

ROBERT CZERNIAWSKI\*

**POTENCJALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYTANIA ZOOPLANKTONU  
Z WÓD RZEKI PŁONIA DO PODCHOWU WYLĘGU RYB I NARYBKU**

THE POTENTIAL POSSIBILITIES OF USING ZOOPLANKTON FROM THE  
PŁONIA RIVER FOR THE REARING OF FISH LARVAE AND FRY

Katedra Zoologii Ogólnej  
Wydział Biologii  
Uniwersytet Szczeciński  
ul. Felczaka 3c, 71-712 Szczecin

**ABSTRACT**

The aim of this study was to determine the biomass of zooplankton in outflows of the Płonia River (north-western Poland) from three flow-through lakes and in a lotic stretch of the river. The zooplankton may serve as food for the rearing of juvenile fish stages. The outflow from highly eutrophic Lake Płoń supplied the highest amount of zooplankton biomass, both as regards rotifers and crustaceans, over the whole year of the study, 2012. The lowest biomass of zooplankton was observed in the lotic stretch. It may be concluded that the highest trophic status of Lake Płoń resulted in its highest biomass of zooplankton, and thus in the lake being the best source of zooplankton for rearing fish larvae and fry.

**Key words:** fish rearing, River Płonia, zooplankton, live food.

---

\* Autor do korespondencji: [czerniawski@univ.szczecin.pl](mailto:czerniawski@univ.szczecin.pl)

## 1. WSTĘP

Zastosowanie żywego zooplanktonu słodkowodnego w podchowiu narybku nie cieszy się tak dużym powodzeniem jak nowoczesne pasze komercyjne. Głównym tego powodem jest kilkukrotnie wyższy współczynnik pokarmowy pasz niż zooplanktonu, wynoszący powyżej 5 (Karzinkin 1955), który pozwala na szybki wzrost juvenilnych stadiów ryb przeznaczonych na chów towarowy (Poczyczyński 1996a, 1996b, Marmulla i Rosch 1990). Zooplankton jest jednakże 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. Poza tym, żywy zooplankton traktowany jako pokarm charakteryzuje się swoimi specyficznymi zaletami. Na przykład niedobór własnych enzymów proteolitycznych wynikający z mniejszej aktywności enzymów trawiennych juvenilnych stadiów ryb niż u stadiów dorosłych tego samego gatunku jest częściowo kompensowany przez enzymy zjedanego zooplanktonu (Poczyczyński 1996a).

Tak więc, pomimo niższych wartości odżywczych od pasz sztucznych, zooplankton jest bardzo dobrym źródłem cennych składników pokarmowych dla wielu gatunków ryb (Dąbrowski 1984, Dave 1989). Według Łuczyńskiego (1992) również przeżywalność, rozwój i kondycja ryb karmionych naturalnym pokarmem są lepsze niż ryb w tym samym wieku podchowianych na paszach sztucznych. Należy podkreślić, że podchów materiału zarybieniowego na żywym zooplanktonie, który kształtuje u ryb umiejętności żerowania, jest niezaprzeczalnym atutem takiego naturalnego sposobu podchowu (Czerniawski i inni 2011, 2014). Pomimo tych wielu zalet, żywy zooplankton jest rzadko stosowany w akwakulturze, często z powodu trudności związanych z jego pozyskiwaniem, transportem oraz namnażaniem, co wymaga zastosowania skomplikowanej infrastruktury niezbędnej do jego hodowli. Ponadto, żywy zooplankton pozyskiwany ze środowiska naturalnego może być źródłem chorób przenoszonych do hodowli ryb.

Za wykorzystaniem zooplanktonu wynoszonego ze zbiorników przemawia fakt, iż w porównaniu z paszami sztucznymi koszty pozyskania zooplanktonu są jednak zdecydowanie niższe. Pozyskanie zooplanktonu w odpływach jezior lub zbiorników zaporowych nie wymaga energii podczas ciągnięcia sieci, a jego połów odbywa się poprzez przegrodzenie koryta rzeki sieciami o odpowiedniej wielkości oczek (Szlauer i Szlauer 1983). Występowanie w zooplanktonie jezior osobników wielu gatunków, o dużym zakresie rozmiarów, czyni z niego pokarm odpowiedni dla ryb o różnych preferencjach pokarmowych i różnych wymiarach ciała (Szlauer 1976). Co więcej, jego masowa obecność we wszystkich porach roku daje możliwości

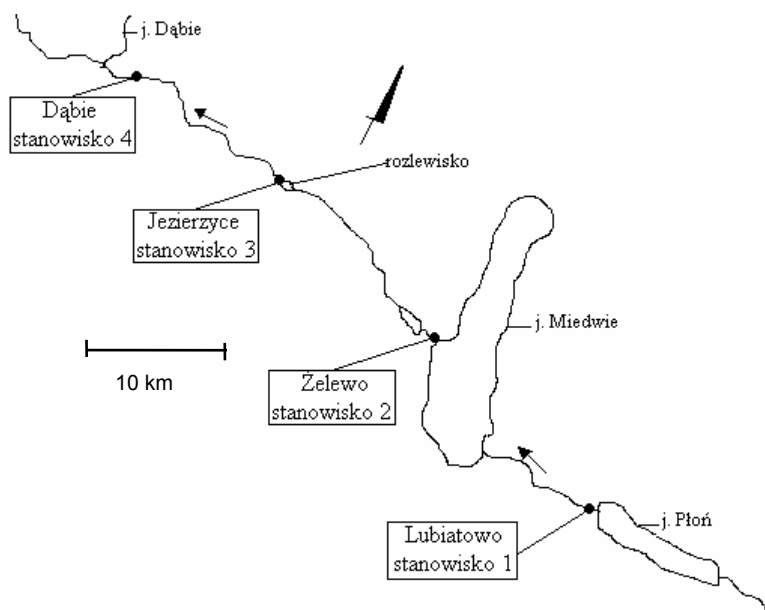
wykorzystania go do karmienia narybku gatunków ryb o różnym okresie rozrodu (Szlauer 1976).

