodu na dravý způsob života. *Dorosoma* patří rovněž mezi důležité potravní druhy dospělých candátů (Momot a kol., 1997; Carlander, 1997 oba v Quist a kol., 2004a). V Severní Americe je velmi významným kompetitorem candáta severoamerického čeled' okounkovitých. Například okounek pstruhový, jehož mladí jedinci si s candátem konkurují o zooplankton (Fayrama a kol., 2005a), nebo okounek černý či slunečnice pestrá (Johnson & Hale, 1977; Inskip & Magmuson, 1983; Zimmerman, 1999 všichni tři v Fayram a kol., 2005a). Starší candáti mají obdobnou potravu jako štika obecná (Cohen a kol., 1993 v Fayram a kol., 2005a) a okoun žlutý (Hansen a kol., 1998).

2.8 Přezimování

Dalším kritickým obdobím v životě juvenilních candátů je období první zimy. Lappalainen a kol. (2000) vyhodnotili data z odlovů plůdkovou vlečnou sítí z let 1961 – 1994 v Pärnu Bay (Baltické moře, salinita 0,8 – 5,5 ‰, Estonsko). Odlovy prováděli na podzim a na jaře, výsledky následně srovnávali. Juvenilní malí (<50 mm SD) candáti obecní byli na podzim běžnou součástí úlovků, na jaře zaznamenáni nebyli. Nejmenší candáti na jaře měřili 52 mm SD. Autoři uvádějí, že pro přežití první zimy je důležitá velikost candátů na podzim. Tato délka je závislá na teplotě v létě. Dalším zjištěním bylo, že pokud led pokrýval záliv kratší dobu (teplá zima), přežili i malí candáti a úmrtnost podle velikosti nebyla jednoznačná. Obdobné výsledky publikovali Huusko & Eironen (1995 v Lappalainen a kol., 2000). V jejich pokusech během zimy zemřeli všichni jedinci velikosti <55 mm CD. Závislost úmrtnosti na velikosti potvrdily i laboratorní pokusy Kirjasniemiho & Valtonena (1997). Podle nich mají malí candáti nižší celkové energetické rezervy a relativně vyšší metabolické požadavky než ti starší (stejně Paloheimo & Dickie, 1996 v Kirjasniemi & Valtonen, 1997; Paloheimo & Dickie, 1966 v Pratt & Fox, 2002), proto jsou více náchylní k úmrtí během zimy. Větší (piscivorní) ryby vykazují vyšší přežívání během zimy (Ludsin & De Vries, 1997 v Greab a kol., 2005). Malý rozdíl v růstu vede k velkým rozdílům v přežívání (Houde, 1987 v Pratt & Fox, 2002). Lappalainen a kol. (2005) na jezeře Hidenvesi ve Finsku pozorovali velikostně závislou úmrtnost candátů obecných během první zimy. Juvenilní jedinci velikosti 60 – 70 mm CD vykazují 85 % úmrtnost, kdežto candáti velikosti 100 – 140 mm CD jen 50 %. Úmrtnost byla způsobena ztrátou hmotnosti, která je u menších ryb vyšší. Větší jedinci mají větší energetické zásoby, neboť se živí rybami, které jim přináší vyšší energetický zisk (Kirjasniemi & Valtonen, 1997) i rychlejší růst (Van Densen a kol., 1996; Mooij a kol., 1994 v Lappalainen a kol., 2005).

K akumulaci zásobních látek – lipidů dochází na podzim. Buijuse & Houthuijzen (1992) zjistili, že u malých jedinců (<90 mm CD) se snižuje energetický příjem, kdežto u velkých piscivorních (>90 mm CD) narůstá. Potravou na podzim se v laboratorních pokusech zabývali Kirjasniemi & Valtonen (1997). Pouze 20 % candátů obecných krmených během podzimu planktonem uhynulo v průběhu zimy. Ale zemřelo 80 % těch, jež požírali umělou potravu. I proto by se měli candáti vysazovat do nádrží již během léta, aby si ryby mohly vytvořit dostatečnou zásobu lipidů (Lappalainen a kol., 2005), neboť v rybnících je na podzim nedostatek potravy bohaté na lipidy (Sutela & Hyvärinen, 2002). Jiných výsledků dosáhli Rennert a kol. (2005). Ti provedli pokus s 50 dnů starými candáty obecnými, které

umístili do recirkulačního systému při 23 °C. První skupinu krmili umělou potravou obohacenou rybím tukem na 22 %. Druhou skupinu krmili přírodní potravou, pakomáry (*Chironomus* spp.). Na podzim měly obě skupiny různé velikosti i různé chemické složení. V první skupině jedinci lépe přibývali jak délkově, tak na váze, vykazovali vyšší zastoupení tuku. Složení proteinů bylo mezi skupinami obdobné. Na přezimování bylo vybráno po 12 kusech, které byly umístěny do menšího rybníčku. Na jaře po 176 dnech bylo zjištěno přežívání u obou skupin stejné 83,3 %. Obě skupiny vykazovaly ztrátu váhy (vyšší u první skupiny) i zmenšení délky (výraznější u druhé skupiny). Tyto změny nastaly po přeměně tuků a proteinů v energetickém metabolismu. Složení mastných kyselin v lipidické membráně se u druhé skupiny výrazně změnilo.

V zimě se snižuje potravní aktivita kvůli nízké teplotě vody. Krmení během zimy určili Kirjasniemi & Valtonen (1997) za méně významné než množství vytvořených energetických zásob z podzimu. Krmení během zimy podle nich nemá přímý efekt na přežívání, ale ovlivňuje množství uskladněné energie. Ryby živící se během zimy měly více lipidů, proteinů i glykogenu než hladovějící. Obdobné výsledky získali při studiu juvenilních candátů severoamerických Galligan (1960) a Kelso (1972 oba v Pratt & Fox, 2002). Ti shodně uvádějí, že se candáti severoameričtí aktivně živí během zimy. To snižuje významnost omezení energetických rezerv, které jsou vždy větší u větších jedinců. Malé ryby lépe seženou potravu. Navíc byl-li teplý podzim, zlepšilo se celkové přežívání zimy. Lappalainen a kol. (2005) analyzovali složení potravy candátů obecných v zamrzlém a zasněženém jezeře ve Finsku. Zjistili, že potravní aktivita je nízká, pouze 15 – 39 % analyzovaných ryb přijímalo potravu. Složení potravy bylo obdobné jako v letním období, malý plůdek (<70 mm CD) se živil zooplanktonem (klanonožci) a bezobratlými (převážně vidlonožec *Mysis relicta*). Candáti střední velikosti (70 – 90 mm CD) požírali bezobratlé a velcí candáti (>90 mm CD) lovíli ryby (korušky evropské a kaprovité ryby).

Zcela jiný přístup zvolili Pratt & Fox (2002). Zkoumali tři potencionální mechanismy ovlivňující mortalitu candáta severoamerického během zimy: velikostně závislá ztráta energie, predace podle velikosti a velikostně závislé metabolické výdaje vyvolané přítomností predátora. Pokusy se uskutečnily v plůdkových výtažnicích (Ontário, Kanada). Predátory byli mník jednovousí a dospělý candát severoamerický. Vyhodnocením byla vyvrácena představa, že malí jedinci zemřou během zimy kvůli nedostatku energetických zásob. Naopak malí jedinci během zimy energetické zásoby nespotřebovali, ale velcí juvenilní jedinci o energii přišli. Pokusy potvrdily, že v rybnících bez predátora není přezimování ovlivněno velikostí candátů. Candáti přezimující s predátorem ztratili výrazně více váhy a energie. Jedinci měli mnohem

nižší koncentraci lipidů než ti, co žili bez predátora. Množství proteinů bylo opačně vyšší u ryb s dravcem. Vysvětlení ztráty váhy a lipidů je dvojitý. Podle Joblinga (1995 v Pratt & Fox, 2002) mladé ryby v přítomnosti predátora mobilizují lipidy, aby podpořily metabolismus na případný únik. Wahl (1995) a Pratt (vlastní pozorování oba v Pratt & Fox, 2002) uvádějí, že candát severoamerický v přítomnosti predátora sníží svůj metabolismus, omezí aktivitu a spoléhá se na kryptické zbarvení, aby se vyhnul odhalení. Tím ale také redukuje vyhledávání potravy, dojde k poklesu energetických rezerv a ztrátě hmotnosti.

Jsou i jiné faktory ovlivňující mortalitu během zimy, jako nemoci, nedostatek kyslíku pod ledem, kanibalismus (Chevalier, 1973; Johnston & Evans, 1991; Erm a kol., 1992; Garvey a kol., 1998 všichni čtyři v Lappalainen a kol., 2000; Madejian a kol., 1991 v Pratt & Fox, 2002).

2.9 Lidský vliv

Člověk vždy zasahoval do prostředí a prováděl úpravy tak, aby jej mohl co nejlépe využívat. Mnohokrát to však volně žijícím tvorům uškodilo, vodní živočichy nevyjímaje. Rybáři dnes mají k dispozici velmi efektivní způsoby lovu a odebíráním dospělých ryb snižují množství ryb určených pro reprodukci, situace se může dostat až k ohrožení výskytu dané ryby ve vodním tělese, jak se pravděpodobně stalo na ÚN Lipno (Čech 2008). Jennings a kol. (2005) prokázali, že zákaz rybolovu měl pozitivní vliv na sílu ročníku candáta severoamerického. Stejně popisuje Quist a kol. (2004b) ve studii na osmi Kansaských přehradách (USA), že při snížení lovné míry candáta došlo k významnému poklesu jeho populace.

Mnohdy katastrofickými důsledky pro ustálený ekosystém končí nevhodné rozšiřování nepůvodních druhů (*Bythotrephes cederstroemii*, *Dreissena polymorpha*, *Morone americana*, *Neogobius melanostomus*, ...), které jsou buď konkurenty o místo či potravu, nebo mohou být predátory původních druhů (Millis a kol., 1993; Johannson a kol., 2000 oba v Roseman a kol., 2005).

Dnes již snad zažehnané vypouštění nekontrolovatelného množství odpadů do vodních toků negativně ovlivňovalo většinu vodních organismů. V Americe zdokumentovali Heidinger a kol. (1998) v 70. letech kolaps populace candátů (*Stizostedion canadense*) po přísunu polutantů z městského odpadu a živin spláchných z polí, což způsobilo nedostatek kyslíku ve vodě a lokální anoxii. Možná, trochu paradoxně, vyšší přísun živin při splachu nejen ze zemědělských polí, ale i z domácností, jenž vede k eutrofizaci, candátu obecnému

prospívá (Keskinen & Marjomäki, 2003). Tito vědci publikovali pokusy, při kterých byl růst pozitivně korelován s celkovým množstvím fosforu a barvou vody a negativně s velikostí a hloubkou jezera. Výsledné rozdíly růstu mohou být dány různým množstvím potravy, úspěšností hledání kořisti a dynamikou teploty různých jezer. Růst je podporován spíše v mělkých eutrofních jezerech než v hlubokých oligotrofních. Svårdson & Molin (1973 v Keskinen & Marjomäki, 2003) uvedli, že výnos candáta byl nejvyšší v jezerech s nejvyšším množstvím fosforu (případně i zákalem) a nejnižší v jezerech s velkou průhledností vody. Množství zooplanktonu je vyšší v eutrofnějších jezerech.

Další velmi důležitou kategorií jsou vodní stavby a úpravy toků. Příkladem může být bagrování poblíž pobřeží, čímž narůstá víření bahna (Cordone & Kelly, 1961 v Rosman a kol., 2005), nebo se mění světelné podmínky (Rieger & Summerfelt, 1997 v Rosman a kol., 2005), případně dojde i ke změně rozšíření potravy (Sweeney a kol., 1975; Wilber & Clarke, 2001 oba v Roseman a kol., 2005). Konkrétní příklad zaznamenali Roseman a kol. (2005) na jezeře Erie (Ohio, USA). Zde byly zpevněny břehy pevnými materiály jako prevence eroze pobřeží. Tím došlo k narušení přirozených procesů v jezeře a likvidaci habitatu plůdku candáta severoamerického. Rovněž regulace vodních toků, budování vodních stupňů, vede ke ztrátě přirozeného prostředí a znemožnění volné migrace. Candáti jsou považováni ze ryby převážně lentických vod, zcela běžně se vyskytují v řekách, kde se pohybují na velké vzdálenosti. Jako příklad Paragamin & Kingrey (1992 v Heidinger a kol., 1998) uvedli, že plůdek candáta severoamerického vysazený do řeky Cedar (Iowa, USA) byl zjištěn ve dvou dalších propojených tocích.

Člověk odedávna buduje rybníky, v novodobé historii stavěl a staví přehradu. Vedle vlastních morfo-technologických parametrů těchto vodních děl, které primárně, na základě ekologických nároků (v této práci zmíněných), určují, zda se v nich candátovi bude optimálně dařit, je následně důležitý i management. Pehlivanov (2000) pozoroval sezónní a vertikální rozšíření zooplanktonu, jeho odtok u přehrad s horní a spodní výpustí i požívání zooplanktonu rybami. Na přehradě Alexander Stambolijski (Bulharsko) se spodní výpustí zjistil, že planktonní korýši >1,0 mm jsou selektivně unášeni hlavně během dne, jako výsledek jejich diurnální migrace. Tito korýši (perloočky a klanonožci) tvoří hlavní potravu juvenilních candátů obecných. Při zvýšení odtoku pro zavlažování na počátku léta se v přehradě snížilo celkové množství zooplanktonu, stejně jako se změnila jeho velikostní struktura a druhové složení. Ve stejném čase došlo i ke změně potravy juvenilních candátů. Dále pozoroval migraci juvenilních candátů spodní výpustí. Za nedostatku potravy došlo k hladovění. Kolísání hladiny vedlo k vyšší mortalitě v pobřežních částech. Přehrada Pchelina (Bulharsko)

má horní odtok, který je konstantní. V porovnání s přehradou Alexander Stambolijski je tu více druhů zooplanktonu (hlavně variabilita vířníků) podobně jako v přírodních jezerech. Odtékající voda nesla epilimnetický zooplankton malé velikosti nejvíce zastoupených skupin (vířníci, malí klanonožci a perloočky). K tomuto docházelo hlavně během noci. Celkové množství unášeného zooplanktonu bylo nízké a nijak neovlivnilo vývoj společenstva zooplanktonu ani změny v množství a složení. Procentuální zastoupení zooplanktonu >1,0 mm zůstalo vyšší během celé sezony ve srovnání s přehradou Alexander Stambolijski. Srovnáním těchto dvou přehrad se zjistilo lepší přežívání v přehradě s horním odtokem, díky stálému množství velkého zooplanktonu. Byl zaznamenán i odtok larev a juvenilních candátů (Vassilev, 1994 v Pehlivanov, 2000).

2.10 Souhrn

Studiem literárních pramenů jsem došel k závěru, že celá problematika raného přežívání candáta je vzájemně velmi propojená a odlišit jednotlivé vlivy je obtížné a mnohdy zavádějící. Nejdůležitějším faktorem řídícím pochody ve vodě je teplota. Ta se různě mění v odlišných typech nádrží, ať podle jejich morfologie, tak geografie. S dynamikou vody je v úzkém spojení možnost vytvoření vhodných habitatů i zákalu a zbarvení. V závislosti na teplotě vody dochází k rozvoji potencionální potravy candáta. Zde je nejzásadnější načasování kritických fází ontogenetického vývoje, přechod na exogenní výživu do období značného množství zooplanktonu, což mu umožní rychlý růst. Díky tomu candát přeroste potravní ryby a jako piscivorní přijímá výhodnější potravní zdroj. V některých typech vod mají velký dopad na kohortu juvenilních candátů interakce mezi příslušníky vlastního druhu i druhů vyskytujících se ve stejném čase ve stejné vodě. Podmínky, v nichž candáti rostou, jim přinášejí určitou kondici, ta je významná pro přežití první zimy. Zásahy lidské činnosti jsou znát všude, kam lidská noha vstoupila, vodní prostředí nevyjímaje.

2.11 Cíle práce

Cílem této práce je napsat literární rešerši shrnující dosavadní poznání v oblasti faktorů ovlivňující rané přežívání candáta obecného (*Sander lucioperca*). Dále provést experiment na ÚN Římov, kde na základě sledování fluorescenčně značeného plůdku candáta a plůdku candáta z přirozeného výtěru určit, jaké je jeho přežívání a růst. Propojením obou částí práce odůvodnit zjištěná pozorování mortality během sledovaného období.

3. Materiál a metodika

3.1 Oblast pokusu

Údolní nádrž Římov (obr. 2) byla vybudována v letech 1971 – 1978 na řece Malši, jakožto zdroj pitné vody pro českobudějovický region. Nádrž se nachází 16 km jižně od Českých Budějovic. Celková plocha činí 210 ha, objem 33 miliónů m³, délka 12 km, maximální hloubka 45 m (u hráze), průměrná hloubka 16 m. V současné době je kvalita vody na úrovni mezotrofní až eutrofní. Za účelem udržení dobré kvality vody (podpora biomanipulačního efektu) jsou každoročně do nádrže vysazovány dravé ryby – bolen dravý (*Aspius aspius*), candát obecný, sumec velký (*Silurus glanis*) a štika obecná. I tak jsou v nádrži nejhojnějšími druhy ryb plotice obecná, cejn velký, ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), okoun říční a ježdík obecný (Vašek a kol., 2004). Nádrž je obhospodařována státním podnikem Povodí Vltavy a je nejdůležitějším místem aktivit Hydrobiologického ústavu BC AV ČR, v.v.i.

3.2 Značení

K označení larev candáta obecného krátce po vykulení z jiker a rozplavání bylo použito koupele v roztoku oxytetracyclinu hydrochloridu (dále jen OTC). OTC je antibiotikum reagující s kostní i jinou kalcifikovanou tkání (Isben & Urist, 1964 v Fielder, 2002), do které se ukládá. Po navázání na kostní tkáň vyzařuje OTC pod ultrafialovým světlem fluorescenci, což je princip, kterého se využívá k detekci značených ryb. Nejvhodnějším materiálem pro ověření přítomnosti značky jsou otolity. Jsou první kalcifikovanou tkání v těle ryby, formující se ihned po vylíhnutí, kdy ještě není mnoho kostí vytvořeno (McElman & Balon, 1985 v Fielder, 2002). Otolity slouží u ryb (stejně jako u člověka) jako senzory orientace a pohybu. Candát obecný má tři páry otolitů – *sagitta* (největší), *lapillus* a *asteriscus*. Značky OTC se uchovávají v kalcifikovaných tkáních po několik let, bez separované složky UV světla je však identifikovat nelze. Nejsnáze lze značky detekovat u mladých ryb, neboť do věku 2 – 3 měsíců jsou otolity průhledné, později s navyšováním vrstev se stávají neprůhledné a při analýzách se musí brousit.

Chemické značení larev roztokem OTC a jejich vypuštění do nádrže proběhlo v roce 2007 a 2008. V roce 2007 pocházely larvy z Výzkumného ústavu rybářského

a hydrobiologického ve Vodňanech, v roce 2008 pak z líhně Tisová u Sokolova. Značení larev proběhlo vždy již na líhni. Larvy candáta obecného ve velikosti 4,5 – 6 mm SD délky těla byly šetrně sloveny ze zásobních nádob a přeloveny do transportních sudů (počet sudů v závislosti na množství larev) objemu 50 l s již připraveným roztokem barviva (obr. 3).

K barvení byla v obou případech použita koncentrace 800 mg OTC l⁻¹ roztoku. Tato koncentrace byla předem ověřena v bazénkových experimentech (Peterka a kol. 2007) a ukázala se jako dostatečná pro vytvoření značek detekovatelných po zamýšlenou dobu trvání pokusu. Roztok barviva byl připraven tak, že práškový OTC byl rozpuštěn v plastové lahvičce o objemu 0,3 l. Rozpuštěný roztok byl rozředěn do připravených sudů a ty následně důkladně zamíchány. Roztok OTC je silně kyselý (pH 2 – 3), což by ryby na místě usmrtilo, proto byl k neutralizaci použit hydroxid sodný. Hodnota pH byla měřena multifunkční sondou (YSI 556 MPS) a upravena na stejnou úroveň jako v původní nádrži (mezi 7 – 7,5). Pomocí 0,5 l kádinky byly larvy rovnoměrně rozmístěny do připravených sudů. Během transportu ryb z líhně na místo vysazení byla udržována teplota odpovídající teplotě vody v zásobních nádržích. Vzduchovací zařízení nebylo potřeba použít vzhledem k nízké hustotě larev v sudech. Po příjezdu na Římovskou přehradu byly sudy umístěny do vody a přivázány k lodi, aby došlo k vyrovnání teploty vody v sudech s teplotou v přehradě. Barvení larev probíhalo po dobu 9 hodin a jeho průběh byl vždy naplánován tak, aby i s dopravou barvení skončilo ve večerních hodinách. Vypuštění larev v nočních hodinách bylo zvoleno jakožto nejméně stresující a dovolující rybám aklimatizaci bez přímého ohrožení predátory. Před vlastním vypuštěním bylo u jednotlivých sudů určeno množství larev a případná úmrtnost metodou podvzorků. Odebrané podvzorky (vždy 3x 150 ml z každého sudu) se fixovaly 5% formaldehydem k určení velikosti vysazovaných larev a část se zamrazila k zjištění úspěšnosti barvení. Poté byly lodí zavezeny do Strahovské zátoky v hrázové části nádrže, která měla sloužit jako „polouzavřený“ systém, tedy pouze omezeně komunikující se zbylou částí nádrže. (Oblast A1 na obr. 2), a zde byly larvy vylity v blízkosti břehu, kde je hloubka 2 – 3 m.

