

SZKOLENIE NR 2

Nowatorskie biotechniki produkcji materiału zarybieniowego i/lub obsadowego ryb siejowatych w systemach o różnym stopniu intensyfikacji



**Organizator
Zakład Akwakultury
Instytutu Rybactwa
Śródlądowego
im. Stanisława Sakowicza**

Olsztyn, dn. 17.12.2021 r.

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”;
ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

Spis treści

1. Produkcja wylęgu ryb siejowatych w Recyrkulacyjnych systemach akwakulturowych.....	3
1.1. Warunki podchowu	3
1.2. Techniczne warunki podchowu.....	4
1.3. Żywienie larw.....	8
1.4. Zabiegi profilaktyczne i hodowlane.....	12
2. Produkcja narybku ryb siejowatych w Recyrkulacyjnych systemach akwakulturowych.....	13
2.1. Warunki podchowu i żywienia siei	13
2.2. Warunki podchowu i żywienia sielawy	17
2.3. Manipulacje rybami	17
2.4. Zabiegi profilaktyczne	21
2.5. Transport materiału	22
3. Produkcja narybku ryb siejowatych w systemie zintegrowanym RAS↔stawy	23
3.1. Produkcja narybku ryb siejowatych w systemie zintegrowanym RAS↔stawy pstrągowe	23
3.2. Chów w systemie zintegrowanym RAS → stawy ziemne.....	24
3.3. Żywienie.....	24
3.4. Przygotowanie ryb do przeniesienia z RAS do stawów.....	28
3.5. Transport narybku	29
3.6. Zabezpieczenie stawów	31
3.7. Chów intensywny.....	31
4. Literatura	33

1. Produkcja wylęgu ryb siejowatych w Recyrkulacyjnych systemach akwakulturowych

Dr inż. Bożena Szczepkowska, Zakład Hodowli Ryb Jesiotrowatych, Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie

1.1. Warunki podchowu

Najważniejszymi czynnikami fizykochemicznymi w podchowcie larw koregonidów są temperatura wody i zawartość tlenu. Optimum termiczne wzrostu larw i stadiów młodocianych siei mieści się w zakresie 19-22°C (Koskela i Eskelinen 1992). Należy jednak zwrócić uwagę, że preferencje termiczne i tym samym tempo wzrostu różnych populacji mogą znacznie się różnić, co stwierdzono np. podczas chowu larw trzech różnych populacji fińskich (Kucharczyk i in. 1994). W przypadku sielawy optimum termiczne jest niższe i mieści się w zakresie 15- 20°C (Łuczyński 2006).

Larwy siei, jak i sielawy należą do bardzo wymagających pod względem zawartości tlenu w wodzie. Jego koncentracja nie może spadać poniżej 60% nasycenia. Przy podchowcie larw poziom całkowitego azotu amonowego nie powinien przekraczać długotrwale 0,2 mg/l (przy pH wody poniżej 8,0), w przypadku azotynów tolerowany poziom to 0,25 mg/l (Szczepkowski 2011).

Istotnym czynnikiem podchowu larw koregonidów jest również oświetlenie. Larwy siei i sielawy cechują się silną fototaksją dodatnią, a poziom oświetlenia odpowiedni do pobierania pokarmu powinien przekraczać 100 lx. W okresie przyuczania do żerowania pożądane jest całodobowe oświetlenie basenów. Wymagania świetlne zmniejszają się w czasie rozwoju ontogenetycznego. Stwierdzono, że u narybku o masie ciała 20-50 g dolna granica oświetlenia, która nie powoduje negatywnych skutków w podchowcie wynosi 12,5 lx (Wunderlich i in. 2009).

Maksymalne zagęszczenie obsady może sięgać 100 tys. larw/m³ wody. Przy podchowcie wstępnym początkowa wielkość przepływu powinna zapewnić 1-1,5-krotną wymianę wody w basenie podchowowym w ciągu godziny. Istotny jest również sposób doprowadzenia wody, umożliwiający delikatną jej rotację i dystrybucję pokarmu paszy

na jak największej powierzchni basenu. Wielkość przepływu powinna być stopniowo zwiększana do około dwóch wymian objętości basenu w ciągu godziny. Odpowiednie ustawienie wlotu rury dopływu ma również wpływ na efektywność podawania pokarmu i jego dostępność dla larw, a tym samym na gromadzenie się osadu na dnie basenów i związaną z tym pracochłonność ich oczyszczania.

1.2. Techniczne warunki podchowu

Baseny podchowowe

Biorąc pod uwagę kształt basenów w podchowcie larw siei lepiej sprawdzają się baseny o kształtach umożliwiających cyrkulację wody (okrągłe lub kwadratowe) (fot. 1). Optymalna średnica (bok basenu) mieści się w zakresie 1-2 m. W podchowcie larw koregonidów preferowane są baseny o głębokości w zakresie 40-70 cm. Jest to związane z tym, że stadia młodociane pobierają pokarm z powierzchni toni wody, zatem większa głębokość zwiększa czas ekspozycji pokarmu. Dotyczy to zwłaszcza pokarmu naturalnego w formie żywej, gdy szybkie opadanie na dno prowadzi do jego wymywania z basenu i bezpowrotnej utraty.

W podchowcie siei istotne znaczenie może mieć również barwa wewnętrznych ścian basenów podchowowych. Porównanie basenów w dwóch kolorach: szarym i zielonym wykazało, że znacznie korzystniejsze wyniki tempa wzrostu i efektywności wykorzystania paszy uzyskano w tych pierwszych (Wunderlich i in. 2011). Najprawdopodobniej było to związane z lepszą widocznością paszy na jasnoszarym tle ścianek basenu niż na ciemnozielonym. Kolor ścian basenów może mieć szczególnie duże znaczenie w warunkach niskiego poziomu oświetlenia.

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**



Fot. 1. Baseny o przekroju kwadratowym stosowane w podchowcie siei (fot. M. Szczepkowski).

Karmniki

Sieje mogą być żywione zarówno ręcznie, jak i za pomocą różnego rodzaju karmników (fot. 2). W okresie przyuczania do pobierania paszy znacznie korzystniejsze jest zastosowanie karmników, bowiem umożliwiają one stały i częsty dostęp do pokarmu.

Pasza powinna być zadawana w małych porcjach, możliwie często, nawet w odstępach 1-2-minutowych. Zmniejszy to straty paszy opadającej na dno, gdzie staje się niedostępna dla ryb. Szczególnie dotyczy to sytuacji, gdy stosujemy pokarm żywy w postaci naupliusów solowca. Specjalnie skonstruowane do tego celu karmniki automatyczne (fot. 2 i 3) dozujące pokarm całodobowo w małych (krótkich) odstępach czasowych i niewielkich ilościach, umożliwiają praktycznie całkowite wyzerowanie przez wylęg. W przypadku ręcznego podawania solowca w dużych porcjach znaczna jego

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

część pozostaje niezjedzona i jest wymywana poza basen. Przy braku karmników dobową dawkę pokarmową powinna być podzielona na 2 do 4 porcji.



Fot. 2. Karmnik stosowany w podchowcie larw i narybku siei (fot. M. Szczepkowski).

Karmniki powinny być instalowane w pobliżu dopływu wody, co w połączeniu z właściwie ukierunkowanym przepływem pozwala znacznie wydłużyć okres dostępności cząstek paszy dla ryb. Ze względu na fototaksję dodatnią wylęgu siei, pożądane jest, aby miejsce zainstalowania karmnika było dobrze oświetlone, co jeszcze bardziej poprawi efektywność pobierania paszy.

