



Iwona Piotrowska, Bożena Szczepkowska, Michał Kozłowski, Krzysztof Wunderlich,
Mirosław Szczepkowski

Zakład Hodowli Ryb Jesiotrowatych, IRS w Olsztynie

Wpływ rodzaju żywego pokarmu na wyniki podchowu larw jesiotra ostronosego (*Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus* Mitchill)

Wstęp

Większość gatunków ryb hodowanych w akwakulturze wymaga podawania żywego pokarmu na samym początku rozwoju ontogenetycznego. Taki pokarm powinien być odpowiedni dla gatunku hodowanych ryb i jego behawioru. Ważne jest także, aby był łatwy do wyhodowania i podania, a koszt produkcji ekonomicznie opłacalny. Wybór właściwego pierwszego pokarmu znacząco wpływa na późniejszy sukces hodowlany.

Jesiotr ostronosy (*Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus* Mitchill) należy do gatunku ryb, którego larwy wymagają podawania pokarmu naturalnego w pierwszym etapie podchowu (Mohler 2003). W tym okresie obserwowane są wysokie straty zwłaszcza w czasie przejścia z odżywiania endogennego (resorpcja woreczka żółtkowego) na odżywianie egzogenne (Mohler i in. 2000). Dotychczas najczęściej stosowanym pierwszym pokarmem przy hodowli tego gatunku były naupliusy solowca (*Artemia* sp.). Niewielki rozmiar, intensywne pomarańczowe zabarwienie oraz odpowiednie walory odżywcze sprawiają, że są odpowiednim pierwszym pokarmem dla wielu gatunków ryb (Lavens i Sorgeloos 1996). Jednakże stosowanie ich wiąże się z wysokim nakładem pracy własnej, jak również ceną samych cyst, która może znacznie wzrosnąć przy tak dynamicznie rozwijającej się akwakulturze (Santiago i in. 2003). Stosując naupliusy solowca należy również zwrócić szczególną uwagę na to, aby w podawanym pokarmie nie było niewylęgniętych cyst oraz niestrawnych ostonek. Są one również wyjadane przez aktywnie żerujący wylęg jesiotra ostronosego, co może prowadzić do wysokich strat, zwłaszcza w początkowym etapie podchowu (Kolman i in. 2006, Szczepkowski i in. 2007). Próby zastąpienia bądź uzupełnienia żywienia solowcem np. wrotkami nie przyniosły spodziewanych rezultatów,

głównie ze względu na ich zbyt małe rozmiary (Kolman i in. 2006).

Mając na uwadze powyższe fakty oraz sposób pobierania pokarmu przez jesiotry (Mohler i in. 2000, Kolman i in. 2008) można rozważyć zastosowanie innych żywych organizmów, takich jak na przykład mikronicienie z rodziny *Panagrellus* sp.

Mikronicienie są polecane dla wielu gatunków ryb, a szczególnie tych, które pobierają pokarm z dna zbiornika, tak zwanych bentonofagów (Santiago i in. 2003, Schlechtriem i in. 2004a, Sautter i in. 2007). Mają zbliżony skład i wartość odżywczą do naupliusów solowca: białko 42-61% (solowiec 48%), tłuszcze 21% (solowiec 20%), więc są wartościowym oraz łatwo przyswajalnym pokarmem (Hofsten i in. 1983, Lavens i Sorgeloos 1996). Stosunkowo łatwo można je wzbogacić w wielonienasycone kwasy tłuszczowe (n-3, PUFA), potencjalnie czyniąc je bardziej atrakcyjnymi dla larw ryb (Schlechtriem i in. 2004b). Ponadto masowa produkcja nicieni jest znacznie tańsza niż produkcja naupliusów solowca (Ricci i in. 2003).

W przeprowadzonym eksperymencie dokonano oceny wpływu żywienia mikronicieniami (*Panagrellus* sp.) i naupliusami solowca (*Artemia* sp.) na wzrost i przeżywalność wylęgu jesiotra ostronosego.

