

ROBERT CZERNIAWSKI*, TOMASZ KREPSKI, ŁUKASZ SŁUGOCKI
JÓZEF DOMAGAŁA

**PODCHÓW JUWENILNYCH FORM RYB ŁOSOSIOWATYCH NA ŻYWYM
POKARMIE JAKO METODA ZWIĘKSZAJĄCA EFEKTYWNOŚĆ
ZARYBIEŃ**

REARING OF JUVENILE SALMONIDS ON LIVE FOOD AS THE METHOD
OF INCERASING THE STOCKING EFFECT

Katedra Hydrobiologii i Zoologii Ogólnej, Wydział Biologii
Uniwersytet Szczeciński
ul. Felczaka 3c, 71-412 Szczecin

ABSTRACT

This review paper describes few methods showing possibilities of stocking effect increase with hatchery-reared salmonids in the wild. One of the method that can improve the stocking efficiency is rearing of hatchery-reared salmonids on live food. The live food used during rearing can have a positive effect on foraging skills, survival rates and the growth of salmonid's parr in the wild. If stocking with hatchery-reared fish is the main means of salmonids restoration, the rearing of juvenile salmonids on a live diet could then be an important method in a restoration programme.

Key words: rearing, salmonids, fish restitution, protected species.

* Autor do korespondencji: robert.czerniawski@usz.edu.pl

1. WSTĘP

Powszechnie wiadomo, że w wielu krajach europejskich, w tym w Polsce populacja ryb łososiowatych utrzymywana jest w dużej mierze dzięki zabiegom prowadzonym przez człowieka, polegającym głównie na zarybianiu. Zabiegi te opierają się głównie na produkcji dużych ilości materiału zarybieniowego w wylęgarniach i jego podchowiu na paszach, następnie na zarybianiu (Bartel 2001). Jednak efektywność zarybień ciągle jest niezadowolająca, ze względu na wysoką śmiertelność materiału zarybieniowego (Cyt.). W związku z tym, poszukuje się sposobów na zwiększenie przeżywalności materiału zarybieniowego ryb łososiowatych w warunkach naturalnych. Jednym z nich jest jego podchów, najczęściej na paszy lub podchów w małych ciekach (Trzebiatowski i Domagała 1992, Domagała i Bartel 1997, 1999, Czerniawski i inni 2011). Zarybianie cieków wylęgiem podchowianym na paszy, daje zazwyczaj lepsze wyniki zarybień niż wylęgiem niepodchowianym, choć jest to zależne od warunków środowiskowych cieku (Domagała i Bartel 1997). Jednak i tak, śmiertelność wylęgu żerującego pochodzącego z wylęgarni jest wysoka i zdecydowanie wyższa niż ryb dzikich (Brown i Day 2002).

Na efektywność przeżycia różnych form materiału zarybieniowego mają wpływ warunki środowiskowe cieków, tj. obfitość pokarmu, liczba drapieżników czy warunki fizyko-chemiczne i morfologiczne (Strandmeyer i Thorpe 1987, Álvarez i Nicieza 2003, Brown i inni 2003a, Hirvonen i inni 2003, Petersson i Järvi 2006, Domagała i inni 2013). Przeżywalność wylęgu pływającego wsiedlonego do cieków może wynieść kilkanaście procent, lecz z reguły nie przekracza zaledwie kilku procent, a w przypadku obecności drapieżników w cieku stosowanie tego typu materiału zarybieniowego może zakończyć się całkowitym niepowodzeniem (Chelkowski 1990, Kennedy i Strange 1986). Trzebiatowski i Domagała (1992) podają, że w małych ciekach, pozbawionych obecności drapieżników, przeżywalność narybku jesiennego troci wsiedlonego wiosną jako wylęgu pływającego może wynosić nieco powyżej 15%, natomiast do narybku wiosennego przeżywa około 9% tych ryb. Natomiast w ciekach gdzie drapieżniki mogą redukować liczbę wsiedlanego wylęgu troci obserwuje się znacznie niższą przeżywalność. Według różnych autorów w takich ciekach przeżywalność wylęgu do jego odłowu jesienią może się wahać od 0% do niecałych 3% (Kennedy i Strange 1986, Chelkowski 1990, Fjellheim i inni 1995). Ponad dwukrotnie wyższą przeżywalność wylęgu ryb łososiowatych wsiedlonego do cieków obserwuje się po ich wcześniejszym podchowiu na starterach (Domagała i Bartel 1999). Przeżywalność wylęgu żerującego troci przed wsiedleniem podchowianego na paszy, w cieku bez drapieżników, może wynieść nawet ponad 40% (Trzebiatowski i Domagała 1992). Jednak, pomimo wielu zalet dotychczas stosowanych metod, efekty zarybień nie są do końca zadowolające, co może być spowodowane nieodpowiednim

przygotowaniem materiału zarybieniowego, podchowanego w sztucznych warunkach, do bytowania w warunkach naturalnych.

Przetrzymywanie ryb w warunkach hodowlanych zmienia strategię rozwojową populacji (Gross 1998, Brown i Day 2002, Brown i Laland 2002, Brown i inni 2003a, 2003b), gdyż ryby te podlegają udomowieniu i są słabiej niż dzikie przystosowane do naturalnych warunków środowiskowych, w których się rozwijają (Łuczyński i Bartel 1997). Mankamenty tego modelu zarybień to, prócz wyżej wymienionych, również utrata behawioryzmu terytorialnego, migracji środowiskowych i pokarmowych oraz utraty cech przystosowania do naturalnego środowiska rzeki, szczególnie w odniesieniu do drapieżników (Brown i Day 2002). Być może to pogorszenie zdolności przystosowawczych po wypuszczeniu do warunków naturalnych ma związek z preferencjami cech potrzebnych do przeżycia w wylęgarni (Christie i inni 2012). Wysoka śmiertelność larw i narybku po wsiedleniu do warunków naturalnych, może być też spowodowana nieumiejętnością pobierania przez nie żywego pokarmu, ponieważ w warunkach podchowu przyzwyczajone były one zjadać paszę. Ma to związek z brakiem adaptacji młodych ryb do warunków naturalnych i ograniczoną możliwością pobierania pokarmu w warunkach naturalnych (Brown i Day 2002).

Jak zaznaczono wyżej, stosowane dotychczas metody produkcji materiału zarybieniowego na paszy, pomimo wielu zalet posiadają pewne wady i wymagają udoskonalenia (Chełkowski 1990, Trzebiatowski i Domała 1992, Chełkowski 1993, Domała i Bartel 1997, 1999). Podchów wylęgu przeznaczonego na chów towarowy, na paszy wydaje się być absolutnie zrozumiałym ze względów ekonomicznych. Pomija się przy tym dość często, problemy związane z naturalną odbudową zagrożonych gatunków ryb, do których z pewnością należą ryby łososiowate. W ostatnich latach prowadzone są badania nad zmniejszeniem strat spowodowanych przechodzeniem wylęgu ryb na aktywne odżywianie w warunkach naturalnych, poprzez przedłużenie podchowu wylęgu do narybku w wylęgarniach i wypuszczanie narybku w pełni samodzielnego, co w swojej przeglądowej pracy opisali Brown i Day (2002). Jednak, długi okres przebywania w warunkach hodowlanych, powoduje, że traci on wiele cech dostosowawczych do życia w naturalnym środowisku, które zaniknęły w trakcie hodowli. Optymalnym rozwiązaniem na obecnym etapie badań jest podchów narybku w warunkach sztucznych, ale przy jednoczesnym zachowaniu cech dostosowawczych do środowiska naturalnego (Brown i Day 2002). Wydaje się, że to dostosowanie funkcjonuje w pierwszych kilku miesiącach życia narybkowego, a jednocześnie według zasady „im wcześniej wypuścimy narybek samodzielny, tym prędzej i skuteczniej znajdzie on swoją niszę”. Podchów wylęgu czy narybku, przy użyciu wysokoenergetycznych pasz, nie prowokuje narybku do aktywnego poszukiwania pokarmu i nie sprzyja wykształceniu zdolności dostosowawczych do życia w warunkach naturalnych. Stąd, kluczowym jest