Zestaw do inkubacji solowca

W technologii podchowu ryb siejowatych opartej na pokarmie naturalnym w postaci solowca niezbędnym elementem wyposażenia systemu jest zestaw do jego

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchow ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

inkubacji. W zależności od skali podchowu i przyjętej strategii żywienia powinien on zawierać przynajmniej 2 naprzemiennie działające aparaty. Najczęściej do tego celu wykorzystywane są słoje Weissa z zainstalowanym zaworem spustowym. Przy wykluwaniu suszonych cyst artemii należy przestrzegać procedur podanych przez producenta. Szczególną uwagę trzeba zwrócić na czystość aparatów i przewodów doprowadzających powietrze. Niewłaściwy stan sanitarny zdecydowanie negatywnie wpływa na wykluwalność i jakość naupliusów solowca.



Fot. 3. Karmnik do zadawania prestarterów (rozmiar pokarmu 0,1-0,5 mm) (z lewej strony) i żywych naupliusów solowca (z prawej strony) (fot. M. Szczepkowski).

Zabezpieczenia odpływu

Istotnym czynnikiem prawidłowego podchowu jest zastosowanie odpowiedniego dla gatunku odpływu wody z basenów, zabezpieczającego przed ucieczką ryb. Ze względu na małe rozmiary larw (początkowa masa ciała larw sielawy to około 3 mg, a siei - 7 mg) powierzchnia odpływu musi być dostatecznie duża, tak aby drobne larwy nie były do niego przyciągane. Wielkość oczka siatki powinna być tak dobrana, aby zabezpieczać przed ucieczką ryb, a jednocześnie umożliwiać odpływanie drobnych frakcji zawiesiny. Z tego punktu widzenia, uwzględniając różnice w wielkości wylęgu, optymalna gęstość oka zastosowanego zabezpieczenia odpływu powinna wynosić 0,2-0,3 mm w przypadku larw sielawy i 0,7-0,8 mm (maksymalnie 1,0 mm) siei. Wśród różnych rodzajów zabezpieczeń odpływów dobrze sprawdza się rozwiązanie w postaci rury umieszczonej w centralnej części basenu (fot. 4). Rura PCV jest stelażem, w którym wycięte okienka oklejone są siatką typu rzadkiej gazy młyńskiej o dużej odporności na szorowanie. Zarówno zabezpieczenia w postaci kratki umieszczonej w dnie, jak i odpływów górnych (tzw. pułapek osadu) nie są odpowiednie w podchowcie larw koregonidów, ponieważ nie zapewniają utrzymania właściwej higieny podchowu, ponadto niekiedy (np. przy okresowym wzroście przepływu wody po czyszczeniu) mogą być na nie zasysane i przez to osłabiane żywe ryby.

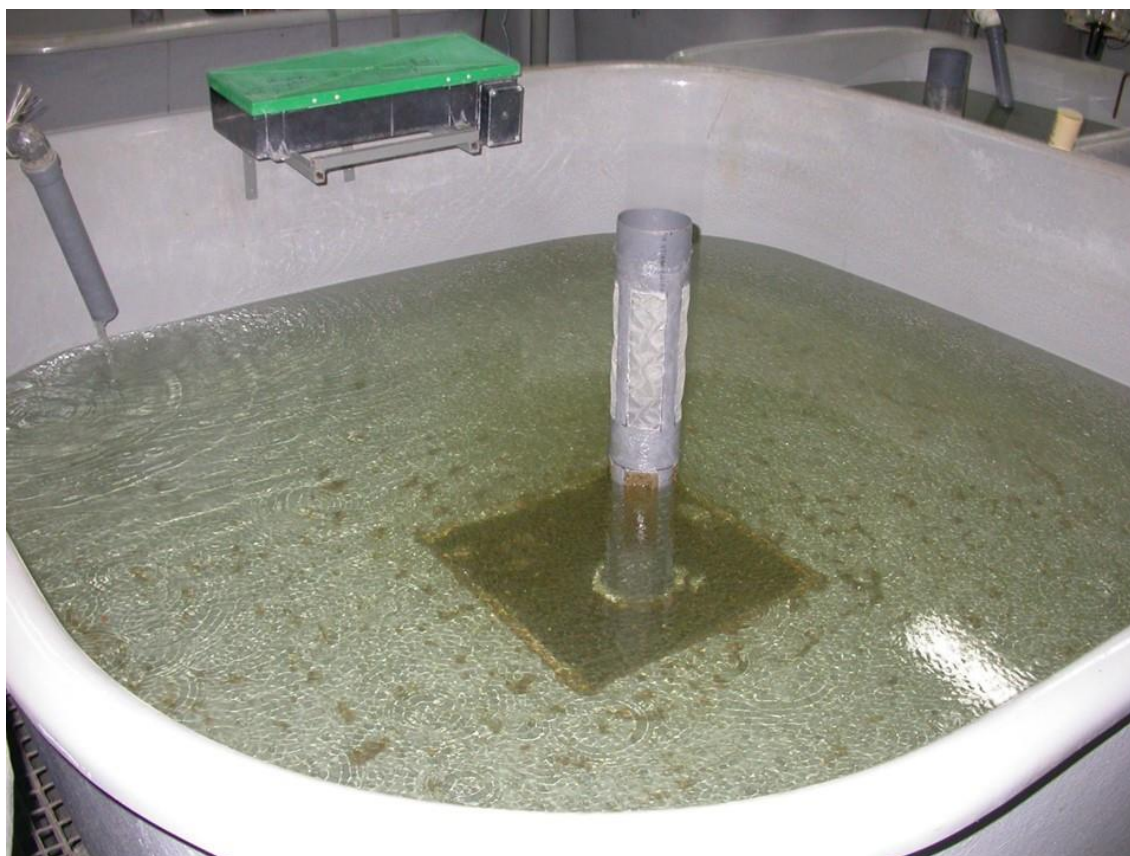
1.3. Żywienie larw

Żywienie larw jest kluczowym problemem we wczesnym podchowcie koregonidów. Jest to związane ze specyfiką budowy ich układu pokarmowego. Larwy nie posiadają jeszcze odpowiednio ukształtowanego żołądka, a zestaw enzymów umożliwiających efektywne trawienie pasz komponowanych pojawia się w dalszych etapach rozwoju ontogenetycznego. W związku z tym konieczne jest podawanie pokarmu naturalnego. Najczęściej są to larwy solowca, zooplankton żywy lub mrożony (Rösch 1989, Ulikowski i in. 2006).

Żywienie larw można prowadzić dwoma metodami: stosując wyłącznie pokarm naturalny lub jednocześnie pokarm naturalny i pasze (pokarm mieszany). Pierwsza strategia jest odpowiednia podczas podchowu ryb przeznaczonych do zarybień,

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchow ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

z wykorzystaniem systemów przepływowych opartych na wodach otwartych. W tym wypadku niska temperatura wody w okresie po wykluciu uniemożliwia w praktyce żywienie paszą.



Fot. 4. Odpływ basenu do podchowu larw siei w postaci umieszczonej centralnie rury z siatką (fot. M. Szczepkowski).