Materiały i metody

Doświadczenie przeprowadzono w Zakładzie Hodowli Ryb Jesiotrowatych w Pieczarkach Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie. Materiałem doświadczalnym był wylęg żerujący jesiotra ostronosego w wieku 22 dni po wykluciu. Ryby obsadzono do dziewięciu minibasenów o objętości 40 l wchodzących w skład obiegu recykulacyjnego (fot. 1).



Fot. 1. Fragment obiegu recykulacyjnego z basenami podchowowymi.

Podczas piętnastodniowego eksperymentu podchowowego, we wszystkich basenach utrzymywano przepływ wody na poziomie $2,6 \text{ l min}^{-1}$, a średnia temperatura wody wynosiła $20,8^\circ\text{C}$. Zawartość tlenu w wodzie odpływającej z basenów nie spadała poniżej $4,94 \text{ mg l}^{-1}$. Koncentracja całkowitego azotu amonowego (CAA) na odpływach basenów nie przekraczała $0,18 \text{ mg l}^{-1}$, a azotynów (NO_2) $0,081 \text{ mg l}^{-1}$. Wartość pH wody mieściła się w zakresie $7,57\text{-}7,72$.

W każdym minibasenie umieszczono po 100 sztuk wylęgu jesiota ostronosego, o średniej masie ciała $0,033 \text{ g}$. Ryby podzielono na trzy grupy doświadczalne, każda w trzech powtórzeniach:

- grupa A, żywiona wyłącznie naupliusami solowca (*Artemia* sp.);
- grupa A+N, w której 50% skarmianej dawki stanowiły naupliusy solowca (*Artemia* sp.), a pozostałe 50% mikronicienie (*Panagrellus* sp.);
- grupa N, której podawano wyłącznie mikronicienie (*Panagrellus* sp.).

Początkowa dobową dawkę zarówno naupliusów solowca, jak i mikronicieni wynosiła 2 g , przy czym dawkę naupliusów solowca obliczono na podstawie masy suchych cyst przeznaczonych do inkubacji. Natomiast mikronicienie pobierano bezpośrednio ze ścianek pojemników hodowlanych, a następnie odważano odpowiednią ich porcję. Po piątym dniu podchowu początkowo przyjęte dzienne dawki pokarmowe uległy zmianie. W przypadku mikronicieni została ona zwiększona do 3 g , natomiast naupliusów solowca podawano o połowę mniej. Zarówno naupliusy solowca, jak i mikronicienie podawano jeden raz na dobę.

Podczas trwania eksperymentu przeprowadzono pomiary natężenia światła dziennego padającego na powierzchnię minibasenów, za pomocą luksomierza L-100 firmy Sonopan. Mieściło się ono w zakresie od $47,6$ do $124,7 \text{ lx}$.

Baseny codziennie rano czyszczono i liczone martwe osobniki. Na koniec eksperymentu z grup doświadczalnych A i A+N odłowiono po 10 sztuk wylęgu jesiota ostronosego, natomiast w grupie N odłowiono wszystkie ryby, ze względu na ich małą liczebność. Następnie przeprowadzono pomiary masy ($0,01 \text{ g}$) i długości ciała ($0,1 \text{ cm}$) po wcześniejszym uśpieniu ryb w roztworze propiscinu ($0,4 \text{ ml l}^{-1}$). Określono również całkowitą biomasę ryb w każdym minibasenie podchowowym. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono względny dobowy przyrost masy ciała ryb (SGR, $\% \text{ d}^{-1}$), współczynnik kondycji ryb (K) oraz współczynnik zmienności masy ciała (V, %).

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu Statistica 7.0 PL. W celu ustalenia istotności różnic pomiędzy średnimi w badanych grupach wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) i test Tukeya (HSD) ($P < 0,05$).