wytrenowanie u wylęgu czy narybku takich zdolności poprzez karmienie ich wyłącznie żywym pokarmem lub w obecności drapieżnika czy zastosowaniu innych elementów naturalnych, takich jak kryjówek czy naturalnego podłoża. Większość autorów zajmujących się zarybieniami podkreśla ważność podchowu wylęgu metodami jak najbardziej zbliżonymi do naturalnych, co może ułatwić późniejszą adaptację do surowych warunków środowiska naturalnego (Brown i Day 2002).

Jak zaznaczono wyżej zasadniczym celem podchowu z użyciem naturalnych elementów jest przygotowanie zagrożonych gatunków ryb w warunkach hodowli do życia w warunkach naturalnych, w celu odtworzenia ich populacji, jako jeden z elementów ich restytucji i ochrony (Brown i Laland 2001). Można w ten sposób określić, jaki jest wpływ sposobu podchowu larw ryb i narybku w warunkach sztucznych na wzrost i przeżywalność tych ryb w warunkach naturalnych. Badania nad adaptacją młodych ryb do życia w warunkach naturalnych skupiają się głównie na interakcjach zachodzących pomiędzy rybami dzikimi a sztucznie podchowyanymi (Álvarez i Nicieza 2003), sposobie poszukiwania przez ryby pokarmu (Strandmeyer i Thorpe 1987, Brown i inni 2003a), kształtowaniu zachowań w celu unikania kontaktu z drapieżnikiem (Hirvonen i inni 2003, Petersson i Järvi 2006) czy wpływie wyglądu ofiary na odżywianie ryb drapieżnych (Browman i Marcotte 1987). Wyniki doświadczeń wskazują, że taki trening wczesnych stadiów rozwojowych ryb w warunkach sztucznych, prowadzi do zwiększenia przeżywalności tych ryb po ich wsiedleniu do cieku. Stąd, wielu wymienionych autorów, podkreśla ważność podchowu juwenilnych stadiów ryb metodami jak najbardziej zbliżonymi do naturalnych, co może ułatwić ich późniejszą adaptację do surowych warunków środowiska naturalnego.

Niniejsze opracowanie stanowi ocenę doświadczeń z podchowem materiału zarybieniewego pstrąga potokowego, troci wędrowniej i łosiosia atlantyckiego z zastosowaniem różnego rodzaju pokarmu. Praca jest przeglądem uzyskanych wyników w tym temacie.

2. MATERIAŁ I METODY

Praca powstała w oparciu o opublikowane wyniki badań, głównie autorów niniejszej pracy. Do dyskusji tych wyników wykorzystano wyniki badań i wnioski innych autorów, zajmujących się od wielu lat tematyką restauracji zagrożonych gatunków ryb, przede wszystkim łososiokształtnych. Z uwagi na największe zainteresowanie autorów prezentowanej pracy wpływem sposobu żywienia materiału zarybieniewego na jego przeżywalność w warunkach naturalnych, skupiono się głównie na tym problemie. Przy tej okazji, wskazano także, na możliwość wykorzystania różnego rodzaju pokarmu w akwakulturze, w podchowcie towarowym juwenilnych stadiów ryb.

3. WYNIKI I Dyskusja

3.1. Podchów materiału zarybieniowego na żywym pokarmie

Jedną z metod polegających na przyuczeniu wylęgu lub narybku do poszukiwania pokarmu w warunkach naturalnych jest jego wcześniejszy podchów na żywym zooplanktonie. Zooplankton jest składnikiem pokarmu planktonofagów, jak również dużej części juwenilnych form wielu gatunków ryb, zarówno drapieżnych jak i bentosożernych (Brylińska 2000). Niezależnie od wieku ryby, wyżerowywany zooplankton, jak każdy typ pokarmu, musi spełniać jeden podstawowy warunek: pokrywać zapotrzebowanie na energię zużywaną przy chwytaniu zdobyczy oraz na wzrost osobnika. Zooplankton jest wartościowym źródłem białka, aminokwasów, tłuszczów i enzymów (Pillay 1990), a poziom białka w niektórych wioślarkach wynosi nawet od 54 do 65% (Kibria i inni 1999). Ponadto, Yurkowski i Tabachek (1979) twierdzą, że poziom aminokwasów w *Daphnia pulex* i *Diaptomus sp.* jest równy lub wyższy od tego, który wymagany jest do wzrostu narybku.

W akwakulturze zooplankton naturalnych zbiorników wodnych nie cieszy się tak dużym powodzeniem jak komercyjne pasze. Powodami tego są przede wszystkim stosunkowo wysoki, w porównaniu z paszami, współczynnik pokarmowy zooplanktonu wynoszący powyżej 5 (Karzinkin 1955) oraz względna trudność pozyskania odpowiedniej do wzrostu ryb masy zooplanktonu. Poczyczyński (1996a) oraz Marmulla i Rosch (1990) podają, że wartości odżywcze pasz są zdecydowanie wyższe niż zooplanktonu. Sztuczne pokarmy zawierają związki białka, tłuszczu, witamin i soli mineralnych potrzebnych do wzrostu w stosunkowo szybkim czasie (Poczyczyński 1996b), co jest niewątpliwym atutem, jeżeli chodzi o chów towarowy. Jednak, gorszy pod względem energetycznym pokarm naturalny może mieć swoje specyficzne zalety. Aktywność enzymów trawiennych larw jest niższa niż osobników dorosłych tego samego gatunku, a niedobór własnych enzymów proteolitycznych jest częściowo kompensowany przez enzymy zjadanego zooplanktonu (Poczyczyński 1996a). Do tego, zooplankton traktowany jest jak doskonale źródło cennych składników pokarmowych dla wielu gatunków ryb, który pod wieloma względami nie ustępuje pokarmom sztucznym (Dąbrowski 1984, Dave 1989). Łuczyński (1992) twierdzi nawet, że przeżywalność, rozwój i kondycja ryb żywionych naturalnym pokarmem są zdecydowanie lepsze, niż karmionych paszami sztucznymi. Ponadto, biorąc pod uwagę podchów materiału zarybieniowego, pokarm naturalny formujący u wylęgu umiejętności żerowania wydaje się zdecydowanie lepszy od sztucznego (Czerniawski i inni 2011, 2014a).