Zastosowanie pokarmu mieszanego jest optymalnym rozwiązaniem podczas chowu w systemach recyrkulacyjnych. Zawarte w pokarmie naturalnym enzymy umożliwiają trawienie pasz, a możliwe do utrzymania wyższe temperatury podchowu poprawiają efektywność żerowania. Temperatura wody umożliwiająca efektywne stosowanie pokarmu mieszanego powinna być wyższa niż 12°C. Istotne znaczenie ma zarówno określenie odpowiedniej dawki pokarmowej, właściwych proporcji pokarmu, jak również czas podawania. Zbyt krótki okres podawanie solowca lub zbyt mała jego

ilość prowadzą do dużych strat larw (Szczepkowska i in. 2007). Solowiec jest najbezpieczniejszym i najczęściej wykorzystywanym źródłem pokarmu naturalnego, ale jego stosowanie wiąże się z wysokimi kosztami. W podchow w systemach recyrkulacyjnych, w temperaturach wody w granicach 13-16°C i żywieniu mieszanym (pokarm naturalny i pasza sztuczna) stwierdzono, że do wychowania 100 000 narybku letniego wykorzystuje się od 700 do 900 g suchych cyst solowca (do wyklucia) (tab. 1).

Tabela 1. Minimalne dawki pokarmowe solowca w czasie podchowu siei z wykorzystaniem pokarmu mieszanego, w przeliczeniu na suchą masę cyst, przy wykluwalności powyżej 80%.

Masa ciała ryb (g)	Dawka pokarmowa (% biomasy ryb/doba)
0,007	5,0
0,010	10,0
0,015	15,0
0,020	6,0
0,025	5,3
0,030	4,2
0,045	3,0
0,060	1,7
0,070	0,6
0,100	0,4
0,150	0,2

Ilość zużytego w podchow solowca może być ograniczona w przypadku zastosowania karmników automatycznych z elektroniczną regulacją (fot. 3), które umożliwiają bardzo precyzyjne i częste podawanie żywych naupliusów, w związku z czym małe porcje pokarmu są od razu przez larwy zjadane, przez co minimalizuje się ryzyko ich utraty w wyniku wymywania z basenów podchowowych.

Oprócz żywych naupliusów możliwe jest również zastosowanie liofilizowanych cyst solowca. Stwierdzono jednak, że takie rozwiązanie powoduje obniżenie zarówno tempa wzrostu larw (o około 20%), jak i ich przeżywalności - o około 15% (Szczepkowska i in. 2008). Z tego powodu zastosowanie cyst liofilizowanych jest uzasadnione jedynie przy braku możliwości produkcji żywych naupliusów. Zaletą tego rodzaju pokarmu jest natomiast prostota jego dozowania, łatwo można go mieszać z paszą i podawać jednocześnie. Ponadto suszone cysty w porównaniu z paszą dłużej unoszą się na powierzchni wody.

W podchowie larw siei i sielawy najczęściej stosuje się pasze startowe dla ryb łososiowatych. Początkowy rozmiar drobinek paszy nie powinien być większy niż 0,3 mm dla siei i 0,2 mm dla sielawy. Dobowa dawka pokarmowa paszy komponowanej we wstępnym podchowie siei w optymalnych temperaturach wody powinna wynosić około 14% biomasy ryb (Szczepkowska i in. 2007). W przypadku sielawy stosowane dawki początkowe są niższe i wynoszą około 11% biomasy ryb.



Fot. 5. Larwy siei po karmieniu solowcem (fot. M. Szczepkowski).

1.4. Zabiegi profilaktyczne i hodowlane

Z chwilą rozpoczęcia karmienia należy monitorować podstawowe parametry jakości wody (temperatura, zawartość tlenu, w systemach recyrkulacyjnych również poziom amoniaku i azotynów) oraz zadbać o stan sanitarny basenów podchowowych, które powinny być codziennie oczyszczane. Wraz z postępującym podchowem powstaje coraz większa ilość osadów pokrywających dno. Mieszanina paszy, solowca i odchodów osadza się również na siatce odpływu. Skrzela wylęgu są bardzo wrażliwe na tę zawiesinę. Podczas oczyszczania basenów należy unikać jej podrywania z dna. W tym celu zaleca się wykorzystywanie węży do lewarowania o średnicy 10-12 mm z założoną ssawką zbierającą. Jednocześnie wskazane jest stosowanie podestów, na których ustawia się naczynie zbiorcze (np. miskę), co powoduje zmniejszenie ciśnienia wypływającej wody. W ten sposób zmniejsza się również ilość zassanych wraz z odchodami ryb. Przy większej skali produkcji dobrym rozwiązaniem jest wydzielenie oddzielnego basenu na zebrane przy czyszczeniu basenów larwy, aby nie wprowadzać ich ponownie do obsady z częścią zawiesiny. Zazwyczaj są to larwy w gorszej kondycji, a ich oddzielenie zwiększa szanse przeżycia. Dodatkowo należy ostrożnie czyścić siatkę odpływu 1-2 razy na dobę. Najlepiej najpierw zawiesinę zlewarować, a następnie za pomocą szczotki przepchnąć jej pozostałość do wewnątrz rury i dopiero doczyścić, uważając, by zawiesina nie rozplynęła się w basenie. Przy dużej ilości zawiesiny jej strzępki przyklejają się do skrzeli przyczyniając się do stanów zapalnych (pleśniawki). Profilaktycznie w celu zapobiegania takim infekcjom należy stosować profilaktyczne kąpiele w chloraminie T. Pierwszą kąpiel przeprowadza się 10 dnia podchowu (od wyklucia) w koncentracji 10 g/m³ wody. Taką procedurę powtarza się co 5 dni, do 30-35 dnia podchowu.

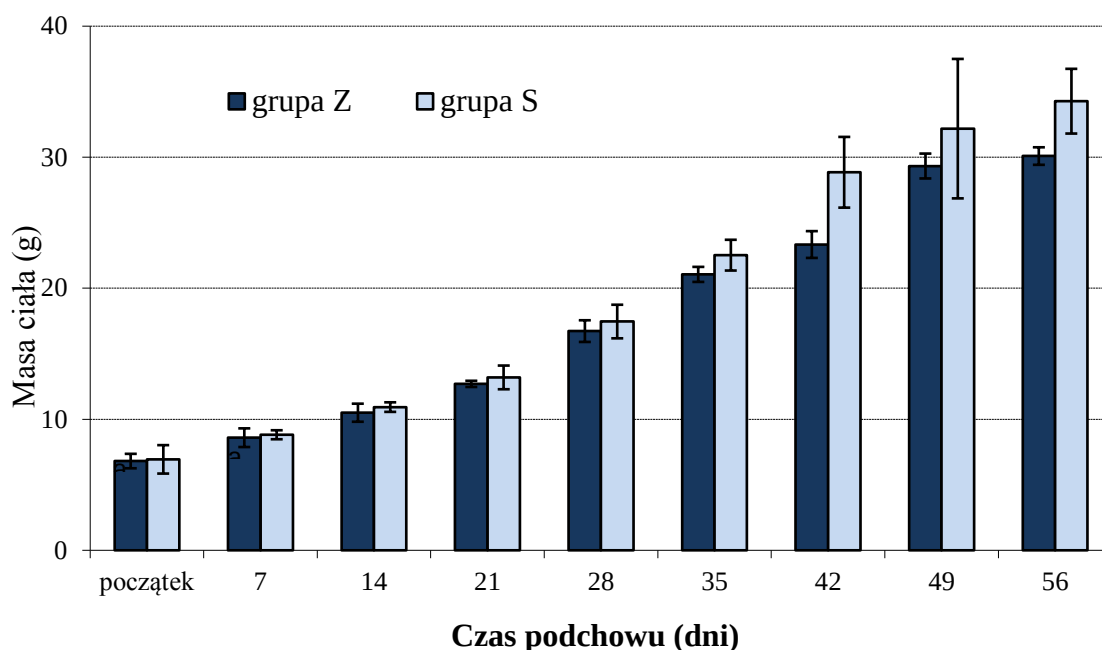
2. Produkcja narybku ryb siejowatych w Recyrkulacyjnych systemach akwakulturowych

