

JERZY ŚLIWIŃSKI*

**CHARAKTERYSTYKA DIETY ORAZ WZROSTU LARW BOLENIA
ASPIUS ASPIUS (L.) W WARUNKACH STAWÓW KARPIOWYCH**

DIET AND GROWTH OF ASP *ASPIUS ASPIUS* (L.)
LARVAE REARED IN CARP PONDS

Pracownia Ichtiobiologii i Rybactwa, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

ABSTRACT

The paper presents results of 44 day asp larva rearing from the beginning of endo-exogenous feeding (weight from 2.85 mg (\pm 0.16) to 3.05 mg (\pm 0.51)), total length from 8.66 mm (\pm 0.56) to 9.12 mm (\pm 0.40) in a carp pond stocked at three densities: 200000, 156000, 50000 ind. per hectare. First feeding was observed when larvae achieved 2.9–3.4 mg body weight. Initially, asp larvae preferred young Copepoda, while Rotatoria were the most dominant food type in the pond. In later stages, to the end of the rearing period, young and adult forms of Copepoda and Cladocera dominated in the larva diet. Insecta were also very important.

Key words: asp larvae, carp ponds, food selectivity, Ivlev's index, growth.

* Autor do korespondencji: jerzy_sliwinski@sggw.pl

1. WSTĘP

W obszarze aktywności badawczej mającej na celu poznanie biologii i opanowanie biotechniki rozrodu oraz podchowu autochtonicznych gatunków ryb istotną pozycję zajmują karpowate reofilne, których obecny status budzi szczególną troskę nie tylko na terenie naszego kraju (Schiemer 1988, Lelek i Köhler 1989, Lojkašek i Lusk 2004, Penczak i inni 2004, Witkowski i inni 2004). Należący do tej grupy boleń, związany ze środowiskiem rzek litofil (Balon 1975) jest szczególnie interesującym obiektem badań z uwagi na specyficzne cechy biologii (Backiel 1964), które można wykorzystać w zabiegach określanych jako „biomanipulacja” (Prejs 1988, Hillbricht-Ilkowska 1998, Adamek 2000).

Trudności w pozyskaniu dostatecznej ilości materiału rozrodczego ograniczały potencjalny zakres prac badawczych (Kucharczyk i inni 1998). Opanowanie metodyczne wychowu tarlaków w warunkach stawowych i sztucznego rozrodu bolenia (Śliwiński i inni 1995, Śliwiński 1998) umożliwiło podjęcie badań dotyczących podchowu larw w warunkach sztucznych (Wolnicki i Górny 1993, Kujawa 1998) i w stawach (Śliwiński i inni 1995).

Według Wolnickiego (2000) boleń, podobnie jak jaź (*Leuciscus idus* L.) i kleń (*Leuciscus cephalus* L.) dla właściwego wzrostu w pierwszych dniach podchowu w warunkach kontrolowanych wymaga żywego pokarmu. Podawanie larwom paszy sztucznej obniża przeżywalność ryb. Wydaje się zatem, że alternatywnym rozwiązaniem może być podchów stawowy, realizowany od pierwszych dni aktywnego żerowania larw, mimo charakterystycznej dla tego środowiska zmienności warunków. Właściwe przygotowanie stawu oraz optymalny termin i poziom zarybienia związany z dostępem larw do zasobów pokarmowych, pozwala uzyskiwać w tej metodzie pożądane rezultaty (Grygierek 1973), również w przypadku larw karpowatych reofilnych (Cieśla 1996). Chcąc określić wymagane parametry dla skutecznego podchowu bolenia należy ustalić przebieg, charakter i efektywność odżywiania larw i stadiów postlarwalnych tego gatunku od momentu rozpoczęcia aktywnego żerowania w warunkach stawowych na tle wpływu abiotycznych czynników środowiska. Był to podstawowy cel przeprowadzonych badań.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na terenie Rybackiej Stacji Doświadczalnej „Łąki Jaktorowskie” Pracowni Ichtiologii i Rybactwa SGGW w okresie trzyletnim w latach 1998–2000. Podchów larw bolenia przebiegał w stawie o powierzchni 0,8 ha, średniej głębokości 1,0 m, przygotowanym zgodnie z wymogami przyjętymi dla I przesadki w systemie wychowu karpia (Wojda 2004). Wylęg bolenia, uzyskiwany w wyniku sztucznego tarła, pochodził od tarlaków wychowanych w warunkach stawowych na terenie stacji. Aktywnie pływające larwy obsadzano w monokulturze (daty obsad

3.05.1998, 4.05.1999, 7.05.2000), zmniejszając corocznie zagęszczenie larw od 200 tys. przez 156 tys. do 50 tys. osobników ha^{-1} . Podchów trwał 44 dni. W tym czasie boleni nie dokarmiano paszami. Od drugiego dnia podchowu w odstępach kilkudniowych przeprowadzano odłowy kontrolne. Złowione ryby (minimum 10 osobników) wprowadzano w stan anestezji, stosując 2-phenoxyethanol (Merck) w dawce $0,2 \text{ ml dm}^{-3}$ wody. Określano ich masę indywidualną z dokładnością do $0,1 \text{ mg}$, długość całkowitą z dokładnością do $0,1 \text{ mm}$ i konserwowano w 4% roztworze formaliny. Następnie preparowano przewody pokarmowe i analizowano ich zawartość. Rejestrowano skład ilościowy i jakościowy badanej treści. Zidentyfikowane organizmy podzielono na następujące grupy: Rotatoria, nauplii Copepoda, starsze Copepoda, Cladocera oraz Insecta (wszystkie stadia rozwojowe).