3.3 Odlovy

Odlovy byly prováděny pomocí plůdkové vlečné sítě (Jůza & Kubečka, 2006) v přibližně desetidenních intervalech. Nejprve jen ve Strahovské zátoce, později i v hrázové oblasti (oblast A na obr. 2) a několikrát byl loven celý podélný profil nádrže (tab. 1). Pro přehlednost byla nádrž rozdělena na tři oblasti – hrázovou, střední a přítokovou, která leží

nejblíže k přítoku, ač vlastní přítoková část nádrže leží až nad touto lokalitou, ale kvůli malé hloubce nebyla vůbec vzorkována. Před odlovy byla vždy měřena teplotní a kyslíková stratifikace (YSI 556 MPS), průhlednost Secchiho deskou a z horních 5 m vodního sloupce byl odebrán zooplankton (kruhová planktonní síť průměru 20 cm, oka 100 a 250 μm). Velikost vlečných sítí byla volena v závislosti na velikosti ryb a vývoji únikových reakcí (Jůza & Kubečka, 2006). K odlovům bylo postupně použito sítí o rozměrech 2x0,5, 2x1 a 2x2 m. Vlečná síť byla tažena různou dobu dle lokálních podmínek, při rychlosti 0,8 – 1,1 m s^{-1} . Loď neplula přímou dráhou, ale její trajektorie tvořila vlnovku, aby vlečná síť neshromažďovala oblast, která byla lodí rozvířena (Jůza & Kubečka, 2006). Ryby, které se chytily, byly na místě chlazeny v ledové tříšti a co nejrychleji přebrány na určení okounovitých ryb. Ty byly posléze zamrazeny a odvezeny k laboratornímu zpracování do Českých Budějovic. Zbytek ryb byl fixován 5% formaldehydem. Odlovy probíhaly od vysazení na konci dubna do poloviny června (obr. 4, tab. 1).

3.4 Laboratorní zpracování

V laboratoři byly vzorky rozmrazeny a s použitím stereomikroskopu (Intraco Micro, zvětšení 7 – 45 x) byli vybráni candáti (při malých velikostech lze snadno zaměnit s okouny, obr. 5). Preparace otolitů byla provedena do 150 dnů od ulovení vzorků, přičemž vzorky byly uloženy ve tmě, aby nedocházelo ke ztrátám fluorescence. Tato doba byla ověřena jako spolehlivá bez ztrát fluorescence (Peterka a kol., 2007). Candáti byli měřeni s přesností na 0,5 mm. Následně za použití preparační jehly a velmi ostré pinzety byla rybám zespod otevřena lebka a ze zadní části mozkové dutiny vypreparovány největší otolity (obr. 6). *Sagittus* byl opatrně očištěn od slizového pouzdra a přenesen na předem popsané podložní sklíčko. Otolity byly vždy pokládány tak, že jeden ležel vzhůru konvexní a druhý konkávní stranou. K takto připraveným otolitům byl přiložen krystal pryskyřice (Crystalbond 509 clear), který byl na laboratorním vařiči (MM2A, Laboratorní přístroje Praha) roztaven (nesměl se začít vařit, jinak vznikají bublinky, které ruší při detekci imerzní značky) a jím byl otolit překryt. Po vychladnutí byla sklíčka uložena do tmavých pořadačů a ty do papírových krabic, aby se maximálně zamezilo přístupu světla. Zbytky těl byly přendány do mikroskopavek Ependorf a zamrazeny k případné pozdější analýze potravy.

Detekce přítomnosti imerzní značky byla provedena do jednoho měsíce od vypreparování otolitu na fluorescenčním mikroskopu (Olympus AX70, standardní FITC filtr, excitační/emisní vlnová délka 450 – 480 / >515 nm, zvětšení 200 – 600x) za použití

imerze. Otolit se nejprve vyhledal při viditelném světle a následně byla ověřena fluorescence, tzn. ověřena přítomnost či absence zářícího kruhu kolem jádra (obr. 7, 8). Pokud byla značka zřetelná, obrázek byl zaznamenán digitální fotografií pomocí programu Lucia. Během pozorování byla po celou dobu v místnosti tma. Byl-li otolit větší a paprsek přes něj nepronikl, musel se velmi opatrně a postupně brousit brusným papírem. Někdy byla značka málo zřetelná nebo byl otolit nakloněn, v tomto případě byl použit druhý otolit. Další úskalí bylo v nepravých kruzích, kdy zářil pouze okraj otolitu, zbytek slizového obalu, prasklina či bublinka pod otolitem. V těchto sporných případech byl opět použit druhý otolit pro ověření fluorescenčního kruhu.

Vzorky fixované roztokem formaldehydu byly v laboratoři nejprve zbaveny velkých jedinců zooplanktonu, zejména perlooček rodů *Leptodora* a *Daphnia*, a následně určeny počty jedinců candáta (tab. 2). Zjištěné údaje byly použity k výpočtům množství ryb, zjištění jejich velikostí a přírůstků za sledované období. Veškerá data byla analyzována v programu Microsoft Office Excel 2003.

4. Výsledky

4.1 Početnost

4.1.1 Početnost candáta epipelagické vrstvy

V roce 2007 bylo při prvním odlovu (den po vysazení) zjištěno množství 125,00 ind./1000 m³ (s.o. 35,36) (obr. 9). O deset dnů později byla početnost srovnatelná 132,22 ind./1000 m³ (s.o. 66,69) (ANOVA, $F_{1,3} = 0,019$, $p = 0,900$). Při třetím odlovu 21 dnů od vysazení bylo množství larev candátů v hrázové části vyšší 243,41 ind./1000 m³ (s.o. 71,11), ačkoli rozdíl vyšel statisticky nevýznamný (ANOVA, $F_{1,4} = 3,902$, $p = 0,119$). Po velkém nárůstu se početnost candátů v dalších odlovech prudce snížila a už se nevrátila na původní hodnoty. Po dalších 4 dnech bylo v hrázové části pouze 14,21 ind./1000 m³ (s.o. 1,93), ve střední části podobně 18,30 ind./1000 m³ (s.o. 2,75) a obdobně v přítokové 12,85 ind./1000 m³ (ANOVA, $F_{2,2} = 2,302$, $p = 0,303$). 31 dní od vysazení byla zjištěná početnost v hrázové i střední oblasti takřka stejná 3,45 ind./1000 m³ (s.o. 1,35) a 3,33 ind./1000 m³ (ANOVA, $F_{1,1} = 0,005$, $p = 0,953$). Následující den byly počty v hrázové oblasti obdobné, ale ve střední části bylo zjištěno množství jen 1,98 ind./1000 m³ (s.o. 0,71) (ANOVA, $F_{1,5} = 0,650$, $p = 0,457$). Při posledním odlovu 43 dnů od vysazení bylo množství

candátů v hrázové oblasti vyšší než v předchozích odlovech 20,08 ind./1000 m³ (s.o. 4,21), ve střední části 11,77 ind./1000 m³ (s.o. 8,72) a v přítokové 8,19 ind./1000 m³ (s.o. 6,02). Rozdíl mezi jednotlivými oblastmi byl ale statisticky nevýznamný (ANOVA, $F_{2,7} = 1,865$, $p = 0,224$).

V roce 2008 bylo při prvním odlovu 3. den od vysazení množství candátů 5,38 ind./1000 m³ (s.o. 9,80) (obr. 10). O 7 dnů později byl jejich počet obdobný 5,78 ind./1000 m³ (s.o. 4,98) (ANOVA, $F_{1,6} = 0,261$, $p = 0,627$). Výrazný nárůst nastal 14 dnů od vysazení na 45,94 ind./1000 m³ (s.o. 37,47) (ANOVA, $F_{1,8} = 6,162$, $p = 0,038$). 35 dnů od vysazení byl vzorkován celý profil nádrže. Hodnoty si značně odpovídaly, v hrázové oblasti bylo zjištěno 76,51 ind./1000 m³ (s.o. 54,51), ve střední části 88,25 ind./1000 m³ (s.o. 28,98) a v přítokové 54,77 ind./1000 m³ (ANOVA, $F_{2,5} = 0,279$, $p = 0,768$). 38. den od vysazení došlo v hrázové oblasti k poklesu na 82,79 ind./1000 m³, ale ve střední části bylo zjištěno množství výrazně vyšší 184,28 ind./1000 m³ (s.o. 130,82), i když statisticky nebyl rozdíl významný (ANOVA, $F_{1,1} = 0,401$, $p = 0,641$). Další odlov následoval 45. den od vysazení, trend zůstal zachován, v hrázové oblasti došlo opět k poklesu až na 74,51 ind./1000 m³ (s.o. 10,74), zatímco ve střední části bylo množství ještě významně vyšší, 293,22 ind./1000 m³ (s.o. 119,79) (ANOVA, $F_{1,6} = 13,227$, $p = 0,011$). Poslední odlov byl proveden 51. den od vysazení. Bylo zjištěno, že v hrázové části nastal mírný nárůst na 100,93 ind./1000 m³ (s.o. 60,38). Ve střední části množství zůstalo zachováno na 275,44 ind./1000 m³ (s.o. 107,82), ale nejvíce candátů z celého profilu bylo v přítokové části 307,90 ind./1000 m³. I přes několikanásobný rozdíl v početnostech candátů mezi jednotlivými oblastmi nebyl zjištěn rozdíl významný (ANOVA, $F_{2,6} = 3,660$, $p = 0,091$).

Průběhy obou grafů jsou zcela odlišné. V roce 2007 byli candáti vysazeni do nádrže později než v roce 2008, a tím se posunuly i termíny odlovů. Proto bylo množství ryb sezony 2007 na počátku vyšší. Rostoucí trend této sezony se udržel do 25. dne od vysazení a pokles vydržel po celou dobu zbylého zkoumaného období. Množství ryb ve vzorcích z různých lokalit si dosti odpovídalo. V roce 2008 lze v hrázové oblasti po celé období sledovat pozvolný nárůst počtu candátů. Ovšem v ostatních částech nádrže byl nárůst od 35. dne až 3x vyšší.

4.1.2 Vývoj množství značených a neznačených candátů epipelagické vrstvy

V roce 2007 bylo do Strahovské zátoky vysazeno 189833 značených candátů. Za předpokladu, že candáti zůstali pouze v zátoce ve vrstvě 0 – 2 m, to odpovídá množství 1231,08 ind./1000 m³ (obr. 11). V prvních deseti dnech byl zaznamenán prudký pokles

o 1211,59 ind./1000 m³. Shodně bylo zaznamenáno snížení množství u candátů z přirozeného výtěru o 12,27 ind./1000 m³. Mezi 10. – 20. dnem bylo zjištěno množství candátů z přirozeného výtěru v hrázové oblasti o 120,75 ind./1000 m³ vyšší a množství značených candátů o 9,56 ind./1000 m³ nižší. V období 20. – 30. den byl zaznamenán pokles množství candátů z přirozeného výtěru o 230,03 ind./1000 m³, obdobně značených o 9,93 ind./1000 m³ a candátů střední části nádrže z přirozeného výtěru o 14,97 ind./1000 m³. V intervalu 30. – 40. den bylo zjištěno zvýšení množství candátů v hrázové oblasti o 16,93 ind./1000 m³, počet značených mírně klesl o 0,27 ind./1000 m³ a množství candátů střední části z přirozeného výtěru bylo zaznamenáno o 9,79 ind./1000 m³ vyšší.

Přijmeme-li stejné předpoklady jako v roce 2007, bylo roku 2008 vysazeno do Strahovské zátoky 1987,67 ind./1000 m³ značených candátů (obr. 12). Během prvních deseti dnů bylo zjištěno množství vysazených candátů o 1987,22 ind./1000 m³ nižší. Množství candátů z přirozeného výtěru v hrázové oblasti zůstalo téměř stejné (pokles o 0,05 ind./1000 m³). Za dalších 10 dnů bylo zaznamenáno množství značených candátů o 3,38 ind./1000 m³ vyšší, výraznější nárůst množství byl určen u candátů z přirozeného výtěru o 36,77 ind./1000 m³ vyšší. V období mezi 30. – 40. dnem bylo zjištěno množství candátů z přirozeného výtěru v hrázové oblasti o 6,27 ind./1000 m³ vyšší. Obdobný trend byl zaznamenán i u candátů z přirozeného výtěru ve střední části, kde bylo množství o 97,45 ind./1000 m³ vyšší a naopak zde pokleslo zastoupení značených candátů o 1,42 ind./1000 m³. V intervalu 40. – 50. den od vysazení byl zjištěn nárůst množství candátů z přirozeného výtěru o 26,99 ind./1000 m³, ale současně zde klesl počet značených candátů o 0,57 ind./1000 m³. Ve střední části nádrže nastal pokles množství u obou skupin, značení o 3,17 ind./1000 m³ a candátů z přirozeného výtěru o 14,61 ind./1000 m³.

4.1.3 Početnost candátů v epipelagické a batypelagické vrstvě

K porovnání byla použita blízká data z denních odlovů ve dnech 26.5., 27.5. a 29.5.2008, kdy došlo k rozdělení candátů ve volné vodě nádrže do dvou hloubkových horizontů. Část candátů zůstávala přes den v epipelagické vrstvě, část odmigrovala do vrstvy batypelagické (cca 7 – 12 m). V epipelagické vrstvě hrázové oblasti bylo zjištěno množství 78,08 ind./1000 m³ (s.o. 44,62) (obr. 13). V batypelagické zóně stejné oblasti bylo candátů významně méně, 11,68 ind./1000 m³ (s.o. 9,99) (ANOVA, $F_{1,11} = 19,842$, $p = 0,001$). V epipelagické vrstvě středové části bylo 120,26 ind./1000 m³ (s.o. 79,91). Ovšem v batypelagické vrstvě bylo tentokrát candátů více 168,04 ind./1000 m³ (s.o. 154,72), i když

rozdíl nebyl statisticky významný (ANOVA, $F_{1,24} = 0,519$, $p = 0,478$). V přítokové zóně se batypelagická vrstva kvůli malé hloubce netvoří.

4.2 Růst

4.2.1 Růst candáta v epipelagické vrstvě

První odlov byl proveden den po vysazení značených candátů. Chycené ryby měřily průměrně 5,84 mm (s.o. 0,41) SD (obr. 14). Další odlovy následovaly v desetidenních intervalech, kdy nejprve byli chyceni candáti velikosti 9,47 mm (s.o. 1,28) SD a později 13,85 mm (s.o. 1,51) SD. Až k tomuto datu má růstová křivka lineární průběh. 25. den od vysazení byl vzorkován celý profil nádrže. Candáti chycení v hrázové oblasti měřili 14,69 mm (s.o. 1,49) SD, ryby ve střední části a přítokové byly menší 13,44 mm (s.o. 1,72) SD a 13,31 mm (1,63) SD (ANOVA, $F_{2,169} = 12,620$, $p < 10^{-3}$). O 6 dnů později měřili candáti hrázové části 14,40 mm (s.o. 3,13) SD a ve střední části podobně 14,19 mm (s.o. 1,33) SD (ANOVA, $F_{1,31} = 0,034$, $p = 0,854$). Následující den byli chyceni candáti obdobných velikostí 14,91 mm (s.o. 2,15) SD u hráze a 13,88 mm (s.o. 2,08) SD ve střední části (ANOVA, $F_{1,40} = 1,525$, $p = 0,224$). Poslední odlov sezony se uskutečnil 43 dnů od vysazení. Velikosti ryb se významně lišily mezi jednotlivými oblastmi. V hrázové části byli candáti velikosti 11,97 mm (s.o. 1,53) SD, ve střední části větší 12,09 mm (s.o. 2,05) SD a největší v přítokové části 13,99 mm (s.o. 3,88) SD (ANOVA, $F_{2,436} = 23,545$, $p < 10^{-3}$).

V roce 2008 byl první odlov ve Strahovské zátoce a hrázové oblasti uskutečněn 3 dny od vysazení značených candátů. Při tomto odlovu byly chyceny ryby průměrné délky těla 5,57 mm (s.o. 0,26) (obr. 15). O sedm dnů později již měřily 6,25 mm (s.o. 0,46) SD a 14 dnů od data vysazení dosahovaly délky 6,79 mm (s.o. 0,67) SD. 35. den od vysazení byl vzorkován celý profil nádrže. V hrázové oblasti candáti měřili 10,80 mm (s.o. 1,44) SD, ve střední části téměř stejně 10,60 mm (s.o. 1,14) SD a v přítokové části obdobně 10,47 mm (s.o. 0,64) SD (ANOVA, $F_{2,750} = 2,396$, $p = 0,092$). Po dalších třech dnech byly v hrázové oblasti uloveny ryby velikosti 11,44 mm (s.o. 1,97) SD a ve střední části byly menších velikostí 10,61 mm (s.o. 1,65) SD (ANOVA, $F_{1,318} = 15,712$, $p < 10^{-3}$). 45. den od vysazení, v hrázové oblasti candáti měřil 12,71 mm (s.o. 1,80) SD a ve střední části tentokrát opačně větší 13,74 mm (s.o. 1,91) SD (ANOVA, $F_{1,1140} = 76,507$, $p < 10^{-3}$). Poslední odlov sezony byl uskutečněn 51 dnů od vysazení. Candáti u hráze byli velikostí 13,61 mm (2,37) SD, ve střední části byli větší 14,83 mm (s.o. 2,72) SD a stejně jako v roce 2007 největší v přítokové části 17,45 mm (s.o. 2,49) SD (ANOVA, $F_{2,1701} = 169,386$, $p < 10^{-3}$).

Graf z roku 2007 lze rozdělit na 2 části, první má lineární průběh, ale následně stoupá pomaleji a mírně klesá. Velikosti candátů ve střední části a přítoku byly až na poslední odlov vždy menší než u hráze. Růstová křivka z roku 2008 lineárně stoupá po celé sledované období. Není ovšem tak strmá jako z roku 2007. Velikosti candátů byly při počátečním porovnání celého profilu nádrže vyrovnané. Poslední odlov naznačil trend, kdy candáti byli směrem k přítoku větší.

4.2.2 Porovnání velikosti candátů v epipelagické a batypelagické vrstvě

Při srovnání byla použita stejná data z denních odlovů ve dnech 26.5, 27.5. a 29.5.2008 jako k porovnání množství candátů v těchto vrstvách. V epipelagické vrstvě hrázové oblasti měřili candáti v průměru 11,06 mm (s.o. 1,62) SD (obr. 16). Ve stejné lokalitě byli v batypelagické vrstvě candáti větší, jejich velikost dosahovala 11,85 mm (s.o. 1,34) SD (ANOVA, $F_{1,460} = 12,791$, $p < 10^{-3}$). Obdobný trend nastal i ve střední části nádrže, v epipelagiálu měřily ryby 10,63 mm (s.o. 1,33) SD, zatímco v batypelagiálu byly výrazně větší 12,54 mm (s.o. 1,29) SD (ANOVA, $F_{1,1816} = 882,594$, $p < 10^{-3}$). Celkově byli v batypelagické vrstvě candáti větší velikosti (ANOVA, $F_{1,2278} = 871,392$, $p < 10^{-3}$).

4.2.3 Porovnání růstu značených a neznačených candátů epipelagické vrstvy v různých částech nádrže

Ke srovnání byly vždy použity pouze srovnatelné údaje z odlovů v epipelagické vrstvě. V roce 2007 měřili vysazení candáti v průměru 5,42 mm (s.o. 0,25) SD. Při prvním odlovu následující den nebyli značení candáti uloveni. 11 dnů od vysazení byli chyceni candáti z přirozeného výtěru o velikosti 9,67 mm (s.o. 1,27) SD (obr. 17), zatímco vysazení v tomto datu byli menší a měřili 8,54 mm (s.o. 0,75) SD (ANOVA, $F_{1,93} = 10,608$, $p = 0,002$). Při dalším odlovu o deset dnů později byli neznačení candáti opět výrazně větší 14,40 mm (s.o. 1,40) SD, než vysazení 12,88 mm (s.o. 0,58) SD (ANOVA, $F_{1,194} = 9,369$, $p = 0,003$). Za další 4 dny byli zjištěni candáti z přirozeného výtěru velikosti 15,20 mm (s.o. 1,191) SD a vysazení byli stále, i když ne již významně, menší 14,70 mm (s.o. 0,837) SD (ANOVA, $F_{1,56} = 0,737$, $p = 0,394$). 31. den od vysazení se chytli pouze neznačené ryby velikosti 14,29 mm (s.o. 3,15). Následující den měřili candáti z přirozeného výtěru 15,63 (s.o. 2,00) SD a značení podobně 15,00 mm (s.o. 0,71) SD (ANOVA, $F_{1,23} = 0,191$, $p = 0,666$). Při posledním odlovu 43. den od vysazení byl v hrázové části zjištěn jen jeden candát z přirozeného výtěru o velikosti 17,5 mm. Křivku lze rozdělit na dvě části, kdy první vykazuje lineární růst pro obě skupiny, ale od 25. dne se růst zpomalil a nastalo několik výkyvů.