Celem niniejszej pracy była ocena biomasy zooplanktonu rzeki Płoni w odpływach kilku jezior i kontrolnie na odcinku pozbawionym wpływu jeziora dla określenia potencjalnych zasobów pokarmowych rzeki do podchowu juwenilnych stadiów ryb.

## 2. TEREN BADAŃ

Próby zooplanktonu pobierano w wodach rzeki Płoni na 4 stanowiskach, co miesiąc (za wyjątkiem lutego) w roku 2012 (Rys. 1).

Rzeka Płoń wypływa z jeziora Barlineckiego i przepływa przez kilka jezior północno-zachodniego regionu Polski: Płoń, Miedwie i Żelewko, po czym uchodzi do Odry, przepływając przez jezioro Dąbie. Rzeka płynie w większości przez łąki i grunty orne.



**Rys. 1.** Lokalizacja stanowisk poboru prób zooplanktonu na rzece Płoni.

**Fig. 1.** Localization of zooplankton sampling sites established on the Płonia River.

Stanowisko pierwsze (st. 1) poboru prób znajdowało się koło miejscowości Lubiatowo, w odległości ok. 100 m od wypływu rzeki z jeziora Płoń, przy moście drogowym, gdzie koryto rzeki ulega znacznemu zwężeniu i ma tam postać sztucznie przekopanego kanału, o miękkim dnie, które sporadycznie porośnięte jest roślinnością zanurzoną. Jezioro Płoń jest

wysoko zeutrofizowanym zbiornikiem o dużej powierzchni lustra wody, 790,7 ha, w stosunku do małej głębokości maksymalnej – 4,5 m (Rys. 1).

Stanowisko drugie (st. 2) wyznaczono również w miejscu zwiężenia rzeki, przy moście drogowym, niedaleko od miejscowości Żelewo, w odległości 300 m od wypływu rzeki z jeziora Miedwie. Powyżej tego stanowiska zbudowana jest tama piętrząca wodę. Powierzchnia jeziora wynosi 35,5 km<sup>2</sup>, a głębokość maksymalna 42 m (Rys. 1).

Stanowisko trzecie (st. 3) znajdowało się przy moście drogowym w miejscowości Jezierzycie, poniżej rozlewiska o powierzchni około 4 ha, gęsto porośniętego roślinnością zanurzoną i wynurzoną.

Stanowisko czwarte (st. 4), kontrolne, wyznaczono w Szczecinie Dąbiu, również w okolicy mostu drogowego, w odległości około 10 km od st. 3. Ponieważ stanowisko to znajdowało się wiele kilometrów poniżej najbliższego piętrzenia oraz jeziora, nie podlegało ich wpływowi.

### 3. METODY BADAŃ

Z każdego stanowiska pobierano ilościową próbę zooplanktonu, precedzając 100 dm<sup>3</sup> wody przez siatkę z gazy młyńskiej o wielkości oczka 50 μm, celem określenia liczebności osobników. Próby ilościowe przeliczane były za pośrednictwem 5 podprób. W zależności od zagęszczenia zooplanktonu próbę sprowadzano do objętości od 10 do 80 cm<sup>3</sup>, z której pobierano 1 cm<sup>3</sup> do komory do zliczania zooplanktonu. Dokonano trzykrotnego powtórzenia przeliczeń skorupiaków i wrotków. W każdej z podprób mierzono długość co najmniej 30 osobników każdego taksonu. Dane z tych pomiarów były podstawą do obliczenia biomasy zooplanktonu przy użyciu standardowych tablic do przeliczania długości ciała osobnika zooplanktonu na jego biomase (Morduchaj-Boltkowska 1954, Starmach 1955, Radwan 2004). Otrzymane wartości biomasy zooplanktonu oraz przepływu wody były podstawą do obliczenia tzw. przepływu biomasy zooplanktonu znoszonego ze zbiornika do rzeki poniżej tamy (st. 1–3), w kg doba<sup>-1</sup>, lub w rzece niesiętrzonej (st. 4).

Dla porównania wartości przepływu biomasy zooplanktonu pomiędzy badanymi stanowiskami użyto nieparametrycznego testu *U* Manna Whitneya. Różnice przyjęto za istotne statystycznie na poziomie istotności  $P < 0,05$ .

### 4. WYNIKI

Najwyższą biomase zooplanktonu wynoszonego z Jeziora Płoń (st. 1 – Lubiatowo) zanotowano w sierpniu – 1439,5 kg doba<sup>-1</sup>, natomiast najniższą w marcu – 51,9 kg doba<sup>-1</sup>. Największa biomasa wrotków na tym stanowisku wynoszona była w sierpniu – 234,9 kg doba<sup>-1</sup>, wioślarek w grudniu – 292,0 kg doba<sup>-1</sup>, a widłonogów także w sierpniu – 1036,7 kg doba<sup>-1</sup> (Tab. 1).

**Tabela 1.** Przepływ biomasy zooplanktonu na st. 1 (Lubiatowo) (kg doba<sup>-1</sup>). S – styczeń, M – marzec, K – kwiecień, Ma – maj, C – czerwiec, L – lipiec, S – sierpień, W – wrzesień, P – październik, L – listopad, G – grudzień.