W dniach odłowów ryb pobierano również próby zooplanktonu z dziesięciu stałych punktów stawu, pięciolitrowym czerpaczem wody systemu Patalasa. Z dziesięciu próbek tworzących próbkę zbiorczą, którą odcedzano na siatce planktonowej nr 25 (wielkość oczka $50 \mu\text{m}$) i poddawano analizie ilościowej oraz jakościowej. W tym wypadku wyróżniono identyczne grupy organizmów jak w treści pokarmowej. Analizy prób zooplanktonu i zawartości przewodów pokarmowych ryb umożliwiły określenie preferencji pokarmowych larw bolenia w okresie podchowu wobec skorupiaków i wrotków planktonowych. Wykorzystano w tym celu wskaźnik wybiórczości pokarmowej zaproponowany przez Ivleva (1955). Wartości wskaźników oszacowano dla czterech grup organizmów zooplanktonu wchodzących w skład dostępnej bazy pokarmowej, reprezentowanych jednocześnie w diecie boleni, z wyjątkiem owadów.

Efekty podchowu bolenia omawianą metodą oceniano po odłowieniu stawu, wykorzystując następujące wskaźniki: przeżywalności obsady (wyrażonej w %) oraz średniej finalnej masy jednostkowej ryb (mg), średniej finalnej długości całkowitej (mm), wykorzystując pakiet statystyczny SPSS (wersja 12.0).

W dniach odłowów kontrolnych o stałej porze, w godzinach 10,00–11,00 mierzono temperaturę wody w stawie ($^{\circ}\text{C}$), poziom nasycenia wody tlenem ($\% \text{ O}_2 \text{ dm}^{-3}$) przy pomocy sondy WTW OXY oraz pH (zestaw polowy firmy „Slandi”).

3. WYNIKI

Charakterystyka środowiska podchowu

Średni poziom temperatury w okresie podchowu (maj, czerwiec) przewyższał wieloletnią przeciętną, rejestrowaną na terenie obiektu wynoszącą $17,6^{\circ}\text{C}$ (Tab.1). Jednak stwierdzano okresowe spadki temperatury poniżej $17,0^{\circ}\text{C}$. W przypadku pierwszego i drugiego sezonu było to zjawisko krótkotrwałe (kilkudniowe), natomiast w sezonie trzecim wartości znacznie poniżej średniej, przy minimum wynoszącym $12,8^{\circ}\text{C}$, notowano w po-

czątkowej, dziesięciodniowej fazie podchowu. Za najbardziej stabilny termicznie należy uznać sezon pierwszy.

Poziom nasycenia wody tlenem był wysoki i oscylował w granicach pełnego nasycenia bądź przekraczał tę granicę. Najniższe wartości tego parametru rejestrowano w ostatnich dniach podchowu w związku z rozpoczęciem procedury odłowu. Generalnie warunki tlenowe trzech sezonów można uznać za zbliżone (Tab.1).

Odczyn wody kształtował się w granicach obojętnego lub lekko zasadowego. Nie rejestrowano gwałtownych zmian pH w okresie prowadzonych obserwacji (Tab.1).

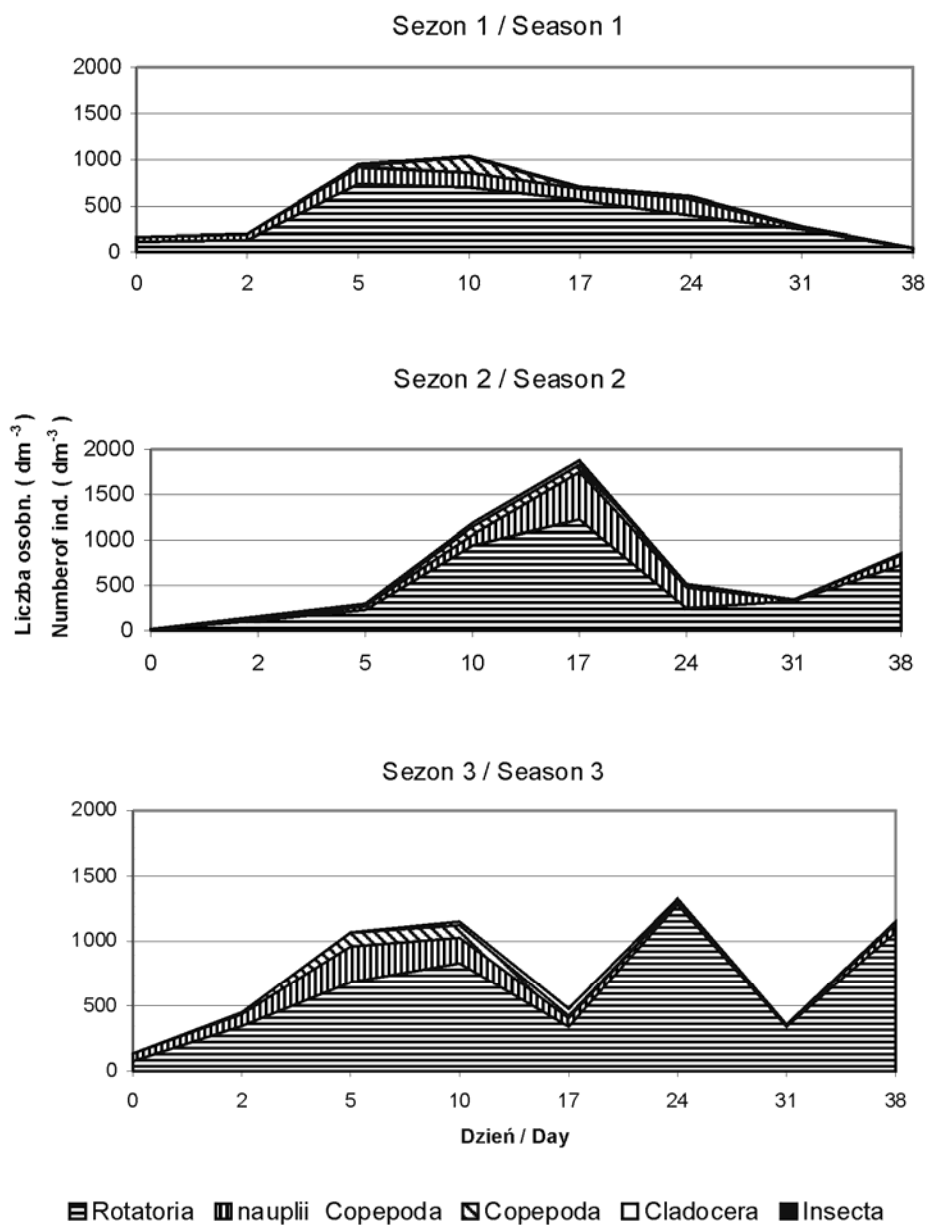
Tabela 1. Parametry fizykochemiczne wody w okresie podchowu bolenia.

