

Innowacyjne metody intensyfikacji chowu cennych gatunków ryb w stawach ziemnych z wykorzystaniem technologii SwS

Natalia Jędroszka

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. S. Sakowicza – Państwowy Instytut Badawczy

Wstęp

Ryby i produkty rybne to z pewnością najważniejszy podtyp żywności funkcjonalnej, ponieważ dostarczają one wielu niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka substancji, w tym wielonasyconych kwasów tłuszczowych, białek, witamin, minerałów i przeciwutleniaczy (Gormley 2006). Wraz ze wzrostem liczby ludności z pewnością zwiększy się spożycie ryb (Hoque i in. 2022). Europejscy konsumenci preferują raczej dzikie ryby, niż te hodowlane, gdyż uważają je za zdrowsze i smaczniejsze; zwracają także uwagę na dobrostan ryb hodowlanych. Wyjściem z sytuacji jest ekologiczna hodowla ryb, ale wiąże się to z większymi kosztami dla producenta. Według badań, ponad 50% konsumentów wybrałaby certyfikowane ryby z ekologicznych hodowli, wolne od antybiotyków, pomimo wyższej ceny takich produktów (Pulcini i in. 2020). Badania nad wiedzą konsumentów dotyczącą zakupu ryb hodowlanych potwierdzają niski jej poziom oraz dezorientację na rynku ryb. W poprawę wiedzy konsumentów powinny być zaangażowane większe środki (Hoque i Alam 2020).

Polska akwakultura w stawach ziemnych typu karpiego, z dominującym udziałem karpia, prowadzona jest w systemie niskointensywnym. W wielu aspektach nie różni się ona od produkcji ekologicznej, ale od wielu lat okazuje się być nierentowna. Przyczynami takiego stanu rzeczy są przede wszystkim: negatywny wpływ czynników środowiskowych oraz zmiany preferencji konsumentów. Problemy na rynku produktów akwakultury, w tym karpia, pojawiły się również wraz z wprowadzaniem nowych regulacji prawnych, dotyczących hodowli. Kolejnym ważnym problemem są kwestie etyczne i moralne, a co za tym idzie kwestie dobrostanu ryb. Konsumenci ryb często zwracają uwagę na te elementy (Bovenkerk i Meijboom 2012). Istotnym czynnikiem hamującym rozwój sektora akwakultury są także choroby ryb, które znacznie ograniczają ich produkcję w warunkach stawowych (Naghashyan i in. 2018). Według badań, aż 50% strat w produkcji akwakultury jest powodowane przez choroby (Assefa i Abunna 2018). Poza ciągłą obecnością organizmów chorobotwórczych w wodach i osadach dennych, istotne znaczenie dla zdrowia ryb mają również czynniki

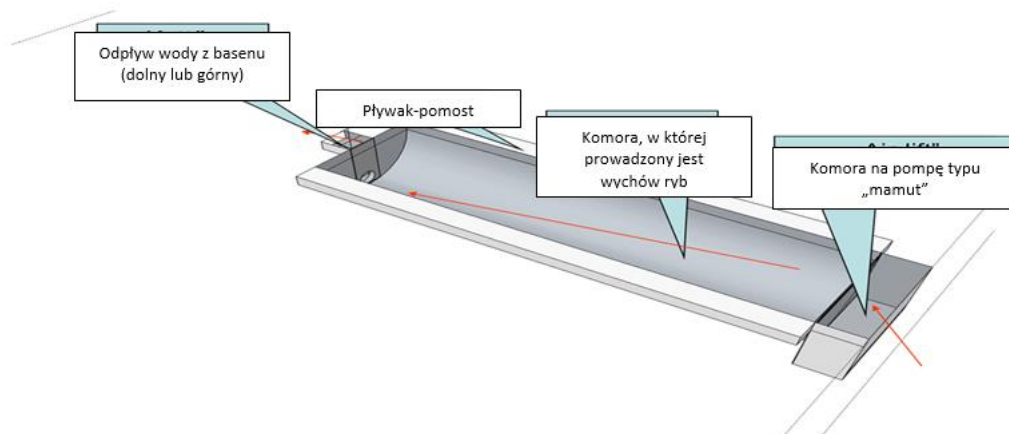
stresogenne, które działając odpowiednio długo, osłabiają system immunologiczny, przyczyniając się do występowania chorób ryb, a w efekcie do masowych śnięć (Śnieszko 1974, Schulte 2014, Antychowicz i Pękala 2015).