V přítokové části se lovilo až 25. den od vysazení, v tomto termínu nebyly značené ryby identifikovány. Candáti z přirozeného výtěru měřili 13,13 mm (s.o. 1,75) SD (obr. 18), což je výrazně méně než v části hrázové (ANOVA, $F_{1,59} = 17,209$, $p < 10^{-3}$). Další odlov byl proveden 43. dne od vysazení, značení candáti měřili 13,75 mm (s.o. 1,71). Candáti z přirozené reprodukce dosahovali velikosti 13,63 mm (s.o. 3,589), tedy opět méně, nikoliv však významně, než v hrázové oblasti (ANOVA, $F_{1,29} = 1,124$, $p = 0,298$). Ve střední části nebyli značení candáti zjištěni po celý průběh pokusu.

V roce 2008 byla průměrná velikost značených ryb při vysazení 5,54 mm (s.o. 0,31) SD. Při odlovu 3. den od vysazení nebyli žádní značení candáti zjištěni, candáti z přirozeného výtěru měřili 5,57 mm (s.o. 0,27) SD (obr. 19). Další odlov následoval 10 dnů od vysazení, značení candáti již byli chyceni a měřili 6,67 mm (s.o. 0,29) SD, candáti z přirozeného výtěru byli obdobné velikosti 6,25 mm (s.o. 0,45) SD (ANOVA, $F_{1,35} = 2,466$, $p = 0,125$). 14 dnů od vysazení měřili značení candáti 7,90 mm (s.o. 0,43) SD, přirozeně vytřeni byli menší velikosti 6,67 mm (s.o. 0,61) SD (ANOVA, $F_{1,313} = 103,067$, $p < 10^{-3}$). Další ryby byly odloveny 35 dnů od vysazení, značení candáti nebyli zjištěni, candáti z přirozeného výtěru měřili 11,40 mm (s.o. 1,34) SD. Následující odlov 38. den od značení byl také bez značených ryb, candáti z přirozeného výtěru byli délky 12,87 mm (s.o. 1,52) SD. 45. den od vysazení byl uloven jen jeden značený candát o velikosti 13 mm SD, candáti z přirozeného výtěru měřili 14,26 mm (s.o. 1,80) SD, vzhledem k velkému rozdílu počtů jedinců v jednotlivých vzorcích je statistické porovnání samozřejmě nevýznamné (ANOVA, $F_{1,130} = 0,482$, $p = 0,489$). Poslední odlov 51 dnů od vysazení byl také bez značených ryb, přirozeně vytřeni měřili 14,86 mm (s.o. 2,11) SD. Obě křivky lze považovat za lineární.

Ve střední části nádrže bylo prvně loveno až 35. den od vysazení. Při tomto odlovu byly zjištěny značené ryby velikosti 11,00 mm (s.o. 1,41) SD (obr. 20), candáti z přirozeného výtěru byli jen o málo větší 11,17 mm (s.o. 1,10) SD (ANOVA, $F_{1,122} = 0,046$, $p = 0,831$). Další odlov 38 dnů od vysazení byl bez detekce značených ryb, neznačení candáti měřili 12,06 mm (s.o. 1,23) SD. 45. den měřili vysazení candáti 14,67 mm (s.o. 0,58) SD a candáti z přirozeného výtěru opět podobně 14,82 mm (s.o. 1,78) SD (ANOVA, $F_{1,276} = 0,023$, $p = 0,880$). Poslední odlov byl proveden 51. den od vysazení, žádné značené ryby nebyly identifikovány, neznačení candáti měřili 16,16 mm (s.o. 2,39) SD. I tyto křivky lze proložit přímkou. Na rozdíl od roku 2007 nebyl v roce 2008 zjištěn výskyt vysazených candátů v přítokové části nádrže, ale byl zjištěn jejich početný výskyt ve střední části.

V roce 2007 byli vysazení candáti vždy menší než candáti z přirozeného výtěru. Růst obou skupin si odpovídal. V roce 2008 byli naopak vysazení candáti větší, a to až do 35. dne.

Následně se v hrázové oblasti chytli menší než neznačení candáti, ale ve středové oblasti byly zjištěny obě skupiny stejné velikosti.

Pro srovnání růstu značených a neznačených candátů v epipelagické a batypelagické vrstvě jsou údaje pouze ve střední části nádrže. Neboť v hrázové oblasti nebyli v datech 26., 27. ani 29.5.2008 žádní značení candáti v epipelagické vrstvě zjištěni. Candáti z přirozeného výtěru zde dosahovali menší velikosti 11,71 mm (s.o. 1,51) SD (obr. 21). V batypelagické vrstvě byli identifikováni značení candáti velikosti 12,00 mm (s.o. 1,73) SD a candáti z přirozeného výtěru jen o málo větší 12,37 mm (s.o. 1,01) SD (ANOVA, $F_{1,44} = 0,352$, $p = 0,556$).

Ve střední části nádrže byli v epipelagické vrstvě značení candáti o velikosti 11,00 mm (s.o. 1,41) SD (obr. 22) a neznačení podobně 11,48 mm (s.o. 1,22) SD (ANOVA, $F_{1,186} = 0,301$, $p = 0,584$). Batypelagičtí candáti byli v obou případech větší, ať značení 12,83 mm (s.o. 0,29) SD, což nevyšlo statisticky významné (ANOVA, $F_{1,3} = 5,585$, $p = 0,099$), tak i jedinci z přirozeného výtěru 12,88 mm (s.o. 1,20) SD, kde byl rozdíl významný (ANOVA, $F_{1,882} = 199,622$, $p < 10^{-3}$).

4.2.4 Porovnání přírůstků candátů v jednotlivých oblastech po desetidenních intervalech

V roce 2007 rostli vysazení candáti v prvních 10 dnech průměrnou rychlostí 0,28 mm/den (obr. 23). V dalších deseti dnech byly přírůstky candátů v hrázové oblasti vyšší, u značených průměrně 0,43 mm/den a z přirozeného výtěru 0,47 mm/den. V období 20. – 30. dne se růst značených candátů v hrázové oblasti zpomalil na 0,19 mm/den a u candátů z přirozeného výtěru byl přírůstek dokonce slabě záporný -0,01 mm/den. Ve středové části nádrže byl přírůstek candátů z přirozeného výtěru 0,12 mm/den. V posledním sledovaném období (30. – 40. den) byly přírůstky opět vyšší u neznačených candátů hrázové oblasti 0,27 mm/den, ve střední části zůstaly záporné -0,16 mm/den a u vysazených candátů střední části téměř žádné 0,03 mm/den.

V roce 2008 vysazení candáti v hrázové oblasti v prvních 10 dnech rostli průměrnou rychlostí 0,13 mm/den (obr. 24) a candáti z přirozeného výtěru 0,10 mm/den. V dalších 10 dnech (20. – 30. den od 1. vysazení) rostli značení candáti hrázové oblasti rychleji 0,31 mm/den a neznačení si udrželi stálý růst 0,11 mm/den. Ve čtvrtém období (30. – 40. den) byl přírůstek candátů z přirozeného výtěru u hráze 0,49 mm/den, ve střední části nádrže 0,30 mm/den a pro značené ryby střední části nádrže 0,37 mm/den. V dalších 10 dnech (40. – 50. den) se růst candátů z přirozeného výtěru u hráze zpomalil na 0,10 mm/den a ve střední části nádrže na 0,22 mm/den.

V roce 2007 vysazení candátů vykazovali v prvních 10 dnech 2,3x vyšší přírůstky než v roce 2008. Za dalších 10 dnů (20. – 30. den) byly přírůstky vysazených candátů v obou letech téměř vyrovnané. V tomto období candátů z přirozeného výtěru rostli v roce 2007 výrazně rychleji než v roce 2008. Za období 20. – 30. v roce 2007 byly přírůstky všech zjištěných kategorií menší než v předešlém období. Přírůstky za 30. – 40. den dosáhly v roce 2008 svého maxima, které se nápadně podobá období 10. – 20. dne ročníku 2007. Stejně lze připodobnit 40. – 50. den k 20. – 30. dnu 2007.

4.3 Šíření vysazených candátů po nádrži

V roce 2007 nebyl při prvním odlovu následující den po vysazení ve Strahovské zátoce ani před ní chycen žádný značený candát (obr. 25). V dalším odlovu 11 dnů od vysazení byl již dvakrát potvrzen výskyt značených candátů v zátoce, před zátokou dosud nikoli. 21. den od vysazení byli značení jedinci zjištěni opět dvakrát v zátoce a navíc i v hrázové oblasti před zátokou. Při dalším odlovu 25. den od vysazení se lovil celý podélný profil nádrže, značení candátů byli zjištěni jen na dvou lokalitách hrázové oblasti. 31. den od vysazení nebyly značené ryby vůbec zjištěny. 32. den od vysazení byl značený candát zjištěn pouze v hrázové oblasti. Při posledním odlovu 43. den od vysazení byly značené ryby identifikovány jen na dvou lokalitách přítokové části nádrže.

Počátek sezony 2008 měl obdobný průběh jako předchozí. Při prvním odlovu 3 dny po vysazení nebyli značení candátů identifikováni v zátoce ani před ní (obr. 26). O týden později byla potvrzena dvakrát jejich přítomnost v zátoce, ale dosud chyběli v hrázové oblasti před zátokou. Za další čtyři dny byly vysazené ryby zjištěny ve 4 odlovech v zátoce včetně vrstvy 2 – 4 m a ve 2 odlovech před zátokou, také s vrstvou 2 – 4 m. V tomto termínu byly navíc chyceny i v hrázové oblasti. Při dalším odlovu 35. den od vysazení byli značení candátů uloveni v hrázové batypelagické vrstvě 11 – 13 m hluboko a stejně tak ve střední části nádrže, kde byli zjištěni při dvou odlovech v hloubce 10 – 12 a 11 – 13 m a dvou hladinových tazích. Následující den byl značený candát identifikován pouze v jednom odběru ve střední části nádrže z hloubky 11 – 13 m. 38. den od vysazení nebyly značené ryby zjištěny. 45. den od vysazení byly značené ryby zjištěny v oblasti před zátokou a dvou lokalitách střední části nádrže. Při posledním odlovu 51. den od vysazení nebyly značené ryby chyceny vůbec.

Hlavní rozdíl mezi oběma ročníky je, že v roce 2007 byli značení candátů zjištěni v přítokové části, ale nikoliv ve střední části. Naopak v roce 2008 bylo relativně dost vysazených candátů zjištěno ve střední části, ale žádný nebyl zaznamenán v přítokové části.

5. Diskuse

Metoda imerzního značení larev a juvenilních ryb oxytetracyclinem hydrochloridem (OTC) se po mnoho let s úspěchem používá ve Spojených státech amerických pro zjištění příspěvku vysazených candátů severoamerických, příbuzného druhu *Sander canadensis* i okounů žlutých (Brooks a kol., 1994; Heidinger & Brooks, 1998; Brooks a kol., 2002; Brown a kol., 2002; Fielder, 2002; Lucchesi, 2002; Logsdon a kol., 2004; Quist a kol., 2004a; Fayram a kol., 2005b; Jennings a kol., 2005; Hoxmeier a kol., 2006). Na candátu obecném ji poprvé testoval Peterka a kol. (2007). Touto metodou lze naráz obarvit velké množství ryb, aniž bychom je jakkoli poranili. Jako jednu z mála lze použít pro časná stádia juvenilních ryb. Mortalita při značení je nízká (Peterka a kol., 2007 udává pod 5 %) a detekovatelnost značení v období do 8 týdnů od značení a při analýze do 200 dní od ulovení ryb je 100 % (Peterka a kol., 2007).

Cílem experimentu, jehož výsledky shrnuje předkládaná bakalářská práce, bylo ověřit, zda lze tuto metodu použít pro pokus v měřítku přehradní nádrže Římov (rozloha 210 ha, maximální a průměrná hloubka 45 a 16 m, délka 12 km). Původní idea experimentu byla založena na předpokladu poměrně omezené šířitelnosti larválních a juvenilních stádií candáta, a tedy na skutečnosti, že budou-li candáti vysazeni do relativně uzavřeného podsystemu imitujícího podmínky celé či alespoň části nádrže (Strahovská zátoka), bude možné získat relevantní výsledky s výrazně nižšími náklady, a přitom signifikantnější, než pokoušet se, s omezenými investicemi (nejenom materiálními, ale i pracovními), zkoumat celou nádrž. Proto byl zejména v prvním roce experimentu (2007) kladen důraz zvláště na odlovy v zátoce a případně v hrázové oblasti (19 z celkových 39 odlovů). Bohužel záhy se ukázalo, že tento předpoklad nebyl správný, migrační schopnosti larválních stádií byly enormí již v prvních fázích jejich života, což mělo částečně negativní vliv na získané výsledky, jak bude diskutováno dále.

5.1 Sezona 2007

Množství candátů epipelagické vrstvy v roce 2007 pozvolna rostlo v průběhu prvních dvou týdnů od vysazení až do dosažení vrcholu početnosti 21. den od vysazení. Po výrazném nárůstu následoval prudký pokles množství candátů. Tento stav byl zjištěn v celém profilu

nádrže, nešlo tedy o náhodný jev. Jakýkoli gradient nebyl patrný, naopak nádrž se zdála z pohledu početnosti candáta být poměrně homogenní. Výrazný pokles množství candátů se projevil i v jejich růstu. Až k tomuto datu byly přírůstky lineární, následně stagnovaly a poté došlo dokonce k jejich poklesu. Tato anomálie postihla opět candáty z celého profilu, a co je velmi zajímavé, postihla i candáty vysazené. Nejlépe je tento proces vidět mezi 20. – 30. dnem, kdy byly přírůstky výrazně nižší než v předešlém období a mezi 30. – 40. dnem, kdy byly na některých lokalitách dokonce záporné.

Možných vysvětlení tak náhlého poklesu množství candátů je několik. V první řadě je možné spekulovat o chybě metodické, neboť k propadu množství candátů epipelagické vrstvy došlo v době, kdy se začaly provádět denní odlovy namísto nočních. Část candátů tedy mohla být v batypelagické vrstvě, která nebyla vzorkována, podobně jako to dělají během dne okouni (Čech, 2006). Množství ryb v batypelagické vrstvě však většinou bývá v řádech procent až maximálně desítek procent z celkového počtu a nikdy ne několika řádově více, jak by tomu muselo být, aby bylo možné uspokojivě vysvětlit propad početnosti v tomto případě. Navíc mezi denními odlovy byl i noční (31. den od vysazení), kdy se větší množství candátů nechytilo a naopak zjištěné množství bylo nejnižší pro hrázovou oblast a druhé nejnižší pro střední část nádrže za celé sledované období.

Nejlépe by situaci objasnil náhlý pokles množství zooplanktonu. V čase propadu množství ryb candáti měřili průměrně 13,81 mm SD. Candáti této velikosti jsou již zdatní plavci a jejich potravou bývají velké perloočky a v menší míře klanonožci (Kovalev, 1976). Množství potravy, které by jim mělo stačit ke zdárnému růstu bylo ovšem zjištěno pod hranicí 10 kusů zooplanktonních organismů na litr (Ljunggren, 2002c), což v dané chvíli v nádrži bezpečně bylo (Seďa, osobní sdělení). Množství perlooček a klanonožců v nádrži Římov v daném období dokonce spolehlivě splňovalo potřebné podmínky zjištěné pro zdárné přežívání postlarválních stádií candáta severoamerického, a to více jak 50 kusů zooplanktonu na litr (Johnston & Mathias, 1993). Na druhé straně tíž autoři v jiné práci (Johnston & Mathias, 1994a) na základě použití energetického modelu tvrdí, že candáti severoameričtí velikosti 13 – 15 mm CD potřebují ke zdárnému růstu 100 kusů malého (<0,3 mm) zooplanktonu na litr, ovšem již v diskusi článku podotýkají, že je toto číslo příliš vysoké a model není pro takto velké ryby přesný. V další své práci (Johnston & Mathias, 1996) výsledky ještě přehodnotili a uvádějí, že larvám >11,9 mm CD stačí k růstu za příznivé teploty dokonce méně jak 2 kusy zooplanktonu na litr. Ve světle těchto různorodých výsledků patrně nepřekvapí obecné zjištění, že čím více zooplanktonu mají candáti k dispozici, tím lépe rostou (Hoxmeier a kol., 2004; Molnár a kol., 2004a). Spíše než celkové množství je ale

významné složení zooplanktonu, neboť byla prokázána výběrovost kořisti candátem obecným (Mehner a kol., 1998; Peterka a kol., 2003; Specziár, 2005) i severoamerickým (Galarowicz & Wahl, 2005; Graham & Sprules, 1992; Johnston & Mathias, 1994a; Hoxmeier a kol., 2004). Mohlo tedy dojít k poklesu pouze množství velkého zooplanktonu (>0,6 mm). Candáti velikosti, při které došlo k jejich prudkému snížení početnosti (<14 mm SD) jsou velmi citliví k hladovění, které vede k významným ztrátám (Johnston & Mathias, 1996). Na druhé straně však Jensen (1992) zjistil, že po nárůstu mortality se ustanovila nová rovnováha, kdy na méně ryb připadlo více potravy a přeživší ryby pak rychleji rostly a dříve dosáhly dospělosti. V našem pokusu nemáme pro pozdější vývoj situace údaje. Výsledek mírného nárůstu početnosti zjištěný během posledního odlovu sezony roku 2007, 43. den od vysazení, by tuto hypotézu podporoval.

K výsledkům velmi podobným našemu experimentu došel i Quist a kol. (2004a). Ti sledovali změny množství značených vysazených larev candáta severoamerického v období od konce dubna do června. Jejich výsledky ukazují obrovskou variabilitu v množství candáta za sledované období. Mortalitu larev se nepodařilo vysvětlit množstvím zooplanktonu, ale konkurencí s larvami sledovitých ryb, dorosom dlouhoploutvých. V našem případě lze uvažovat o možné konkurenci s okounem říčním či kaprovitými rybami. Množství juvenilních okounů v úlovku bylo vždy výrazně vyšší než candátů (vlastní pozorování). Početnost kaprovitých ryb se zvyšovala se zpožděním za okounovitými rybami a dosáhla vyšší hodnoty na konci sezony.

Další možnou příčinou, ač méně pravděpodobnou, je náhlá změna teploty. Candáti severoameričtí špatně snášejí kolísání teploty a mortalita se v takovém případě zvyšuje (Hansen a kol., 1998). Právě změna teploty mohla odstartovat i snížení množství zooplanktonu (Quist a kol., 2004a) nebo pouze zpomalit růst (Hansen a kol., 1998). Při vyšší teplotě byl pozorován u candáta severoamerického vyšší počet útoků na kořist, které byly úspěšnější a dokonce si vybíral energeticky výhodnější kořist (Johnston & Mathias, 1994b).

Jednou z posledních nabízejících se možností je, že se stali kořistí predátorů. K tomu by ovšem nemohlo dojít tak náhle a navíc množství dravých ryb nádrže Římov je malé (Vašek a kol., 2004).

5.2 Sezona 2008

V roce 2008 začal experiment o 9 kalendářních dnů dříve, proto se posunuly i termíny odlovů. Na počátku sezony se chytalo velmi malé množství candátů, což lze vysvětlit tím,

že většina candátů dosud nebyla vytřena, vykulena či rozplavána. Candát obecný se v našich podmínkách tře od konce dubna do června a larvy se z oplozených jiker vykulí obvykle za 10 – 16 dnů (Baruš & Oliva, 1995). K výraznějšímu nárůstu množství došlo až 14 dnů po vysazení. Toto načasování tak s mírným odstupem odpovídá nárůstu množství candátů v předešlém roce. Na rozdíl od něj nárůst zůstal zachován po celé sledované období. Rostoucí gradient množství lze spatřit i na růstové křivce, kdy se u candátů v hrázové oblasti udržel lineární růst, ale jedinci ze střední a přítokové oblasti nejprve byli o málo menší a na konci sledovaného období candáty z hrázové části přerostli. Pozoruhodné je, že se množství candátů v epipelagické vrstvě od 35. dne, kdy bylo na všech profilech srovnatelné, ve střední a přítokové části zvýšilo až 3x oproti hrázové části. Týž gradient stanovený pro jiné druhy juvenilních ryb nádrže Římov byl detailně popsán ve Vašek a kol. (2004, 2006). Ti ve svých pracích uvádí, že přítoková část je bohatší na živiny, a tím i potravu pro juvenilní ryby, a že se zvyšuje poměr litorálu (místo tření a líhnutí) ku pelagiálu (oblast kam migrují juvenilní ryby) a jedná se tedy zejména o projev většího množství vykulených ryb. Na konci sledovaného období byli největší jedinci zaznamenáni v přítokové části nádrže. Toto pozorování opět souhlasí se závěry ve Vašek a kol. (2006). Největší přírůstky byly mezi 30. – 40. dnem od vysazení, což opět odpovídá posunu oproti sezoně 2007.