Table 1. Water parameters in ponds during asp larva rearing.

	Temperatura wody °C / Water temperature	Zawartość tlenu (%) / Oxygen level	pH
Sezon / Season	Średnia / Mean (Zakres / Range)	Średnia / Mean (Zakres / Range)	Średnia / Mean (Zakres / Range)
I	19,2 (16,0 – 22,4)	98,2 (72,0 – 130,0)	7,8 (7,4 – 8,1)
II	19,5 (13,9 – 24,2)	102,5 (48,0 – 160,0)	7,9 (7,7 – 8,2)
III	18,7 (12,8 – 22,7)	113,3 (90,0 – 150,0)	7,4 (7,3 – 8,4)

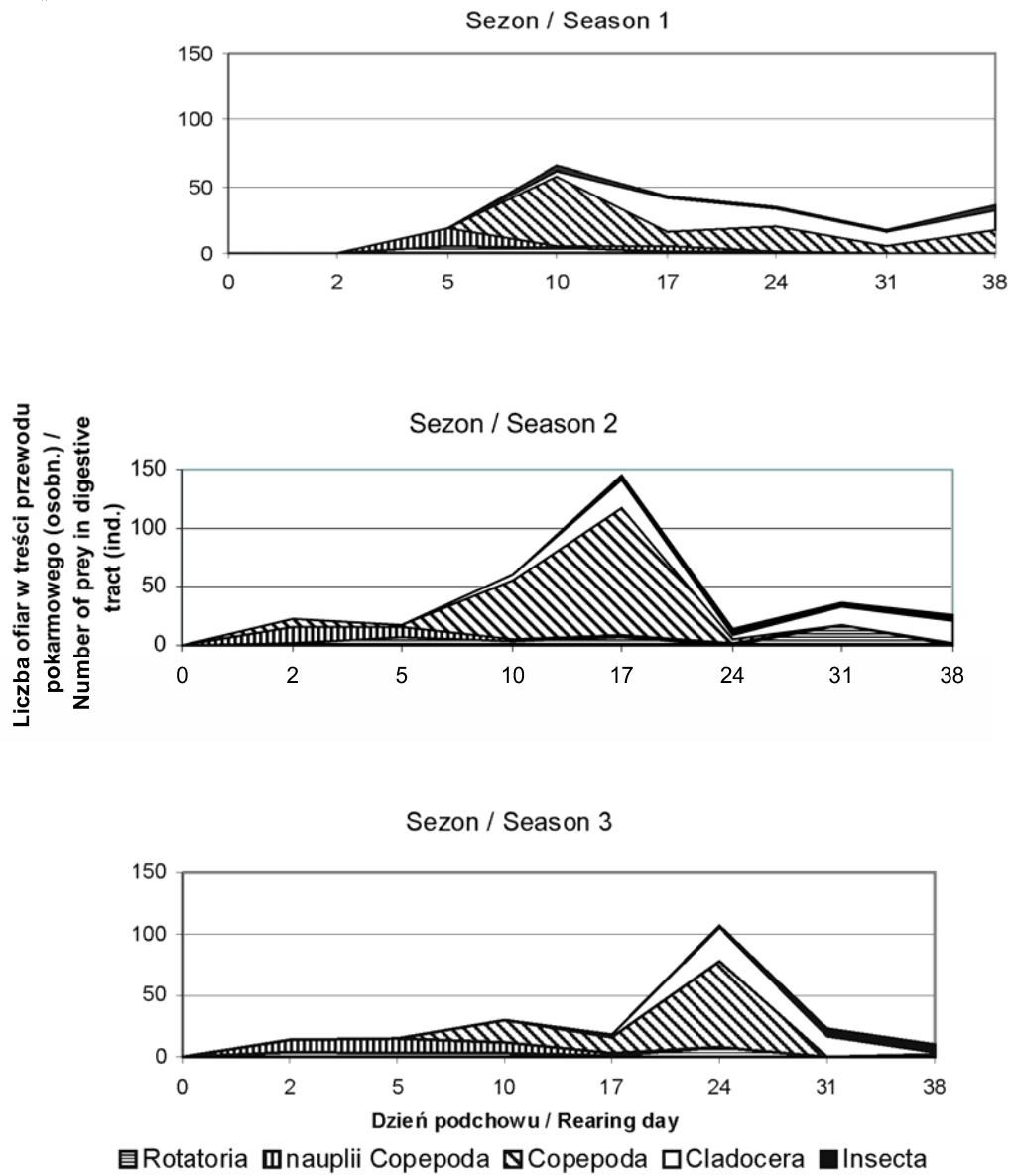
Zooplankton

W strukturze zespołu obserwowano zdecydowaną dominację form o najmniejszych rozmiarach (Rys.1). Udział wrotków był najwyższy i wynosił średnio od 75,8 do 78,1% ogólnej liczebności w próbach. Mniej liczne nauplii stanowiły przeciętnie od 15,0 do 19,8%. Liczebność widłonogów, wioślarek i owadów (głównie w stadium larwy i poczwarki) nie stanowiła średnio więcej niż kilka procent organizmów stwierdzanych w próbie. Każdy sezon wykazywał odmienną charakterystykę dynamiki ogólnej liczebności fauny planktonowej. W pierwszym, po osiągnięciu maksymalnych wartości liczebność organizmów spadała systematycznie, natomiast w pozostałych latach obserwowano tendencję do odbudowy zasobów fauny planktonowej. Średnia liczba organizmów wzrastała w kolejnych sezonach od 498 osobn.dm⁻³ w pierwszym roku badań, 656 osobn.dm⁻³ w drugim, do 764 osobn.dm⁻³ w trzecim.