Wyniki

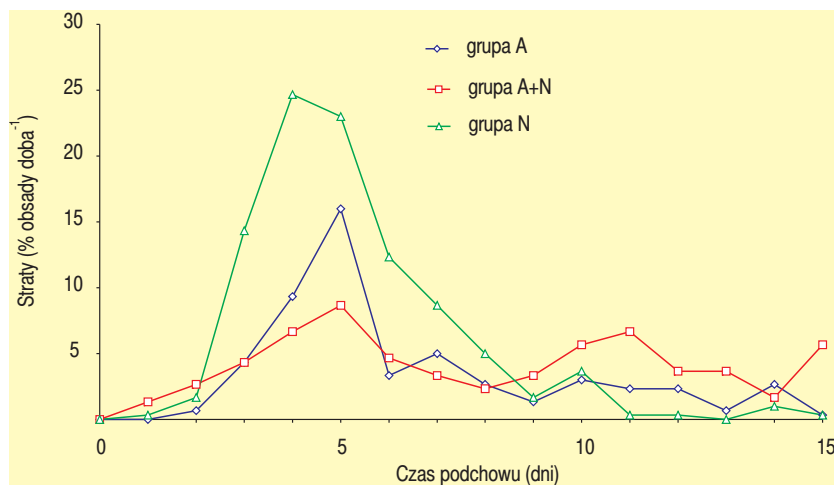
Największą średnią masę ciała uzyskały ryby karmione wyłącznie naupliusami solowca (grupa A) i wynosiła ona $0,068 \text{ g}$. Natomiast ryby karmione naupliusami solowca z dodatkiem mikronicieni (grupa A+N) i samymi mikronicieniami (grupa N) uzyskały odpowiednio $0,061 \text{ g}$ i $0,045 \text{ g}$ (tab. 1). Różnice między grupami A i N były istotne statystycznie ($P < 0,05$). Ryby ze wszystkich badanych grup uzyskały zbliżoną długość całkowitą ($2,4 \text{ cm}$), a różnice pomiędzy nimi nie były istotne statystycznie. Największy względny dobowy przyrost masy ciała SGR stwierdzono u ryb karmionych wyłącznie naupliusami solowca (grupa A), wynosił on $4,77\% \text{ d}^{-1}$ ($P < 0,05$; tab. 1). Współczynnik zmienności masy ciała (V) w grupach A i A+N był porównywalny i wynosił $26,3\%$ oraz $27,9\%$, a w grupie N był znacznie niższy – $1,4\%$ ($P < 0,05$; tab. 1). Ryby z grupy N uzyskały także najniższy końcowy współczynnik kondycji (K) wynoszący $0,39$ ($P < 0,05$; tab. 1).

TABELA 1

Wybrane wskaźniki podchowu larw jesiota ostronosego żywionych wyłącznie naupliusami solowca (grupa A), naupliusami solowca i mikronicieniami (grupa A+N) oraz wyłącznie mikronicieniami (grupa N) (wartości średnie \pm SD, $N=3$)

Parametry	Grupa		
	A	A+N	N
Końcowa długość całkowita ciała (Lt, cm)	$2,4 \pm 0,07^a$	$2,4 \pm 0,03^a$	$2,2 \pm 0,09^a$
Końcowa masa ciała (g)	$0,068 \pm 0,005^a$	$0,061 \pm 0,003^{ab}$	$0,045 \pm 0,004^b$
Współczynnik zmienności masy ciała (V, %)	$26,26 \pm 4,64^a$	$27,91 \pm 3,12^a$	$1,39 \pm 1,39^b$
Przeżywalność (%)	$43,3 \pm 3,5^a$	$33,0 \pm 2,3^a$	$1,7 \pm 0,7^b$
Względny przyrost masy ciała (SGR, $\% \text{ d}^{-1}$)	$4,77 \pm 0,57^a$	$4,07 \pm 0,33^{ab}$	$1,97 \pm 0,68^b$
Współczynnik kondycji Fultona (K)	$0,48 \pm 0,01^a$	$0,43 \pm 0,01^{ab}$	$0,39 \pm 0,02^b$

Wartości w tych samych wierszach oznaczone różnymi indeksami literowymi różnią się istotnie statystycznie ($P < 0,05$)



Rys. 1. Wielkość strat podczas podchowu larw jesiota ostronosego żywnego naupliusami solowca (grupa A), naupliusami solowca i mikronicieniami (grupa A+N) oraz mikronicieniami (grupa N).