Co bylo mezi oběma roky rozdílné, zůstává bez odpovědi. Možná došlo k jinému vývoji teploty vody, na čemž je závislý rozvoj zooplanktonu. Složení ichtyoplanktonního společenstva bylo oba roky obdobné, převažoval okoun, později kaprovité ryby, kterých bylo ovšem menší množství než předcházejícího roku (vlastní pozorování).

5.3 Příspěvek vysazených ryb

Zjišťování příspěvku vysazených ryb může být zavádějící. Při obou pokusech se při prvních odlovech, v roce 2007 den po vysazení a v roce 2008 tři dny po vysazení, žádné značené ryby nechytly. Mohlo to být způsobeno tím, že dosud nebyly rozplavány. To lze doložit i tím, že v roce 2008 se 10. den od vysazení chytlo méně ryb než 14., tento závěr je v kontrastu s tvrzením, že candáti záhy po vykulení migrují do pelagiálu (Matěna a kol., 1999). Obdobně popsal Kovalev (1976) první velikostní skupinu 6,1 mm SD, vyskytující se v pelagické vrstvě s dostatečným množstvím kyslíku a jejichž pohybové schopnosti jsou velmi omezené. Pokud by se vysazené larvy 5,42 mm SD vyskytovaly v pelagické vrstvě zátoky, musely by být chyceny do plůdkové vlečné sítě. Množství chycených značených candátů bylo nejvyšší v prvním (2007) respektive druhém (2008) týdnu od vysazení a později

se snižovalo, což bylo jistě poznamenáno vlastní mortalitou, a také migrací, proto by její další ohodnocení podléhalo větší chybě

I přes notné zjednodušení při výpočtu množství nasazených značených candátů (objem Strahovské zátoky ve vrstvě 0 – 2 m) lze tvrdit, že mortalita vysazených candátů v obou letech dosahovala v prvním až druhém týdnu 98,42 % (2007) a 99,81 % (2008). Tento výsledek je podobný s údaji v Brooks a kol. (2002) pro larvy candáta severoamerického 99,93 %, kde je tato mortalita vztažena až k období prvního roku do podzimu. V práci Jennings a kol. (2005) zjistili mortalitu o něco nižší, a to 94,6 % za stejné období jako Brooks a kol. (2002). Mortalita v našem případě byla zřejmě způsobena přechodem candátů na exogenní způsob výživy. Candáti měřili při vysazení v obou letech průměrně 5,42 mm SD, což odpovídá velikosti, kdy přechází na exogenní způsob výživy. Velká mortalita v tomto období je popsána ve studii Ljunggren (2002a). Larvy se dosud pohybují velmi neobratně a pomalu (Kovalev, 1976), a proto musí být velké množství potravy ve vodě (>1000 kusů kořisti na litr v Ljunggren, 2002a; >585 kusů na litr v Ljunggren, 2002c).

To, zda budou vysazení candáti větší nebo menší než candáti z přirozeného výtěru, je dáno načasováním vysazení ryb. V našem pokusu, kdy candáti byli v roce 2007 vysazení relativně pozdě, byli značení candáti menší, ale přírůstky vykazovali obdobné jako neznačení. V roce 2008 byla situace opačná. Candáti se do přehrady vysadili dříve, než se objevily larvy candátů z přirozeného výtěru. To bylo naplánováno i proto, aby se potvrdila či vyvrátila hypotéza, že pokud se objeví candáti ve vodě dříve než jiné ryby, mají možnost jako první se živit zooplanktonem, tím rychleji růst, být větší a brzo přejít na dravý způsob života. To se nám nepotvrdilo, neboť se velikosti u obou skupin během vývoje vyrovnaly. Navíc tohoto roku byl ještě dodatečně o 21 dnů později vysazen menší počet larev. V této době již byly v úlovcích přítomny jak larvy candáta z prvního vysazení, tak množství larev candátů z přirozeného výtěru. Nově vysazené larvy byly pro odlišení od prvně vysazených barveny dvakrát po sobě. Ovšem tyto značené ryby nebyly za celý pokus zjištěny. Mohly všechny uhynout nebo jich byl příliš malý počet, aby byly zachyceny při odlovech.

Náš výsledek je v kontrastu s výsledky pokusu popsaném Sutela & Hyvärinen (2002). Tito autoři vysadili na počátku srpna do Finského jezera candáty, kteří byli odchováni v umělých podmínkách, při kterých rostli výrazně rychleji než ryby z výtěru v jezeře. Při vysazení tedy byli větší než candáti z přirozeného výtěru a prakticky ihned lovili potravní ryby. Při srovnání váhy na konci srpna byla průměrná váha nasazených candátů 3,5 g (s.o. 0,6) a původních larev 0,6 g (s.o. 0,1). Růstová rychlost larev z přirozeného prostředí činila $0,021 \text{ g d}^{-1}$, což odpovídá pouze 17 % toho, co vykázali nasazení candáti ($0,125 \text{ g d}^{-1}$).

5.4 Vertikální migrace

V roce 2007 jsme pouze spekulovali o množství candátů v batypelagické vrstvě, proto jsme se v roce 2008 snažili určit jejich zastoupení v obou vrstvách během dne. Při pokusech se zjistilo, že se ve dne může významná část candátů uchýlit do batypelagické vrstvy. Ovšem podíl množství candátů v této vrstvě se velmi lišil jak mezi jednotlivými odlovy, tak mezi hrázovou a střední částí nádrže. Zatímco v hrázové oblasti zaujímali batypelagičtí candáti pouze 13,01 %, ve střední části až 58,29 %. Proměnlivost množství příbuzného okouna říčního v batypelagické vrstvě detailně popsal Čech (2006). Autor ve své dizertační práci popisuje několik různých zjištění o chování juvenilních okounů v batypelagické vrstvě, kde se mohou vyskytovat spolu s candáty (Čech, 2007a). Množství ryb v batypelagické vrstvě se může během sezony měnit, jako například pokles množství od května do června v nádrži Slapy (Čech a kol., 2005) nebo nárůst během stejného období následovaný prudkým poklesem v srpnu v nádrži Římov (Čech & Kubečka, 2006), ale i naprostá nevyrovnanost množství nádrže Orlík (Čech a kol., 2007b) i případ dvou vrstev nad sebou, které náraz zmizely v důsledku povodní (Čech a kol., 2007a).

Z našich výsledků vyplývá, že diurnální migraci podstoupily více ryby větší než menší jedinci. Tento trend byl různě popsán v Čech (2006). Okouni v batypelagické vrstvě nádrže Slapy byli v květnu menší o 2,5 mm než v epipelagické, ale v červnu již byly velikosti vyrovnané (Čech a kol., 2005). Na nádrži Orlík byl zjištěn velikostní gradient, kdy velikost rostla od hráze směrem k přítoku, ale od jistého místa se trend zcela obrátil (Čech a kol., 2007b).

5.5 Horizontální migrace

Původní myšlenka sledování raných stádií vývoje candáta v polouzavřeném systému vycházela ze známých skutečností o chování candáta (viz. dále). Celý pokus byl naplánován v měřítku jedné zátoky a nikoli celé nádrže. Z tohoto hlediska jej lze považovat za neúspěšný. Candát obecný se v dospělosti vyskytuje na relativně malém prostoru (24 – 188 ha, Froust & Haynes, 2007), odkud každoročně podniká třecí migrace (Puke, 1952; Willemsen, 1977; Lektonen, 1979, 1983; Jepsen a kol., 1999 všech pět v Lappalainen a kol., 2003; Froust & Haynes, 2007). Na vhodném místě, často mělké teplejší zakalené vody, staví samci hnízdo z rostlinného materiálu, o které po naklazení a oplození jiker pečují do vylíhnutí larev (Balon a kol., 1977 v Lappalainen a kol., 2003). Místo nejčastějšího výtěru se shoduje s místem, kde

Pratt & Fox (2001) pozorovali největší množství výskytu juvenilních candátů severoamerických, tedy mělké pobřeží s výskytem makrofyt, v nichž nalézají larvy i množství potravy. Roseman a kol. (2005) pozorovali největší množství larev candátů severoamerických v příbřežní oblasti, kde se candáti vylíhli, během celé sezony. Jejich množství se směrem do hlubších částí jezera snižovalo. Tyto údaje podporují původní hypotézu, že disperze larev a časných juvenilních stádií je dosti omezená. Náš pokus ukázal pravý opak. V roce 2007 byla 43. den od vysazení zjištěna přítomnost čtyř značených candátů v přítokové části. To může být částečně vysvětleno tvrzením, že larvy do velikosti 6,1 mm jsou pasivně unášeny proudy a větrem, ale od 8,0 mm jsou schopny samostatného pohybu, který se s ontogenetickým vývojem rychle zefektivňuje (Kovalev, 1976). Naopak si naše pozorování protirečí s názory Houde (1969) a Houde & Forney (1970 oba v Roseman a kol., 2005), kteří tvrdí, že o distribuci pelagických larev rozhodují vodní proudy. Naše pozorování dokazuje, že i takto malí candáti jsou schopni velmi efektivního pohybu, neboť do přítokové části se dostali proti toku vody i převládajícím proudům způsobených větrem.

Obdobný pokus jako my uskutečnili s candátem severoamerickým Quist a kol. (2004a). Larvy značené OTC byly vysazeny do horní části nádrže a během celé sezony (od konce dubna do června) byly zjišťovány jen v této oblasti. Celkové množství candátů severoamerických v zbylé části přehrady dosahovalo pouze 15,6 – 16,7 %. Autoři se domnívají, že candáti tuto oblast neopustili, neboť zde byla voda o 2 °C teplejší. Tento faktor je zřejmě pro candáty významnější, jelikož v přítokové části měli pouze polovinu množství zooplanktonu (*Daphnia* spp.) než ve zbylé části. Dále autoři uvádí, že vítr o síle 40 km.h⁻¹ měl vliv na vertikální rozmístění candátů. Další příklad popírající výraznou prostorovou disperzi časných stádií candáta uvádí Lehtonen a kol. (1996). Ti sledovali reprodukci candáta obecného v Baltickém moři. Tření tam probíhá v mělkých zátokách, ústích řek a zálivech, kde je nízká slanost vody a voda je zde teplejší. Po vykulení larvy tuto oblast neopouštějí, neboť jsou zde chráněny zákalem, mají zde dostatek potravy a pokud by se příliš vzdálily, uhynuly by v důsledku vyšší salinity. Naopak značnou disperzi u větších (61,1 mm CD) vysazených candátů pozorovali Sutela & Hyvärinen (2002). Ti chytali vysazené candáty během prvního týdne do vzdálenosti 1 km od místa vypuštění a druhý týden do vzdálenosti 2 km. Další možnost pasivního pohybu uvádí Čech a kol. (2007b). Ti zjistili, že při povodni byli candáti a okouni spláchnuti z ramene řeky Otavy do jezerní části nádrže Orlick.

5.6 Náročnost metody značení

Jedním z hlavních cílů této práce bylo ověření metody imerzního značení larev candáta v reálných podmínkách nádrže. Brzy se ukázaly nevýhody zvolené metody, zejména její časová náročnost. Značení ryb včetně vysazení zabralo téměř celý den. Následné odlovy plůdkovou vlečnou sítí mnohdy trvaly celou noc a v případě denních odlovů větší část dne. Po každém odlovu byl úlovek přebrán k určení nejprve okounovitých ryb, při větších velikostech ryb se dali již přímo rozlišit candáti. Tento proces navýšil dobu strávenou v terénu asi dvakrát. Získaný podvzorek byl zamražen a později znovu přebrán s použitím stereomikroskopu k jistému určení candátů. To trvalo podle množství a velikosti zamražených ryb průměrně 30 ryb za minutu. Určení candátů byli měřeni a byli jim vypreparovány otolity, což je náročný proces na soustředěnost a přesnost, doba strávená nad jednou rybou byla po určité praxi průměrně 10 minut. Zbylá část těla byla zamrazena pro případnou potravní analýzu. Detekce přítomnosti chemické značky byla provedena za použití fluorescenčního mikroskopu. Byl-li otolit čirý, trvala detekce přítomnosti značky v průměru 6 minut. V případě, že otolit byl vypreparován z většího candáta a světelný paprsek jím neprošel, musel se nejprve jemně zbrousit na úroveň jádra otolitu, čímž se doba prodloužila až na 30 min. Experiment byl naplánován tak, že velkých ryb v odebraných vzorcích byl prakticky zanedbatelný počet (přesně dva kusy v roce 2007 a tři kusy v roce 2008). Zbylá část úlovku (bez zamražených ryb) se v terénu fixovala 5% formaldehydem. Tyto vzorky byly nejprve zbaveny velkých jedinců zooplanktonu, což při flotaci trvalo 1 hodinu na láhev se vzorkem (některé vzorky byly ve 2 lahvích). A následně se určily počty jedinců candáta, po dobu obdobnou přebírání zamražených podvzorků. Všichni candáti byli měřeni s přesností 0,5 mm.

Celý pokus poznamenalo, že se během něho chytl jen málo značených ryb. V roce 2007 byly vypreparovány otolity z celkem 635 candátů, z nichž bylo pouze 33 značených. Preparece a následná detekce přítomnosti značky trvaly přibližně 170 hodin. Tento čas není zanedbatelný, a tak aby v následujícím roce nemuselo být odebíráno mnohonásobně více candátů k analýze, rozhodlo se, že se jich do nádrže vysadí větší množství. V roce 2008 bylo vysazeno téměř o 117000 značených candátů více, bohužel více násadového materiálu se nepodařilo obstarat (naprostý nedostatek na většině oslovených líhni). Proto bylo přijato náhradní řešení, kdy se navíc 21 dnů od 1. vysazení vysadilo dalších 45330 tentokrát dvakrát značených candátů. První odlovy probíhaly opět v zátoce a hrázové oblasti, aby se oba ročníky daly snáze porovnat, později byl kladen důraz na celý profil nádrže včetně různých

hloubek batypelagické vrstvy, kde byla echolotem zjištěna přítomnost ryb. Za celou sezonu bylo provedeno 102 odlovů plůdkovou vlečnou sítí. Celkem byly vypreparovány otolity z 2787 candátů, z nichž se zjistilo pouze 41 značených. Candáti z 2. vysazení nebyli zjištěni vůbec. Preparace otolitů a následná detekce přítomnosti značky zabraly přibližně 750 hodin. Zjistilo se, že ani více než 300000 candátů není dostatečné množství, aby se dal rozumně určit příspěvek vysazených candátů a změny jejich množství v čase. K tomu by bylo třeba množství o dva řády vyšší a více pracovního nasazení, které je ve dvou lidech nerealistické. Zároveň by bylo mnohem účinnější, pokud by bylo možné zjišťovat, zda ulovené ryby pocházejí z vysazení nebo z přirozeného výtěru přímo v terénu nebo aspoň mezi jednotlivými odlovy. Dalo by se poté pružně reagovat na danou situaci, zejména s migrací ryb. V našem případě byly vzorky zpracovány až po sezoně (z důvodu časové náročnosti), a proto uniklo mnoho důležitých detailů. I přesto si myslím, že bylo získáno mnoho zajímavých a přínosných výsledků.

6. Závěry

- Dvě po sobě následující sezony mohou být z hlediska úspěšnosti reprodukce a přežívání candáta zcela odlišné. V roce 2007 došlo v květnu k výraznému poklesu množství v celé nádrži. V roce 2008 množství candátů narůstalo po celou sledovanou dobu a byl patrný gradient, kdy bylo více ryb v přítokové a střední části než v části hrázové.
- Larvy se po vysazení hned nerozplavou, ale trvá jim to až dva týdny.
- Po vysazení larev je největší mortalita v prvních dnech (98 – 100 %).
- Ve dne se značná část candátů může uchýlit do batypelagické vrstvy, jejich množství je v různých částech odlišné. Větší candáti migrují více.
- Při poklesu množství v roce 2007 se zpomalil i růst, dokonce i u vysazených candátů.
- V roce 2008 se množství candátů zvyšovalo po celou sezonu a s tím i jejich růst. Byl zjištěn gradient, kdy candáti směrem k přítoku rostli rychleji.
- Pokud vysadíme larvy až poté, co se vykulili candáti z přirozeného výtěru, budou vysazené ryby menší. Pokud je vysadíme dříve, budou větší. Přírůstky vysazených i z přirozeného výtěru si dosti odpovídají a jejich velikosti se za určitý čas vyrovnají.
- Larvy a juvenilní jedinci mají velmi rozvinuté migrační schopnosti. Za dva týdny po vysazení byli zjištěni v epipelagické vrstvě před zátokou v hrázové oblasti a 35. den

po vysazení již v epipelagické i batypelagické vrstvě střední části nádrže. V roce 2007 byli po 43 dnech od vysazení zjištěni v epipelagické vrstvě v přítokové části.

- Metodiku značení larev candáta OTC a následnou detekci značek na otolitech lze použít v terénní studii. Je 100 % spolehlivá, ale časově extrémně náročná.
- Pokud bychom chtěli ohodnotit příspěvek vysazených larev candáta k přirozené reprodukci, sledovat jejich přežívání a růst, museli bychom jich v systému obdobné velikosti nádrže Římov vysadit miliony kusů.

7. Seznam citované literatury

- Baruš, V., Oliva, O., 1995. Mihulovci – Petromyzontes a ryby – Osteichthyes (2). Academia, str. 395-401
- Begon, M., Harper, J. L., Townsend, C. R., 1997. Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, str. 122-157
- Beránek, 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)
- Brooks, R. C., Heidinger, R. C., Kohler, C. C., 1994. Mass-marking otoliths of larval and juvenile walleyes by immersion in oxytetracycline, calcein or calcein blue. *North American Journal of Fisheries Management* 14: 143-150
- Brown, M. L., Powell, J. L., Lucchesi, D. O., 2002. In-transit oxytetracycline marking, nonlethal mark detection, and tissue residue depletion in yellow perch. *North American Journal of Fisheries Management* 22: 236-242
- Buijse, A. D., Houthuijzen, R. P., 1992. Piscivory, growth, and size-selective mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 894-902
- Craig, J., 1987. The biology of perch and related fish. Timber Press, Portland, str. 1-333
- Čech, M., Kratochvíl, M., Kubečka, J., Draštík, V. & Matěna, J., 2005. Diel vertical migrations of bathypelagic perch fry. *Journal of Fish Biology* 66: 685-702
- Čech, M., 2006. Diel vertical migrations, distribution and ontogeny of bathypelagic layer of European perch, *Perca fluviatilis* L. fry in reservoirs. Ph.D. Thesis, 1-75
- Čech, M. & Kubečka, J., 2006. Ontogenetic changes in the bathypelagic distribution of European perch fry *Perca fluviatilis* monitored by hydroacoustic methods. *Biologia*, Bratislava 61(2): 211-219
- Čech, M., Kubečka, J., Frouzová, J., Draštík, V., Kratochvíl, M., Matěna, J., Hejzlar J., 2007a. Distribution of the bathypelagic perch fry layer along the longitudinal profile of two large canyon-shaped reservoirs. *Journal of Fish Biology* 70: 141-154
- Čech, M., Kubečka, J., Frouzová, J., Draštík, V., Kratochvíl, M., Jarošík, J., 2007b. Impact of flood on distribution of bathypelagic perch fry layer along the longitudinal profile of large canyon-shaped reservoir. *Journal of Fish Biology* 70: 1109-1119
- Čech, M., 2008. Do tajů biologie ryb – Predátoři ryb XXXIX. *Rybářství* 5: 30-33
- 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
- Duras, J., Hejzlar, J., Chocholoušková, Z., Kučera, T., 2006. Vodní nádrže – nové příležitosti pro uplatnění vodních makrofyt (a botaniků). *Zprávy Čes. Bot. Společ.*, Praha, 41, Mater. 21: 167-171
- Fayram, A. H., Hansen, M. J., Ehlinger, T. J., 2005a. Interactions between walleyes and four fish species with implications for walleye stocking. *North American Journal of Fisheries Management* 25: 1321-1330
- Fayram, A. H., Hansen, M. J., Nate, N. A., 2005b. Determining optimal stocking rates using a stock-recruitment model: an example using walleye in Northern Wisconsin. *North American Journal of Fisheries Management* 25: 1215-1225