Rys. 1. Dynamika sezonowa zooplanktonu w czasie badań.

Fig. 1. Seasonal dynamics of zooplankton during the experiment.



Rys. 2. Struktura oraz liczebność organizmów w pokarmie larw bolenia.

Fig. 2. Structure and quantity of food items in the asp larva digestive tract.

Pokarm larw bolenia

Larwy bolenia, o średniej masie ciała 2,8 mg i długości całkowitej 9,1 mm, jeszcze nie odżywiały się pokarmem egzogennym (sezon 1). Fakt podjęcia aktywnego żerowania stwierdzono natomiast w drugim dniu podchowu sezonu drugiego i trzeciego u larw o masie ciała w zakresie 2,9–3,4 mg i długości całkowitej 8,9–9,1 mm. W początkowej, kilkudniowej fazie odżywiania egzogennego larwy konsumowały przede wszystkim nauplii Copepoda z dodatkiem wrotków.

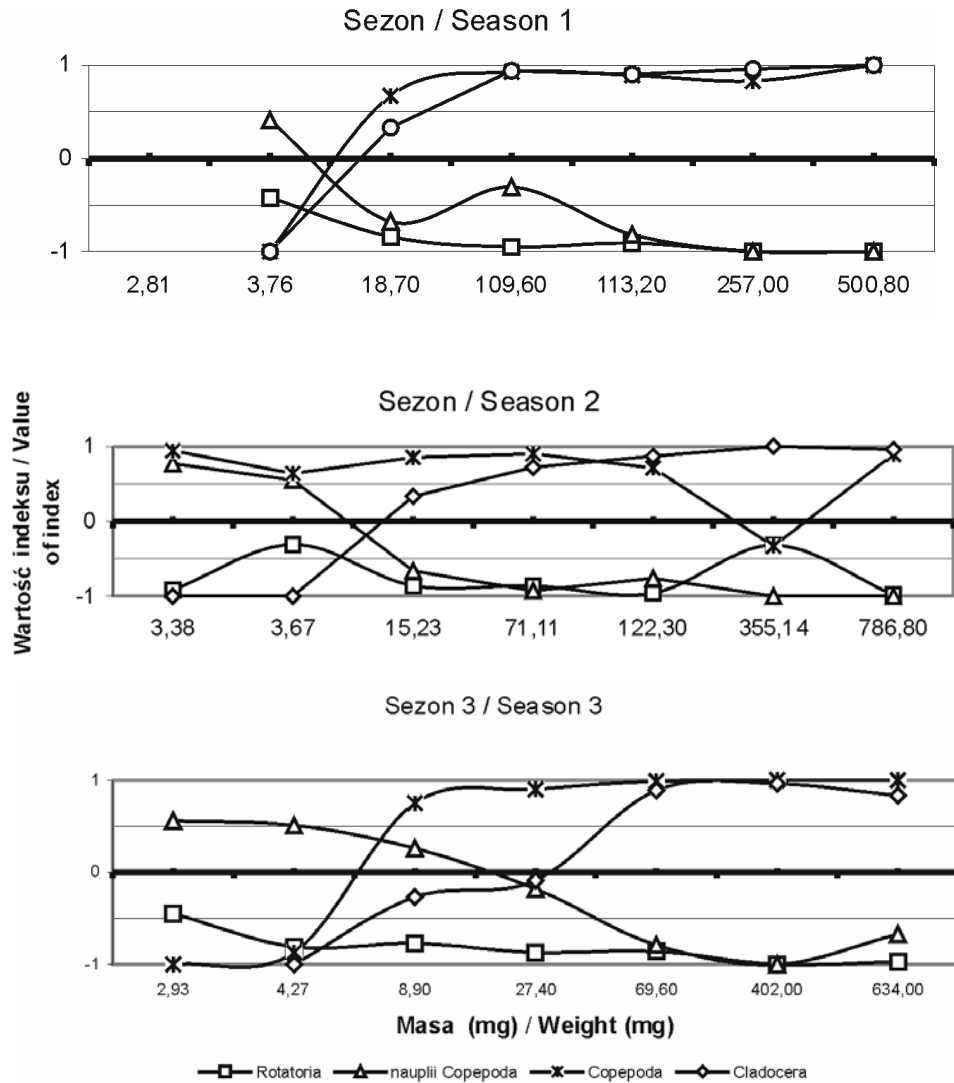
U larw w drugim sezonie obserwacji w treści pokarmowej pojawiały się również mniejsze formy z grupy Copepoda (forma kopepodit). Od dziesiątego dnia podchowu w sezonie pierwszym i drugim stwierdzono zdecydowany wzrost liczby spożywanych organizmów do wartości maksymalnych przy jednoczesnym zróżnicowaniu ich rozmiarów. W pokarmie boleni reprezentowane były wszystkie wyróżnione grupy pokarmu a wśród ofiar pojawiły się również imagines owadów. W trzecim sezonie podchowu opisywane zjawisko stwierdzono tydzień później (Rys. 2).