Pierwsze śnięcia ryb zaobserwowano już następnego dnia po obsadzeniu basenów, stopniowo wzrastały one we wszystkich badanych grupach. U ryb żywionych wyłącznie mikronicieniami (grupa N) najwyższą śmiertelność zanotowano czwartego dnia podchowu i wynosiła ona 24,7% obsady (rys. 1). W obydwu pozostałych grupach A i A+N maksymalne straty wyniosły odpowiednio 16,0 i 8,7% obsady, a odnotowano je piątego dnia podchowu (rys. 1).

Przeżywalność we wszystkich badanych grupach była poniżej 50%. Najwyższą odnotowano w grupie A i wynosiła 43,3%, a najniższą tylko 1,7% w grupie N. Różnica ta była istotna statystycznie ($P < 0,01$; tab. 1).

Dyskusja

Wylęg jesiota ostronosego w przeciwieństwie do innych gatunków ryb jesiotropowych trudno przystosowuje się do pobierania paszy sztucznej, zwłaszcza w początkowym etapie podchowu, co zmusza hodowców do podawania pokarmu naturalnego (Mohler i in. 2000, Szczepkowski i in. 2007). Równie trudno akceptuje nowe smaki i zapachy (Kolman 2008). Potwierdza to zaobserwowane przez nas zachowanie się wylęgu podczas karmienia mikronicieniami, które różniły się od naupliusów solowca nie tylko zapachem i smakiem, ale także ubarwieniem. Jesiotry początkowo nie wykazywały zainteresowania podawanymi im mikronicieniami, gdyż przyzwyczajone były do pobierania naupliusów solowca. Podobnie zachowywał się wylęg karpia (*Cyprinus carpio* L.), chętniej wyjadający lepiej widoczne naupliusy solowca, niż prawie przezroczyste mikronicienie (Schlechtriem 2004b). Brak akceptacji mikronicieni miał bezpośredni wpływ na wysoką śmiertelność wylęgu jesiota ostronosego i wpłynął na pojawienie się zachowań kanibalistycznych II typu (Baras i in. 2000), chociaż nie były one tak wyraźne jak u innych gatunków ryb

jesiotropowych (Szczepkowski i in. 2007). Należy podkreślić, że zachowania te były obserwowane tylko w grupie karmionej mikronicieniami (grupa N). Stąd można wnioskować, że określona przez nas początkowa dawka mikronicieni była niewystarczająca. Sautter i in. (2007) określili, że trzeba podać do 10 000 mikronicieni, a naupliusów solowca do 600 sztuk, aby pokryć dzienne zapotrzebowanie pokarmowe *Synodontis petricola*. Wynika z tego, że aby tempo wzrostu hodowanych ryb było zbliżone do dziennej dawki nicieni powinna być kilkunastokrotnie wyższa niż dzienne dawka naupliusów solowca (Santiago i in. 2003, Schlechtriem i in. 2005, Focken i in. 2006).