- Fielder, D. G., 2002. Methodology for immersion marking walleye fry and fingerlings in oxytetracycline hydrochloride and its detection with fluorescence microscopy. *Fisheries Technical Report 2002-1*: 1-21
- Fox, M. G., 1989. Effect of prey density and prey size on growth and survival of juvenile walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 1323-1328
- Fox, M. G., 1991. Food consumption and bioenergetics of young-of-the-year walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*): model predictions and population density effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 434-441
- 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 Sulejow reservoir (Central Poland). *Hydrobiologia* 408/409: 47-55
- Froust, J. C., Haynes, J. M., 2007. Failure of walleye recruitment in a lake with little suitable spawning habitat is probably exacerbated by restricted home ranges. *Journal of Freshwater Ecology* 22: 297-309
- Galarowicz, T. L., Wahl, D. H., 2005. Foraging by young-of-the-year piscivore: the role of predator size, prey type, and density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 2330-2342
- Graeb, B. D. S., Galarowicz, T., Wahl, D. H., Dettmers, J. M., Simpson, M. J., 2005. Foraging behaviour, morphology, and life history variation determine the ontogeny of piscivory in two closely related predators. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 2010-2020
- Graham, D. M., Sprules, W. E., 1992. Size and species selection of zooplankton by larval and juvenile walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*) in Oneida Lake, New York. *Canadian journal of zoology* 70: 2059-2067
- Hansen, M. J., Bozek, M. A., Newby, J. R., Newman, S. P., Staggs, M. D., 1998. Factors affecting recruitment of walleyes in Escabana Lake, Wisconsin, 1958-1996. *North American Journal of Fisheries Management* 18: 764-774
- Heidinger, R. C., Brooks, R. C., 1998. Relative survival and contribution of saugers stocked in the Peoria pool of the Illinois river, 1990-1995. *North American Journal of Fisheries Management* 18: 374-382
- Hoxmeier, J. H. R., Wahl, D. H., Hooe, M. L., Pierce, C. L., 2004. Growth and survival of larval walleyes in response to prey ability. *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 45-54
- Hoxmeier, J. H. R., Wahl, D. H., Brooks, R. C., Heidinger, R. C., 2006. Growth and survival of age-0 walleye (*Sander vitreus*): interactions among walleye size, prey availability, predation, and abiotic factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 2173-2182
- Jennings, M. J., Kampa, J. M., Hatzenbeler, G. R., 2005. Evaluation of supplemental walleye stocking in northern Wisconsin lakes. *North American Journal of Fisheries Management* 25: 1171-1178
- Jensen, A. L., 1992. Relation between mortality of young walleye (*Stizostedion vitreum*) and recruitment with different forms of compensation. *Environmental Pollution* 76: 177-181

- Johnston, T. A., Mathias, J. A., 1993. Mortality of first –feeding postlarval walleye (*Stizostedion vitreum*) in culture pond. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 1835-1843
- Johnston, T. A., Mathias, J. A., 1994a. Feeding ecology of walleye, *Stizostedion vitreum*, larvae: Effect of body size, zooplankton abundance, and zooplankton community composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51: 2077-2089
- Johnston, T. A., Mathias, J. A., 1994b. The effect of temperature on feeding in zooplanktivorous walleye, *Stizostedion vitreum*, larvae. *Environmental Biology of Fishes* 40: 189-198
- Johnston, T. A., Mathias, J. A., 1996. Maintenance food requirements and response to short-term food deprivation of walleye larvae. *Transaction of the American Fisheries Society* 125: 211-223
- Jůza, T., Kubečka, J., 2007. The efficiency of three trawls for sampling the freshwater pelagic fry community. *Fisheries Research* 85: 285-290
- Keskinen, T., Marjomäki, T. J., 2003. Growth of pikeperch in relation to lake characteristics: total phosphorus, water colour, lake area and depth. *Journal of Fish Biology* 63: 1274-1282
- Kirjasniemi, M., Valtonen, T., 1997. Winter mortality of young-of-the-year pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Ecology of Freshwater Fish* 6: 155-160
- Kjellman, J., Lappalainen, J., Urho, L., 2001. Influence of temperature on size and abundance dynamics of age-0 perch and pikeperch. *Fisheries Research* 53: 47-56
- 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)
- Kovalev, P. M., 1976. Larval development of the pike-perch *Lucioperca lucioperca* under natural conditions. *Journal Ichthyology* 16: 606-616
- Lappalainen, J., Erm, V., Lehtonen, H., 1995. Pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), catch in relation to juvenile density and water temperature in Pärnu Bay, Estonia. *Fisheries Management and Ecology* 2: 113-120
- Lappalainen, J., Erm, V., Kjellman, J., Lehtonen, H., 2000. Size-dependent winter mortality of age-0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in Pärnu Bay, the Baltic Sea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 451-458
- Lappalainen, J., Dörner, H., Wysujack, K., 2003. Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) – a review. *Ecology of Freshwater Fish* 12: 95-106
- Lappalainen, J., Vinni, M., Klellman, J., 2005. Diet, condition and mortality of pikeperch (*Sander lucioperca*) during their first winter. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol* 59: 207-217
- Lappalainen, J., Olin, J., Vinni, M., 2006. Pikeperch cannibalism: effects of abundance, size and condition. *Annales zoologici Fennici* 43: 35-44
- Lazzaro, X., 1987. A review of planktivorous fish: Their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia* 146: 97-167
- Lehtonen, H., Hansson, S., Winkler, H., 1996. Biology and exploitation of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in the Baltic Sea area. *Annales zoologici Fennici* 33: 525-535
- Ljunggren, L., 2002a. Feeding ecology of young-of-the-year pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) – implications for recruitment and aquaculture. Doctoral thesis, *Silvestria* 255: 7-33
- Ljunggren, L., Eriksson, O. L., 2002b. Size related prey selection by larval perch (*Perca fluviatilis*) and pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). manuscript in Doctoral thesis, *Silvestria* 255: 1-15

- Ljunggren, L., 2002c. Growth response of pikeperch larvae in relation to body size and zooplankton abundance. *Journal of Fish Biology* 60: 405-414
- Ljunggren, L., Standström, A., 2002d. Turbidity-effects on foraging and growth of metamorphosed young-of-the-year percids (*Percidae* spp.). manuskript v Doctoral thesis, Silvestria 255: 1-21
- Logsdon, D. E., Pittman, B. J., Barnard, G. C., 2004. Oxytetracycline marking of newly hatched walleye fry. *North American Journal of Fisheries Management* 24: 1071-1077
- Lucchesi, D. O., 2002. Evaluating the contribution of stocked walleye fry and fingerlings to South Dakota walleye populations through mass marking with oxytetracycline. *North American Journal of Fisheries Management* 22: 985-994
- Matěna, J., Kubečka, J., Peterka, J., 1999. Kvantitativní sledování larev candáta v údolní nádrži Lipno v letech 1995-1997. *Bulletin VÚRH Vodňany* str. 75-84
- 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
- Mehner, T., Plewa, M., Hülsmann, S., Worischka, S., 1998. Gape-size dependent feeding of age-0 perch (*Perca fluviatilis*) and age-0 zander (*Stizostedion lucioperca*) on *Daphnia galeata*. *Archiv für hydrobiologie* 142/2: 191-207
- Mehner, T., Arlinghaus, R., 2004. How to link biomanipulation and sustainable fisheries management: a step-by-step guideline for lakes of the European temperate zone. *Fisheries Management and Ecology* 11: 261-275
- Molnár, T., Hancz, Cs., Bódis, M., Müller, T., Bercsényi, M., Horn, P., 2004a. The effect of initial stocking density on growth and survival of pike-perch fingerlings reared under intensive conditions. *Aquaculture International* 12: 181-189
- Molnár, T., Hancz, Cs., Molnár, M., Horn, P., 2004b. The effects of diet and stocking density on the growth and behaviour of pond pre-reared pikeperch under intensive conditions. *Journal of Applied Ichthyology* 20: 105-109
- Musil, J., Peterka, J., 2005. Potrava 0+ okouna a candáta – některé aspekty přechodu od planktivorie k piscivorii. *Bulletin VÚRH Vodňany* 41(3)
- Pehlivanov, L., 2000. Water outflow as a cause of changes in trophic conditions for zooplanktivorous fish in reservoirs. *Fisheries Management and Ecology* 7: 115-125
- Pekcan-Hekim, Z., Lappalainen, J., 2006. Effects of clay turbidity and density of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae on predation by perch (*Perca fluviatilis*). *Naturwissenschaften* 93: 356-359
- Persson, A., Brönmark, C., 2002. Foraging capacity and resource synchronization in an ontogenetic diet switcher, pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Ecology* 83: 3014-3022
- 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
- Peterka, J., Frouzová, J., Kubečka, J., Matěna, J., 2007. Immersion mass marking of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) larvae in oxytetracycline hydrochloride: marking persistence and ease of detection using fluorescence microscopy. Kubečka J., Hohausová E. (eds.): Fish Stock Assessment Methods for Lakes and Reservoirs: Towards the true picture of fish stock, September 11-15, České Budějovice, Czech Republic, Book of Abstracts
- Piece, R. B., Tomcko, C. M., Negus, M. T., 2006. Interactions between stocked walleyes and native yellow perch in Lake Thirteen, Minnesota: a case history of percid community dynamics. *North American Journal of Fisheries Management* 26: 97-107

- Pratt, T. C., Fox, M. G., 2001. Biotic influences on habitat selection by young-of-year walleye (*Stizostedion vitreum*) in the demersal stage. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 1058-1069
- Pratt, T. C., Fox, M. G., 2002. Influence of predation risk on the overwinter mortality and energetic relationship of young-of-year walleyes. *Transactions of the American Fisheries Society* 131: 885-898
- Quist, M. C., Guy, C. S., Schultz, R. D., Stephen, J. L., 2003. Latitudinal comparisons of walleye growth in North America and factors influencing growth of walleyes in Kansas reservoirs. *North American Journal of Fisheries Management* 23: 677-692
- Quist, M. C., Guy, C. S., Bernot, R. J., Stephen, J. L., 2004a. Factors related to growth and survival of larval walleyes: implications for recruitment in a southern Great Plains reservoir. *Fisheries research* 67: 215-225
- Quist, M. C., Stephen, J. L., Guy, C. S., Schultz, R. D., 2004b. Age structure and mortality of walleyes in Kansas reservoirs: Use of mortality caps to establish realistic management objectives. *North American Journal of Fisheries Management* 24: 990-1002
- Rennert, B., Wirth, M., Günther, S., Schulz, C., 2005. Effect of feeding under-year zander (*Sander lucioperca*) on size, body mass and body composition before and after wintering. *Journal of Applied Ichthyology* 21: 429-432
- Roseman, E. F., Taylor, W. W., Hayes, D. B., Tyson, J. T., Haas, R. C., 2005. Spatial patterns emphasize the importance of coastal zones as nursery areas for larval walleye in western Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research* 31: 28-44
- Scharf, W., 2007. Biomanipulation as a useful water quality management tool in deep stratifying reservoirs. *Hydrobiologia* 583: 21-42
- Specziár, A., 2005. First year ontogenetic diet patterns in two coexisting *Sander* species, *S. lucioperca* and *S. volgensis* in Lake Balaton. *Hydrobiologia* 549:115-130
- Sutela, T., Hyvärinen, P., 2002. Diet and growth of stocked and wild 0+ pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.). *Fisheries Management and Ecology* 9: 57-63
- Van Densen, W. L. T., Ligtvoet, W., Roozen, R. W. M., 1996. Intra-cohort variation in the individual size of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, and perch, *Perca fluviatilis*, in relation to the size spectrum of their food items. *Annales zoologici Fennici* 33: 495-506
- Vašek, M., Kubečka, J., Peterka, J., Čech, M., Draščík, V., Hladík, M., Prchalová, M., Frouzová, J., 2004. Longitudinal and vertical spatial gradients in the distribution of fish within a canyon-shaped reservoir. *International Review of Hydrobiology* 89 (4): 352 – 362
- Vašek, M., Kubečka, J., Matěna, J., Sed'a, J., 2006. Distribution and diet of 0+ fish within a canyon-shaped european reservoir in late summer. *International Review of Hydrobiology* 91: 178–194
- Verreth, J., Kleyn, K., 1987. The effect of biomanipulation of the zooplankton on the growth, feeding and survival of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in nursing ponds. *Journal of Applied Ichthyology* 3: 13-23
- Vinni, M., Lappalainen, J., Malinen, T., Lehtonen, H., 2009. Stunted growth of pikeperch *Sander lucioperca* in Lake Sahajärvi, Finland. *Journal of Fish Biology* 74: 967-972
- Wysujack, K., Kasprzak, P., Laude, U., Mehner, T., 2002. Management of pikeperch stock in long-term biomanipulated stratified lake: efficient predation vs. Low recruitment. *Hydrobiologia* 479: 169-180

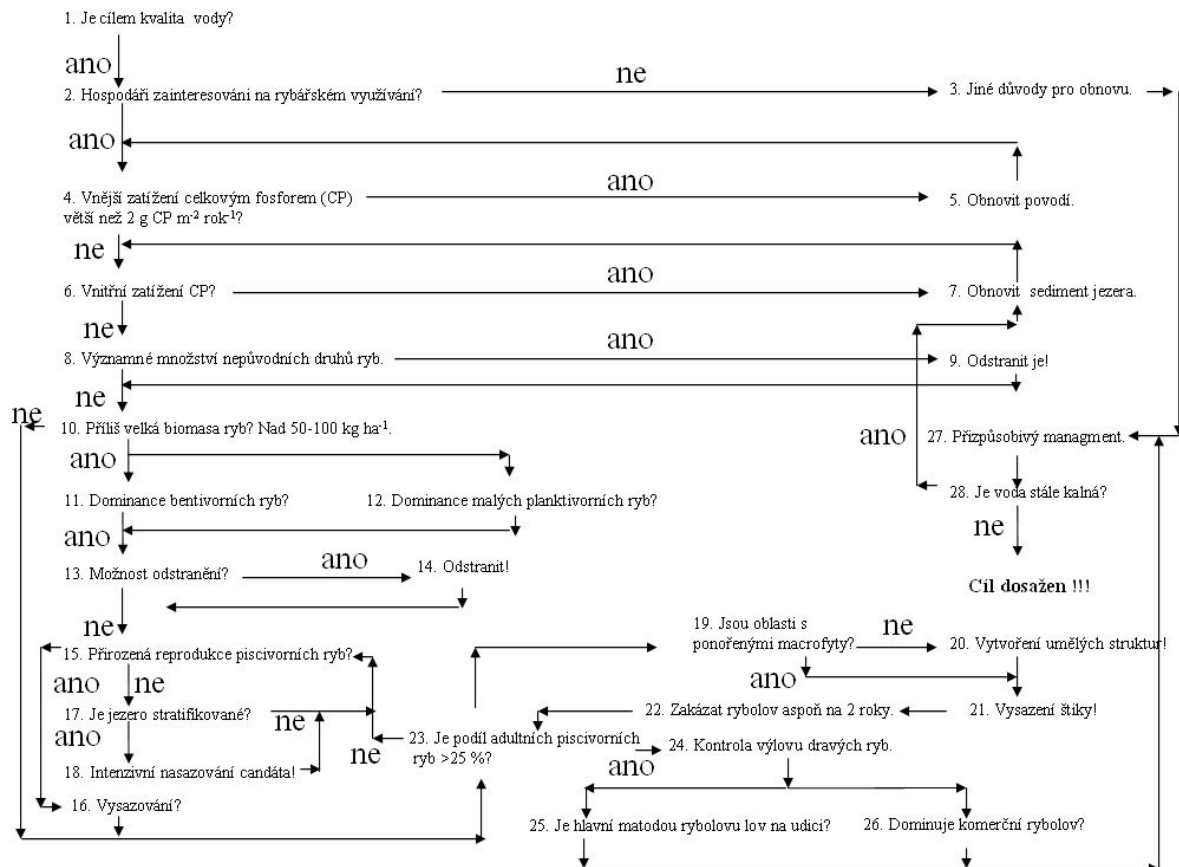
8. Přílohy

Ročník 2007						
datum	lokalita	počet tahů	část dne	velikost vlečné sítě (m)	hloubka (m)	průměrná dráha (m)
1.5.	A1	2	noc	0,5 x 2	0 - 2	300
11.5.	A1	2	noc	0,5 x 2	0 - 2	300
	A	1	noc	0,5 x 2	0 - 2	300
21.5.	A1	2	noc	2 x 2	0 - 2	370
	A	1	noc	2 x 2	0 - 2	375
25.5.	A	2	den	4 x 2	0 - 2	321
	B	2	den	4 x 2	0 - 2	321
		5	den	4 x 2	7 - 9	321
	C	1	den	4 x 2	0 - 2	321
31.5.	A1	1	noc	4 x 2	0 - 2	425
	A	1	noc	4 x 2	0 - 2	500
	B	1	noc	4 x 2	0 - 2	300
1.6.	A	5	den	4 x 2	0 - 2	250
	B	2	den	4 x 2	0 - 2	251
12.6.	A	2	den	4 x 2	0 - 2	608
	B	4	den	4 x 2	0 - 2	440
		1	den	4 x 2	7 - 9	525
	C	4	den	4 x 2	0 - 2	351
Ročník 2008						
24.4.	A1	3	noc	0,5 x 2	0 - 2	550
	A	3	noc	0,5 x 2	0 - 2	550
27.4.	A1	3	noc	1 x 2	0 - 2	400
		1	noc	1 x 2	2 - 4	400
	A	5	noc	1 x 2	0 - 2	400
1.5.	A1	1	noc	1 x 2	2 - 4	400
		2	noc	1 x 2	0 - 2	401
		1	noc	1 x 2	2 - 4	401
	A	2	noc	1 x 2	0 - 2	701
5.5.	A1	1	noc	1 x 2	2 - 4	805
		3	noc	1 x 2	0 - 2	401
		1	noc	1 x 2	2 - 4	403
	A	3	noc	1 x 2	0 - 2	488
17.5.	A1	1	noc	1 x 2	2 - 4	606
		2	noc	1 x 2	0 - 2	425
	A	4	noc	2 x 2	0 - 2	250
26.5.	A1	1	den	2 x 2	0 - 2	300
	A	2	den	2 x 2	0 - 2	294
		2	den	2 x 2	11 - 13	264
	B	4	den	2 x 2	0 - 2	295
		4	den	2 x 2	9 - 11	246
27.5.	A1	1	den	2 x 2	0 - 2	283
		1	den	0,5 x 2	11 - 13	284
		1	den	1 x 2	11 - 13	284
	A	1	den	1 x 2	11 - 13	301
		1	den	2 x 2	11 - 13	290
	B	1	den	1 x 2	9 (10) - 11 (12)	389
		8	den	2 x 2	9 (10) - 11 (12)	295
29.5.	A1	1	den	2 x 2	10 - 12	307
	A	1	den	2 x 2	0 - 2	305
		2	den	2 x 2	9 (10) - 11 (12)	305
	B	2	den	2 x 2	0 - 2	298
		7	den	2 x 2	9 (10) - 11 (12)	278
5.6.	A1	1	noc	2 x 2	0 - 2	298
	A	3	noc	2 x 2	0 - 2	340
	B	4	noc	2 x 2	0 - 2	325
11.6.	A	3	noc	2 x 2	0 - 2	216
	B	5	noc	2 x 2	0 - 2	247
	C	1	noc	2 x 2	0 - 2	253
26.6.	A	4	noc	2 x 2	0 - 2	300
	B	4	noc	2 x 2	0 - 2	300
	C	1	noc	2 x 2	0 - 2	300

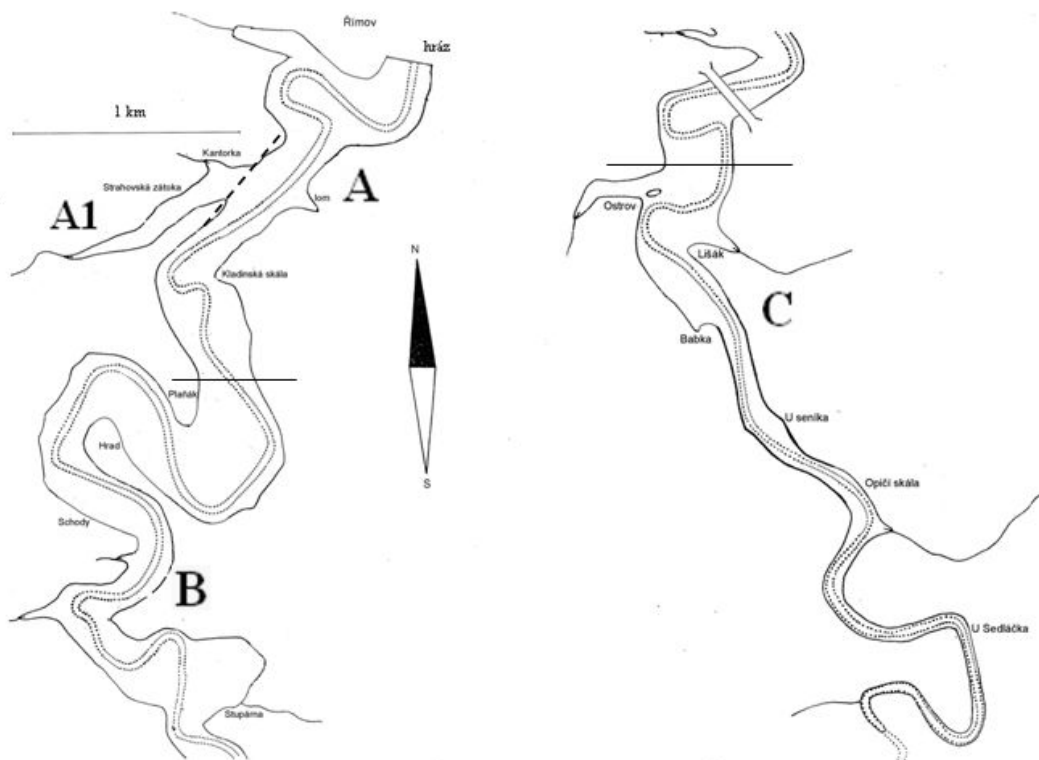
Tabulka 1. Celkové počty odlovů plůdkovou vlečnou sítí.