Intensyfikacja produkcji w akwakulturze, polegająca na próbie połączenia dwóch jej poziomów – ekstensywnego oraz intensywnego – jest zagadnieniem zyskującym na popularności, ponieważ dobrze zaprojektowane ich połączenie może pomóc wzmocnić kondycję finansową gospodarstwa wraz z zachowaniem jego środowiskowych walorów produkcyjnych. Postęp naukowy i wieloletnie badania pozwoliły na powstanie alternatywnych form produkcji ryb, które zaspokoją zapotrzebowanie i uzupełnią braki w podaży ryb dzikich (Hoque i Alam 2020).

Jednym z ciekawych rozwiązań jest metoda intensywnego chowu o nazwie „staw w stawie” (SwS), która z powodzeniem może przyczynić się do intensyfikacji produkcji innych niż karp gatunków ryb w stawach ziemnych. Konstrukcja SwS to swobodnie pływający w stawie basen, jeden, dwa (fot. 1) lub więcej, zaopatrzony w pompę wodną i system napowietrzania.



Fot. 1. System SwS składający się z dwóch basenów.



Rys.1. Elementy składowe basenu, służącego do chowu ryb metodą „stawa w stawie”.

System do chowu ryb metodą SwS składa się z następujących elementów (rys. 1):

- pływającego basenu, którego pojemność może wynosić od 10 m³ do 30 m³ (zastosowany w naszym projekcie miał pojemność 15 m³). Basen ma kształt półryny, jego długość wynosi 4-12 m, szerokość 2 m, głębokość 1,25 m. Wokół basenu znajdują się wsporniki, pozwalające na łączenie basenów ze sobą, co umożliwia tworzenie ich większych zespołów, lecz z reguły nie więcej niż sześć w jednej baterii. Wzdłuż basenu zamontowane są podesty-pływaki, utrzymujące basen na powierzchni wody i jednocześnie umożliwiające dostęp do basenu i kontrolowanie stanu obsady. W przedniej części basenu znajduje się komora mieszcząca system przepompowywania wody i jej napowietrzania, czyli pompę „mamut”. System ten składa się z dmuchawy oraz ramy napowietrzającej. Dzięki takiemu rozwiązaniu napowietrzanie wody, „zamkniętej” w komorze napowietrzającej, jest zdecydowanie efektywniejsze; jednocześnie jest możliwe przepompowywanie dużych ilości (80-120 m³/h) wody. Dmuchawy z poszczególnych basenów mogą być połączone w jedną wspólną „magistralę powietrzną”, co czyni system napowietrzania i pompowania wody jeszcze efektywniejszym;
- karmnika automatycznego, sterowanego systemem zegarowym;
- skrzynki zawierającej zabezpieczenia elektryczne oraz system powiadamiania o ewentualnej awarii i/lub spadku przepływu wody;
- odpływu zlokalizowanego w tylnej części basenu.

Maksymalna zdolność produkcyjna systemu „stawa w stawie” wynosi do 50 kg biomasy ryb na metr sześcienny objętości basenu. Maksymalna dawka pokarmowa wynosi 25 kg

paszy/dobę/basen, a współczynnik pokarmowy skarmianych pełnowartościowych pasz dla gatunków takich, jak sterlet, sum europejski i karp szacowany jest na poziomie 1,4-1,6.

Podsumowując, metoda ta posiada zalety typowe dla intensywnych systemów akwakultury typu RAS, ale jest od systemów recyrkulacyjnych znacznie tańsza ze względu na niskie koszty uruchomienia produkcji i eksploatacji, a przy tym jest łatwa w obsłudze i daje dużą elastyczność w zakresie gatunków, które można produkować. Jej główną wadą jest całkowite uzależnienie produkcji od naturalnej termiki, co jednak można w pewnym, dość jednak ograniczonym zakresie kompensować poprzez wykorzystanie nowoczesnych pasz komponowanych.