O ile żywy zooplankton wód naturalnych stosuje się relatywnie często w podchowcie ryb karpiowatych, szczególnie na samym początku ich odżywiania egzogenego, to właściwie wcale nie jest on wykorzystywany

w komercyjnym podchowcie ryb łososiowatych. Głównie z powodu jego małych zagęszczeń, zarówno w rzekach jak i jeziorach, w chłodnych miesiącach wykluwania się ryb łososiowatych. Stąd, pozyskanie tego pokarmu w tym czasie jest trudne i wymaga wielu badań hydrobiologicznych odpowiednich zbiorników wodnych w celu zidentyfikowania bogatych źródeł zooplanktonu. Maksymalne zagęszczenia zooplanktonu w wodach naturalnych pojawiają się dopiero w miesiącach wiosennych, głównie w kwietniu i maju (Szlauer 1976, Czerniawski i Domagała 2013). Jednak, pomimo niewielkich ilości zooplanktonu w zimowych i wczesnowiosennych tygodniach warto zastosować taki typ diety podczas podchowu wylęgu ryb łososiowatych, przynajmniej na jego początku. Stradmeyer i Thorpe (1987) podają, że narybek ryb łososiowatych w warunkach naturalnych pobiera pokarm, składający się głównie z larw owadów pochodzących z dryfu cieku i rzadziej z jego powierzchni. Stąd, zastosowanie żywego pokarmu w podchowcie wylęgu lub narybku ryb łososiowatych w warunkach kontrolowanych jest jak najbardziej uzasadnione. Jednak, pozyskiwanie dużych ilości larw owadów w zimnym okresie wykluwania się ryb łososiowatych lub ich hodowla w warunkach sztucznych jest niemożliwe lub wiąże się z wieloma trudnościami. Poza tym, larwy owadów w basenach podchowowych mogą w wyniku braku turbulencji opadać na dno. W tym celu zastępczym pokarmem jest zooplankton, cechujący się aktywnym pływaniem, przypominającym dryfowanie i prowokującym przy tym ryby do żerowania.

Czerniawski i inni (2012) prowadzili doświadczalny podchów larw łosia atlantyckiego (*Salmo salar* L.) i troci wędrownej (*Salmo trutta trutta* L.) w trzech wariantach żywieniowych karmionych *ad libitum*: A – larwy karmione żywym zooplanktonem (90% biomasy stanowiły dojrzałe widłonogi), B – larwy karmione larwami ryb – nektonem (do ósmego tygodnia podchowu ryby karmiono żywymi larwami miętusa *Lota lota* L. o średniej długości 6 mm i jazia *Leuciscus idus* L., od ósmego tygodnia podawano rybom larwy karpia *Cyprinus carpio* L. i narybek ciernika *Gasterosteus aculeatus* L.) oraz C – larwy karmione starterem dla ryb łososiowatych. Wyniki doświadczenia prowadzonego przez 10 tygodni pokazały, że oba gatunki we wszystkich wariantach karmienia charakteryzowały się bardzo wysoką przeżywalnością. W pierwszych dwóch tygodniach doświadczenia zaobserwowano istotnie szybszy wzrost łosia i troci karmionych żywym zooplanktonem, w porównaniu z innymi grupami ryb (Tab. 1). Po dwóch tygodniach ryby karmione starterem przyrastały najszybciej i do końca doświadczenia charakteryzowały się istotnie większą długością i masą niż pozostałe grupy. Ryby karmione żywym zooplanktonem przyrastały wolniej. W dziesiątym, tygodniu ryby karmione nektonem uzyskały podobną długość i masę jak ryby karmione zooplanktonem. W całym okresie podchowu łosoś i troć karmione starterem charakteryzowały się najlepszym wzrostem, uzyskując istotnie wyższy dobowy

przyrost masy ciała (SGR) niż ryby karmione zooplanktonem i nektonem. Podobnie, na koniec doświadczenia najlepszą kondycją charakteryzował się łosoś i troć karmione starterem, odpowiednio 1,15 i 1,17, następnie ryby karmione zooplanktonem, odpowiednio 1,08 i 1,02, natomiast ryby karmione nektonem, odpowiednio 1,03 i 0,99. W całym okresie podchowu, zarówno wśród łososia i troci, najwyższą przeżywalnością cechowały się ryby karmione żywym zooplanktonem.

Tabela 1. Średnie wartości przeżywalności i średniego przyrostu dobowego masy ciała (SGR) wylęgu łososia atlantyckiego i troci wędrowniej podchowiwanych na żywym zooplanktonie (A), nektonie (B) i na paszy (C) (Czerniawski i inni 2012).

Table 1. Mean values of survival and specific growth rate (SGR) of larvae of Atlantic salmon and sea trout reared on live zooplankton (A), nekton (B) and pellet diet (C) (Czerniawski et al. 2012)

Tydzień podchowu / Week of rearing	Grupa / Group	Łosoś atlantycki / Atlantic salmon		Troć wędrowna / Sea trout	
		Przeżywalność / Survival (%)	SGR (% doba ⁻¹) / (% day ⁻¹)	Przeżywalność / Survival (%)	SGR (% doba ⁻¹) / (% day ⁻¹)
2	A	99,8	3,58	99,7	4,80
	B	99,2	1,00	99,2	1,67
	C	99,5	3,01	99,0	1,57
4	A	99,8	2,52	99,8	2,16
	B	99,2	1,92	98,8	1,73
	C	99,5	4,21	98,1	2,88
6	A	99,8	1,33	100,0	0,80
	B	99,0	1,02	98,2	1,62
	C	100,0	3,38	98,2	4,23
8	A	100,0	1,03	100,0	0,77
	B	99,9	1,15	99,3	1,82
	C	100,0	2,21	99,0	2,47
10	A	100,0	0,60	100,0	0,32
	B	99,8	4,55	99,8	1,60
	C	100,0	2,41	99,8	4,38
Cały okres / Whole period	A	98,8	1,80	99,3	1,80
	B	95,8	1,05	95,3	1,65
	C	99,0	3,07	94,0	3,17