Tabulka 2. Výsledné počty úlovků v jednotlivých lokalitách a vrstvách. (*¹ dopočítáno ze zbytku úlovku fixovaného 5% formaldehydem, *² EPI zahrnuje hloubku 0 – 4 m, BATY 7 – 12 m)

Ročník 2007												
datum	lokalita	počet z přirozeného výtěru	průměrná standardní délka	směr. odch. (mm)	počet značených	průměrná standardní délka	směr. odch. (mm)	podíl z celku (%)	zbylý počet z úlovku * ¹	průměrná standardní délka (mm)	směr. odch. (mm)	kategorie * ²
30.4.	v oblasti A1 vysazeno 189 833 1x značených larev candáta o průměrné velikosti 5,42 mm, směr. odch. 0,26											
1.5.	A1	0	-	-	0	-	-	-	75	5,82	0,40	EPI
11.5.	A1	66	9,40	1,11	14	8,54	0,75	17,50	0	-	-	EPI
	A	15	10,87	1,23	0	-	-	-	24	9,33	1,37	EPI
21.5.	A1	114	14,69	1,29	4	12,75	0,50	3,39	490	12,56	1,05	EPI
	A	74	13,95	1,46	4	13,00	0,71	5,13	400	13,04	1,17	EPI
25.5.	A	53	15,19	1,19	5	14,70	0,84	8,62	15	12,87	0,99	EPI
	B	61	13,86	1,56	0	-	-	-	33	12,42	1,69	EPI
		33	13,24	1,54	0	-	-	-	83	13,24	1,48	BATY
C	8	13,13	1,75	0	-	-	-	25	13,60	1,56	EPI	
31.5.	A1	15	15,40	3,45	0	-	-	-	0	-	-	EPI
	A	9	12,44	1,24	0	-	-	-	1	17,00	-	EPI
	B	7	13,93	1,21	0	-	-	-	1	16,00	-	EPI
1.6.	A	23	15,63	2,00	2	15,00	0,71	8,00	9	13,17	1,23	EPI
	B	5	13,50	1,00	0	-	-	-	3	14,50	3,50	EPI
12.6.	A	1	17,50	-	0	-	-	-	180	11,94	1,48	EPI
	B	82	13,46	1,86	0	-	-	-	94	10,90	1,35	EPI
		6	17,50	3,13	0	-	-	-	10	16,00	-	BATY
	C	30	13,63	3,59	4	13,75	1,71	11,76	48	14,23	4,21	EPI
Ročník 2008												
21.4.	v oblasti A1 vysazeno 306 500 1x značených larev candáta o průměrné velikosti 5,42 mm, směr. odch. 0,31											
24.4.	A1	13	5,58	0,28	0	-	-	-	0	-	-	EPI
	A	1	5,50	-	0	-	-	-	0	-	-	EPI
27.4.	znehodnoceno											
1.5.	A1	12	6,04	0,33	3	6,67	0,29	20,00	0	-	-	EPI
	A	24	6,31	0,49	0	-	-	-	0	-	-	EPI
5.5.	A1	159	6,62	0,61	22	7,82	0,42	12,15	0	-	-	EPI
	A	127	6,67	0,60	4	8,13	0,63	3,05	0	-	-	EPI
7.5.	zakoupeno a 1. barveno 77 111 larev candáta o průměrné velikosti 5,36 mm, směr. odch. 0,29, umístěny do bazénku											
12.5.	v oblasti A1 vysazeno 45 333 larev candáta 2x barvených průměrné velikosti 5,19 mm, směr. odch. 0,27											
17.5.	vzorek znehodnocen											
26.5.	A1	56	11,23	1,38	0	-	-	-	68	9,63	1,14	EPI
	A	98	11,49	1,32	0	-	-	-	52	10,58	1,01	EPI
		15	12,07	0,96	3	12,00	1,73	16,67	11	11,32	0,56	BATY
	B	122	11,17	1,04	2	11,00	1,41	1,61	293	10,35	1,08	EPI
		77	12,62	1,21	2	12,75	0,35	2,53	390	11,81	1,01	BATY
C	14	10,75	0,83	0	-	-	-	48	10,39	0,56	EPI	
27.5.	A1	10	11,85	1,08	0	-	-	-	3	9,17	2,02	BATY
	A	7	12,86	0,85	0	-	-	-	22	11,91	1,12	BATY
	B	220	12,43	0,96	1	13,00	-	0,45	1931	11,90	1,28	BATY
29.5.	A1	1	14,00	-	0	-	-	-	2	11,25	3,18	BATY
	A	42	12,87	1,52	0	-	-	-	59	10,42	1,58	EPI
		10	12,85	0,67	0	-	-	-	3	11,67	1,89	BATY
	B	64	12,06	1,23	0	-	-	-	362	10,00	1,40	EPI
401	13,18	1,24	0	-	-	-	941	12,39	1,20	BATY		
5.6.	A1	32	15,06	1,66	0	-	-	-	68	11,68	1,33	EPI
	A	99	13,99	1,77	1	13,00	-	1,00	182	11,98	1,07	EPI
	B	275	14,82	1,78	3	14,67	0,58	1,08	1179	13,12	1,71	EPI
11.6.	A	145	14,86	2,11	0	-	-	-	101	11,81	1,32	EPI
	B	576	16,16	2,39	0	-	-	-	782	13,49	2,37	EPI
	C	146	18,80	1,89	0	-	-	-	164	16,26	2,30	EPI
26.6.	vzorek znehodnocen											



Obr. 1. Schéma postupu biomanipulace podle Mehner & Arlinghaus (2004).



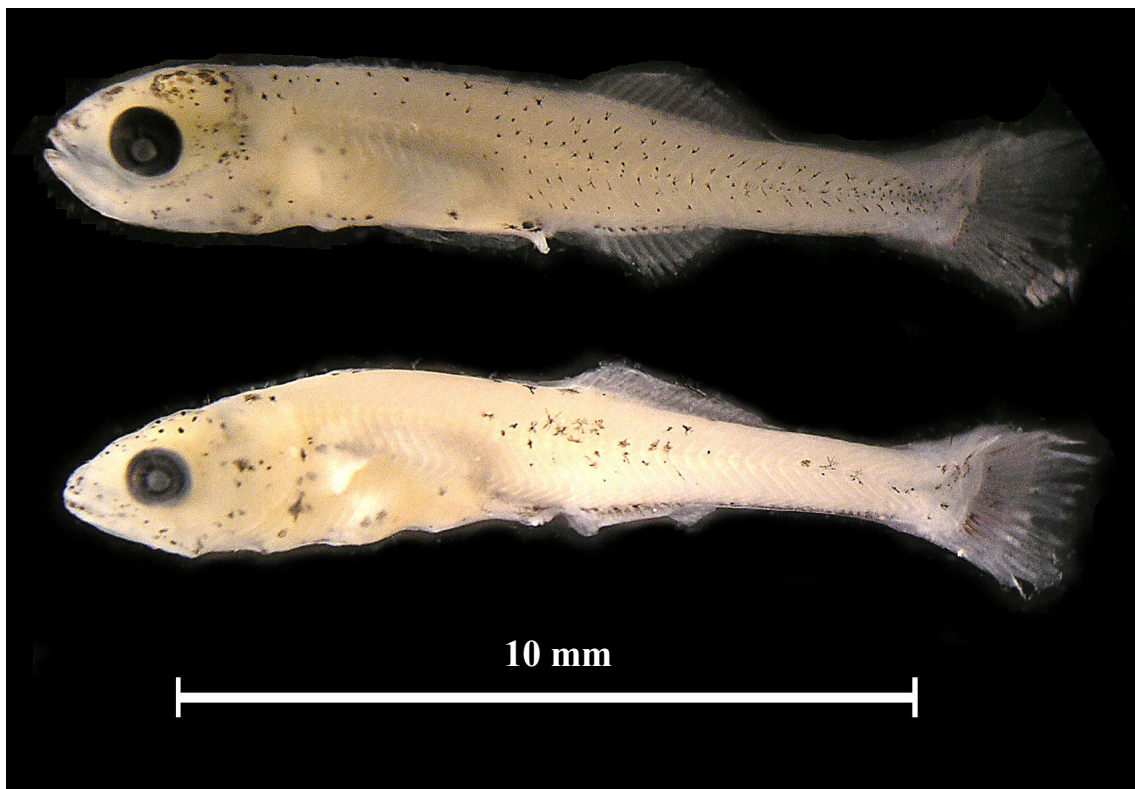
Obr. 2. Mapa nádrže Řimov s rozdělením na dílčí oblasti.



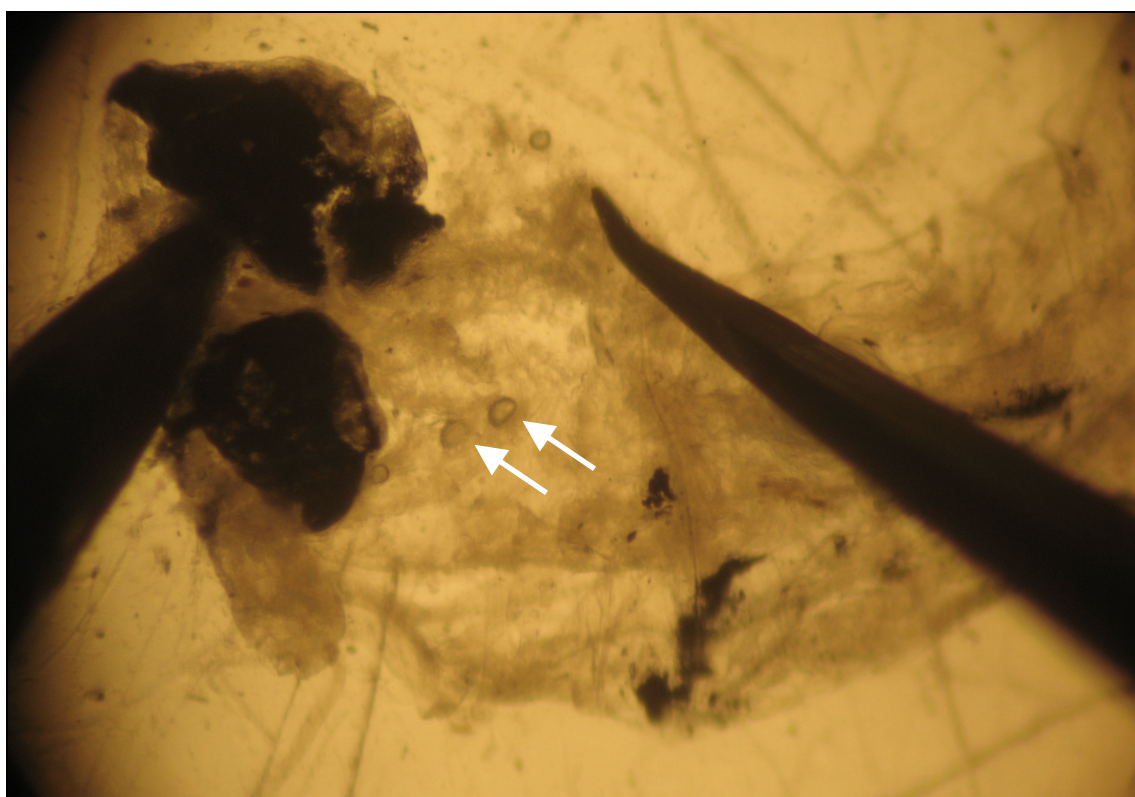
Obr. 3. Značení larev v líhni. Foto: archiv FISHECU.



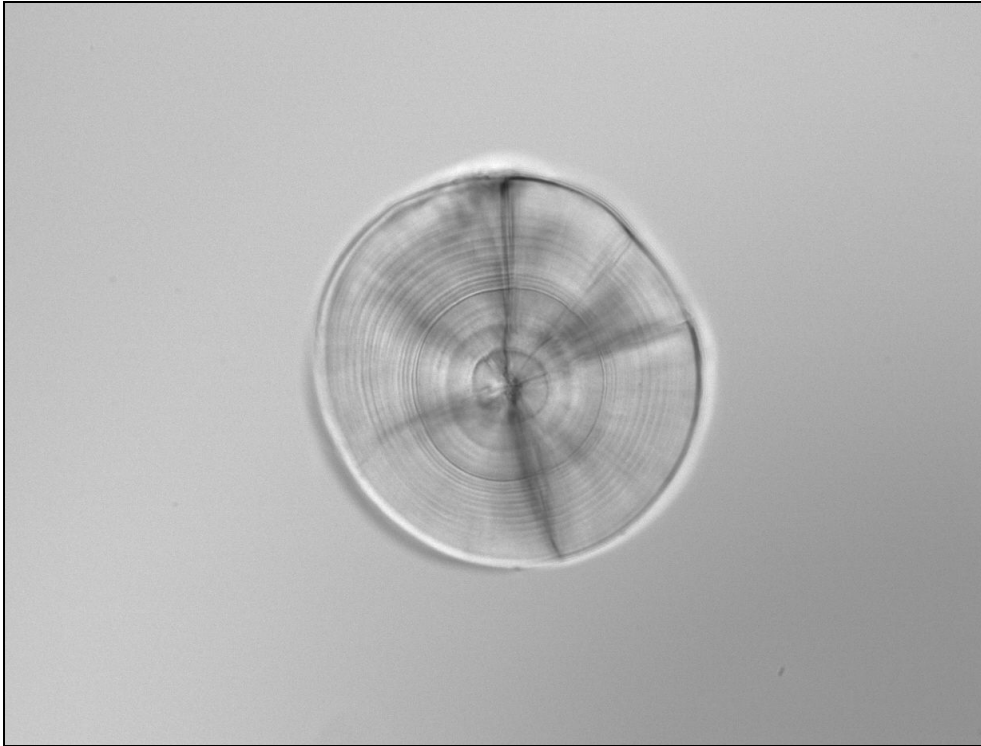
Obr. 4. Noční odlov plůdkovou vlečnou sítí. Foto: archiv FISHECU.



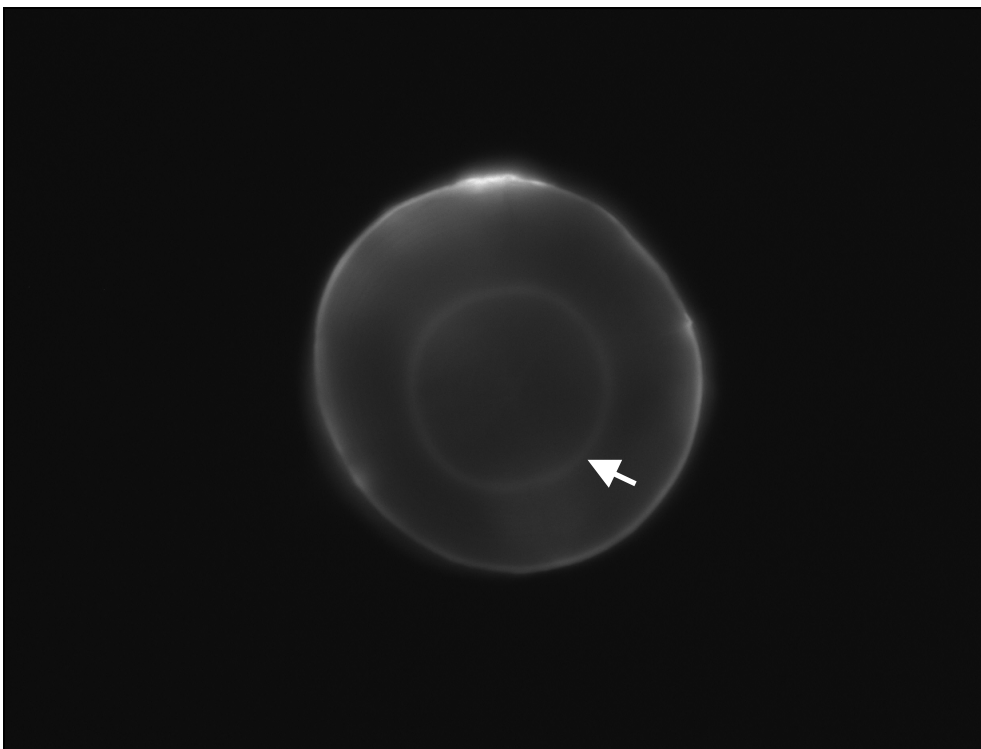
Obr. 5. Rozdíly v pigmentaci těla okouna říčního (nahore) a candáta obecného (dole). Ryby fixované 5% formaldehydem. Foto: archiv FISHECU.



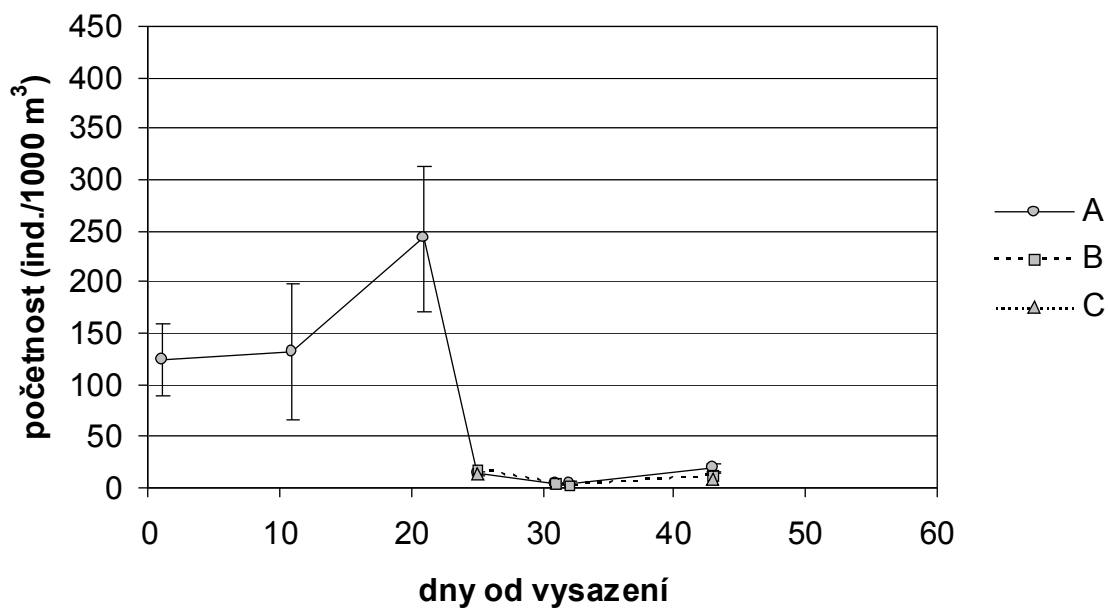
Obr. 6. Preparace otolitů z candáta velikosti 7 mm standardní délky. Ryba byla krátce před tím rozmrazena. Otolity označeny šipkami. Zvětšení: 40x. Foto: archiv FISHECU.



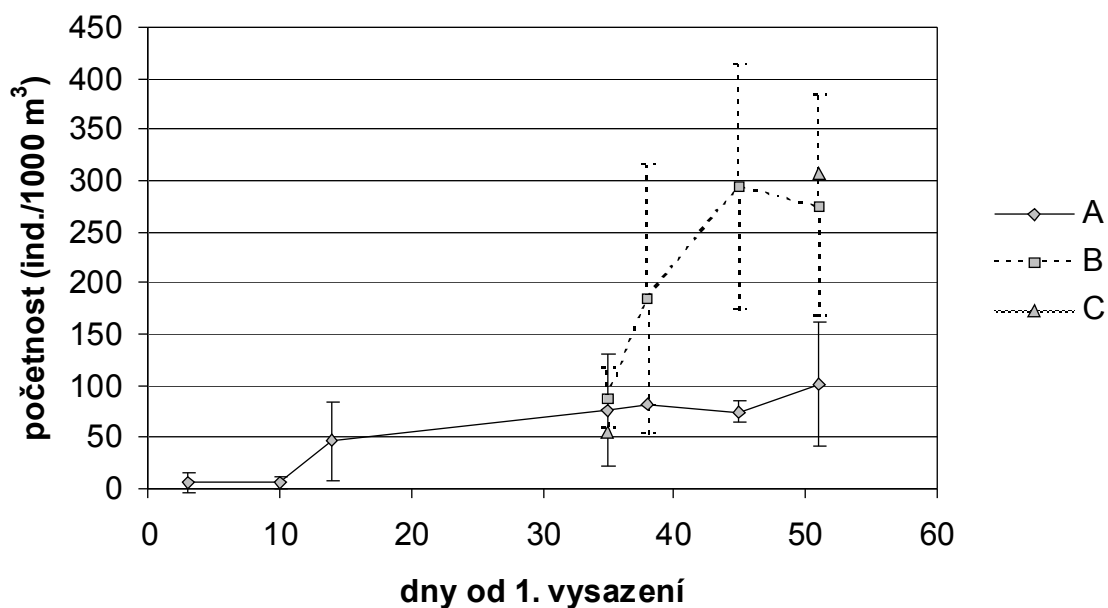
Obr. 7. Otolit candáta velikosti 8,5 mm standardní délky ve viditelném světle. Zvětšení: 400x. Foto: archiv FISHECU.