Jednak jest to obiecujący system, łączący dwie metody produkcji i pozwalający na chów i hodowlę cennych gatunków ryb.

Material

Gatunkami ryb, które objęto badaniami były:

- jesiotr syberyjski (*Acipenser baerii*);
- sandacz (*Sander lucioperca*);
- pstrąg tęczowy (*Oncorhynchus mykiss*).

Gatunki te zostały wybrane ze względu na ich atrakcyjność rynkową. Popyt na nie ciągle rośnie, a podaż pozostaje na niezmiennym poziomie od kilkunastu lat. Ich duży potencjał rynkowy wynika głównie z uznanych walorów kulinarnych. Tak potrzebna dywersyfikacja produkcji w obiektach stawowych typu karpiego, polegająca na wprowadzaniu nowych gatunków ryb, pozwoliłaby z pewnością na przyciągnięcie nowych klientów oraz służyłaby poprawie ekonomicznej efektywności gospodarstwa.

Prace przeprowadzone w ramach projektu miały na celu określenie przydatności technologii SwS do hodowli gatunków atrakcyjnych rynkowo, posiadających większe wymagania środowiskowe w porównaniu do karpia.

Charakterystyka doświadczeń i uzyskane wyniki

Doświadczenia zostały przeprowadzone w Rybackim Zakładzie Doświadczalnym w Żabińcu w specjalnie dostosowanych stawach doświadczalnych o łącznej powierzchni ponad 50 ha.

Stawy zostały wykorzystane do następujących czynności:

- badań dotyczących wychowu, atrakcyjnych rynkowo ryb dodatkowych w polikulturze z karpem, gdzie do obsad karpia dodano różnorodny pod względem pochodzenia materiał obsadowy wymienionych wyżej gatunków;
- produkcji letniego materiału obsadowego sandacza oraz do badań porównawczych nad wychowem narybku jesiennego tego gatunku w basenach w technologii SwS, z wykorzystaniem narybku letniego pochodzącego ze stawów oraz równoważnego wiekowo materiału pochodzącego z chowu basenowego;
- zimowania części hodowanego materiału obsadowego badanych ryb, jak również umiejscowienia basenów technologii SwS;
- porównawczych obserwacji możliwości chowu atrakcyjnych rynkowo gatunków ryb bezpośrednio w stawach karpowych;
- przeprowadzania naturalnego rozrodu sandacza;
- okresowego lokowania w nich basenów technologii SwS.

Określenie możliwości wychowu narybku jesiennego sandacza metodą SwS

Wyjściowy materiał obsadowy stanowiły zarówno sandacze pochodzące z RAS, jak i z hodowli stawowej.

Doświadczenia przeprowadzone w roku 2020 objęły swoim zakresem:

- wychów narybku letniego w stawach ziemnych;
- wychów narybku jesiennego w stawach ziemnych;
- wychów narybku jesiennego w basenach RAS.

Stawy przygotowano zgodnie z wymaganiami dla produkcji letniego materiału obsadowego sandacza i obsadzono tarlakami tego gatunku. Stawy zostały osuszone, zdezynfekowane oraz nawiezione obornikiem. Na dnie stawów umieszczono gniazda-krześliska, na których samice powinny złożyć ikrę. Obsada tarlaków w każdym stawie wynosiła 6 samic i 10 samców, w przeliczeniu na 1 ha powierzchni.

Tarlakami sandacza obsadzono również dwa stawy towarowe, w których prowadzone były doświadczenia w zakresie wychowu konsumpcyjnych sandaczy w polikulturze z karpem. Odłowy narybku letniego sandacza przeprowadzono w dniach 7-8 maja 2020 r. Ze wszystkich

stawów łącznie odłowiono około 15000 sztuk narybku o średniej masie jednostkowej 0,2 g/szt. i średniej długości 3 cm.