**Table 1.** Zooplankton biomass drifting in site 1 (Lubiatowo) (kg day<sup>-1</sup>). S – January, M – March, K – April, Ma – May, C – June, L – July, S – August, W – September, P – October, L – November, G – December.

Takson / Taxon	S	M	K	Ma	C	L	S	W	P	L	G
Rotifera	7,7	11,8	11,5	57,2	16,8	72,3	234,9	81,3	98,9	52,5	90,2
Cladocera	50,3	17,4	62,7	8,7	0,2	32,9	167,9	151,9	10,1	23,3	292,0
Copepoda	609,2	22,8	49,0	55,6	58,1	79,5	1036,7	165,2	7,6	14,7	57,4
Razem / Total	667,1	51,9	123,2	121,4	75,2	184,7	1439,5	398,4	116,6	90,5	439,6

Na st. 2 (Żelewo) największą biomasa zooplanktonu wynoszonego z jeziora Miedwie zanotowano w czerwcu – 727,5 kg doba<sup>-1</sup>, a najniższą w październiku – 4,0 kg doba<sup>-1</sup>. Wrotki o najwyższej wartości biomasy wynoszone były w marcu – 188,2 kg doba<sup>-1</sup>, wioślarki w czerwcu – 260,1 kg doba<sup>-1</sup>, i widłonogi również w czerwcu – 449,0 kg doba<sup>-1</sup> (Tab. 2).

**Tabela 2.** Przepływ biomasy zooplanktonu na st. 2 (Żelewo) (kg doba<sup>-1</sup>). Objasnienia symboli miesięcy takie same jak w Tabeli 1.

**Table 2.** Zooplankton biomass drifting in site 2 (Żelewo) (kg day<sup>-1</sup>). For month symbols see Table 1.

Takson / Taxon	S	M	K	Ma	C	L	S	W	P	L	G
Rotifera	12,5	188,2	44,4	43,4	18,4	19,8	8,5	14,6	2,4	8,6	22,2
Cladocera	10,4	42,1	56,7	15,5	260,1	3,8	102,8	2,4	1,2	6,3	51,9
Copepoda	12,7	97,6	75,5	26,1	449,0	7,0	135,8	30,1	0,4	3,4	22,6
Razem / Total	35,6	327,9	176,7	85,0	727,5	30,7	247,1	47,1	4,0	18,3	96,7

St. 3 (Jezierzyce) charakteryzowało się największą wartością wynoszonego z rozlewiska zooplanktonu w sierpniu – 406,7 kg doba<sup>-1</sup>, natomiast najmniejszą w styczniu – 4,2 kg doba<sup>-1</sup>. Listopad był miesiącem, w którym zanotowano największą biomasa niesionych wrotków – 288,9 kg doba<sup>-1</sup>, wioślarki uzyskały najwyższą wartość biomasy w sierpniu – 387,1 kg doba<sup>-1</sup>, a widłonogi w kwietniu – 59,4 kg doba<sup>-1</sup> (Tab. 3).

Najwyższą wartość biomasy zooplanktonu na st. 4 (Dąbie) zanotowano w marcu – 266,0 kg doba<sup>-1</sup>, a najniższą w lipcu – 0,8 kg doba<sup>-1</sup>. Ta sumaryczna wartość była efektem dryfowania wrotków (najwyższa wartość w mar-

cu – 231,1 kg doba<sup>-1</sup>), wioślarek (odpowiednio w maju – 13,2 kg doba<sup>-1</sup>) oraz widłonogów (w marcu – 29,0 kg doba<sup>-1</sup> (Tab. 4).

Nie zanotowano istotnych różnic pomiędzy stanowiskami w średnich wartościach przepływu biomasy wrotków ( $P > 0,05$ ) (Rys. 2). Średnia wartość przepływu biomasy wioślarek na st. 4 była istotnie niższa niż na pozostałych stanowiskach ( $P < 0,05$ ) (Rys. 3). Należy tutaj również dodać, że podobnie jak w przypadku wrotków, wioślarki uzyskały najwyższą wartość analizowanego parametru na st. 1 i 3. Widłonogi charakteryzowały się istotnie wyższą średnią wartością przepływu biomasy na st. 1 i 2 niż na dwóch pozostałych ( $P < 0,05$ ) (Rys. 4). Jednakże na st. 1 wartość ta była wyraźnie wyższa niż nawet na st. 2, o ponad połowę. Średnia wartość przepływu biomasy całego zooplanktonu na st. 4 była istotnie niższa niż na pozostałych stanowiskach ( $P < 0,05$ ) (Rys. 5). Dodać należy, że st. 1 charakteryzowało się wyższą wartością przepływu biomasy zooplanktonu niż st. 2 i 3, była ona jednak statystycznie nieistotna ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 3.** Przepływ biomasy zooplanktonu na st. 3 (Jezierzyce) (kg doba<sup>-1</sup>). Objasnienia symboli miesięcy takie same jak w **Tabeli 1**.

**Table 3.** Zooplankton biomass drifting in site 3 (Jezierzyce) (kg day<sup>-1</sup>). For month symbols see **Table 1**.