Na wysokie straty oraz słabe tempo wzrostu w grupie N mógł wpłynąć także fakt, że aktywność enzymów trawiennych u larw ryb jesiotropowych jest niska (Żółtowska i in. 1999). Mikronicienie dostarczają niewielką ilość enzymów egzogennych, a ich naskórek jest ciężko strawny, dowiodły tego badania przeprowadzone na rybach z gatunku *Danio* sp. (Hofsten i in. 1983) i siei (*Coregonus lavaretus*) (Schlechtriem i in. 2005). Natomiast naupliusy solowca dostarczają więcej enzymów egzogennych, które czynią je bardziej strawnymi dla młodych ryb niż mikronicienie (Calu i Zambonino Infante 2001). Pomimo że naupliusy solowca są łatwo strawne oraz chętniej pobierane przez wylęg jesiota ostronosego, to w grupie A również odnotowano straty. W tym wypadku zaobserwowaliśmy, że snęły głównie osobniki duże z wypełnionym przewodem pokarmowym. Zjawisko to było także odnotowywane w poprzednich latach (Szczepkowski i Szczepkowska – dane niepubl.). Naszym zdaniem śnięcia te mogły być skutkiem nadmiernego najadania się wylęgu. Na taką przyczynę wskazuje fakt, że po zmniejszeniu wyjściowej dawki naupliusów solowca śmiertelność w grupie A spadła. Natomiast w grupie A+N w późniejszym etapie doświadczenia straty nieznacznie wzrosły, a snęły głównie osobniki słabe – głodujące. Świadczy to o tym, że wyjściowa dawka naupliusów solowca w tej grupie była prawidłowa i nie należało jej zmniejszać.

Reasumując, z przeprowadzonych badań wynika, iż obecnie podawanie samych mikronicieni nie przyniosło oczekiwanych rezultatów. Powszechnie stosowane naupliusy solowca okazały się znacznie lepszym pierwszym pokarmem dla wylęgu jesiota ostronosego. Jednakże w obu przypadkach należałoby przeprowadzić dodatkowe badania, mające na celu określenie odpowiedniej dziennej dawki oraz sposobu jej racjonowania, co mogłoby wpłynąć na poprawę wyników chowu.

Literatura

- Baras E., Ndao M., Maxi M. Y. J., Jeandrain D., Thome J. P., Vandeville P., Melard C. 2000 – Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions: I. Ontogeny, dynamics, bioenergetics of cannibalism and prey size selectivity – J. Fish Biol. 57:1001-1020.
- Calu C., Zambonino Infante J. 2001 – Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae – Aquaculture 200: 161-180.
- Focken U., Schlegeltriem C., Von Wuthenau M., Garcia-Ortega A., Puello-Cruz A., Becker K. 2006 – *Panagrellus redivivus* mass produced on solid media as a live food for *Litopenaeus vannamei* larvae – Aquacult. Res. 37: 1429- 1436.
- Lavens P., Sorgeloos P. 1996 – Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture FAO – Fisheries Technical Paper (361). FAO, Rome, Italy.
- Hofsten A.V., Kahan D., Katznelson R., Bar-El T. 1983 – Digestion of free-living nematodes fed to fish – J. Fish Biol. 23: 419-428.
- Kolman R., Raczkowski M., Szczepkowski M. 2006 – Podchów wylęgu i narybku jesiota ostronosiego *Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus* Mitch.- Komun. Ryb. 1: 1-3.
- Kolman R., Kapusta A., Szczepkowski M., Duda A., Bogacka-Kapusta E. 2008 -Jesiotr bałtycki *Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus* Mitch.- Wyd. IRS, Olsztyn: 36-40.
- Mohler J. W., Kim King M., Farrell P.R 2000 – Growth and survival of first-feeding and fingerling Atlantic Sturgeon under culture conditions – North American J. Aquacult. 62: 174-183.
- Mohler J.W. 2000 – Early culture of the American Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* Mitchell, 1815 and preliminary stocking trials – Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 16: 203-208.
- Mohler J.W. 2003 – Culture manual for the Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* – U.S. Fish & Wildlife Service, Hadley, Massachusetts: 1-66.
- Ricci M., Fifi A.P., Ragni A., Schlegeltriem C., Focken U. 2003 – Development of a low – cost technology for mass production of the free – living nematode *Panagrellus redivivus* as an alternative live food for first feeding fish larvae – Appl. Microbiol. Biotechnol. 60: 556-559.
- Santiago C.B., Gonzal A.C., Ricci M., Harpaz S. 2003 – Response of bighead carp *Aristichthys nobilis* and Asian catfish *Clarias macrocephalus* larvae to free-living nematode *Panagrellus redivivus* as alternative feed – J. Appl. Ichthyol. 19: 239-243.
- Sautter J., Kaiser H., Focken U., Becker K. 2007 – *Panagrellus redivivus* (Linné) as a live food organism in the early rearing of the catfish *Synodontis petricola* (Matthes) – Aquacult. Res. 38: 653-659.
- Schlegeltriem C., Ricci M., Focken U., Becker K. 2004a – Mass produced nematodes *Panagrellus redivivus* as live food for rearing carp larvae: preliminary results – Aquacult. Res. 35: 547-551.
- Schlegeltriem C., Ricci M., Focken U., Becker K. 2004b – The suitability of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as live food for first-feeding fish larvae – J. Appl. Ichthyol. 20: 161-168.
- Schlegeltriem C., Focken U., Becker K. 2005 – Digestion and assimilation of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* fed to first-feeding coregonid larvae: evidence from histological and isotopic studies – J. World Aquacult. Soc. 36: 24-31.
- Szczepkowski M., Kolman R., Szczepkowska B. 2007 – Pdców wylęgu i narybku jesiota ostronosiego *Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus* Mitch. – wstępne wyniki i obserwacje – W: Restytucja jesiota bałtyckiego (Red.) R. Kolman. Wyd. IRS, Olsztyn: 27-36.
- Żółtowska K., Kolman R., Łopieńska E., Kolman H. 1999 – Activity of digestive enzymes in siberian sturgeon juveniles (*Acipenser baeri* Brandt) – a preliminary study – Arch. Pol. Fish. 7: 201-211.