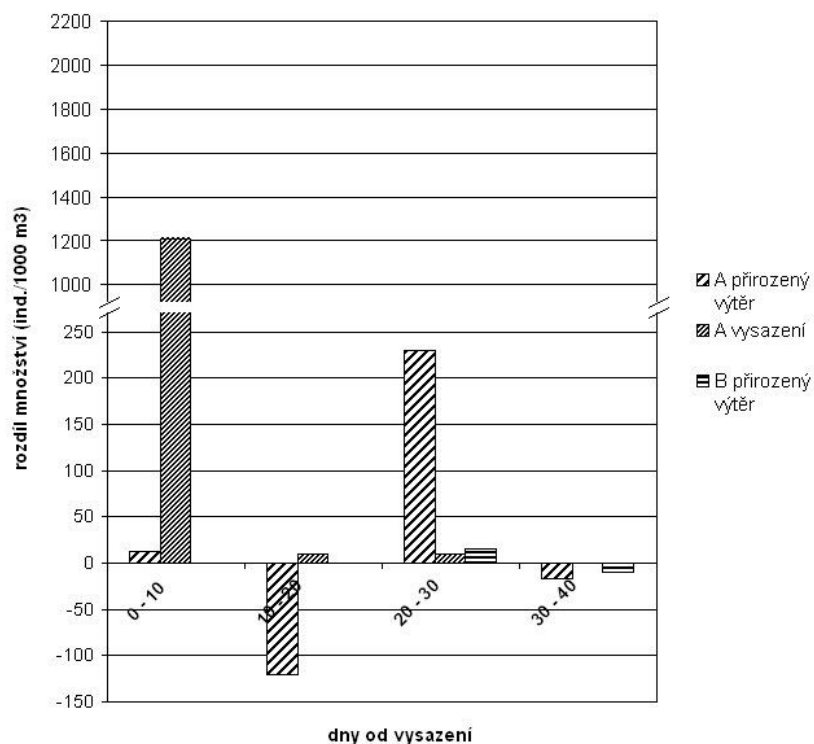
Obr. 8. Otolit stejného candáta ve světle vlnové délky 450 – 480 nm se zřetelným fluorescenčním kruhem (označen šipkou). Zvětšení 400x. Foto: archiv FISHECU.



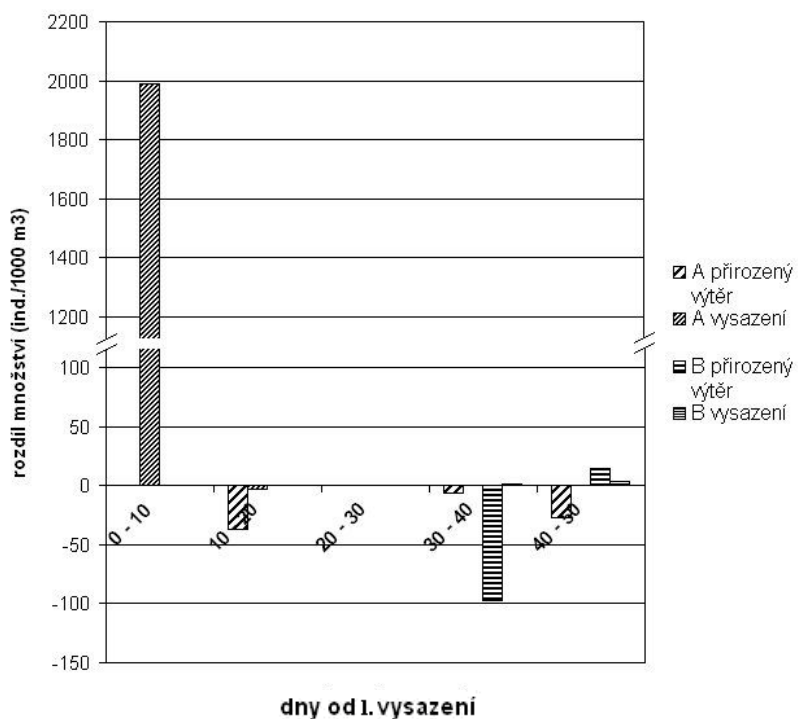
Obr. 9. Průběh změn množství candátů epipelagické vrstvy ve všech profilech nádrže Římov během sledovaného období roku 2007. (A- hrázová oblast, B- střední část a C- přítoková část nádrže. Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



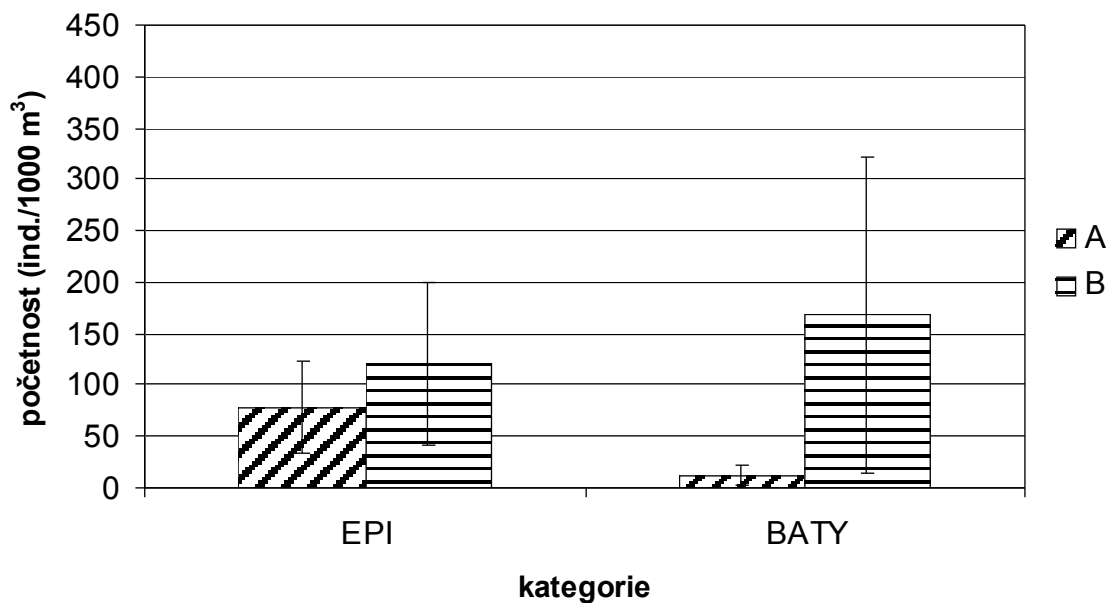
Obr. 10. Průběh změn množství candátů epipelagické vrstvy ve všech profilech nádrže Římov během sledovaného období roku 2008. (A- hrázová oblast, B- střední část a C- přítoková část nádrže. Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



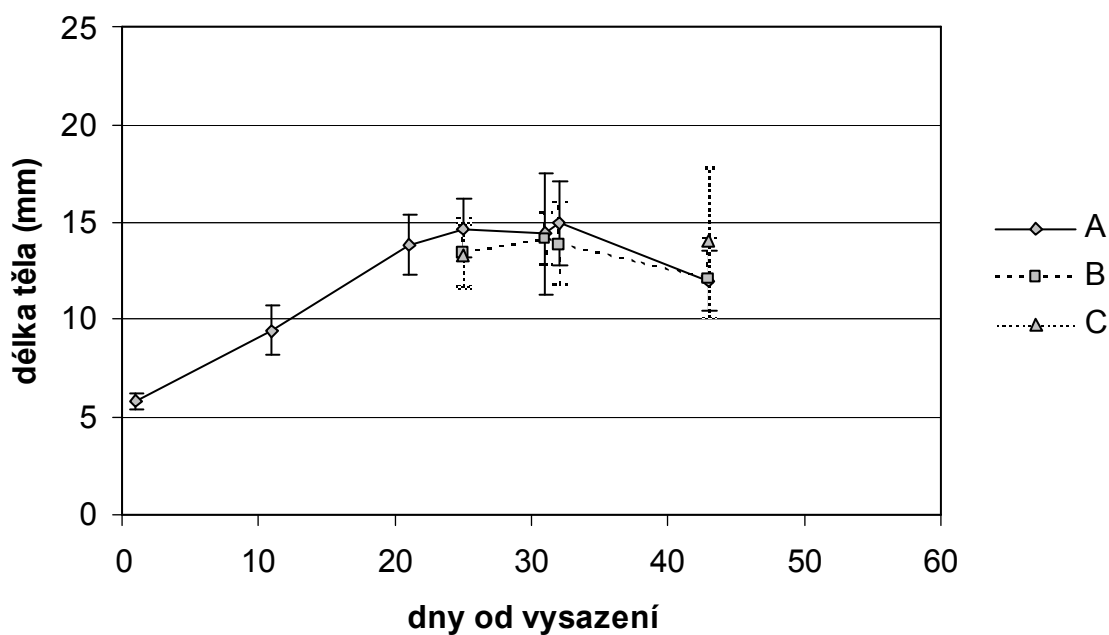
Obr. 11. Vývoj početnosti značených a nezačených candátů epipelagické vrstvy v roce 2007. Kladné hodnoty znamenají pokles, záporné nárůst množství. (A- hrázová oblast, B- střední část nádrže.)



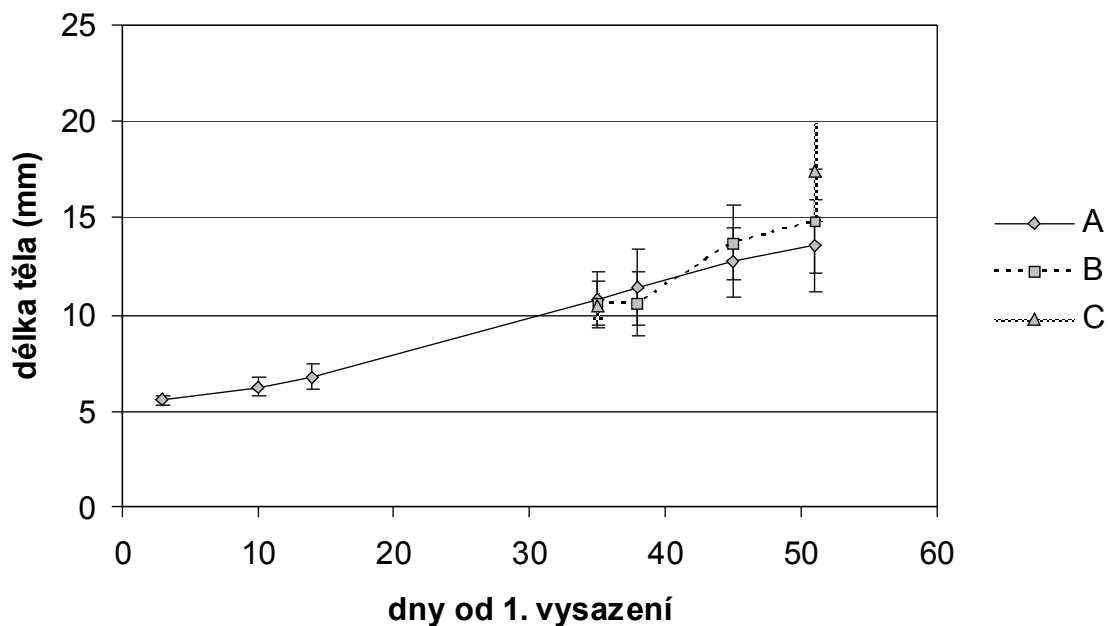
Obr. 12. Vývoj početnosti značených a nezačených candátů epipelagické vrstvy v roce 2008. Kladné hodnoty znamenají pokles, záporné nárůst množství. (A- hrázová oblast, B- střední část nádrže.)



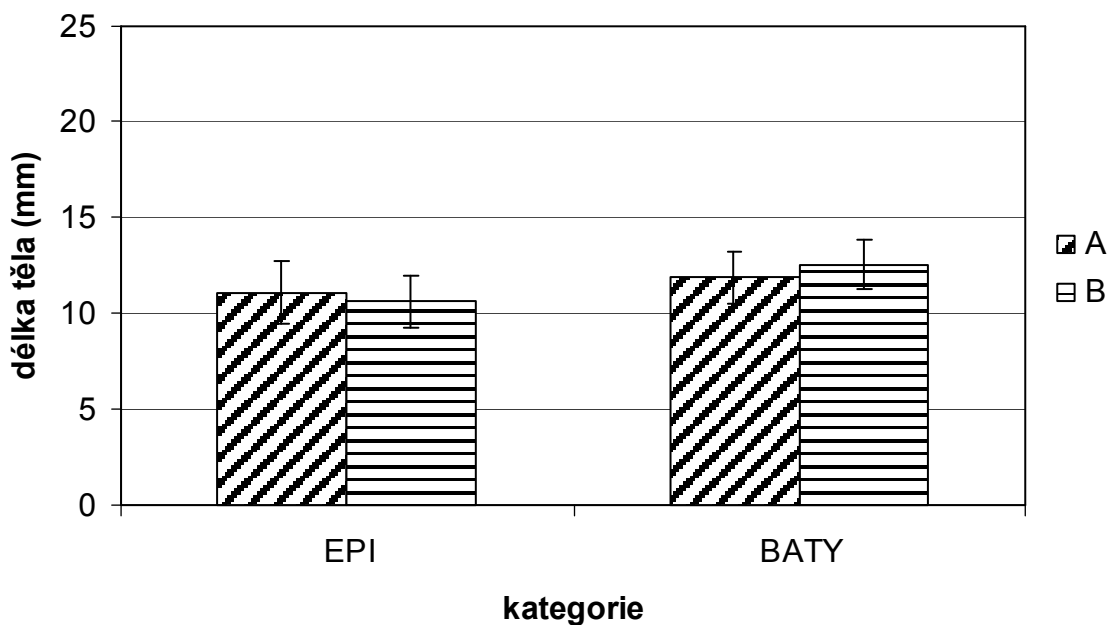
Obr. 13. Početnost candátů v epipelagické a batypelagické vrstvě hrázové a střední oblasti nádrže Římov v roce 2008. (A- hrázová, B- střední část nádrže. Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



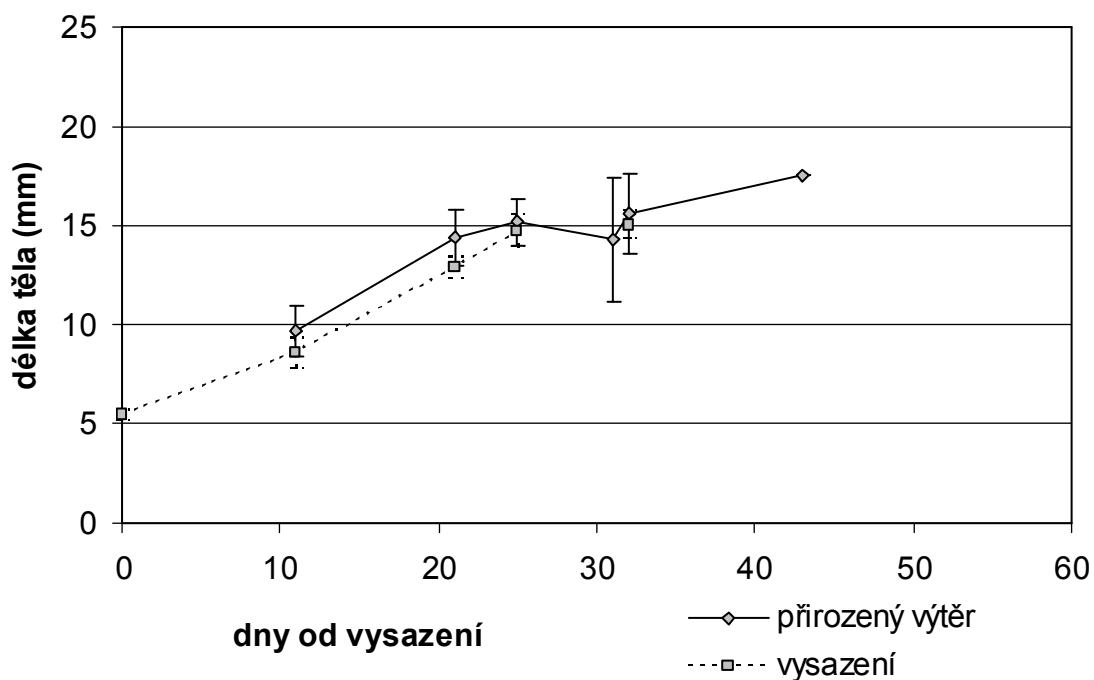
Obr. 14. Růst candátů epipelagické vrstvy během sledovaného období roku 2007. (A- hrázová oblast, B- střední část a C- přítoková část nádrže. Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



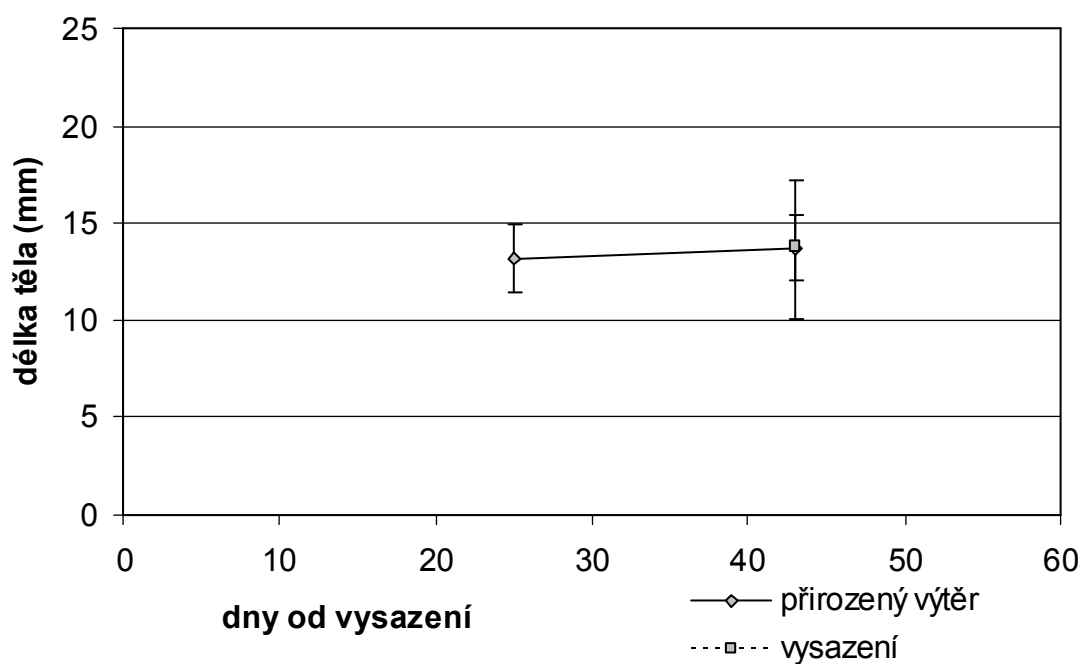
Obr. 15. Růstu candátů epipelagické vrstvy během sledovaného období roku 2008. (A- hrázová oblast, B- střední část a C- přítoková část nádrže. Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



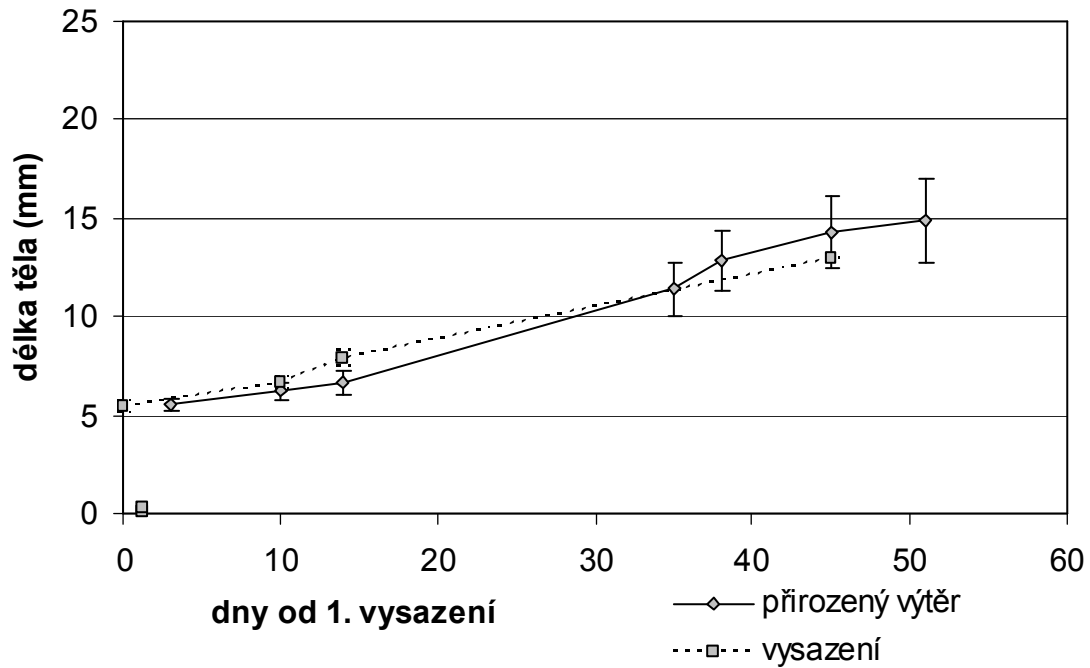
Obr. 16 Velikost candátů epipelagické a batypelagické vrstvy. (A- hrázová, B- střední část nádrže. Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