Prof. dr hab. inż. Zdzisław Zakęś, Zakład Akwakultury, Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie

2.1. Warunki podchowu i żywienia siei

Optymalna temperatura wzrostu stadiów młodocianych siei wynosi ok. 22°C (Szczepkowski i in. 2006). W praktyce do podchowu narybku należy jednak rekomendować stosowanie temperatury wody 16-20°C, ze wskazaniem używania niższych temperatur z wymienionego przedziału. W tej fazie podchowu można też zwiększyć przepływ wody przez baseny do wartości umożliwiającej jej pełną wymianę co 0,5 godziny. Zalecane jest stosowanie całodobowego oświetlenia hali podchowowej. Natężenie oświetlenia może być zredukowane do poziomu kilkudziesięciu lx, ale nie powinno być niższe niż 12,5 lx (Wunderlich i in. 2009). Do podchowu należy zalecać stosowanie basenów rotacyjnych, umożliwiających długie unoszenie się granul paszy w toni wodnej, o kubaturze 1-3 m³. Używanie większych zbiorników może sprawiać problemy z prowadzeniem zabiegów hodowlanych (np. manipulacje). Zalecać można stosowanie basenów o szarym kolorze ścian wewnętrznych (fot. 1). Przebywanie narybku tego gatunku w takich basenach poprawia parametry wzrostu (rys. 1; Wunderlich i in. 2011).

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**



Rys. 1. Tempo wzrostu młodocianej siei w basenach zielonych (grupa Z) i szarych (grupa S) (Wunderlich i in. 2011).

Sięję po wstępnej fazie podchowu, w której stosuje się żywienie mieszane (solowiec + pasza komponowana) można karmić już wyłącznie paszą komponowaną. Jest ona dość wymagającym gatunkiem pod kątem jakości komponentów paszowych. Wykazano, że optymalny skład komponentowy pasz dla siei powinien kształtować się następująco: mączka rybna (53-61%), olej rybny (24-30%) i tylko do 7% dodatku komponentów roślinnych (Ruohonen i in. 2003). Co prawda obecnie z uwagi na ograniczony dostęp do tego typu surowców pasz, o takim składzie praktycznie się nie produkuje, to jednak przy decyzji o wyborze diety dla siei należy kierować się nie tylko jej składem chemicznym (wysoki poziom białka i niski tłuszczu), ale również komponentowym. Zalecać należy pasze opracowane i stosowane w hodowli ryb łososiowatych.

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**



Fot. 1. Narybek siei w basenie podchowowym o szarym kolorze ścian (fot. K. Wunderlich).

Materiał o masie ciała 130-150 mg już aktywnie i efektywnie żeruje. Aktywnie żerujący materiał można z powodzeniem karmić ręcznie (kilkanaście razy na dobę), ale należy rekomendować stosowanie karmników (fot. 2). Ryby można żywić przez 12-24 h/d, przy czym zastosowanie tego drugiego wariantu zapewnia wyprodukowanie większego materiału. Aplikowanie różnych harmonogramów żywienia nie wpływa na przeżywalność (Szczepkowska i Szczepkowski 2005).

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**



Fot. 2. Żywienie narybku siei za pomocą karmnika (fot. M. Szczepkowski; Szczepkowska i Szczepkowski 2018).

Wielkość dobowej racji pokarmowej dostosowujemy do stopnia jej wyjadania. Zależy ona m.in. od temperatury wody. Przyjąć można następujące założenia:

- dla ryb o masie ciała 0,15-5,0 g dobową dawkę paszy może wynosić do 8-4% biomasy obsady; granulację paszy zwiększamy w miarę wzrostu ryb;
- w przypadku materiału o masie ciała 0,5-1,5 g należy stosować paszę o granulacji 0,6-1,0 mm; dobową dawkę paszy trzeba dostosowywać do stopnia jej wyjadania;
- dla materiału ważącego 1,5-5,0 g stosujemy pokarm o granulacji 0,8-1,2 mm; dobową dawkę paszy należy dostosowywać do stopnia jej wyjadania;
- dla ryb o masie ciała 5-10 g należy używać paszy o wielkości granul 1,2-1,5 mm; dobową dawkę paszy można przyjąć na poziomie ok. 3% biomasy obsad, ale korygujemy ją obserwując jej wyzerowywanie.

W tej fazie podchowu (masa ciała 0,15-5,0 g) współczynnik pokarmowy pasz powinien przyjmować wartość ok. 1,0 (Wunderlich 2015). Zagęszczenie obsad należy utrzymywać na poziomie nieprzekraczającym 10 kg/m³.

2.2. Warunki podchowu i żywienia sielawy

W Zakładzie Hodowli Ryb Jesiotrowatych IRS w Olsztynie podjęto próby podchowu narybku i selektów sielawy (Szczepkowski i Szczepkowska 2012, Szczepkowska i in. 2014a, Szczepkowski i in. 2018). Prace te miały charakter pionierski, a uzyskane wyniki nie pozwalają jeszcze na opracowanie jednoznacznych rekomendacji hodowlanych. Generalnie można przyjąć, że sielawa ma zbliżone wymagania środowiskowe i żywieniowe do siei. Z tym, że wymaga ona pasz o jeszcze wyższej jakości komponentowej. Prowadzono porównawczy podchów tych dwóch gatunków i wykazano, że sielawa jest gatunkiem jeszcze bardziej wrażliwym niż sieja, co skutkowało np. niższą przeżywalnością o 15-30%. Zwiększone straty sielawy można było łączyć z jej odmiennym behawiozem, w porównaniu z sieją. Sielawa okazuje się być gatunkiem zdecydowanie bardziej płochliwym, gwałtownie reagującym na każdy ruch w hali, w przestrzeni basenów podchowowych (np. obecność osób obsługujących podchów). Reakcja stresowa manifestuje się szybkim, niekontrolowanym ruchem ryb i uderzaniem w ściany basenów. Zachowanie to, nadpobudliwość na stresor, odbija się również na tempie wzrostu sielawy i efektywności wykorzystania pasz (Szczepkowski i in. 2018). Wstępne założenie, że szeroko rozumiane wymagania hodowlane tych dwóch gatunków są zbliżone nie do końca jest więc usprawiedliwione. Opracowanie technologii produkcji sielawy w RAS będzie wymagało bardziej indywidualnego podejścia.

2.3. Manipulacje rybami

Ryby siejowate są wyjątkowo wrażliwe na manipulacje. Wszelkie zabiegi, np. kontrolne ważenie, należy wykonywać w wodzie. Po odłowieniu partii ryb określamy ich liczbę i ważymy w pojemniku ze starowaną wodą. W przypadku konieczności stosowania anestetyków używać można MS-222 w koncentracji ok. 50 mg/l wody (fot.

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

3). Ryby należy usypiać po kilka sztuk, a czas ich przebywania w roztworze nie powinien przekraczać 3 minut.



Fot. 3. Narybek sieci w wodnym roztworze anestetyku (fot. Z. Zakęś).

Narzędzia do odławiania ryb z basenu powinny być wykonane z tkaniny bezwęzłowej. Do manipulacji narybkiem doskonale nadają się sufaty (fot. 4).

Prowadzenie prac hodowlanych wymaga znakowania ryb. Do tego celu można rekomendować pasywne zintegrowane transpondery (PIT). W akwakulturze stosuje się PIT standardowej wielkości (długość znacznika $11,5 \pm 0,05$ mm, średnica $2,12 \pm 0,05$ mm, masa 90 ± 1 mg) (fot. 5).