Analiza prób pobranych w 31 dniu podchowu boleni wykazała wyraźne zawężenie spektrum pokarmowego. W jelitach ryb identyfikowano przedstawicieli dwóch lub trzech grup organizmów przy stwierdzonej ilościowej dominacji wioślarek i rosnącym udziale owadów w różnych stadiach rozwojowych, z przewagą form dorosłych. Opisywana tendencja utrzymała się do 38 dnia podchowu tylko w sezonie drugim. W sezonie pierwszym dietę ryb zdominowały bowiem w tym czasie widłonogi, natomiast w trzecim owady (Rys. 2).

Wybiórczość pokarmowa larw bolenia

W przypadku wrotków w żadnym z trzech sezonów nie stwierdzono dodatnich wartości współczynników wybiórczości (Rys. 3). Wobec larwalnych stadiów rozwojowych widłonogów preferencje pokarmowe obserwowano do piątego dnia podchowu w sezonie pierwszym i drugim oraz do dziesiątego dnia w sezonie trzecim. Organizmy z grupy Copepoda były unikane przez larwy bolenia tylko do piątego dnia podchowu z wyjątkiem sezonu drugiego, w którym ten komponent diety był już wyraźnie chętnie wybierany (Rys. 3).

Dodatnie wartości współczynników wybiórczości pokarmowej wobec wioślarek pojawiły się najpóźniej. Tylko w pierwszym sezonie podchowu zanotowano je w tym samym czasie jak w przypadku widłonogów. Unikanie wioślarek w sezonie trzecim obserwowano nawet do 17 dnia podchowu. W odróżnieniu od pozostałych składników diety boleni, tendencja wybierania tego pokarmu utrzymywała się od momentu jej stwierdzenia do ostatniej analizowanej próby (Rys. 3).



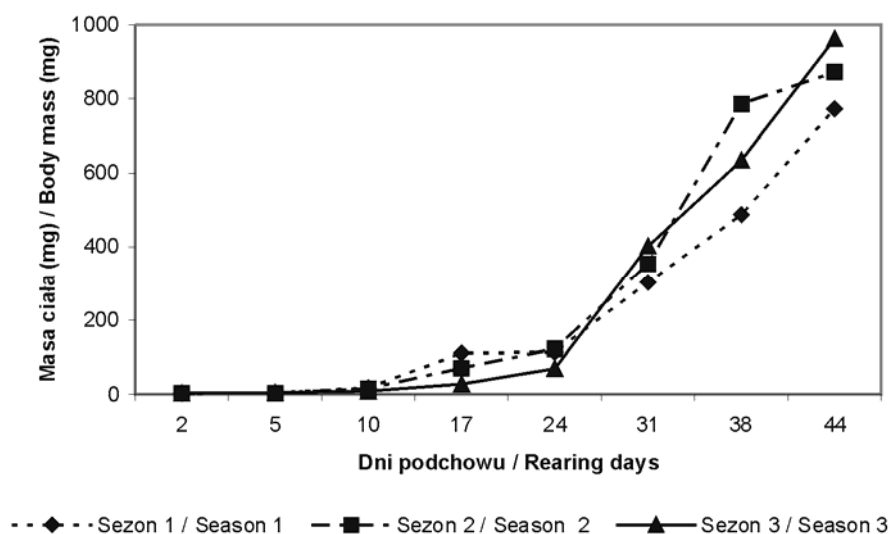
Rys. 3. Wartości współczynników wybiórczości pokarmowej wg Ivleva dla wybranych grup pokarmu larw bolenia.

Fig. 3. Ivlev's electivity index for asp larvae for selected food items.

Wzrost bolenia

Do piątego dnia podchowu larwy wykazywały zbliżony, powolny wzrost (Rys. 4). W kolejnej próbie obserwowano zróżnicowanie przyrostów. Największą średnią masę ciała (18,7 mg), osiągnęły larwy obsadzone

w najwyższym zagęszczeniu, natomiast blisko dwukrotnie mniejszą (8,9 mg) larwy z najrzadszej obsady. Podobne relacje utrzymywały się do 24 dnia podchowu (odpowiednio 113,2 i 69,6 mg), jednak największą masę ciała (122,3 mg) osiągnęły w tym czasie bolenie z wyjściowej obsady 156 tys. osobników ha^{-1} (Rys. 4).



Rys. 4. Wzrost masy ciała larw bolenia przy trzech poziomach zagęszczenia obsad.

Fig. 4. Body mass increment for asp larvae under at different stocking density.