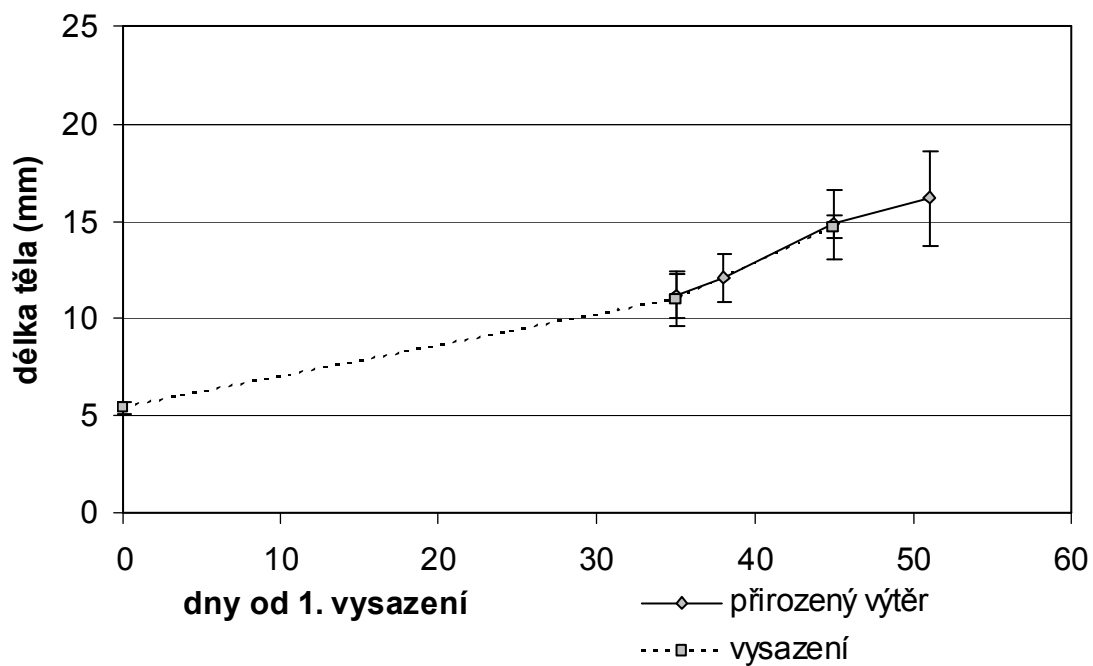
Obr. 17. Srovnání růstu candátů z přirozeného výtěru a vysazených v epilagické vrstvě hrázové oblasti nádrže Římov v roce 2007. (Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



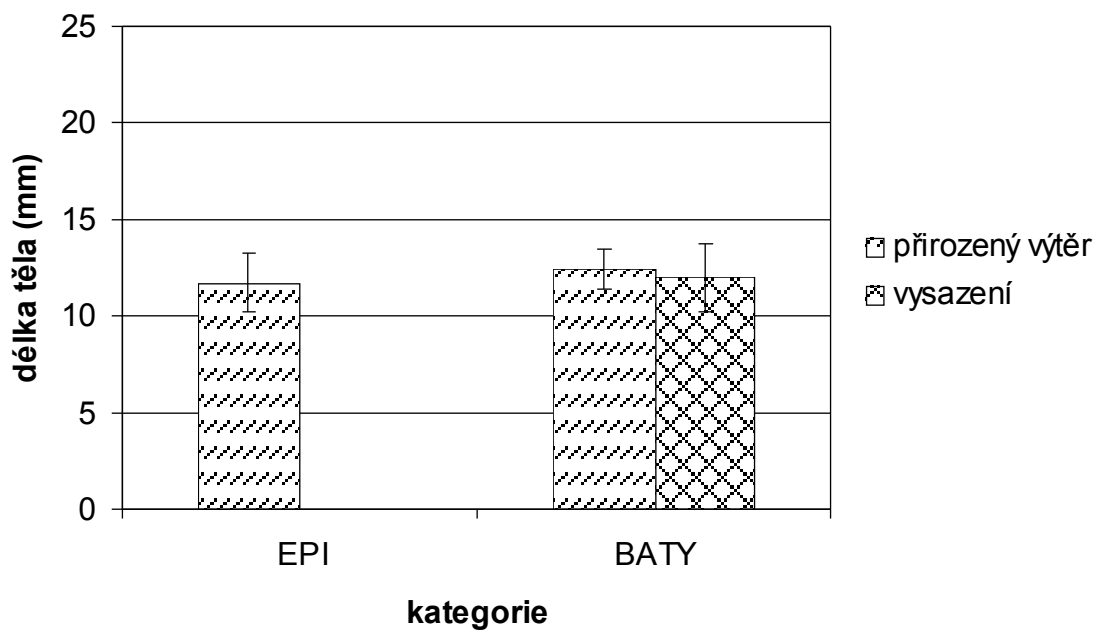
Obr. 18. Srovnání růstu candátů z přirozeného výtěru a vysazených v epilagické vrstvě přítokové oblasti nádrže Římov v roce 2007. (Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



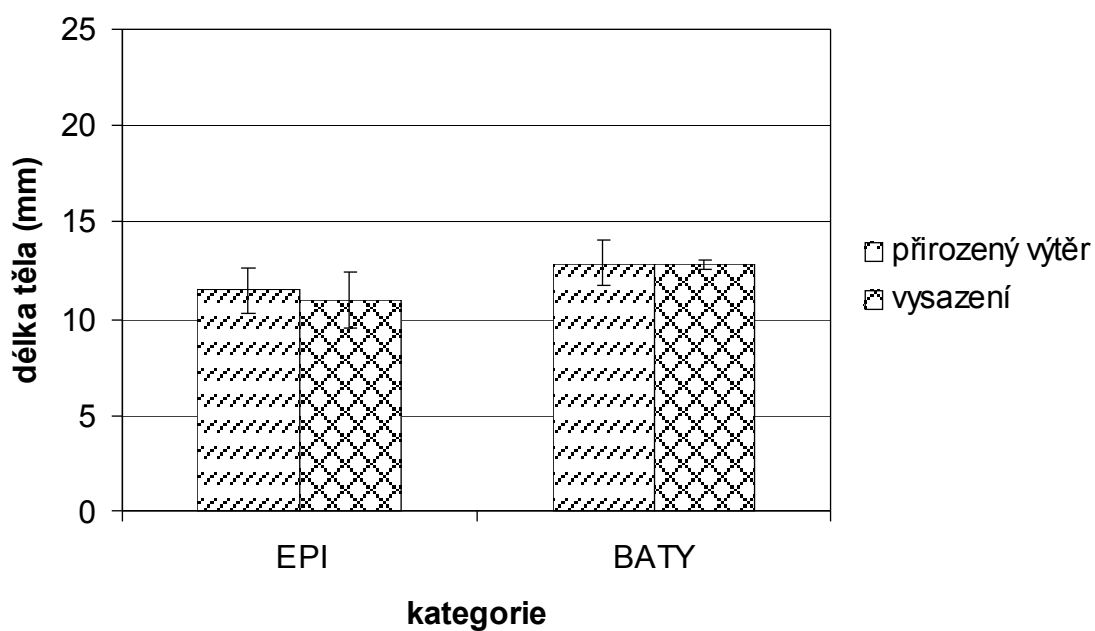
Obr. 19. Srovnání růstu candátů z přirozeného výtěru a vysazených v epilagické vrstvě hrázové oblasti nádrže Římov v roce 2008. (Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



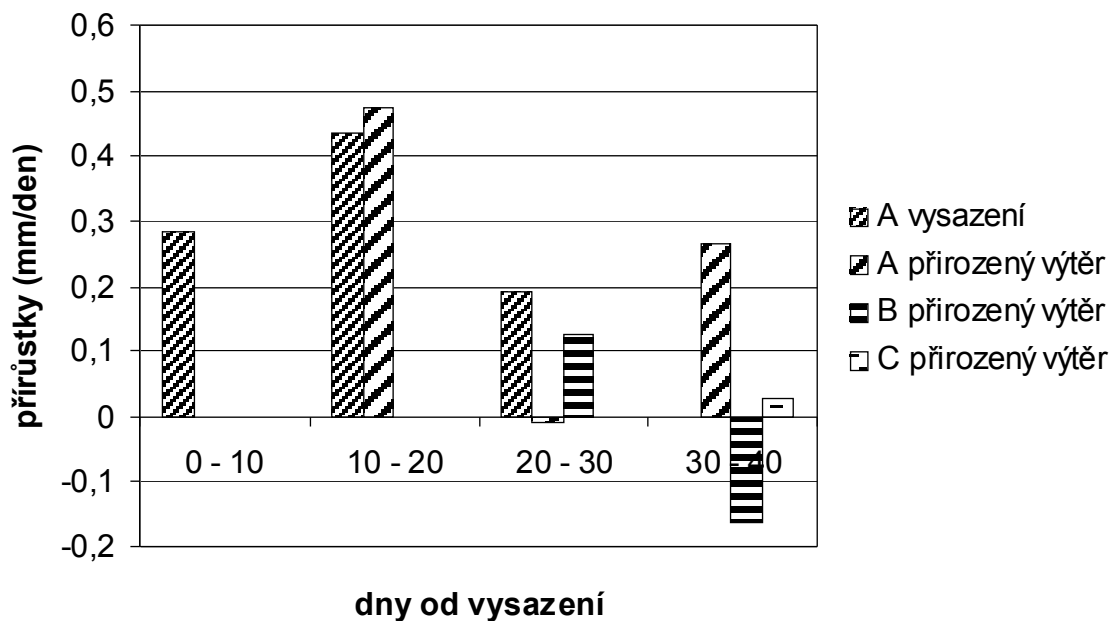
Obr. 20. Srovnání růstu candátů z přirozeného výtěru a vysazených v epilagické vrstvě střední části nádrže Římov v roce 2008. (Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



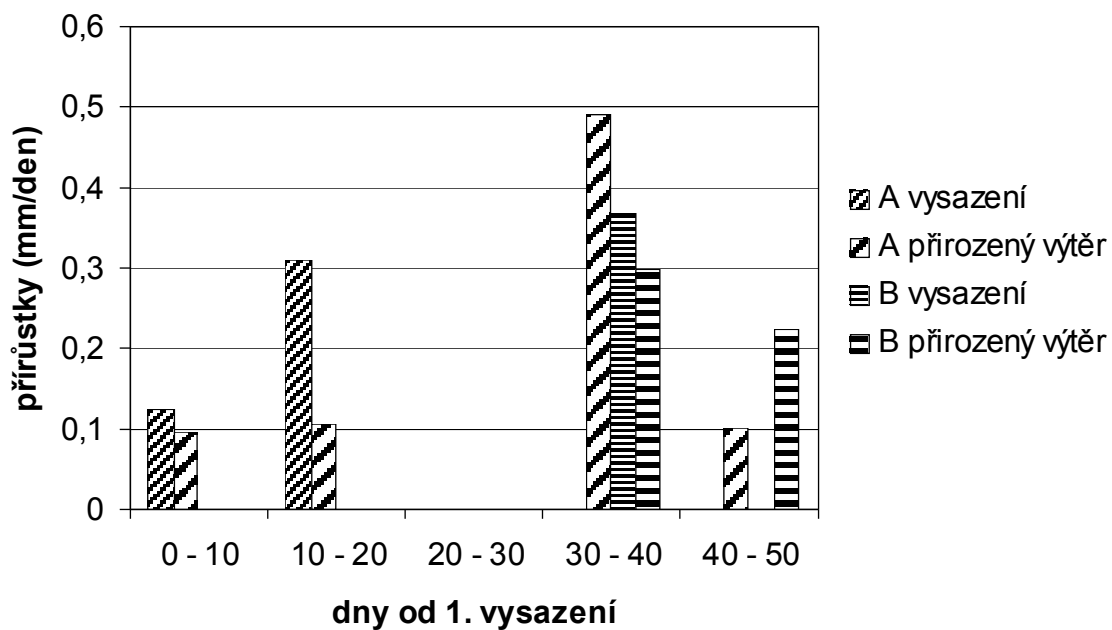
Obr. 21. Srovnání velikosti candátů z přirozeného výtěru a vysazených v epipelagické a batypelagické vrstvě hrázové oblasti. (Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



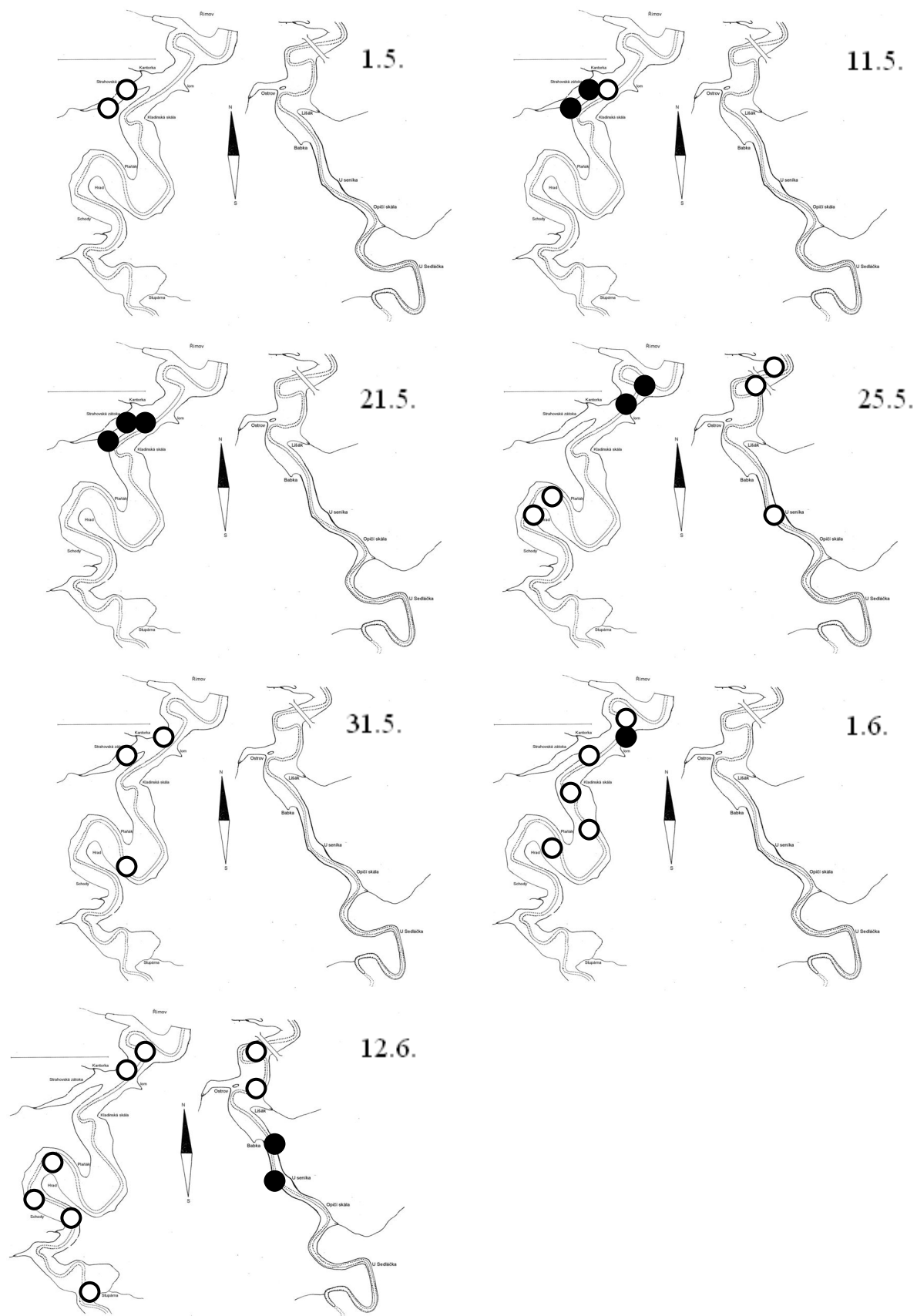
Obr. 22. Srovnání velikosti candátů z přirozeného výtěru a vysazených v epipelagické a batypelagické vrstvě ve střední části nádrže. (Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.)



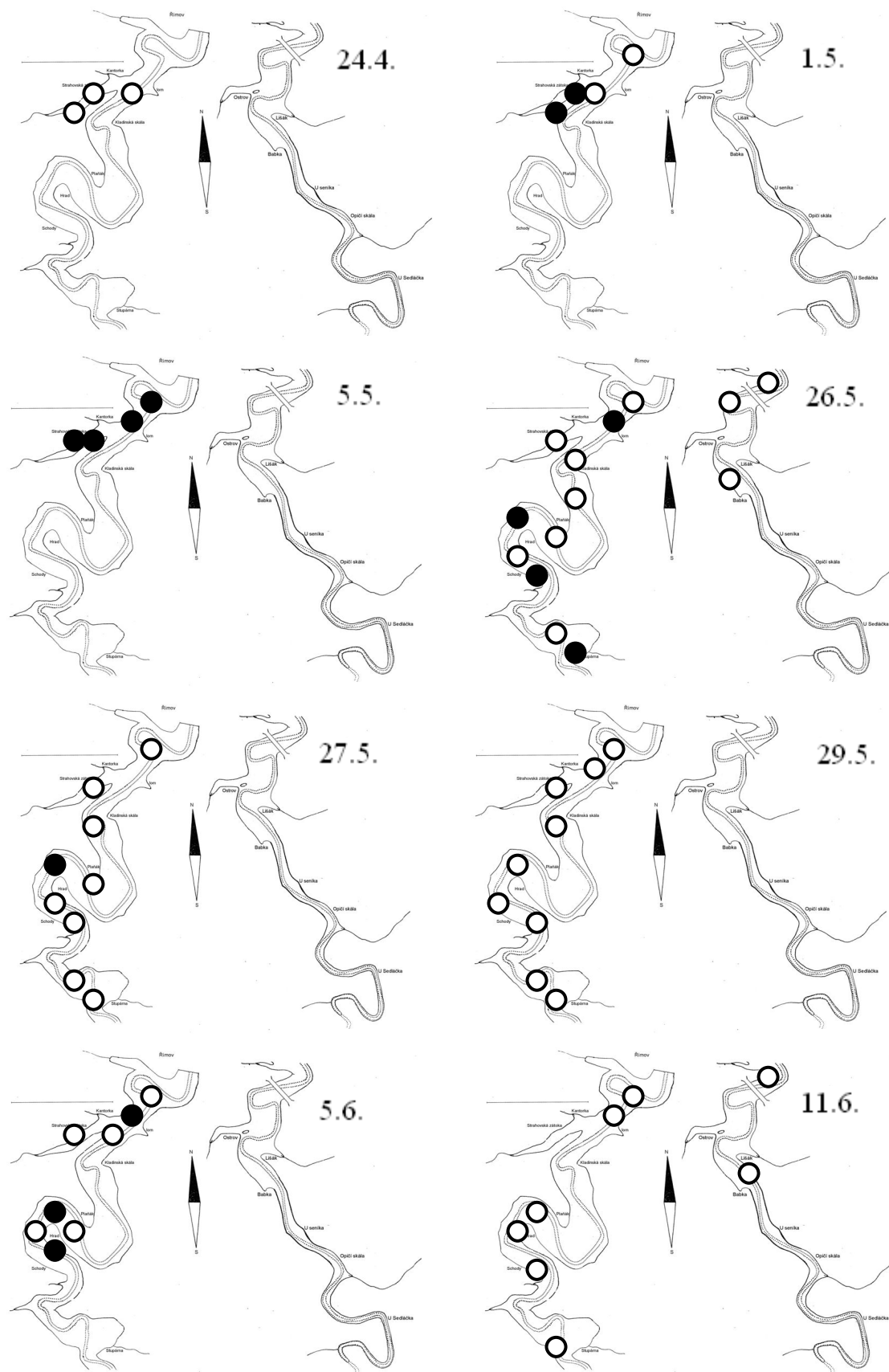
Obr. 23. Srovnání přírůstků candátů z přirozeného výtěru a vysazených v desetidenních intervalech v roce 2007. (A- hrázová oblast, B- střední část a C- přítoková část nádrže.)



Obr. 24. Srovnání přírůstků candátů z přirozeného výtěru a vysazených v desetidenních intervalech v roce 2008. (A- hrázová oblast, B- střední část a C- přítoková část nádrže.)



Obr. 25. Mapy zobrazující šíření vysazených candátů po nádrži Řimov během sledovaného období roku 2007. ○ lokalita, kde nebyli zjištěni značení candátů; ● lokalita, kde byli značení candátů přítomni.



Obr. 26. Mapy zobrazující šíření vysazených candátů po nádrži Řimov během sledovaného období roku 2008. ○ lokalita, kde nebyli zjištěni značení candátů; ● lokalita, kde byli značení candátů přítomni.