W podchowcie wylęgu pstrąga potokowego (*Salmo trutta fario* L.) (Czerniawski i inni 2010a) żywy zooplankton wywołał podobny efekt jak w przypadku podchowu wylęgu larw łososia i troci (Czerniawski i inni 2012). W doświadczeniu tym, które trwało 6 tygodni, od zresorbowania w 2/3 woreczka żółtkowego, wylęg pstrąga potokowego podzielono na trzy grupy żywieniowe, również karmione *ad libitum*: A – karmione żywym zooplanktonem, B – karmione siekanymi larwami ochotki, C – karmione starterem dla ryb łososiowatych. Wyniki tego doświadczenia pokazały, że ryby karmione zooplanktonem charakteryzowały się istotnie wyższymi wartościami długości kaudalnej i masy, w porównaniu z larwami karmionymi paszą i larwami ochotki (Tab. 2). W pierwszym przypadku różnice te zaznaczały się do drugiego tygodnia, natomiast w drugim do czwartego. Jednak biorąc pod uwagę cały okres podchowu najlepszym typem pokarmu okazała się pasza, o czym świadczą najwyższe wartości długości kaudalnej, masy i dobowe przyrosty masy uzyskane w ostatnim tygodniu doświadczenia. Jednak różnice w tych parametrach pomiędzy rybami karmionymi żywym zooplanktonem i paszą nie były istotne. Również przeżywalność tych dwóch grup była dość wysoka, 91% grupy karmionej paszą i 99% grupy karmionej żywym zooplanktonem. Najgorszymi parametrami wzrostu i przeżywalności (77%) odznaczała się grupa karmiona siekanymi larwami ochotki. Autorzy tego doświadczenia ten fakt tłumaczą właśnie różnym typem zadawanego pokarmu, na który różnie reagowały ryby na początku okresu żerowania. Zaobserwowano, że żywy, poruszający się w basenie zooplankton wzbudzał zainteresowanie ryb już w pierwszym dniu zadawania pokarmu i już w tych dniach ryby zaczęły go chwycić z toni wody. W przypadku paszy zaobserwowano, że ryby pobierały ją głównie z dna zbiornika lub tuż nad dnem w momencie jej opadania. Natomiast w całości pasza była zjadana dopiero po trzecim tygodniu, co przełożyło się na szybszy wzrost tych ryb właśnie od tego tygodnia. Z kolei, ryby karmione siekanymi larwami ochotki, aż do ostatniego dnia podchowu nie zjadały w całości tego typu pokarmu. Siekane larwy ochotki w odróżnieniu od cząstek starteru, a już na pewno w odróżnieniu od żywego zooplanktonu znacznie krócej utrzymywały się w toni wody. Właściwie w momencie zadania natychmiast opadały na dno, nie wzbudzając przy tym większego zainteresowania ryb. Stąd, doświadczenie to pokazuje jak ważny w pierwszych dniach życia ryb łososiowatych jest ruch pokarmu lub jego jak najdłuższy czas utrzymywania się w toni wody (Czerniawski i inni 2010a). Podobnie twierdzą Maynard i inni (1996), podając, że żywy zooplankton jest szybko akceptowany przez juwenilne stadia ryb, głównie z powodu jego ciągłego ruchu wzmagającego zainteresowanie ryb i w konsekwencji prowokującego do jego zjadania przez żerujące ryby.

Tabela 2. Średnie wartości przeżywalności (%), długości kaudalnej (mm), masy (g), wskaźnika kondycji i średniego przyrostu dobowego masy (SGR) (% doba⁻¹) uzyskane na koniec podchowu wylęgu pstrąga potokowego na żywym zooplanktonie (A), siekanych larwach ochotki (B) i na paszy (C) (Czerniawski i inni 2010a).

Table 2. Mean values of survival (%), fork length (mm), mass (g), condition factor and specific growth rate (SGR) (% day⁻¹) obtained after rearing of brown trout larvae on live zooplankton (A), dropped larvae of chironomids (B) and pellet diet (C) (Czerniawski et al. 2010a).

Grupa / Group	Przeżywalność / Survival	Długość kaudalna / Fork length	Masa / Mass	Wskaźnik kondycji / Condition factor	SGR
A	99	31,22	0,237	0,71	3,95
B	77	24,74	0,102	0,68	1,94
C	91	31,42	0,259	0,73	4,25

Tabela 3. Średnie wartości przeżywalności (%), długości kaudalnej (mm), masy (g), wskaźnika kondycji i średniego przyrostu dobowego masy (SGR) (% doba⁻¹) uzyskane na koniec podchowu larw troci na żywym zooplanktonie i żywych larwach ochotki (A) oraz na paszy (B) (Czerniawski i inni 2014a).

Table 3. Mean values of survival (%), fork length (mm), mass (g), condition factor and specific growth rate (SGR) (% day⁻¹) obtained after rearing of brown trout larvae on live zooplankton and live chironomids larvae (A) and pellet diet (B) (Czerniawski et al. 2014a).

Grupa / Group	Przeżywalność / Survival	Długość kaudalna / Fork length	Masa / Mass	Wskaźnik kondycji / Condition factor	SGR
A	99	44,5	0,869	0,56	2,45
B	94	46,2	1,043	0,53	2,70

W innym doświadczeniu, z użyciem podobnego typu pokarmu podchowano wylęg troci wędrownej (Czerniawski i inni 2014a). W doświadczeniu tym, które trwało 12 tygodni, od zresorbowania w 2/3 woreczka żółtkowego, wylęg troci wędrownej podzielono na dwie grupy żywieniowe, którym podawano pokarm *ad libitum*: A – karmione żywym zooplanktonem i żywymi larwami ochotki oraz B – karmione starterem dla ryb łososiowatych. Podobnie jak w poprzednich doświadczeniach wyniki pokazują, że w ostatnim dniu podchowu ryby karmione żywym pokarmem uzyskały lepsze wyniki przeżywalności i gorsze wyniki wzrostu niż ryby karmione paszą (Tab. 3). Jednak, w odróżnieniu od wcześniejszego doświadczenia (Czerniawski i inni 2010a), nie wykazano tutaj tak dużych różnic w parametrach wzrostu pomiędzy tymi dwoma grupami. Powodem tego mógł być rodzaj zadawanego pokarmu, a mianowicie żywe larwy ochotki. Organizmy te pomimo tego, że natychmiast opadały na dno basenu po ich

zadaniu, jeszcze przez długi czas poruszały się na dnie basenów. Prowokowały przy tym ryby do ich zjadania. W związku z tym, w niniejszym doświadczeniu (Czerniawski i inni 2014a) cała masa żywych, aktywnych larw ochotki zjadana były przez ryby w całości, w przeciwieństwie do siekanych larw ochotki, których cząstki pozostając na dnie basenów nie wzbudzały zainteresowania ryb (Czerniawski i inni 2010a).

Podobne wyniki podchowu larw troci wędrownej na żywym zooplanktonie i na paszy uzyskali Czerniawski i Czerniejewski (2007) oraz Czerniawski i inni (2009) w innych doświadczeniach. W każdym przypadku autorzy obserwowali szybszy wzrost larw karmionych żywym zooplanktonem w pierwszych dwóch tygodniach doświadczenia. Po tym okresie lepszymi wartościami parametrów wzrostu charakteryzowały się larwy karmione paszą.

Również inni autorzy zwracają uwagę na ważność żywego pokarmu w podchowcie wylęgu i narybku ryb łososiowatych. Potwierdzają oni w swoim badaniach, że żywy pokarm jest szybciej przyswajany przez ryby łososiowate, które przynajmniej na początku podchowu cechują się wyższą przeżywalnością i wyższymi parametrami wzrostu w porównaniu z rybami karmionymi komercyjną paszą (Paszowski i Olla 1985, Strandmeyer i Thorpe 1987, Brown i inni 2003a). Równie skutecznym sposobem podchowu wylęgu ryb łososiowatych na żywym pokarmie jest użycie larw lub dojrzałego stadium *Artemia salina* jako pierwszego pokarmu (Czerniawski i inni 2010b). Jednak wydaje się, że w porównaniu ze stosowaniem żywego zooplanktonu pozyskiwanego z naturalnych zbiorników jest to metoda bardzo droga.