Analiza prób w 31 dniu podchowu wykazała przyspieszenie przyrostów masy ciała ryb we wszystkich grupach. W 38 dniu podchowu bolenie przekroczyły średnią masę jednostkową 500 mg a największą (787 mg) osiągnęły ryby w sezonie drugim. Odłowy końcowe wykazały jednak, że tendencja przyrostu w tej grupie nie była trwała (prawdopodobnie ze względu na wyczerpanie zasobów pokarmowych). Grupy ryb po zakończeniu podchowu różniły się wysoko istotnie pod względem masy ciała jak i długości (ANOVA, $F_{emp(masa)} = 7,219$, $F_{emp(dł)} = 6,165$, $N = 66$). Największą średnią masę (960 mg) i długość (47,3mm) osiągnęły bolenie wzrastające w najniższym zagęszczeniu a najmniejsze ryby (ważące średnio 780 mg o długości 44,8 mm) odłowiono w przypadku obsady najwyższej. Test Duncana pozwolił stwierdzić, że różnice końcowej masy ciała oraz długości między wymienionymi grupami były wysoce istotne. W pozostałych przypadkach nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie (Tab. 2).

Tabela 2. Charakterystyka obsad oraz rezultaty podchowu (\bar{x} – średnia, \pm SD – odchylenie standardowe). Wartości oznaczone identycznymi indeksami literowymi w kolumnach nie różnią się istotnie (test Duncan, $\alpha = 0,01$).

Table 2. Stocking characteristics and experiment production results (\bar{x} – mean, \pm SD – standard deviation). Values with identical superscript, in the columns, do not differ significantly (Duncan's test, $\alpha = 0,01$).

Sezon / Season	Obsada (tys osobn. ha ⁻¹) / Stocking density (thousand ind. ha ⁻¹)	Średnia początkowa masa larw (mg osobn. ⁻¹) / Initial body weight (mg ind ⁻¹) $\bar{x} \pm$ SD	Średnia początkowa długość larw Lt.(mm) / Initial total length (mm) $\bar{x} \pm$ SD	Czas podchowu (dni) / Rearing days	Średnia finalna masa ryb (mg osobn. ⁻¹) / Final mean body weight (mg ind ⁻¹) $\bar{x} \pm$ SD	Średnia finalna długość ryb Lt.(mm) / Final total length (mm) $\bar{x} \pm$ SD	Przeżywalność (%) / Survival rate (%)
I	200	2,85 \pm 0,16	8,66 \pm 0,56	44	780 ^A \pm 130	44,8 ^C \pm 2,49	63
II	156	3,05 \pm 0,51	8,86 \pm 0,20	44	870 ^{AB} \pm 110	46,0 ^{CD} \pm 2,57	24
III	50	2,90 \pm 0,37	9,12 \pm 0,40	44	960 ^B \pm 240	47,3 ^D \pm 4,12	54

Parametry produkcyjne podchowu

Efekty stawowego podchowu larw bolenia oceniano podstawowymi parametrami produkcyjnymi. Oprócz przyrostów ryb omówionych powyżej zwraca uwagę wyraźne zróżnicowanie przeżywalności w poszczególnych sezonach. Najwyższy poziom tego parametru uzyskano dla obsady 200 tysięcy osobników na hektar. W tym wypadku stwierdzono ponadto najmniejsze zróżnicowanie zarówno masy ciała jak i długości całkowitej odłowionych ryb (Tab. 2).

4. DYSKUSJA

Podchów stadiów larwalnych i postlarwalnych ryb niezależnie od tego czy przeprowadzany jest w warunkach semi naturalnych (w stawach) czy ściśle kontrolowanych obarczony jest sporym ryzykiem. Na tych etapach ontogenezy organizm ryb wykazuje szczególną wrażliwość na wpływ czynników środowiskowych. Dwa z nich, obok parametrów chemicznych środowiska wodnego, można uznać za decydujące o powodzeniu podchowu. Są to: temperatura i pokarm.

Optymalne warunki termiczne podchowu larw bolenia w warunkach sztucznych zostały określone na poziomie 24–26°C (praktycznie niespotykanym w warunkach naturalnych w okresie wzrostu larw bolenia) przez Wolnickiego i Górnego (1993) i potwierdzone wynikami obserwacji Kujawy i innych (1998). Stąd termiczne warunki podchowu stawowego stwierdzone w badaniach własnych (średnio 17,9–18,4°C) trudno nazwać nawet zbliżonymi do optimum, również ze względu na częste spadki temperatury wody do poziomu poniżej 17,0°C. Potwierdzają to obserwacje Kainz i Gollmann (1981) dokonane w warunkach kontrolowanych. Cytowani autorzy stwierdzili, że w wypadku gdy temperatura środowiska oscylowała w zakresie 14,0–17,5°C, larwy bolenia żywione zooplanktonem wykazywały wręcz symboliczny przyrost dobowy masy ciała rzędu kilku miligramów. W świetle powyższych danych w badaniach własnych należało się spodziewać zdecydowanie niższych przyrostów ryb podchowowanych w stawie w stosunku do rezultatów uzyskanych w optymalnych warunkach. Rzeczywiście, stwierdzono, że w przypadku okresowego obniżenia temperatury wody do 16,0–17,0°C następuje osłabienie wzrostu boleni. Jednak mimo to larwy w porównywalnym czasie osiągały zbliżone przyrosty do rejestrowanych w pracach Wolnickiego i Górnego (1993) oraz Kujawy i innych (1998). Można przypuszczać, że istotną rolę w tym przypadku odegrała wysoka wartość odżywcza pobieranego pokarmu. Potwierdza to pośrednio pogląd o szczególnym znaczeniu zooplanktonu w diecie larw boleni oraz przydatności biocenozy stawu do podchowu tego gatunku.