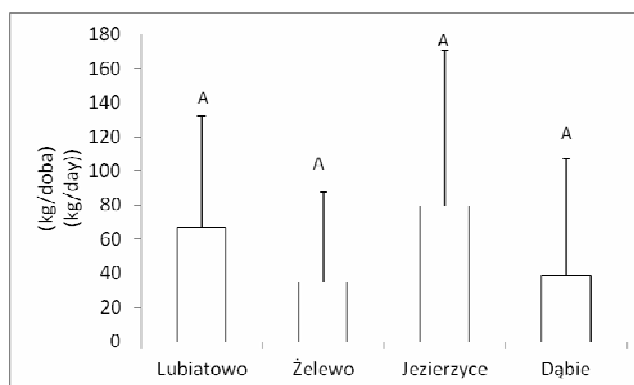
Takson / Taxon	S	M	K	Ma	C	L	S	W	P	L	G
Rotifera	2,7	79,0	165,0	159,0	14,8	16,2	13,2	47,4	0,9	288,9	85,0
Cladocera	0,6	0,46	0,15	11,3	15,9	51,7	387,1	197,2	7,9	45,2	32,4
Copepoda	0,9	17,4	59,4	0,5	1,6	8,8	6,4	26,2	0,9	2,9	8,8
Razem / Total	4,2	96,3	224,4	170,9	32,3	76,7	406,7	270,9	9,7	337,1	126,1

**Tabela 4.** Przepływ biomasy zooplanktonu na st. 4 (Dąbie) (kg doba<sup>-1</sup>). Objasnienia symboli miesięcy takie same jak w **Tabeli 1**.

**Table 4.** Zooplankton biomass drifting in site 4 (Dąbie) (kg day<sup>-1</sup>). For month symbols see **Table 1**.

Takson / Taxon	S	M	K	Ma	C	L	S	W	P	L	G
Rotifera	20,1	231,1	72,7	35,4	2,7	0,5	1,7	1,1	1,0	2,9	55,9
Cladocera	11,0	5,8	-	13,2	2,7	0,3	-	0,2	0,5	-	3,7
Copepoda	15,6	29,0	27,9	0,3	1,0	-	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
Razem / Total	46,7	266,0	100,6	49,0	6,3	0,8	2,5	1,8	1,6	3,0	59,8

Na st. 1 i 2 największy udział w ogólnej wartości przepływu masy zooplanktonu stanowiły skorupiaki, wśród których przeważały widłonogi (Rys. 6). Udział skorupiaków znacznie się zmniejszył na st. 3, jednakże wioślarki stanowiły tutaj prawie połowę wartości biomasy całego zooplanktonu. Na st. 4 ponad 70% wartości przepływu biomasy zooplanktonu stanowiły wrotki, podczas gdy skorupiaki charakteryzowały się tam nieznacznym udziałem.



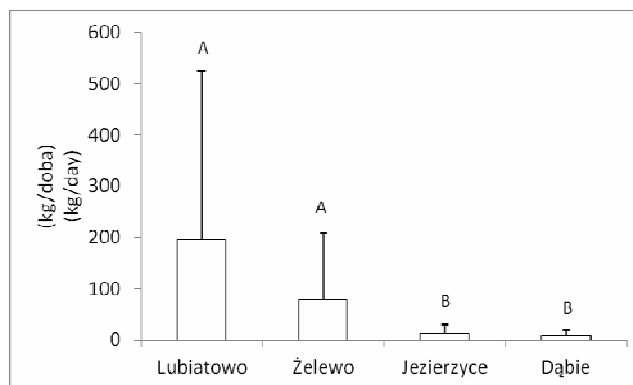
**Rys. 2.** Średnia wartość + odchylenie standardowe przepływu biomasy Rotifera na badanych stanowiskach. Ta sama litera (A) wskazuje na brak różnic statystycznych pomiędzy stanowiskami ( $P > 0,05$ ).

**Fig. 2.** Mean + standard deviation of the flow of Rotifera biomass in the examined sites. The same letter (A) indicates lack of significant differences between sites ( $P > 0.05$ ).



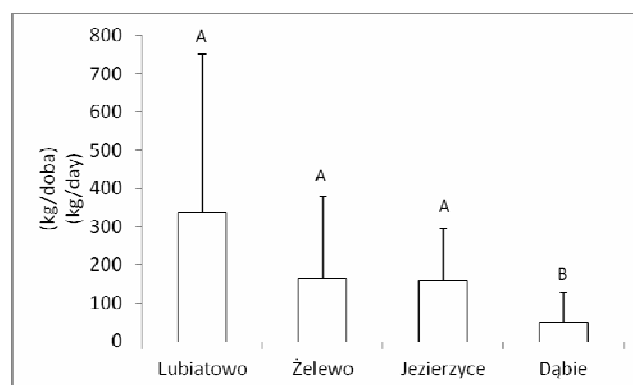
**Rys. 3.** Średnia wartość + odchylenie standardowe przepływu biomasy Cladocera na badanych stanowiskach. Różne litery wskazują na różnice statystyczne między stanowiskami ( $P < 0,05$ ).

**Fig. 3.** Mean + standard deviation of the flow of Cladocera biomass in the examined sites. Different letters indicate significant differences between sites ( $P < 0.05$ ).



**Rys. 4.** Średnia wartość + odchylenie standardowe przepływu biomasy Copepoda na badanych stanowiskach. Różne litery wskazują na różnice statystyczne między stanowiskami ( $P < 0,05$ ).

**Fig. 4.** Mean + standard deviation of the flow of Copepoda biomass in the examined sites. Different letters indicate significant differences between sites ( $P < 0.05$ ).