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**



Fot. 4. Młodociana sieja odłowiona z basenu podchowego za pomocą sufaty (fot. Z. Zakęś).



Fot. 5. Strzykawka do implantacji PIT i znaczkii PIT (fot. Z. Zakęś).

Stosowanie PIT zazwyczaj zapewnia wysoką retencję, tj. $> 90\%$ i przeważnie nie wpływa niekorzystnie na wzrost, kondycję, behavior i status zdrowotny ryb (Zakęś i in. 2014). W przypadku siei nie można jednak zalecać znakowania osobników o masie ciała 4-6 g. Skutkuje to obniżeniem ich tempa wzrostu i śmiertelnością sięgającą nawet 30%. Biepiecznie, tj. bez strat i negatywnego wpływu na wzrost ryb można znakować osobniki siei o masie ciała minimum 8 g (Zakęś i in. 2017). Zabieg implantacji PIT należy przeprowadzić na osobnikach uśpionych w wodnym roztworze anestetyku, zgodnie z następującymi zaleceniami:

- zabieg należy przeprowadzać w niższych temperaturach wody, zalecanych dla ryb łososiowatych, tj. $< 15^{\circ}\text{C}$;
- należy stosować anestetyk (50 mg MS-222/l wody; do 20 ryb w jednej partii). Ryba w wodnym roztworze anestetyku powinna być przetrzymywana przez minimum 1 minutę; maksymalny czas przetrzymywania < 3 minut (absolutnie nie może przekraczać 10 minut);
- w przypadku niestosowania jednorazowych, sterylnych aplikatorów PIT, każdy znaczek PIT i igła aplikatora (po poznakowaniu każdej ryby) bezwzględnie muszą być zdezynfekowane w 96% alkoholu;
- znaczek PIT wprowadzamy do jamy ciała pod kątem 45° (w stosunku do powłok ciała); głębokość wklucia igły aplikatora 2-3 mm, za płetwami brzuszными (znakowanie dootrzewnowe) (fot. 6);
- po implantacji PIT ryby należy umieścić w pojemniku z czystą, napowietrzaną wodą. Czas odpijania ryb ≥ 30 minut;
- do manipulacji należy stosować pojemniki wykonane z nietoksycznych materiałów, w ciemnych kolorach;
- po poznakowaniu i odpiciu ryby należy umieścić w basenie wchodzącym w skład RAS i obserwować ich behavior przez 24 h.



Fot. 6. Implantacja znacзка PIT młodocianej siei (fot. Z. Zakęś).

2.4. Zabiegi profilaktyczne

W czasie podchowu narybku siei w RAS profilaktycznie w celu zapobiegania infekcjom można stosować chloraminę T (Terech-Majewska i in. 2018). Zalecane stężenie to 10 g/m³ wody, a aplikowanie tej procedury (np. częstotliwość zabiegów) powinno być uzgodnione i realizowane według zaleceń lekarza weterynarii.

Przed wystąpieniem ostrej reakcji stresowej w czasie podchowu ryb w RAS (np. sortowanie, transport i zarybianie) należy rekomendować żywienie materiału paszami funkcjonalnymi, zawierającymi preparaty/substancje immunostymulujące. Mogą to być drożdże, ich pochodne lub substancje syntetyczne (Demska-Zakęś i Zakęś 2020). Stosowanie tego rodzaju diet aktywuje układ odpornościowy ryb, ich witalność i odporność na stres. Producenci tego rodzaju pasz zazwyczaj zalecają stosowanie 2-tygodniowego żywienia tego rodzaju dietami. Wydaje się jednak, że często wymagany

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

może być dłuższy czas karmienia paszami funkcjonalnymi (4-tygodniowy; Zakęś i in. 2021). Zalecane jest też zakupienie paszy funkcjonalnej od tego samego producenta, o identycznym składzie chemicznym jak standardowa pasza stosowana w danym obiekcie w dotychczasowym podchowcie siei.

2.5. Transport materiału

W przypadku transportu siei można się posilkować normami transportu opracowanymi dla ryb łososiowatych (tab. 1). Więcej szczegółowych danych zawarto w rozdziale 3 tego opracowania.

Tabela 1. Masa młodocianych ryb łososiowatych (kg) transportowanych w 40 l workach (20 l wody + 20 l tlenu).

Temperatura wody (°C)	Masa ciała (g)	Czas transportu (godz.)		
		5	10	15
5	0,1-0,2	0,2	0,2	0,2
	0,5	0,3	0,3	0,3
	1,0	0,5	0,5	0,5
	2,0	0,7	0,7	0,7
	5,0	1,0	1,0	1,0
	10,0	1,5	1,5	1,5
	20,0	1,8	1,8	1,8
10	0,1-0,2	0,2	0,2	0,2
	0,5	0,3	0,3	0,3
	1,0	0,5	0,5	0,5
	2,0	0,7	0,7	0,7
	5,0	1,0	1,0	1,0
	10,0	1,5	1,5	1,4
	20,0	1,8	1,8	1,5
15	0,1-0,2	0,2	0,2	0,2
	0,5	0,3	0,3	0,3
	1,0	0,5	0,5	0,5
	2,0	0,7	0,7	0,7
	5,0	1,0	1,0	1,0
	10,0	1,5	1,5	1,0
	20,0	1,7	1,7	1,2

3. Produkcja narybku ryb siejowatych w systemie zintegrowanym RAS↔stawy

Dr hab. inż. Mirosław Szczepkowski, Zakład Hodowli Ryb Jesiotrowatych, Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie

3.1. Produkcja narybku ryb siejowatych w systemie zintegrowanym RAS↔stawy pstrągowe

Stawy betonowe dają najlepsze możliwości do chowu siei. Dotyczy to zwłaszcza obiektów, w których możliwe jest występowanie w okresie letnim temperatur wody nadmiernie wysokich dla pstrąga, ale jeszcze pozwalających na chów siei (24-25°C). Należy jednak zwrócić uwagę, że chów siei różni się znacznie od chowu pstrąga tęczowego. Najważniejszą różnicą wydaje się znacznie większa wrażliwość siei na manipulacje. W przypadku siei mogą być one prowadzone bezpiecznie jedynie w niskich temperaturach wody, poniżej 10°C. W praktyce oznacza to, że wszelkie zabiegi hodowlane (rozrzedzanie obsady, przenoszenia ryb, transport) mogą być prowadzone jedynie w okresie wiosennym i jesiennym. Należy zwrócić uwagę na unikanie w okresie późnowiosennym i letnim czynności (np. czyszczenia stawów, gwałtownego zwiększania przepływu lub zmiany jego kierunku) mogących doprowadzić do podniesienia zawiesiny z dna lub odrywania osadzonych frakcji ze ścian.

Najlepsze efekty uzyskuje się stosując jako materiał obsadowy narybek wychowany w systemach recyrkulacyjnych, uzyskany z przyspieszonego w stosunku do naturalnego terminu klucia larw. Skracając okres inkubacji i wykluwając larwy na początku marca, w połowie kwietnia można obsadzać stawy narybkiem o masie jednostkowej powyżej 0,5 g. Praktyka pokazała, że jest to już odpowiednia wielkość materiału przyuczonego w pełni do pobierania paszy. Bardzo ważne jest, że materiał taki można przewozić w basenach transportowych, co jest kluczowym warunkiem transportu większych ilości przy oddaleniu stawów i systemów recyrkulacyjnych.

Przy obsadzie stawów narybkiem wychowanym w RAS do jesieni można uzyskać ryby o masie ciała 70 g, a nawet powyżej 100 g. Sieja należy do ryb stadnych, stadia

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

juwenalne mają skłonność do tworzenia ławic pływających wokół nawet w wydłużonych stawach pstrągowych (fot. 1).