Przyjęto po recenzji 06.04.2010 r.

IMPACT OF LIVE FEEDS ON THE RESULTS OF INITIAL REARING OF LARVAL ATLANTIC STURGEON (*ACIPENSER OXYRHYNCHUS OXYRHYNCHUS* MITCHILL)

Iwona Piotrowska, Bożena Szczepkowska, Michał Kozłowski, Krzysztof Wunderlich, Mirosław Szczepkowski

ABSTRACT. The aim of the experiment was to evaluate the growth and survival of larval Atlantic sturgeon fed microworms (*Panagrellus* sp.) and brine shrimp nauplii (*Artemia* sp.). The experiment was conducted at the Department of Sturgeon Breeding in Pieczarki of the Inland Fisheries Institute in Olsztyn. The experimental material comprised larval Atlantic sturgeon 22 days post hatch that were already feeding. The fish were stocked into nine tanks with a volume of 40 l each that were included in a recirculation system. The fish were divided into three experimental groups: group A was fed brine shrimp nauplii; group A+N was fed brine shrimp nauplii and microworms; group N was fed microworms. The fish from the group fed only brine shrimp nauplii attained the greatest body growth (0.068 g) and the highest survival (43.3%). Fish from group A+N, which received mixed feed, attained similar results for both growth and survival to that in group A (0.061 g and 33%). Differences between these two groups were not statistically significant ($P > 0.05$). The weakest results were obtained for the group fed only microworms. The fish from this group had a final body weight of 0.045 g and survival of 1.7%. The differences in these parameters among the groups were statistically significant ($P < 0.05$). The current experiment permits concluding that, at the moment, feeding microworms exclusively does not produce the anticipated results. Brine shrimp nauplii was a substantially better feed choice for larval Atlantic sturgeon. However, in both instances, further experiments must be performed before the precise daily ration or the manner in which the ration is divided over the day is determined. This information could improve the results of rearing substantially.

Keywords: Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrhynchus*, *Artemia* sp., *Panagrellus* sp., rearing, recirculation system