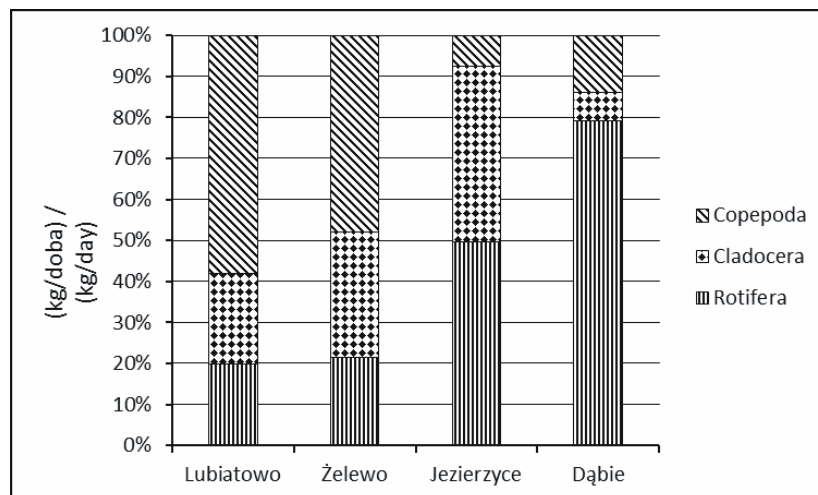


**Rys. 5.** Średnia wartość + odchylenie standardowe przepływu biomasy całego zooplanktonu na badanych stanowiskach. Różne litery wskazują na różnice statystyczne między stanowiskami ( $P < 0,05$ ).

**Fig. 5.** Mean + standard deviation of the flow of total zooplankton biomass in the examined sites. Different letters indicate significant differences between sites ( $P < 0.05$ ).

Przyjmując wartość współczynnika pokarmowego zooplanktonu równą 5, podawaną przez Karzinkina (1955), można obliczyć, że największa biomasa ryb może zostać podchowana na zooplanktonie pozyskiwanym ze st. 1 w Lubiatowie (Tab. 5).





**Rys. 6.** Procentowy udział grup zooplanktonu w ogólnej wartości przepływu biomasy zooplanktonu na badanych stanowiskach.

**Fig. 6.** Percentage contribution of the zooplankton groups to the total zooplankton biomass in the examined sites.

**Tabela 5.** Potencjalna biomasa ryb (kg) możliwa do wyprodukowania w poszczególnych miesiącach przy karmieniu ich zooplanktonem łowionym na badanych stanowiskach. Objasnienia symboli miesięcy takie same jak w **Tabeli 1**.

**Table 5.** Potential biomass of fish (kg) that might be reared using zooplankton caught in the study sites in the examined months. For month symbols see **Table 1**.

Stanowisko / Site	S	M	K	Ma	C	L	S	W	P	L	G	Suma / Total
Lubiатовo	133,4	10,4	24,6	24,3	15,0	36,9	287,9	79,7	23,3	18,1	87,9	741,6
Żelewo	7,1	65,6	35,3	17,0	145,5	6,1	49,4	9,4	0,8	3,7	19,3	359,3
Jezierzycze	0,8	19,3	44,9	34,2	6,5	15,3	81,3	54,2	1,9	67,4	25,2	351,0
Dąbie	9,3	53,2	20,1	9,8	1,3	0,2	0,5	0,4	0,3	0,6	12,0	107,6

## 5. DYSKUSJA

Odcinek rzeki Płoni poniżej jeziora Płoń okazał się najbardziej efektywnym źródłem zooplanktonu, zapewniającym wysoką biomasę, zarówno wrotków jak i skorupiaków, potencjalnych składników pokarmowych o zróżnicowanych rozmiarach. Jezioro Płoń jest zbiornikiem o wysokiej produkcji pierwotnej i tym samym wysokim statusie troficznym. Jeziora eutroficzne lub zbiorniki zaporowe charakteryzują się wysoką

produkcją zooplanktonu, stąd nie powinno dziwić, że również w odpływach rzek z tych jezior obserwuje się wysoką liczebność i biomasę zooplanktonu (np. Armitage i Capper 1976, Chang i inni 2008, Czerniawski i inni 2016). Stosunkowo bogatym źródłem zooplanktonu był także odpływ z jeziora Miedwie. Pomimo tego, że biomasa zooplanktonu była tutaj o połowę niższa niż w odcinku rzeki poniżej jeziora Płoń, to i tak stanowisko to zapewniało dostateczną biomasę organizmów planktonowych do skarmiania ryb.

Zooplankton z odpływu Płoni z jeziora Płoń powinien wystarczyć na podchowanie lub wyhodowanie ponad 740 kg biomasy ryb. Najmniej efektywnym stanowiskiem było Dąbie, które mogłoby wystarczyć na wyhodowanie w ciągu roku nieco ponad 100 kg biomasy ryb. Ponadto, opierając się na sezonowym procentowym udziale poszczególnych grup zooplanktonu w badanym okresie, można ocenić efektywność stanowisk w odniesieniu do zapotrzebowania na określony typ żywego pokarmu w danym sezonie. W wyniku takiej oceny można stwierdzić, że na st. 1 i 2 zdecydowanie dominują skorupiaki (stosunkowo duże organizmy planktonowe), dlatego zooplankton z tych stanowisk może być wykorzystywany do podchowu lub hodowli narybku gatunków karpowatych lub wylęgu gatunków łososiowatych. Z kolei zooplankton st. 3, a szczególnie st. 4, zdominowany przez wrotki (małe organizmy), stanowi odpowiedni wielkościowo pokarm właśnie dla larw gatunków karpowatych.