Jesienią 2020 roku odłowiono ze stawów towarowych narybek jesienny sandacza w ilości 36 kg (około 2400 sztuk o średniej masie jednostkowej 15 g) oraz 42 kg (około 2100 sztuk o średniej masie jednostkowej 20 g).

W basenach technologii SwS przeprowadzono jedynie pilotażowy podchów 500 sztuk narybku sandacza w oparciu o ryby pochodzące z RAS. Znacznie większą partię narybku sandacza – około 3000 sztuk, podchowiano nadal w RAS. Wyniki produkcji narybku jesiennego sandacza w basenach technologii SwS można uznać co najwyżej za zadowalające. Pierwszym problemem była mała wielkość obsadzanego materiału, co wymusiło zastosowanie bardzo gęstych krat, a to z kolei ograniczyło wymianę wody. Również wielkość ryb odłowionych jesienią (niecałe 10 g/szt.) wskazuje, że sam podchów nie przebiegał poprawnie albo że nie zapewniono sandaczom odpowiednich warunków w basenie SwS. Zgromadzone doświadczenia pomogą natomiast w optymalizacji protokołu podchowu rocznego materiału obsadowego sandacza w basenach technologii SwS.

W kolejnym roku stawy zostały również obsadzone tarlakami sandacza. Odłowy przeprowadzono w dniach 15-16 maja, a ich wynikiem było 20000 sztuk narybku letniego sandacza o średniej masie 0,25 g/szt. i średniej długości 3,4 cm. Wynik ten nie był zadowalający, aczkolwiek nieco lepszy niż w 2020 r. Po odłowieniu obsadzono tym materiałem stawy nr 3 i nr 7 oraz basen SwS.

Podchów sandacza trwał również w systemach RAS w Zakładzie Hodowli Ryb Jesiotrowatych w Pieczarkach. Wyniki wychowu palczaków sandacza z wykorzystaniem wszystkich badanych metod przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane parametry hodowlane podchowu sandacza w basenach technologii SwS, systemach RAS oraz w ziemnych stawach karpowych

Miejsce	Masa początkowa ryb (g/szt.)	Obsada (szt.)	Okres chowu (dni)	Masa końcowa ryb (g/szt.)	Tempo wzrostu (g/szt./d)	Przeżywalność (%)
RAS	-	3000	185	35	0,19	74
SwS	0,25	10000	142	18	0,13	14
Staw nr 3	0,25	5000	156	22	0,14	43
Staw nr 7	0,25	5000	157	25	0,16	47

Określenie możliwości wychowu materiału obsadowego jesiotrów syberyjskich metodą SwS

Materiał wyjściowy stanowiły ryby o masie jednostkowej 357 g/szt., którymi obsadzono staw doświadczalny M-3 w liczbie 327 szt. oraz baseny SwS w liczbie 500 szt. Wielkość dawek pokarmowych ustalano na podstawie połowów kontrolnych oraz tabel żywieniowych, opracowanych dla jesiotrów przez firmę Aller. Chów prowadzono przez 88 dni.

Tabela 2. Wybrane parametry hodowlane chowu jesiotrów w basenach technologii SwS oraz w ziemnych stawach karpionych

Miejsce	Data połowu	Masa średnia ryb (g/szt.)	Przyrost (g/szt.)	Przyrost dzienny (g/szt./d)	Przeżywalność (%)	Współczynnik pokarmowy
Staw M-3	30.10.2020	699	342	3,8	75	1,7
Baseny SwS	30.10.2020	878	521	5,8	78	1,4

Połowy kontrolne wykazały, że jesiotry obsadzone w basenach SwS przyrastały znacznie lepiej, aniżeli ryby obsadzone w stawie ziemnym (tab. 2). W efekcie średnia masa jednostkowa jesiotrów odłowionych z basenów SwS była wyższa o około 25% w porównaniu do ryb w stawie ziemnym.