Podsumowując rozdział poświęcony podchowom juwenilnych ryb łososiowatych, można stwierdzić, że najlepsze wyniki uzyskiwane są ostatecznie po ich żywieniu paszą. Jest to oczywiście zrozumiałe, ponieważ nowoczesne pasze, charakteryzujące się bardzo niskimi wartościami współczynnika pokarmowego pozwalają na wzrost juwenilnych stadiów tych ryb w dość krótkim czasie. Jednak ryby pobierające paszę zachowują się w basenach podchowowych zupełnie inaczej niż ryby karmione żywym pokarmem. Ryby karmione paszą pobierają pokarm właściwie tylko nad dnem i z dna. Zatem, wydatki energii poniesione na zdobycie pożywienia są niewielkie i w wymierny sposób przekładają się również na wzrost masy ciała. Natomiast ryby karmione żywym, poruszającym się pokarmem pływają w całej objętości wody żerując na żywych organizmach. Jednak, w przypadku ryb łososiowatych, w pierwszych dwóch, trzech tygodniach podchowu ich wylęgu, niezależnie od rodzaju starteru i tak obserwuje się większą śmiertelność ryb karmionych właśnie suchym pokarmem komercyjnym niż żywym. Na podstawie wyników podchowu wielu autorów można stwierdzić, że dla stadiów juwenilnych ryb łososiowatych, w początkowym okresie ich egzogenego odżywiania, bardzo ważnym czynnikiem decydującym o ich wzroście jest ruch ofiary i jak najdłuższy

czas utrzymywania się tej ofiary w toni wody. W tym wypadku idealnym pokarmem jest żywy zooplankton, który dzięki gwałtownym ruchom wykonywanym przy pływaniu skutecznie prowokuje młode ryby do ataku, chwytania i zjadania.

3.2. Efekty zarybień po podchowcie materiału zarybieniowego na żywym pokarmie

Jak wskazano we wcześniejszym rozdziale narybek ryb łososiowatych pobiera pokarm, składający się głównie z bezkręgowców pochodzących z dryfu cieku (Stradmeyer i Thorpe 1987). W związku z tym, w celu adaptacji wylęgu do warunków naturalnych wydaje się uzasadnionym karmić ryby właśnie dryfującym pokarmem, którym może być żywy zooplankton. Organizmy te, traktowane jako pokarm, cechują się wieloma atutami: są łatwo dostępne przez cały rok, również w istotnym okresie wylęgu ryb łososiowatych (Szlauer i Winnicki 1980), pomimo braku turbulencji w basenie podchowowym zooplankton bez przerwy aktywnie pływa w toni wody, przypominając dryfowanie i prowokując przy tym ryby do jedzenia, ponadto, zooplankton jest wartościowym źródłem składników odżywczych. Żywy, poruszający się zooplankton, żywe larwy owadów czy nawet żywe larwy ryb – nekton jest istotnym składnikiem diety w odżywianiu się podchowowanego do narybku wylęgu ryb reofilnych, ze względu na możliwość wytrenowania u tych ryb umiejętności pobierania żywego, poruszającego się pokarmu.

Opisane powyżej sposoby podchowu materiału zarybieniowego na żywym pokarmie, są sprawdzoną metodą adaptacji juwenilnych ryb reofilnych do życia w ciekach. Podchów ten zmusza wylęg i narybek do pobierania żywego pokarmu w warunkach sztucznych, aby po wsiedleniu zwiększyć jego przygotowanie do późniejszego, efektywnego bytowania w warunkach naturalnych. Zastosowany podczas treningu ryb żywy pokarm, jako pokarm, w warunkach sztucznych, pozwala na osiągnięcie po zarybieniu znacznie wyższej przeżywalności niż w przypadku narybku karmionego podczas podchowu standardową paszą. Ryby karmione takim typem pokarmu, jako te przyuczone już w podchowcie do poszukiwania pokarmu, efektywnie pobierają naturalny pokarm w cieku, co przekłada się na wyniki przeżywalności już w pierwszych dniach po wsiedleniu ryb. Wyniki doświadczeń wskazują, że trening wczesnych stadiów rozwojowych ryb reofilnych w warunkach sztucznych, prowadzi do zwiększenia przeżywalności tych ryb po ich wsiedleniu do cieku.

Wyniki badań Czerniawskiego i in. (2010a) pokazują, że podchów wylęgu i narybku pstrąga potokowego w podchowalni na żywym zooplanktonie, może po jego wsiedleniu do cieku wpłynąć na zwiększenie przeżywalności, w porównaniu z takim samym materiałem zarybieniowym podchowany na paszy (Tab. 4).

Tabela 4. Przeżywalność oraz średnie wartości parametrów wzrostu jesiennego narybku pstrąga potokowego odłowionego z cieką po jego wcześniejszym podchowiu w warunkach hodowlanych na żywym zooplanktonie (A) i na paszy (B) (Czerniawski i inni 2010a).

Table 4. Survival and mean values of growth rates of autumn fry of brown trout captured from stream after their rearing in hatchery on live zooplankton (A) and pellet diet (B) (Czerniawski et al. 2010a).

Grupa / Group	Przeżywalność / Survival (%)	Długość kaudalna / Fork length (cm)	Masa / Mass (g)	Wskaźnik kondycji / Condition factor
A	60	14,06	35,76	2,23
B	38	11,31	18,20	1,87

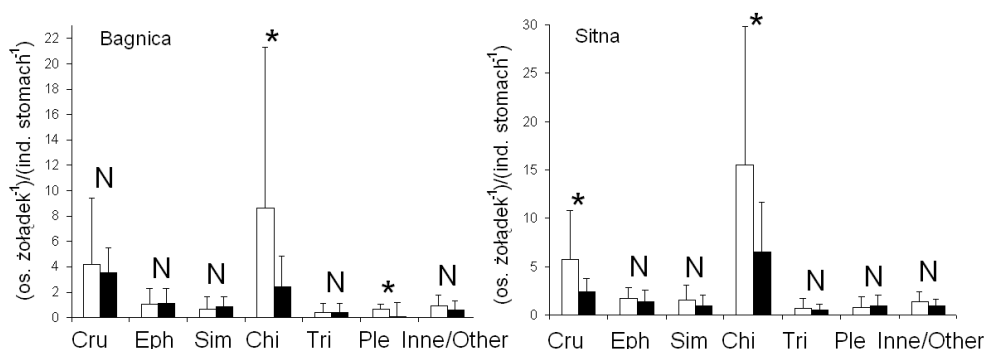
Tabela 5. Przeżywalność oraz średnia wartość dobowego przyrostu masy (SGR) jesiennego narybku łososia atlantyckiego i troci wędrowniej odłowionego z cieką po jego wcześniejszym podchowiu w warunkach kontrolowanych na żywym zooplanktonie (A), żywych larwach ryb – nektonie (B) i na paszy (C) (Czerniawski i inni 2011).

Table 5. Survival and mean values of specific growth rate of autumn fry of Atlantic salmon and sea trout captured from stream after their rearing in hatchery on live zooplankton (A), nekton (B) and pellet diet (C) (Czerniawski et al. 2011).

Grupa / Group	Łosoś atlantycki		Troć wędrowną	
	Przeżywalność / Survival (%)	SGR (% doba ⁻¹) / (% day ⁻¹)	Przeżywalność / Survival (%)	SGR (% doba ⁻¹) / (% day ⁻¹)
A	53	2,92	61	3,38
B	46	2,87	25	2,77
C	10	2,05	11	1,99

Jeszcze lepszy efekt obserwowany jest w przypadku zarybienia cieką narybkiem łososia atlantyckiego i troci wędrowniej podchowianych w warunkach sztucznych również na żywym zooplanktonie. Narybek jesienny łososia atlantyckiego i troci wędrowniej wsiedlonych do cieką jako wylęg żerujący, podchowiany na żywym zooplanktonie oraz na żywych larwach ryb osiągnął, po jego odłowiu z cieką wyższą przeżywalność niż ten sam materiał zarybieniowy podchowiany wcześniej na standardowej paszy (Czerniawski i inni 2011). Ponadto, ryby te karmione podczas podchowiu żywym zooplanktonem osiągnęły w warunkach naturalnych istotnie lepsze wyniki wzrostu niż karmione paszą (Tab. 5).