Opierając się na wynikach niniejszej pracy można wyciągnąć wniosek, że zooplankton na każdym stanowisku może stanowić odpowiednią bazę pokarmową dla określonej liczby wylęgu i narybku ryb karpowatych, właściwie przez cały okres ich wylęgu. Świadczą o tym stosunkowo wysokie wartości biomasy wrotków, drobnych organizmów, które są pierwszym pokarmem ryb karpowatych w wodach naturalnych. Odpowiednie wartości biomasy wrotków do skarmiania larw i narybku ryb karpowatych obserwowano przez cały okres wegetacyjny. Wrotki lub naupliusy skorupiaków są częstym składnikiem pokarmu, wykorzystywanym szczególnie podczas podchowu stadiów juvenilnych ryb karpowatych. Jednak najczęściej stosowanym do ich podchowu pokarmem są pochodzące z kontrolowanych hodowli wrotki z rodzaju *Brachionus* lub naupliusy *Artemia salina* (Bryant i Matty 1980, Wolnicki i Korwin-Kossakowski 1993, Sharma i Chakrabarti 1999). Wymienieni autorzy wskazują na dużą skuteczność podchowu wylęgu ryb karpowatych na żywym pokarmie, którego zastosowanie daje dużo lepsze wyniki niż w przypadku karmienia paszą. Od wielu lat jest to ogólnie znany i powszechnie stosowany sposób podchowu wylęgu i narybku ryb karpowatych.

O ile rzeka Płonia zapewnia dobre źródło żywego pokarmu dla ryb karpowatych, to jednak nie wszystkie stanowiska mogą zapewnić odpowiednią bazę pokarmową dla wylęgu ryb łososiowatych, gdyż wrotki są mało efektywnym pokarmem dla tych ryb, zarówno pod względem biomasy jak i małych rozmiarów ciała. Wylęg ryb łososiowatych już w pierwszych

dniach egzogenego odżywiania zjada stosunkowo duże makrobezkręgowce, nie będące składnikiem zooplanktonu, a raczej dryfującego bentosu (Stradmeyer i Thorpe 1987). Dlatego stanowiska poniżej jeziora Płoń i Miedwie zapewniają odpowiednią wielkościowo bazę pokarmową w postaci dużych widłonogów i wioślarek. Skorupiaki te były już stosowane w podchowcie stadiów juvenilnych ryb łososiowatych (Czerniawski i inni 2010). Rybak i Błędzki (2010) twierdzą, że wioślarki mają duże znaczenie ekologiczne i gospodarcze, bez których rybactwo i wędkarstwo uległyby załamaniu. Autorzy ci podają, że w skali całego zbiornika wodnego biomasa wioślarek sięga setek kilogramów w przeliczeniu na hektar, co w odniesieniu do masy ryb oznacza, że blisko połowa ich masy jest uzyskiwana z konsumpcji wioślarek. Wynika z tego, że wioślarki należą do najbardziej wartościowych energetycznie organizmów wodnych (Rybak i Błędzki, 2010).

Jednakże karmienie juvenilnych ryb łososiowatych skorupiakami planktonowymi przynosi wymierne efekty tylko w dwóch, trzech pierwszych tygodniach egzogenego odżywiania tych ryb. Później zdecydowanie lepszym pokarmem są pasze sztuczne, gdyż skorupiaki planktonowe w trzecim tygodniu podchowu nie są już efektywną bazą pokarmową. Wydaje się, że po tym okresie najlepszym żywym pokarmem byłyby tutaj żywe makrobezkręgowce, jednak koszt ich pozyskania jest znacznie wyższy niż zooplanktonu. Stradmeyer i Thorpe (1987) podają, że narybek ryb łososiowatych w warunkach naturalnych pobiera pokarm składający się głównie z larw owadów dryfujących w cieku. Zastosowanie żywego zooplanktonu, poruszającego się w toni wody, w podchowcie wylęgu lub nawet narybku ryb łososiowatych w warunkach kontrolowanych jest jak najbardziej uzasadnione.

Należy tutaj również dodać, że żywy zooplankton jest od wielu lat używany w podchowcie wylęgu ryb drapieżnych, na przykład w podchowcie szczupaka, który od początku egzogenego odżywiania poluje prawie wyłącznie na poruszające się obiekty (Załachowski 1970). Dlatego podchów wszystkich larw ryb, nie tylko drapieżników, na żywym pokarmie w początkowym, ważnym okresie odżywiania egzogenego, daje lepsze rezultaty niż w przypadku stosowania pasz sztucznych. Ponadto, podobnie jak w przypadku ryb karpowatych, również w przypadku ryb łososiowatych dodatek do diety paszowej żywego zooplanktonu daje lepsze rezultaty wzrostu ryb niż w przypadku skarmiania wyłącznie paszą (Czerniawski i inni 2010).

Równie skutecznym sposobem podchowu wylęgu ryb łososiowatych lub karpowatych na żywym pokarmie jest zastosowanie larw lub dojrzałego stadium *Artemia salina* (Czerniawski i inni 2010). Jednak wydaje się, że w porównaniu ze stosowaniem żywego zooplanktonu pozyskiwanego z naturalnych zbiorników jest to metoda bardzo droga.

Górny i Wolnicki (1993) twierdzą, że nowoczesna technologia podchowu wylęgu ryb opiera się na założeniu, iż hodowca powinien mieć wpływ na jak największą liczbę czynników decydujących o powodzeniu podchowu, ograniczając tym samym możliwość wystąpienia nieprzewidzianych zjawisk negatywnych, wywołanych przez czynniki środowiskowe i losowe. Jednym z takich czynników są wady dotyczące drapieżnictwa i pasożytnictwa zwierząt planktonowych. Szlauer i Szlauer (1987) w wodzie stawu retencyjnego oczyszczalni ścieków Zakładów Chemicznych w Policach stwierdzili masowe występowanie *Acanthocyclops robustus*, widłonogów żerujących na wylęgu karpia. Również Piasecki (1998) donosi o atakowaniu larw ryb karpowatych przez ten gatunek widłonoga.