Przeżywalność ryb w obu grupach doświadczalnych była bardzo podobna. W stawie ziemnym przyczyną strat były najprawdopodobniej szkodniki ryb (wydry oraz ptaki rybożerne), przed którymi nie sposób w pełni zabezpieczyć stawów. W przypadku basenów SwS pogorszenie przeżywalności było efektem awarii zasilania i brakiem prądu przez kilkanaście godzin, co nastąpiło w połowie września, czyli już pod koniec sezonu wzrostowego. Brak przepływu wody przez baseny spowodował silny spadek jej natlenienia i w efekcie liczne śnięcia. W momencie wystąpienia śnięć usunięto z basenu wszystkie martwe ryby oraz odłowiono wszystkie żywe.

Jesiotry z obu systemów chowu obsadzono do odrębnych stawów, aby wiosną kontynuować obserwacje ich wzrostu z wykorzystaniem dwóch różnych systemów produkcji. W basenach pozostawiono jedynie 50 osobników celem sprawdzenia, jak przetrwają warunki zimowe. Baseny bardzo dobrze sprawdziły się w okresie zimowym, gdy spadki temperatury powietrza wynosiły momentami nawet poniżej -20°C . Co prawda baseny w całości były pokryte

wewnątrz lodem, ale system generowania przepływu wody działał bezawaryjnie. Zawartość tlenu w wodzie w basenie była wyższa o 1-2 mg/l (10-20%) niż w wodzie w stawie. Nie stwierdzono również ani jednej martwej ryby po zejściu pokrywy lodowej w basenie. Z chwilą zelżenia mrozów przepływ wody w basenie spowodował również bardzo szybkie stopnienie pokrywy lodowej. Przy średniej dobowej temperaturze powietrza ok. 0°C, lód w basenie z przepływem został wypłukany w ciągu trzech dni, podczas gdy w basenie bez przepływu oraz w stawie pokrywa lodowa utrzymywała się przez tydzień.

W 2021 i 2022 roku baseny SwS zostały obsadzone większą liczbą ryb (tab.3).

Tabela 3. Wyniki chowu jesiotrów w systemach RAS i SwS w latach 2021-2023

Pochodzenie ryb	Obsada			Odlów			Przeżywalność (%)	Współczynnik pokarmowy	Okres chowu (dni)
	szt.	kg	g/szt.	szt.	kg	g/szt.			
ROK 2021									
RAS	5700	422	74	2400	1248	520	42	3,6	172
RAS	3990	188	47	2700	486	180	68	2,4	76
ROK 2022									
RAS	4700	212	45	1520	265	174	32	3,5	91
SwS	2500	425	170	600	390	650	24	3,9	180
ROK 2023									
RAS	5000	200	40	3870	851	220	77	2,0	85
SwS	1400	224	160	1220	976	800	87	1,8	167

W roku 2021 postanowiono obsadzić baseny dwukrotnie – w kwietniu oraz w sierpniu, czego przyczyną były duże śniecia obsady marcowej. W 2022 roku wystąpiły duże śniecia (fot. 2), powodujące znaczną redukcję obsady oraz wzrost współczynnika pokarmowego. Rok 2023 był pierwszym, w którym nie wystąpiły duże śniecia ryb. Współczynnik pokarmowy paszy ukształtował się wówczas na zadowalającym poziomie 1,8-2,0.



Fot. 2. Masowe snięcia jesiotrów syberyjskich w 2022 r.

Wykorzystanie technologii SwS do chowu sandaczy konsumpcyjnych

W roku 2020 przeprowadzono wychów sandaczy konsumpcyjnych w warunkach stawowych, SwS oraz RAS, w oparciu o narybek jesienny. Po zimowaniu zachowano:

- 400 sztuk o średniej masie 10 g/szt. z systemu SwS;
- 3000 sztuk o średniej masie 74 g/szt. z systemu RAS;
- 3000 sztuk o średniej masie 17 g/szt. z chowu stawowego.

W 2021 roku rozpoczęto doświadczenie w kierunku wychowu sandaczy konsumpcyjnych w technologii SwS. W tym celu wykorzystano trzy baseny SwS, które obsadzono w pierwszej połowie maja. Dwa z nich obsadzono po 750 szt./basen narybku jesiennego sandacza pochodzącego z systemu RAS (łącznie 1500 szt.), a obsadę trzeciego stanowiło 250 szt. narybku jesiennego sandacza z SwS (tab. 4). Różnice w obsadach były spowodowane dostępnością materiału pochodzącego z 2020 r.