Analiza odżywiania boleni dokonana w niniejszej pracy wykazała, że dla pierwszych kilkunastu dni podchowu ich preferencje pokarmowe mieszczą się w schemacie zbliżonym do stwierdzanego dla larw karpia (Trzoch-Szalkiewicz 1972, Matlak i Matlak 1976, Okoniewska i Wolnicki 1988) czy

sandacza (Kovalev 1976). Co więcej, potwierdzono, cytowane przez Mamczarza (2000), obserwacje Falomiejewej ze środowisk naturalnych (Zbiornik Kapczagajski), że larwy bolenia cechuje szerokie spektrum pokarmowe. Istnieje zatem możliwość wykorzystywania zjawiska sukcesji organizmów zooplanktonowych również w stawowym podchowcie larw i stadiów juwenilnych bolenia. Unikanie wrotków, stwierdzone w badaniach własnych, w pierwszej fazie odżywiania egzogennego, tylko w niewielkim stopniu tę możliwość modyfikuje. Obserwowana natomiast skłonność kilkutygodniowych boleni do spożywania imaginalnych form owadów, stwierdzona również przez Adamka i innych (1988) oraz Terleckiego i innych (1990), znacznie wzbogaca dietę ryb i stanowi, w pewnym zakresie, element uniezależnienia od zasobów dużych form zooplanktonu w stawie na rzecz ofiar o większych rozmiarach, chwytanych z powierzchni wody lub z powietrza. Umożliwia uzyskanie pokarmu przy optymalnym nakładzie energii, zgodnie z teorią strategii optymalnego żerowania (Koperski 1999). Pozwala jednocześnie na wykorzystanie w tych warunkach potencjalnych możliwości wzrostu boleni obserwowanych w środowisku naturalnym (Backiel i Bontemps 1958).

Rezultaty przeprowadzonych badań pozwalają stwierdzić pełną przydatność stawów do kilkutygodniowego podchowu larw bolenia już od momentu rozpoczęcia aktywnego żerowania, bez konieczności wstępnego podchowu oraz stosowania pasz komercyjnych.

5. SUMMARY

Observations of asp larva diet and food selectivity were carried out in a traditional carp nursery pond at the Fisheries Research Station "Łąki Jaktorowskie", Warsaw University of Life Sciences – SGGW. The pond was stocked with asp larvae at three densities: 200000, 156000, 50000 ind ha⁻¹. During the experiment, plankton development dynamics, fish growth and water conditions were analyzed. Oxygen level and water pH during the rearing period were on the optimal level (Tab. 1), while some high decreases in water temperature, below 17°C, were observed.

The analysis of the development of asp larvae food consumption showed that at the beginning of exogenous feeding the most important food items were naupli of Copepoda. In later stages, adult Copepoda and finally Cladocera appeared. Together with fish growth, a growing number of representatives of Insecta was observed (Fig. 2).

After the 44 day pond larva rearing average total body mass ranged from 0.78 g (\pm 0.13) to 0.960 g (\pm 0.24) and total length from 44.8 mm (\pm 2.49) to 47.3 (\pm 4.12). Survival rate ranged from 24% to 63%.

From the very beginning asp larvae selectively fed on given zooplankton items, utilizing very efficiently available food resources. The obtained results show that traditional carp ponds are very good for asp larvae rearing.

6. LITERATURA

- Adamek Z. 2000. Manipulowanie biomasa ryb i strukturą gatunków jako metoda kontroli kształtowania jakości wody w zbiornikach wodnych. *Przegl. Ryb.*, 3, 33–43.
- Adámek Z., Kubec V., Sukop I. 1988. Rustova a potravni charakteristika pludku bolena draveho (*Aspius aspius*) v rybnicnich podminkach. *Živoc. Vyr.*, 33 (LXI) 10, 907–915.
- Backiel T. 1964. Wzrost i próba oceny śmiertelności boleni łowionych w Wiśle. *Rocz. Nauk Rol.*, 73 (B) 2, 215–239.
- Backiel T., Bontemps S. 1958. Wzrost i zróżnicowanie długości w populacjach narybku karpiowatych. *Rocz. Nauk Rol.*, 73 (B) 2, 363–396.
- Balon E. 1975. Ecological guilds of fishes: a short summary of the concept and its application. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19, 2430–2439.
- Cieśla M. 1996. Rozród jazia *Leuciscus idus* L. i możliwości jego produkcji w stawach karpiowych. Rozprawa doktorska. Biblioteka Pracowni Ichtiobiologii i Rybactwa SGGW.
- Grygierek E. 1973. Zooplankton a produkcja ryb w stawach typu przesadek I. *Rocz. Nauk Rol.*, 95 (H) 3, 35–50.
- Hillbricht-Ilkowska A. 1998. Różnorodność biologiczna siedlisk słodkowodnych problemy, potrzeby, działania ss. 13–54 (W: Bioróżnorodność w środowisku wodnym. Red. M. Kraska). *Idee Ekol.*, 13 (7).
- Ivlev V.S. 1955. Eksperimentalnaja ekologija pitanija ryb Pishchepromizdat. Moskwa.
- Kainz F., Gollmann H.P. 1981. Weitere orientierende Anfütterungsversuche bei Rapfen (*Aspius aspius* L.), Silberkarpfen (*Hypophthalmichthys molitrix* VAL.), Marmorkarpfen (*Aristichthys nobilis* RICH.) und großwüchsigen Coregonen (*Coregonus lavaretus* L.) mit Trockenfutter C 10. *Österr. Fischer.*, 34, 138–146.
- Koperski P. 1999. Strategie pokarmowe słodkowodnych drapieżników ryb. ss. 425–434 (W: Zwierzę wobec drapieżcy: Ekologia drapieżnictwa w środowisku wodnym. Red. J. Pijanowska). *Kosmos*, 48.
- Kovalev P.M. 1976. Larval development of the pike-perch (*Lucioperca lucioperca*) under natural conditions. *J. Ichthyol.*, 16 (4), 606–616.
- Kucharczyk D., Kujawa R., Mamcarz A., Skrzypczak A., Wyszomirska E. 1998. Rozród bolenia *Aspius aspius* L., jazia *Leuciscus idus* L., klenia *Leuciscus cephalus* L. w warunkach kontrolowanych poza okresem tarła naturalnego. ss. 57–64 (W: Karpioвате ryby reofilne. Red. H. Jakucewicz i R. Wojda) I Krajowa Konferencja Hodowców i Producentów Karpiowatych Ryb Reofilnych. Brwinów 10–11.02.1998, Wyd. PZW Warszawa.
- Kujawa R. 1998. Analiza wybranych elementów biologii wczesnych stadiów rozwojowych bolenia *Aspius aspius* L. w warunkach kontrolowanych. Rozprawa doktorska. Biblioteka UWM Olsztyn.
- Kujawa R., Kucharczyk D., Mamcarz A. 1998. Podchów wylęgu bolenia (*Aspius aspius* L.) i jazia (*Leuciscus idus* L.) w warunkach kontrolowanych na pokarmie naturalnym i paszy granulowanej. ss. 71–77 (W: Karpioвате ryby reofilne. Red. H. Jakucewicz i R. Wojda) I Krajowa Konferencja Hodowców i Producentów Karpiowatych Ryb Reofilnych. Brwinów 10–11.02.1998, Wyd. PZW, Warszawa.
- Lelek A., Köhler C. 1989. Zustandanalyse der Fischgemeinschaft im Rhein (1987–1988). *Fischökologie*, 1 (1), 47–64.