Ponadto, jak wspomniano we wstępie, jednym z najistotniejszych czynników decydujących o możliwościach podchowu narybku przeznaczonego do zarybień lub chowu towarowego na słodkowodnym zooplanktonie jest znalezienie jego bogatych zasobów oraz sposobu i metody pozyskiwania. Szlauer i inni (1978) opisują mechaniczny odłów zooplanktonu litoralowego i pelagicznego, przy użyciu silnika spalinowego i sieci. Szlauer i Szlauer (1983) do połowu zwierząt planktonowych wykorzystywali ujęcie wody pitnej z jeziora w zakładzie uzdatniania wody. Żywy pokarm można również pozyskiwać za pomocą sieci ciągnionych, jednak jest to metoda pracochłonna i kosztowna, którą trudno zastosować w płytkich zbiornikach, z rozwiniętą roślinnością (Szlauer i inni 1978). W celu wykorzystania naturalnego pokarmu zawieszającego się też w toni wody lub stawia na dnie sadze z wylęgiem ryb lub narybkiem (Furgala-Selezniow i Mamcarz 2004).

Z kolei Rummler i inni (2002) prowadzili badania nad połowami elektrycznymi zooplanktonu. Ze względu na brak odpowiedniego pokarmu dla wylęgu ryb, mogącego zastąpić właściwy pokarm naturalny, podejmuje się także próby hodowli zooplanktonu w stawach – planktoniarniach (Littak i Woźniewski 1979). Najmniej kosztowne i pracochłonne, a zarazem efektywne, wydaje się pozyskiwanie żywego pokarmu znoszonego ze zbiorników naturalnych przez ich odpływy (Fot. 1). W ciągu krótkiego czasu istnieją możliwości pozyskania znacznej masy tego naturalnego pokarmu (Szlauer 1974, Szlauer i Szlauer 1980, Wolska i Czerniawski 2006).

Podsumowując można stwierdzić, że odcinki rzeki Płoni poniżej jezior są najlepszym miejscem pozyskiwania zooplanktonu, który mógłby być wykorzystany do podchowu narybku w całym roku, właściwie wszystkich gatunków ryb. Odpływ z silnie zeutrofizowanego jeziora Płoń zapewnia znacznie większą obfitość zooplanktonu niż odpływ z mniej zeutrofizowanego jeziora Miedwie. Status troficzny jeziora może być więc jednym z najważniejszych wskaźników biomasy planktonu. Natomiast ilość i jakość zooplanktonu wynoszonego z rozlewiska jest już znacznie niższa w porównaniu z odpływami jezior. Należy podkreślić, że stosunkowo duży

udział wioślarek w biomacie zooplanktonu znoszonego z rozlewiska daje możliwość wykorzystania tych skorupiaków do skarmiania narybku gatunków karpowatych w okresie wiosennym i letnim. W naturalnych odcinkach rzek zooplankton jest nieliczny, dlatego nieopłacalne jest jego pozyskiwanie z takich stanowisk. Najwyższe wartości biomasy zooplanktonu w odcinkach rzek poniżej jezior stwierdzano w miesiącach letnich. Należałoby zatem zwracać szczególną uwagę na jego zastosowanie do podchowu takich gatunków ryb, których stadia młodociane zaczynają żerować w takich właśnie miesiącach.

## 6. SUMMARY

The use of live freshwater zooplankton in the rearing of fish larvae or fry is not as popular as the use of dry diet. Despite its many advantages living zooplankton is rarely used in aquaculture. A very good source of living zooplankton are outflows from lakes or reservoirs. The aim of this study was to determine the biomass of the Płonia River zooplankton (Fig. 1) in its outflows from three flow-through lakes and in a stretch of a lotic section of the Płonia River (without the influence of any lake), north-western Poland (Tab. 1), to determine potential possibilities of food production by the river for rearing juvenile stages of fish. The largest biomass of zooplankton was observed in the outlet from Lake Płoń, less biomass in the outlet from Lake Miedwie, then in the outlet from a small floodplain area, and the smallest biomass was observed in the lotic stretch upstream of Lake Dąbie (Tab. 2–5, Fig. 2–5). The largest percentage contribution of crustaceans to the biomass of zooplankton was observed at the outlet from Lake Płoń, while the lowest from the lotic stretch upstream of Lake Dąbie (Fig. 6). Lake Płoń offered the best feeding conditions, i.e. suitable for rearing the highest biomass of cyprinid and salmonid larvae (Tab. 6). The method of sampling zooplankton in the river is presented in Photo 1.

## 7. LITERATURA

- Armitage P.D., Capper M.H. 1976. The numbers, biomass and transport downstream of micro-crustaceans and Hydra from Cow Green Reservoir (Upper Teesdale). *Freshwat. Biol.*, 6, 425–432.
- Bryant P.L., Matty A.J. 1980. Optimisation of Artemia feeding rate for carp larvae (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 3, 203–212.
- Chang K.H., Doi H., Imai H., Gunji F., Nakano S.I. 2008. Longitudinal changes in zooplankton distribution below a reservoir outfall with reference to river planktivory. *Limnology*, 9, 125–133.
- Czerniawski R., Pilecka-Rapacz M., Domagała J., Krepski T. 2010. Larval rearing of Atlantic salmon and sea trout using nauplii of *Artemia salina*. *EJPAU*. 13, 2. <http://www.ejpau.media.pl/volume13/issue2/art-10.html>