Fot. 1. Narybek siei w stawie betonowym w ławicy pływającej „w kółko” (fot. M. Szczepkowski).

3.2. Chów w systemie zintegrowanym RAS → stawy ziemne

Podejmowane były również próby wykorzystania narybku pochodzącego z systemów recyrkulacyjnych do obsady stawów ziemnych. Jest to trudne zadanie, gdyż do tego celu mogą być wykorzystane tylko nieliczne stawy z odpowiednio chłodną wodą. Ponadto cykl hodowlany musi trwać minimum dwa sezony, w trakcie których stawy nie powinny być odławiane. Efektywność chowu w takich warunkach jest jednak zbyt niska, a same stawy są narażone na silne zarastanie. Jest to wynikiem tego, że sieja nie znosi dużych zagęszczeń obsady, a ponadto słabo toleruje inne gatunki hodowlane i nie można utrzymywać jej np. w polikulturze z karpem.

3.3. Żywienie

Starsze stadia rozwojowe siei również są bardzo wymagające pod względem stosowanych pasz. Ze względu na to, brak jest pasz opracowanych stricte dla tego

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

gatunku, w podchowcie stosuje się najczęściej komercyjne pasze przeznaczone dla pstrąga tęczowego. Stwierdzono jednak, że nie wszystkie z nich w pełni zaspokajają potrzeby siei. W przypadku stosowania nieodpowiednich pasz widocznym tego objawem może być występowanie poważnych deformacji ciała w postaci np. skoliozy i lordozy oraz skrócenia pokryw skrzelowych (fot. 2).



Fot. 2. Często występującą deformacją jest skrócenie pokrywy skrzelowej (osobnik na dole) (fot. M. Szczepkowski).

Najprawdopodobniej jest to spowodowane brakiem niektórych związków mineralnych i/lub witamin, a uzupełnianie takich pasz dodatkami witaminowo-

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

mineralnymi redukowało ilość tych deformacji z kilkunastu do około 1% (Wunderlich i in. 2010), a także poprawiało inne wskaźniki hodowlane: tempo wzrostu ryb i współczynnik pokarmowy. Warto podkreślić, że negatywne efekty stosowania niewłaściwych pasz mogą ujawniać się nawet u dojrzałych osobników o masie ciała kilkuset gramów (fot. 3).



Fot. 3. Deformacje ciała u starszych stadiów siei żywnych nieodpowiednimi paszami (fot. M. Szczepkowski).

Wyniki badań fińskich wskazują, że optymalna pasza dla siei powinna zawierać 53-61% mączki rybnej, 24-30% oleju rybnego i tylko niewielki dodatek komponentów roślinnych - do 7% (Ruohonen i in. 2003).

Dobowe dawki pokarmowe stosowane dla siei są zbliżone do tych przeznaczonych dla pstrąga tęczowego. Według prac hodowców fińskich, którzy mają największe doświadczenie w chowie tego gatunku, dawki pokarmowe są różnicowane w trakcie trwania sezonu wzrostowego: w tych samych warunkach (temperatury wody

i wielkości ryb) zalecane dawki są niższe o około 25% w okresie sierpnia – października niż w okresie maja – lipca.

Podczas chowu siei, podobnie jak w przypadku innych gatunków ryb pobierających pokarm z powierzchni wody lub w toni, dobrym rozwiązaniem jest wprowadzanie niewielkiej obsady ryb żerujących na dnie. Najlepiej nadają się do tego celu ryby jesiotrowate (np. jesiotr syberyjski lub sterlet), które ze względu na swoje łagodne usposobienie nie stanowią konkurencji dla głównej obsady, czyli siei (Szczepkowski i Szczepkowska 2006, Kozłowski i in. 2015). Wprowadzenie ryb dodatkowych (jesiotrów) nie wpływa na przyrosty i przeżywalność podstawowej obsady siei, pozwala natomiast uzyskać dodatkowy przyrost biomasy jesiotrów. Udział dodatkowej początkowej obsady jesiotrów nie powinien przekraczać 5% biomasy siei.

Innym rozwiązaniem z zakresu żywienia jest zastosowanie pasz pływających. Sieja bardzo szybko adaptuje się i chętnie pobiera podawaną paszę pływającą (Wunderlich i in. 2008). Obecnie produkowane pasze pływające nie różnią się zasadniczo składem od typowych pasz tonących i w optymalnych warunkach dają zbliżone rezultaty hodowlane. Główną zaletą stosowania pasz pływających jest możliwość bardzo dokładnej kontroli stopnia jej wyjadania, co zapobiega podawaniu paszy w nadmiarze. Jest to szczególnie istotne w warunkach niskiej przeźroczystości wody oraz w okresie zimowym, gdy pokrywa lodowa pokrywa dużą część powierzchni stawu. W takich warunkach upływa zazwyczaj trochę czasu zanim sieje pojawią się w miejscu karmienia i w przypadku paszy tonącej jej część może opadać na dno. Kontrola wyżerowania paszy ma bardzo duże znaczenie, bowiem niezjedzone resztki pogarszają warunki środowiskowe, mogą zwiększać zagrożenie powstawania chorób, a także bezpośrednio zmniejszają efektywność podchowu.

Należy także pamiętać o słabych stronach zastosowania paszy pływającej. Pasza taka nie nadaje się w zasadzie do stosowania w małych stawach z górnym odpływem wody i silnym przepływem na jej powierzchni. Resztki niezjedzonej paszy mogą wówczas szybko być wymywane na zewnątrz stawu lub gromadzić się przy odpływie wody.

3.4. Przygotowanie ryb do przeniesienia z RAS do stawów

Jednym z najważniejszych problemów chowu siei jest jej wrażliwość na manipulacje hodowlane i choroby, przede wszystkim bakteryjne (Terech-Majewska i in. 2011). Ujawnia się to bardziej podczas chowu w stawach niż w systemach recyrkulacyjnych, ponieważ wówczas w znacznie większym stopniu ryby są narażone na niekorzystne warunki środowiskowe. Pierwszym momentem krytycznym jest okres bezpośrednio po obsadzeniu stawów, gdy ryby trafiają do zupełnie innych warunków niż w basenach systemów recyrkulacyjnych. Sposób przeprowadzenia obsady stawów jest zależny w dużym stopniu od położenia stawów i tego, czy konieczny będzie transport ryb. W przypadku obsad stawów położonych bezpośrednio przy miejscu podchowu w RAS, można je obsadzać rybami o masie ciała około 0,25 g. W przypadku konieczności transportu do obsady stawów należy używać większego materiału o masie ciała co najmniej 0,5 g. Obsadę stawów, należy przeprowadzić w okresie, w którym temperatura wody wynosi około 10-12°C, najpóźniej do osiągnięcia 15°C.

Kolejne okresy krytyczne chowu siei w stawach, w których często obserwuje się podwyższoną śmiertelność to występowanie pierwszych wiosennych zakwitów wody oraz letnie upały. W tym drugim wypadku oprócz zagrożeń chorobowych mogą również występować deficyty tlenowe dodatkowo osłabiające ryby. Zdolność do wytrzymywania wysokich temperatur zależy od pochodzenia siei, w przypadku siei o potwierdzonym statusie genetycznym (np. populacji z jeziora Gaładuś) stwierdzono, że jest ona w stanie wytrzymać wzrost temperatury wody do 27°C, natomiast optymalną temperaturą podchowu było 20°C (Szczepkowski i in. 2006).