Wpływ na lepszą przeżywalność i wzrost w cieku materiału zarybieniowego pochodzącego z podchowalni ma, zatem rodzaj zadawanego pokarmu podczas podchowu. Żywy pokarm, w przeciwieństwie do paszy przyzwyczajają młode ryby łososiowate, już na etapie podchowu do poszukiwania pokarmu i kształtowaniu u tych ryb zachowań typowych dla drapieżnika.



Rys. 1. Średnia liczebność + odchylenie standardowe osobników makrobezkręgowców znalezionych w żołądkach narybku troci wędrownej odłowionej z dwóch cieków, podchowanej wcześniej na żywych larwach ochotki (jasne pola) i na paszy (ciemne pola). Cru – Crustacea, Eph – Ephemeroptera, Sim – Simuliidae, Chi – Chironomidae, Tri – Trichoptera, Ple – Plecoptera. N – różnice nieistotne statystycznie, * różnice istotne statystycznie $P < 0,05$ (za Czerniawski i inni 2014a).

Figure 1. Mean abundance + standard deviation of invertebrates individuals observed in trout fry stomachs from two streams, earlier reared on live larvae of chironomids (white column) and on pellet diet (black column). Cru – Crustacea, Eph – Ephemeroptera, Sim – Simuliidae, Chi – Chironomidae, Tri – Trichoptera, Ple – Plecoptera. N – insignificant differences, * significant differences $P < 0,05$ (Czerniawski i at al. 2014a).

Dowiedziano także, że typ zadawanego pokarmu podczas podchowu ma nie tylko wpływ na przeżywalność, ale również może mieć wpływ na wybiórczość pokarmową ryb w cieku, w kierunku tych samych organizmów, które były zadawane jako pokarm podczas podchowu. Narybek troci, któremu podczas podchowu podawano żywe larwy ochotki, charakteryzował się w warunkach naturalnych istotnie wyższą liczbą zjadanych larw ochotki niż narybek, który podczas podchowu zjadał wyłącznie paszę (Rys. 1). Poniższy rysunek przedstawia skład pokarmowy dwóch grup doświadczalnych ryb odłowionych z dwóch cieków.

3.3. Karmienie materiału zarybieniowego w warunkach naturalnych

Zastosowanie w podchowiu wylęgu ryb łososiowatych żywego zooplanktonu i larw miętusa pozytywnie wpływa na jego przeżycie w cieku. Można, zatem przypuszczać, że wsiedlenie do cieku larw miętusa, na krótko przed zarybieniem wylęgiem troci wpłynie pozytywnie na przeżywalność tego wylęgu, również w warunkach naturalnych. Czerniawski i inni (2014b) podjęli próbę określenia obecności larw miętusa w cieku na przeżywalność wylęgu troci.

Do zarybień użyto wylęgu troci wędrownej ze zresorbowanym w 2/3 objętości woreczkiem żółtkowym. Ryby wsiedlono wiosną do górnych odcinków dwóch niewielkich cieków: Trawna i Chojnówka, w obrębie Szczecina, od lat wykorzystywanych do badań w celach zarybieniowych. Dwa tygodnie przed wsiedleniem troci do cieków dokonano wsiedlenia do obu cieków po 100 tys. sztuk wylęgu pływającego miętusa (*Lota lota*) w celu zapewnienia dla wylęgu troci bazy pokarmowej. Przeżywalność troci została sprawdzona pod koniec sierpnia tego samego roku.

Zarówno z Trawnej, jak i z Chojnówki odłowiono stosunkowo dużą liczbę ryb. Na tej podstawie można uznać, że wyniki przeżywalności ryb od wsiedlenia do odłowów sierpniowych okazały się zadowalające w każdym cieku (Tab. 6). Procentowe wartości przeżywalności ryb bliskie były 50, co w porównaniu z wynikami innych autorów wydaje się być doskonałym rezultatem. Jednak, należy zaznaczyć, że w ciekach nie występowały drapieżniki, które mogą być głównym powodem wysokiej śmiertelności wsiedlanych do cieków larw ryb i narybku ryb łososiowatych

Tabela 6. Przeżywalność oraz średnie wartości parametrów wzrostu jesiennego narybku troci wędrownej odłowionej z cieków Chojnówka i Trawna (Czerniawski i inni 2014b).

Table 6. Survival and mean values of growth rates of autumn fry of brown trout captured from Chojnówka and Trawna stream (Czerniawski i inni 2014b).

Ciek / Stream	Przeżywalność / Survival (%)	Długość kaudalna / Fork length (cm)	Masa / Mass (g)	Wskaźnik kondycji / Condition factor	SGR (% doba ⁻¹) / (% day ⁻¹)
Chojnówka	48	66,21 ± 11,01	4,353 ± 2,506	1,37 ± 0,19	2,60
Trawna	57	68,03 ± 9,07	4,700 ± 1,760	1,43 ± 0,11	2,65

Być może wpływ na tak dobry wynik wzrostu i przeżywalności ryb w prezentowanej pracy miało występowanie w cieku larw miętusa, stanowiących bazę pokarmową narybku troci. O właściwej kondycji ryb świadczą wysokie wartości wskaźnika kondycji w obu ciekach (Tab. 6). Nie stwierdzono istotnych różnic w długości kaudalnej, masie i wartościach

współczynnika kondycji ryb pomiędzy ciekami, na co miały zapewne wpływ podobne warunki środowiskowe i pokarmowe tych cieków.

Pomimo tego, że prezentowany eksperyment prowadzono w ciekach, to z kilku powodów, można uznać go za swoistą próbę podchowu wylęgu i narybku troci w warunkach seminaturalnych. Eksperyment odbywał się po części, w kontrolowanych warunkach, w ciekach brak było drapieżników, a narybkowi celowo wsiedlono znaczną liczbę larw miętusa, zabezpieczając przy tym bazę pokarmową, co nie zdarza się w warunkach naturalnych. Czy w obliczu obecnych działań restytucyjnych ryb łososiowatych warto stosować zaproponowany przez nas sposób wspomagania tych ryb w warunkach naturalnych, poprzez „dostarczenie” larw miętusa – jako pokarmu? Odpowiedź nie jest jednak jednoznaczna. Wydaje się, że z jednej strony larwy miętusa istotnie mogą stanowić pokarm wylęgu, czy narybku ryb łososiowatych, w wielu ubogich troficznie, zimnych ciekach, uznanych za właściwe do życia ryb łososiowatych. Z drugiej zaś strony, wsiedlanie do tych cieków stosunkowo dużych ilości larw miętusa, może przyczynić się do zmian warunków środowiskowych tych cieków, prowadzących w konsekwencji do niekorzystnych zmian w strukturze troficznej, jak i do zachwiania ukształtowanej od dłuższego czasu bioróżnorodności. Należy również wyraźnie podkreślić, że dokarmianie larwami ryb, szczególnie larwami miętusa, może być kłopotliwe z ekonomicznego, etycznego i przyrodniczego punktu widzenia. W wielu rzekach miętus może być gatunkiem znacznie bardziej zagrożonym niż np. pstrąg potokowy. Stąd, prezentowany zabieg powinien być stosowany z największą ostrożnością, szczególnie w ciekach o szczególnych wartościach przyrodniczych. Wydaje się, zatem, że w celu tego swoistego podchowu ryb mogą być wybierane cieki, którym wsiedlenie larw miętusa nie zagrozi w sensie zachwiania ich bioróżnorodności. Cieki takie, należy traktować jako swoiste, naturalne podchowalniki juvenilnych form ryb łososiowatych. Następnie tego typu materiał zarybieniowy powinien być odławiany i transportowany do innych, większych cieków, stanowiących docelowe miejsce zarybień materiałem ryb łososiowatych.