- 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., Domagała J., Pilecka-Rapacz M. 2014. 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., Sługocki Ł., Kowalska-Górska M. 2016. Diurnal changes of zooplankton community reduction rate at Lake Outlets and related environmental factors. *PLoS ONE*, 11(7), e0158837.
- 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. Develop.*, 24, 807–823.
- Furgała-Selezniow G., Mamcarz A. 2004. Food resource partitioning by peled larvae (*Coregonus peled* Gmel.) of various size, reared in illuminated cages at different densities. *Acta Sc. Pol. Pisc.*, 3, 23–32.
- Górny W., Wolnicki J. 1993. Optimum termiczne wzrostu i przeżywalności wylęgu szczupaka podchowyanego w warunkach kontrolnych. *Kom. Ryb.*, 1, 13–14.
- Karzinkin G. 1955. Podstawy biologicznej wydajności zbiorników wodnych. PWRiL, Warszawa.
- Kibria G., Nugogoda 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.
- Luczyński M.J. 1992. Podchów wylęgu szczupaka żywionego paszą sztuczną. *Kom. Ryb.*, 3, 9–10.
- Luczyński M., Bartel R. 1997. Niektóre zagrożenia genetyczne związane z zarybianiem. *Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów*. ss. 95–102 (W: *Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów*, Łódź, 26–27 maja, 1997 (Konferencja naukowa). Materiały uzupełniające *Rocz. Nauk. PZW*. Red. T. Backiel). Wydawnictwo PZW, Warszawa.
- Marmulla G., Rosch R. 1990. Maximum daily ratio of juvenile fish fed on living natural zooplankton. *J. Fish Biol.*, 36, 789–801.
- Morduchaj-Boltkowska F.D. 1954. Materijaly po srednemu vesu vodnych bespozvonocnych Basejna Dona. *Trudy prob. i tematic. Sovesc. ZIN*, 2, 223–241.
- Piasecki W. 1998. Występowanie, biologia i wpływ na ichtiofaunę *Acanthocyclops robustus* (Sars) (Crustacea, Copepoda). *Manuskrypt. Rozprawa doktorska*. Zakład Hydrobiologii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin.
- Pillay T.V.R. 1990. *Aquaculture-Principles and Practices*. Fishing News Books, London.
- Poczyczyński P. 1996a. Żywienie larw ryb – podstawy teoretyczne I. Pasze sztuczne w żywieniu larw. *Kom. Ryb.*, 4, 19–20.
- Poczyczyński P. 1996b. Żywienie larw ryb-podstawy energetyczne II. Procesy trawienne larw ryb. *Kom. Ryb.*, 3, 7–8.

- Radwan S. 2004. Wrotki. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Rummler F., Gothing S., Zahn S., Schiewe S. 2002. Untersuchungen zu den Auswirkungen des Elektrofischfangs auf wirbellose Tiere. *Fischerei und Teichwirt*, 7, 251–253.
- Rybak J.I., Błędzki L.A. 2010. Słodkowodne skorupiaki planktonowe: klucz do oznaczania gatunków. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Sharma J.G., Chakrabarti R. 1999. Larval rearing of common carp *Cyprinus carpio*: A comparison between natural and artificial diets under three stocking densities. *J. World Aquacult. Soc.*, 30, 490–495.
- Starmach K. 1955. Metody badania planktonu. PWRiL, Warszawa.
- 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. *Aquatic Res.*, 18, 33–49.
- Szlauer B. 1976. Możliwości wykorzystania zooplanktonu wynoszonego z jezior przez odpływy. *Gosp. Ryb.*, 5, 13–14.
- Szlauer B., Szlauer L. 1980. The use of lake zooplankton as feed for carp (*Cyprinus carpio* L.) fry in pond culture. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 1, 79–102.
- Szlauer B., Szlauer L. 1983. Zooplankton ujęcia wody pitnej z jeziora Miedwie i perspektywy jego wykorzystania do podchowy narybku. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 103, 124–138.
- Szlauer B., Szlauer L. 1987. Testing the secondary treatment of effluents from the „Police” chemical plant in carp ponds. *Pol. Arch. Hydr.*, 34, 135–145.
- Szlauer L. 1974. Wykorzystanie do karmienia narybku siei – *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) zooplanktonu, wynoszonego z jezior przez odpływy. *Rocz. Nauk Rol.*, 96 – H-2, 89–107.
- Szlauer L., Kwidzyński Z., Nowakowski P., Sendłak H. 1978. Mechaniczny sposób odłowu zooplanktonu do karmienia wylęgu ryb. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 70, 104–115.
- Wolnicki J., Korwin-Kossakowski M. 1993. Survival and growth of larval and juvenile tench, *Tinca tinca* L., fed different diets under controlled conditions. *Aquacult. Res.*, 6, 707–713.
- Wolska M., Czerniawski R. 2006. Zoosetion removed from lakes by river Drawa and a forest stream as a food supply for juvenile fish. *Acta Scientiarum Polonorum. Piscaria*, 5(1), 115–127.
- Yurkowski M., Tabachek J.L. 1979. Proximate and amino acid composition of some natural fish foods. ss. 435–448 (W: Proceedings of the World Symposium on Finfish Nutrition and Fish Feed Technology, Hamburg 20–23 June 1978. Red. J.E. Halver, K. Tiews). Heenemann, Hamburg.
- Zalachowski W. 1970. Biologia rozwoju larw szczupaka w grupie jezior Legińskich. *Rocz. Nauk Rol.*, 92, 93–119.

**Deklaracja autora o udziale w przygotowaniu publikacji:**

Praca nie posiada autorów nieujawnionych.



**Fot. 1.** Sieć do masowego połowu zooplanktonu ustawiona w odpływie cieku z jeziora (Fot. Robert Czerniawski).

**Photo 1.** Net for mass capturing of zooplankton located in the outflow from a lake (Photo by Robert Czerniawski).