Jednym ze sposobów poprawy bezpieczeństwa chowu może być zastosowanie swoistych szczepionek przeciwko patogennym szczepom bakterii. Stwierdzono, że przy użyciu odpowiednich dla danych warunków szczepionek można uzyskać poprawę rezultatów podchowu w warunkach hodowlanych, w wyniku zmniejszenia śmiertelności ryb o około 16% (Szczepkowska i in. 2014b).

Zaletą łączonego systemu chowu i wykorzystania systemów recyrkulacyjnych jest możliwość bezinwazyjnego szczepienia ryb przed obsadzeniem stawów. Przy tradycyjnym sposobie szczepienia, polegającym na krótkotrwałym (trwającym 1-2

minuty) umieszczaniu wylawianych ryb w skoncentrowanym roztworze zawierającym szczepionkę, stres związany z odłowem i przetrzymywaniem ryb w bardzo dużym zagęszczeniu oraz duży ubytek śluzu powodował, że w okresie bezpośrednio po przeprowadzeniu szczepienia (1-2 tygodnie) występowały straty niwelujące późniejsze korzystne efekty. Problem ten był dodatkowo pogłębiany koniecznością przeprowadzania szczepienia w temperaturach wody powyżej 10°C, przy których wrażliwość siei na manipulacje bardzo wzrasta. Metoda szczepienia w RAS jest praktycznie bezinwazyjna i polega na długotrwałej (jednogodzinnej) kąpieli bezpośrednio w basenie podchowowym, bez wylawiania ryb w roztworze zawierającym szczepionkę. W czasie szczepienia ryb przepływ wody przez basen jest wstrzymywany, a objętość wody zredukowana, aby zminimalizować zużycie szczepionki. Jednocześnie woda w basenie jest natleniana, aby utrzymywać zawartość tlenu na poziomie około 100% nasycenia.

3.5. Transport narybku

Przewóz siei często weryfikuje jakość wychowanego materiału. W przypadku ryb osłabionych, w kiepskiej kondycji, czy po trudnym odłowieniu, ich przewiezienie wiąże się najczęściej z dużymi stratami. U narybku o masie ciała do 0,5-1 g podczas odpijania ryb przed transportem dochodzi już do pierwszej selekcji, podczas której sną najmniejsze osobniki, atakowane przez głodne, większe. Przewóz mniejszego narybku przeprowadzany jest w workach z tlenem. Ograniczeniem dla tego rodzaju transportu jest temperatura wody, która nie powinna przekraczać 12°C. Przy przewożeniu narybku w czasie do 3 godzin bezpieczna ilość transportowanych w jednym worku ryb (zawierającym 20 litrów wody i 20 litrów tlenu) to 1,5 kg narybku o masie ciała powyżej 1g i 0,6-0,8 kg (narybek o masie ciała poniżej 0,2 g). Transport większych ilości narybku znacznie łatwiej przeprowadzić w basenach transportowych z natlenianiem. Taki przewóz może być prowadzony przy wyższych temperaturach wody, nawet do 18°C. Przy czym powstaje tutaj problem wypuszczenia narybku z basenów do obsadzanych zbiorników (fot. 4). Zarówno przy odławianiu kasarkami jak i bezpośrednim wypuszczaniu rynną transportową należy liczyć się ze stratą części ryb.

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**



Fot. 4. Transport sieci w basenie transportowym. (fot. M. Szczepkowski).



Fot. 5. Transport sieci w workach z tlenem (z prawej) (fot. M. Szczepkowski).

3.6. Zabezpieczenie stawów

Stawy, w których podchowywana jest sieja powinny być zabezpieczone przed dostępem drapieżników. W przypadku płytszych stawów z wodą o dużej przezroczystości szczególnie istotne jest zabezpieczenie przed ptactwem. Pływające często przy powierzchni wody i połyskujące ryby są bowiem silnym wabikiem np. dla mew. W niektórych obiektach zagrożeniem dla siei w stawach były nawet dzikie kaczki. Stawy można zabezpieczać przed ptakami szeregiem równoległych ułożonych linek (fot. 5) lub rozwieszoną siatką.



Fot. 6. Zabezpieczenie stawów przed ptactwem (fot. M. Szczepkowski).

3.7. Chów intensywny

Oprócz stawów sieja jest hodowana również w innych systemach, m. in. wyłącznie w systemach recyrkulacyjnych i/lub w sadzach. Największe osiągnięcia

w chowie towarowej siei mają Finowie, którzy wprowadzili ten gatunek do akwakultury na szerszą skalę w połowie lat 90. XX wieku. W Finlandii na początku XXI wieku roczna produkcja siei oscylowała w granicach 600-900 ton (Finnish Game and Fisheries Research Institute 2009). Chów siei jest prowadzony także m.in. w Norwegii, Estonii, Kazachstanie (Timirkhanov i in. 2010). Wiele gatunków z rodziny głąbielowatych jest hodowanych w Kanadzie i Rosji (Lasenby i in. 2001) zarówno z przeznaczeniem do zarybień wód otwartych, jak i w basenach systemów recyrkulacyjnych (Seljukov i in. 2010). Według doświadczeń estońskich graniczną bezpieczną wartością zagęszczenia obsady jest 40 kg m^{-3} . Po przekroczeniu tej wartości obserwuje się wzrost śnięć, co może być wynikiem nadmiernego stresu hodowlanego (Tootsman, dane niepubl.). Jest to zgodne również z naszymi obserwacjami.

W chwili obecnej główną barierą dla bardziej dynamicznego rozwoju chowu siei w obiektach stawowych jest brak dostatecznie opracowanych metod profilaktyki oraz pogarszające się w ostatnich latach warunki termiczne (nadmierny wzrost temperatur wody w okresie letnim).

4. Literatura

- Demska-Zakęś K., Zakęś Z. 2020 - Dodatki funkcjonalne w żywieniu ryb – W: Żywienie ryb i inne problemy akwakultury (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś. Wyd. IRS, Olsztyn: 31-55.
- Koskela J., Eskelinen U. 1992 – Growth of larval European whitefish (*Coregonus lavaretus*) at different temperatures - W: Biology and management of Coregonid fishes (Red.) T.N. Todd, M. Łuczyński 39: 677-682.
- Kozłowski M., Szczepkowski M., Wunderlich K., Zakęś Z. 2015 – Efekty podchowu sandacza (*Sander lucioperca*) ze sterletem (*Acipenser ruthenus*) w systemie recyrkulacyjnym – W: Podchow organizmów wodnych – osiągnięcia, wyzwania, perspektywy – (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS Olsztyn: 151-162.
- Kucharczyk D., Czerkies P., Leskelä A. 1994 – Podchów larw trzech form siei (*Coregonus lavaretus* L.) w różnych temperaturach – Komun. Ryb. 6: 7-19.
- Lasenby T.A., Kerr S.J., Hooper G.W. 2001 – Lake whitefish culture and stocking: an annotated bibliography and literature review - Fish and Wildlife Branch, Ontario Ministry of Natural Resources. Peterborough, Ontario, 72 s.
- Łuczyński M. 2006 – Temperature requirements for growth and survival of larval vendace, *Coregonus albula* (L.) – J. Fish Biol. 38: 29-35.
- Rösch R. 1989 – Beginning of food intake and subsequent growth of larvae of *Coregonus lavaretus* L. – Pol. Arch. Hydrobiol. 36 (4): 475-484.
- Ruohonen K., Koskela J., Vielma J., Kettunen J. 2003 – Optimal diet composition for European whitefish (*Coregonus lavaretus*): analysis of growth and nutrient utilization in mixture model trials – Aquaculture 225: 27-39.
- Seljukov A.G., Shuman L.A., Jefremova E.W. 2010 – Applying of installations of the closed water supply for reception of Coregonid broodstocks (illustrated by Tugun) – Ves. Tiomensk. Gosud. Univ. 7: 122-129.
- Szczepkowska B., Szczepkowski M. 2005 – Wpływ czasu żywienia na wyniki chowu narybku siei (*Coregonus lavaretus*) w obiegu recyrkulacyjnym – W: Rozród,