- Lojkásek B., Lusk S. 2004. Ichtiofauna dorzecza górnego biegu Odry na terenie Republiki Czeskiej. Arch. Pol. Fish., 12 (Suppl.) 2, 73–89.
- Mamcarz A. 2000. Boleń. *Aspius aspius*. ss. 294–300 (W: Ryby słodkowodne Polski. Red. M. Brylińska) Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Matlak J., Matlak O. 1976. Pokarm naturalny narybku karpia. Acta Hydrobiol., 18 (3), 203–228.
- Okoniewska G., Wolnicki J. 1988. Wybiórczość pokarmowa karpia (*Cyprinus carpio* L.) i amura białego (*Ctenopharyngodon idella* Val.) po głodzeniu. Rocz. Nauk Rol., 101 (H) 4, 71–81.
- Penczak T., Galicka W., Głowacki L., Koszaliński H., Kruk A., Zięba G., Kostrzewa J., Marszał L. 2004. Fish assemblage changes relative to environmental factors and time in the Warta River, Poland, and its oxbow lakes. J. Fish Biol., 64, 483–501.
- Prejs A. 1988. „Biomaniplucja” V. Ryby drapieżne jako czynnik ograniczający zagęszczenie ryb planktonożernych. Wiad. Ekol., 34, 3, 295–306.
- Schiemer F. 1988. Gefährdete Cypriniden – Indikatoren für die ökologische Intaktheit von Flußsystemen. Natur und Landschaft 63 (9), 370–373.
- Śliwiński J. 1998. Sztuczne tarło bolenia (*Aspius aspius* L.). ss. 51–55 (W: Karpio-wate ryby reofilne. Red. H. Jakucewicz i R. Wojda) I Krajowa Konferencja Ho-dowców i Producentów Karpio-watych Ryb Reofilnych. Brwinów 10–11.02.1998, Wyd. PZW Warszawa.
- Śliwiński J., Wojda R., Cieśla M. 1995. The first generation of asp *Aspius aspius* (L.) reared in carp ponds. „New Fish Species In Aquaculture”. Szczecin 23–24.10.1995, Wyd. AR Szczecin, ss. 55–59.
- Terlecki J., Tadaiewska M., Szczyglińska A. 1990. Odżywianie się ryb gatunków cennych gospodarczo w Zbiorniku Zegrzyńskim oraz ich wewnątrz i między-gatunkowe zależności. ss. 126–162 (W: Funkcjonowanie ekosystemów wodnych ich ochrona i rekultywacja. Część I. Ekologia zbiorników zaporowych i rzek. Red. Z. Kajak). Wyd. SGGW, Warszawa.
- Trzoch-Szalkiewicz G. 1972. Wpływ liczebności obsad i nawożenia na pokarm karpia w przesadkach I. Rocz. Nauk Rol., 91 (H) 4, 127–141.
- Witkowski A., Kotusz J., Przybylski M., Marszał L., Heese T., Amirowicz A., Buras P., Kukuła K. 2004. Pochodzenie, skład gatunkowy i aktualny stopień zagrożenia ichtiofauny w dorzeczu Wisły i Odry. Arch. Pol. Fish., 12 (Suppl.) 2, 7–20.
- Wojda R. 2004. Karp. Chów i hodowla. IRŚ Olsztyn, ss. 318.
- Wolnicki J. 2000. Możliwości produkcji materiału obsadowego karpio-watych ryb reofilnych w warunkach kontrolowanych. Podsumowanie wyników badań z lat 1992–1999. ss. 165–173 (W: Karpio-wate ryby reofilne. Red. H. Jakucewicz i R. Wojda). II Krajowa Konferencja Ho-dowców i Producentów Karpio-watych Ryb Reofilnych. Brwinów 2–3.02.2000. Wyd. PZW, Warszawa.
- Wolnicki J., Górny W. 1993. Podchów wylęgu ryb karpio-watych w kontrolowanych warunkach środowiskowych. Brosz. IRŚ 161, Olsztyn.