Jak pokazują wyniki badań, żywy pokarm może być z dużym powodzeniem stosowany w komercyjnym podchowcie wylęgu ryb reofilnych, jak również w podchowcie ich wylęgu i narybku, jako materiału zarybieniowego. Stąd, z punktu widzenia akwakultury, naturalny, żywy pokarm, szczególnie zooplankton może się okazać ważnym elementem podchowu wylęgu ryb. Jest to pokarm, który w zupełności odpowiada wymaganiom pokarmowym stawianym przez wylęg ryb i narybek. Jednak, pomimo wielu atutów, zooplankton wód naturalnych właściwie nie jest wykorzystywany w komercyjnym podchowcie ryb łososiowatych, głównie z powodu jego małych ilości w momencie wykluwania się tych ryb. Pomimo tego warto zastosować taki typ diety podczas podchowu juvenilnych ryb łososiowatych, przynajmniej na jego początku. Jak zaznaczono wyżej,

w pierwszych dwóch tygodniach podchowu wylęg karmiony żywym zooplanktonem osiąga lepsze wyniki wzrostu i przeżywalności niż wylęg karmiony paszami, jednak w perspektywie dłuższego niż dwa tygodnie, komercyjnego podchowu, standardowa pasza jest zdecydowanie lepsza niż zooplankton. W związku z tym, stosowanie żywego zooplanktonu w komercyjnym podchowcie wylęgu ryb łososiowatych jest uzasadnione tylko w pierwszych dwóch, trzech tygodniach.

Ponadto, i co najważniejsze, podchów wylęgu ryb lub narybku na żywym pokarmie lub suplementacja żywego pokarmu może po wsiedleniu do cieku istotnie zwiększyć przeżywalność tych ryb. Ważnym atutem w podchowcie ryb na żywym pokarmie jest produkowanie materiału zarybieniowego przyuczonego wstępnie do żerowania na żywych organizmach w warunkach naturalnych. W efekcie zastosowania żywego, pokarmu w podchowcie materiału zarybieniowego ryb łososiowatych, zwiększa się ich zdolność dostosowawcza do warunków naturalnych, co bezpośrednio wpływa pozytywnie na wyniki przeżywalności i wzrostu. Zastosowanie żywego pokarmu w podchowcie materiału zarybieniowego pozwala, na polepszenie: wyników podchowu oraz wyników restytucji i metod służących ochronie cennych gospodarczo gatunków ryb. Należy jednak pamiętać, że żadna z metod polepszenia jakości materiału zarybieniowego w warunkach sztucznych nie zastąpi rozwoju juwenilnych ryb w warunkach naturalnych. Dodatkowo, należy sobie zdawać sprawę z faktu, że zastosowanie przedstawionych metod w praktyce, może być dość kłopotliwe w realizacji i kosztowne. Jednak, z uwagi na ścisłą zależność występowania ryb reofilnych od zabiegów ochronnych prowadzonych przez człowieka, wypracowana metoda podchowu na żywym pokarmie jest właściwym sposobem produkcji materiału zarybieniowego w celu osiągnięcia wymiernych efektów restytucji zagrożonych gatunków ryb łososiowatych.

4. SUMMARY

The rearing of larvae or salmonid parr in natural or semi-natural conditions prior to stocking can thus have a positive impact on their survival in the wild. During the rearing period, the fish can learn the behavior that will influence their survival and growth in natural conditions. In the rearing the best growth parameters achieve fish reared on pellet diet, however in the wild the survival rates and growth parameters of salmonids hatchery-reared on live diet are better than those reared on pellet starters (Tab. 1–6). Most effective for hatchery-reared fish intended for stocking is the natural, live feed. Moreover, the number of chironomid larvae (that were the main food component in the hatchery) found in the stomachs of fish that were initially captured in the wild was significantly higher in the fish reared on live food than in the in the

fish reared on the pellet diet (Fig. 1). The general conclusion is that the live zooplankton and live chironomids larvae diet supplied in the rearing phase could have a positive impact on hatchery-reared trout survival in the wild.

5. LITERATURA

- Álvarez D., Nicieza A.G. 2003. Predator avoidance behaviour in wild and hatchery-reared trout: the role of experience and domestication. *J. Fish Biol.*, 63, 1565–1577.
- Bartel R. 2001. Return of salmon back to Polish waters. *Ecohydrol. Hydrobiol.*, 3, 337–392.
- Browman I.H., Marcotte M.B. 1987. Effects of prey color and background color on feeding by Atlantic Salmon Alevins. *Prog. Fish Culturist.*, 49, 140–143.
- Brown C., Day R.L. 2002. The future of stock enhancements: lessons for hatchery practice from conservation biology. *Fish Fish.*, 3, 79–94.
- Brown C., Laland K. 2001. Social enhancement and social inhibition of foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon. *J. Fish Biol.*, 61, 987–998.
- Brown C., Markula A., Laland K. 2003a. Social rearing of prey location in hatchery-reared Atlantic salmon. *J. Fish Biol.*, 63, 738–745.
- Brown C., Davidson T., Laland K. 2003b. Environmental enrichment and prior experience of live prey improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon. *J. Fish Biol.*, 63, 186–196.
- Brylińska M. 2000. Ryby słodkowodne Polski. PWN. Warszawa. s. 1–521.
- Chełkowski Z. 1990. Biological characteristics of one – year – old sea trout *Salmo trutta* L. grown fry released into the stream Osówka. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 1, 45–58.
- Chełkowski Z. 1993. Spływanie smoltów troci wędrownej wyrosłej z narybku w potoku Osówka. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 20, 156.
- Christie M.R., Marine M.L., French R.A., Blouin M.S. 2012. Genetic adaptation to captivity can occur in a single generation. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, 109, 238–242.
- Czerniawski R., Czerniejewski P. 2007. Rearing of sea trout (*Salmo trutta* m. *trutta* L., 1758) fry for stocking fed on zooplankton caught in the outlets of natural and artificial bodies of water. *Acta Sc. Pol. Pisc.*, 6, 15–30.
- Czerniawski R., Domagała J. 2013. Reduction of zooplankton communities in small lake outlets in relation to abiotic and biotic factors. *Ocean. Hydrobiol. St.*, 42, 123–131.
- Czerniawski R., Domagała J., Krepski T., Sługocki Ł., Pilecka-Rapacz M. 2014b. Czy obecność larw miętusa może mieć wpływ na efekt przeżywalności narybku troci w cieku? [W:] Zakęś Z., Demska-Zakęś K., Kowalska A. (Red.) Wylęgarnictwo organizmów wodnych a bioróżnorodność. Wyd. IRS. Olsztyn, s. 51–57.
- Czerniawski R., Domagała J., Pilecka-Rapacz M. 2009. Rearing of sea trout fry (*Salmo trutta* m. *trutta* L.) – as potential stocking material, with living zooplankton and dry prepared food. *EJPAU*, 13, 2. <http://www.ejpau.media.pl>