- podchów, profilaktyka ryb sumokształtnych i innych gatunków (Red.) Z. Zakęś. Wyd. IRS, Olsztyn: 221-224.
- Szczepkowska B., Szczepkowski M. 2018 – Wykorzystanie nowego typu karmnika w podchowalni ryb – W: Wylęgarnictwo i podchow ryb oraz raków (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś. Wyd. IRS, Olsztyn: 281-289.
- Szczepkowska B., Szczepkowski M., Piotrowska I. 2014a – Impact of feed ration on growth, selected body parameteres and maturation of vendace, *Coregonus lavareus* L., reared in RAS – Arch. Pol. Fish. 22: 145-150.
- Szczepkowska B., Szczepkowski M., Wunderlich K. 2007 – Jak długo i ile solowca podawać larwom siei – W: Rozród, podchów, profilaktyka ryb jeziorowych i innych gatunków (Red.) J. Wolnicki, Z. Zakęś, R. Kamiński. Wyd. IRS, Olsztyn: 91-97.
- Szczepkowska B., Szczepkowski M., Wunderlich K. 2008 – Porównanie przydatności żywych naupliusów i suszonych cyst solowca jako dodatku do paszy w podchowie larw siei (*Coregonus lavaretus*) – W: Biotechnologia w akwakulturze (Red.) Z. Zakęś, J. Wolnicki, K. Demska-Zakęś, R. Kamiński, D. Ulikowski. Wyd. IRS, Olsztyn: 299-303.
- Szczepkowska B., Terech-Majewska E., Piotrowska I., Siwicki A.K., Stabiński R., Szczepkowski M. 2014b – Zastosowanie bezinwazyjnej metody szczepienia siei (*Coregonus lavaretus*) w systemie recyrkulacyjnym – W: Wylęgarnictwo organizmów wodnych a bioróżnorodność (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS, Olsztyn: 309-314.
- Szczepkowski M. 2011 – Możliwości intensywnego chowu siei (*Coregonus lavaretus*) – W: Nowe gatunki w akwakulturze - rozród, podchów, profilaktyka (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS, Olsztyn: 53-63.
- Szczepkowski M., Szczepkowska B. 2006 – Effects of the polyculture of juvenile stages of northern pike (*Esox lucius* L.) and sturgeon in recirculating systems - EJPAU, Fisheries 9(1).
- Szczepkowski M., Szczepkowska B. 2012 – Możliwość intensywnego chowu sielawy w systemie recyrkulacyjnym – W: Zrównoważone korzystanie z zasobów

- rybackich na tle ich stanu w 2011 roku (Red.) M. Mickiewicz. Wyd. IRS, Olsztyn: 143-151.
- Szczepkowski M., Szczepkowska B., Krzywosz T. 2006 – The impact of water temperature on selected rearing indices of juvenile whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) in a recirculating system – Arch. Pol. Fish. 14: 95-104.
- Szczepkowski M., Szczepkowska B., Piotrowska I., Kozłowski M., Stabiński R., Bujkowski W. 2018 – Działalność podmiotów rybackich i wędkarskich w 2017 roku (Red.) M. Mickiewicz, A. Wołos). Wyd. IRS, Olsztyn: 157-165.
- Terech-Majewska E., Pajdak-Czaus J., Naumowicz K., Schulz P., Siwicki A.K. 2018 - Chloramina T w podchowach kontrolowanych ryb – W: Wylęgarnictwo i podchowry ryb oraz raków (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś. Wyd. IRS, Olsztyn: 271-280.
- Terech-Majewska E., Szczepkowski M., Stafiniak M., Bernad A., Grudniewska J., Siwicki A.K. 2011 – Zagrożenia zdrowotne siei jeziorowej (*Coregonus lavaretus*) w warunkach akwakultury – W: Nowe gatunki w akwakulturze – rozród, podchów, profilaktyka (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS, Olsztyn: 83-89.
- Timirkhanov S., Chaikin B., Makhambetova Z., Thorpe A., van Anrooy R. 2010 – Fisheries and aquaculture in the Republic of Kazakhstan - a review – FAO Fisheries and Aquaculture Circular Nr 1030/2.
- Ulikowski D., Szczepkowski M., Szczepkowska B., Poczyczyński P., Kozłowski M. 2006 – A comparative study on effects of culturing larvae of whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) on an artificial feed, frozen zooplankton and a mixed diet – Acta Sci. Pol., Pisc. 5: 107-114.
- Wunderlich K. 2015 – Porównanie wybranych wskaźników hodowlanych siei (*Coregonus lavaretus* (L.)) pochodzących z trzech populacji – Praca doktorska, Maszynopis, IRS, Olsztyn, 146 s.
- Wunderlich K., Szczepkowski M., Kozłowski M., Szczepkowska B. 2008 – Porównanie paszy pływającej i tonącej w podchowie narybku siei (*Coregonus lavaretus*) – W:

- Biotechnologia w akwakulturze (Red.) Z. Zakęś, J. Wolnicki, K. Demska-Zakęś, R. Kamiński, D. Ulikowski. Wyd. IRS, Olsztyn: 305-311.
- Wunderlich K., Szczepkowski M., Kozłowski M., Szczepkowska B., Piotrowska I. 2009 – Wpływ natężenia oświetlenia na efekty podchowu narybku siei (*Coregonus lavaretus*) – W: Rozród, podchów, profilaktyka ryb łososiowatych i innych gatunków (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska, D. Ulikowski. Wyd. IRS, Olsztyn: 177-181.
- Wunderlich K., Szczepkowski M., Kozłowski M., Szczepkowska B., Piotrowska I. 2010 – Wpływ dodatku paszowego MIK-1 na wybrane wskaźniki hodowlane młodocianej siei (*Coregonus lavaretus* L.) – Komun. Ryb. 5: 9-12.
- Wunderlich K., Szczepkowski M., Kozłowski M., Szczepkowska B., Piotrowska I. 2011 – Wpływ koloru wewnętrznych ścian basenów na efekty podchowu młodocianej siei jeziorowej – W: Nowe gatunki w akwakulturze - rozród, podchów, profilaktyka (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS, Olsztyn: 75-81.
- Zakęś Z., Jarmołowicz S., Rożyński M. 2014 – Znakowanie znaczkami PIT – prosta i skuteczna metoda identyfikacji ryb – Komun. Ryb. 6: 27-31.
- Zakęś Z., Rożyński M., Demska-Zakęś K., Gomułka P., Dobosz P., Rożyński R., Krejszeff S., Sikora A., Formicki K. 2021 - Status kondycyjny i zdrowotny narybku pstrąga potokowego (*Salmo trutta* m. *fario*) żywionego paszami suplementowanymi preparatami immunomodulującymi – W: Akwakultura jako narzędzie ochrony ichtiofauny (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś. Wyd. IRS, Olsztyn: 107-117.
- Zakęś Z., Wunderlich K., Szczepkowski M., Rożyński M. 2017 – Efekty znakowania młodocianej siei (*Coregonus lavaretus*) pasywnymi zintegrowanymi transponderami (PIT) – W: Wylęgarnictwo a dywersyfikacja produkcji akwakultury (Red.) Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś. Wyd. IRS, Olsztyn: 249-259.