- Czerniawski R., Domagała J., Pilecka-Rapacz M. 2014a. Impact of Live food on survival and growth of hatchery-reared sea trout parr in the wild. *J Appl. Ichthyol.*, 31, 95–99.
- Czerniawski R., Pilecka-Rapacz M., Domagała J. 2010a. Growth and survival of Brown trout fry in the wild, reared in the hatchery on different feed. *EJPAU*, 13, 2. <http://www.ejpau.media.pl>
- Czerniawski R., Pilecka-Rapacz M., Domagała J. 2011. Stocking experiment with Atlantic salmon and sea trout parr reared on either live prey or a pellet diet. *J. Appl. Ichthyol.*, 27, 984–989.
- Czerniawski R., Pilecka-Rapacz M., Domagała J., Krepski T. 2010b. Larval rearing of Atlantic salmon and sea trout using nauplii of *Artemia salina*. *EJPAU*, 13, 2. <http://www.ejpau.media.pl>
- Czerniawski R., Pilecka-Rapacz M., Domagała J., Sługocki Ł. 2012. Podchów larw troci wędrownej i łososia atlantyckiego z zastosowaniem paszy sztucznej, zooplanktonu i nektonu. *Rocz. Nauk. PZW*, 25, 73–84.
- Dave G. 1989. Experiences with wastewater-cultured *Daphnia* in the start-feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 79, 337–343.
- Dąbrowski K. 1984. The feeding of fish larvae: present 'state of the art' and perspective's. *Repr. Nutr. Dev.*, 24, 807–823.
- Domagała J., Bartel R. 1997. Przeżycie i wzrost podchowanego i żerującego wylęgu łososia wypuszczanego do małych cieków. *Kom. Ryb.*, 1, 14–18.
- Domagała J., Bartel R. 1999. Summer fry – smolt survival of Salmon (*Salmo salar*) stocked into River Gowienica. 87-th Statutor Meeting ICES, Stockholm, Sweden ICES, CM 1999. W: 02: 1–4, Heath of Welfare Cultivated Aquatic Animals.
- Domagała J., Pilecka-Rapacz M., Czerniawski R. 2013. Efektywność zarybiania wód płynących rybami łososiowatymi. [W:] Materiały szkoleniowe. Stan rybactwa śródlądowego w Polsce 2013. Polskie Towarzystwo Rybackie. Poznań, s. 115–122.
- Fjellheim A., Raddum G.G., Barlaup B.T. 1995. Dispersal, growth and mortality of brown trout (*Salmo trutta* L.) stocked in a regulated west Norwegian river. *Regul. Riv: Res Manag.*, 10, 137–145.
- Gross M.R. 1998. One species with two biologist: Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the wild and in aquaculture. *Can. J. Fish. Sc.*, 55 (Supl. 1), 131–144.
- Hirvonen H., Vihunen S., Brown C., Lintunen V., Laland K.N. 2003. Improving anti-predator responses of hatchery reared salmonids by social learning. *J. Fish Biol.*, 63, 232–232.
- Karzinkin G. 1955. Podstawy biologicznej wydajności zbiorników wodnych. PWRiL, Warszawa.
- Kennedy G.J.A., Strange C.D. 1986. The effects of intra- and inter-specific competition on the survival and growth of stocked juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and resident trout, *Salmo trutta* L., in an upland stream. *J. Fish Biol.*, 28, 479–489.
- Kibria G., Nugegoda D., Fairclough R., Lam P., Bradley A. 1999. Utilization of wastewater-grown zooplankton: Nutritional quality of zooplankton and performance of silver perch *Bidyanus bidyanus* (Mitchell 1838) (Teraponidae) fed on wastewater-grown zooplankton. *Aquacult. Nutr.*, 5, 221–227.

- Littak A., Woźniewski M. 1979. Planktoniarnie i ich eksploatacja. cz. II. Gosp. Ryb., 3, 3–9.
- Łuczynski M.J. 1992. Podchów wylęgu szczupaka żywionego paszą sztuczną. Kom. Ryb., 3, 9–10.
- Łuczynski M., Bartel R. 1997. Niektóre zagrożenia genetyczne związane z zarybianiem. Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów. Konf. Nauk. Łódź, 26–27 maja, Wyd. PZW, Warszawa, s. 95–102.
- Marmulla G., Rosch R. 1990. Maximum daily ratio of juvenile fish fed on living natural zooplankton. J. Fish Biol., 36, 789–801.
- Maynard D.J., McDowell G.C., Tezak E.P., Flagg A.P. 1996. Effect of diets supplemented with live food on the foraging behavior of cultured fall Chinook salmon. Prog Fish-Cult., 58, 187–191.
- Paszowski C.A., Olla B.L. 1985. Foraging behavior of hatchery-produced coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) smolts on live prey. Can. J. Fish. Aquat. Sc., 42, 1915–1921.
- Petersson E., Järvi T. 2006. Anti-predator response in wild and sea-ranched brown trout and their crosses. Aquaculture, 253, 218–228.
- Pillay T.V.R. 1990. Aquaculture-Principles and Practices. Fishing News Books, London, UK.
- Poczczyński P. 1996a. Żywienie larw ryb – podstawy teoretyczne I. Pasze sztuczne w żywieniu larw. Kom. Ryb., 4, 19–20.
- Poczczyński P. 1996b. Żywienie larw ryb – podstawy energetyczne II. Procesy trawienne larw ryb. Kom. Ryb., 3, 7–8.
- Stradmeyer L., Thorpe J.E. 1987. Feeding behaviour of wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in mid- to late summer in a Scottish River. Aquat. Res., 18, 33–49.
- Szlauer B. 1976. Możliwości wykorzystania zooplanktonu wynoszonego z jezior przez odpływy. Gosp. Ryb., 5, 13–14.
- Szlauer L., Winnicki A. 1980. Propozycja wykorzystania zimowego zooplanktonu do podchowu narybku troci. Gosp. Ryb., 12, 9–10.
- Trzebiatowski R., Domagała J. 1992. Możliwości zwiększenia efektywności zarybiania cieków wylęgiem troci (*Salmo trutta* L.) Zesz. Nauk. AR Wrocław, 37, 41–44.
- Yurkowski M., Tabachek J.L. 1979. Proximate and amino acid composition of some natural fish foods. [W]: red. Halver J.E., Tiews K. Proceedings of the World Symposium on Finfish Nutrition and Fish Feed Technology, Hamburg 20–23 June 1978, Heenemann, Hamburg, II, 435–448.

Deklaracja autorów o udziale w przygotowaniu publikacji:

Współautorzy niniejszej publikacji przyczynili się, choć w różnym stopniu, do: przygotowania projektu badań i programu pracy; zbierania danych i prowadzenia badań; przeprowadzenia analizy statystycznej; interpretacji wyników; opracowania manuskryptu; wyszukiwania literatury. Sumaryczny udział poszczególnych współautorów wynosił: RC – 50%, TK – 20%, ŁS – 20% i JD – 10%. Pomiedzy współautorami nie istnieje konflikt interesów. Praca nie posiada autorów nieujawnionych.