Ryby były karmione specjalnie skomponowaną paszą przez 148 dni do pierwszych dni października (tab. 4). Parametry fizyko-chemiczne wody były prawidłowe do momentu gwałtownego wzrostu temperatury, co zmuszało do wstrzymywania karmienia ryb. Nawet zapewnienie im odpowiedniego natlenienia nie było w stanie ograniczyć masowych snięć obsady. Ryby z RAS również niezbyt dobrze zaadaptowały się do nowych, odmiennych warunków bytowania. Skutkiem tego były snięcia w trakcie całego sezonu, w szczególności w okresie pogorszenia jakości wody. Wyniki chowu były niezadowolające również pod względem tempa wzrostu, niezależnie od zagęszczenia obsad.

Tabela 4. Wyniki chowu sandacza w systemach SwS i RAS w 2021 r.

Pochodzenie ryb	Masa początkowa ryb (g/szt.)	Obsada ryb (szt.)	Obsada ryb (szt./m ³)	Okres chowu (dni)	Masa końcowa (g/szt.)	Tempo wzrostu (g/szt./d)	Przeżywalność (%)
RAS	74	1500	50	148	215	0,95	18%
SwS	10	250	17	148	108	0,66	9%

Podobne wyniki zostały osiągnięte w kolejnych latach doświadczalnych – 2022 i 2023. Przeżywalność sandaczy pochodzących z SwS wynosiła od 5% do 20%, a tylko nieco wyższa była przeżywalność ryb pochodzących z RAS (9-24%). Warunki pogodowe nie pozwalały na intensywne karmienie, kondycja ryb była słaba, ponadto często występowały problemy techniczne pomimo zainstalowania agregatów prądotwórczych.

Określenie możliwości wychowu konsumpcyjnych jesiotrów syberyjskich metodą SwS

W 2022 roku odłowy kontrolne wykonano dwa razy w trakcie sezonu produkcyjnego. Jesiotry pochodzące z RAS pod koniec lipca miały średnią masę jednostkowa 1250 g, a po dwóch tygodniach uzyskały już 1540 g. Jesiotry pochodzące z systemu SwS, w tych samych terminach osiągnęły odpowiednio 980 g oraz 1370 g.

W wyniku pojawienia się w dniach 24.06-02.07.2022 roku bardzo wysokich temperatur wody, powyżej 25°C, karmienie ryb w tym okresie musiało zostać całkowicie wstrzymane.

Współczynniki pokarmowe w 2022 roku ukształtowały się na poziomie 1,6-1,9, co oznacza, że jest to chów w pełni opłacalny ekonomicznie. Kondycja ryb również była dobra.

W 2023 roku baseny obsadzono wcześniej – z początkiem kwietnia. W obu grupach wyniki odłowów kontrolnych kształtowały się na podobnym poziomie. W końcu maja ryby miały wielkość 930 g, z końcem lipca urosły do 1600 g, w końcu września osiągnęły wielkość handlową – 2295 g. Termika wody pozwalała na karmienie ryb przez cały sezon produkcyjny. Wyniki chowu były zadowalające. Przeżywalność wynosiła w obu grupach ponad 70%, a współczynnik pokarmowy wahał się od 1,9 do 2,6 (tab. 5).

Tabela 5. Wyniki chowu jesiotrów konsumpcyjnych w systemach SwS i RAS w latach 2022-2023.

Pochodzenie ryb	Obsada			Odłów			Przeżywalność (%)	Współczynnik pokarmowy	Okres chowu (dni)
	szt.	kg	g/szt.	szt.	kg	g/szt.			
ROK 2022									
RAS	180	170	944	140	315	2250	78	1,9	117
SwS	1000	840	840	800	1640	2050	80	1,6	117
ROK 2023									
RAS	350	210	600	270	594	2200	77	1,9	185
SwS	570	365	640	410	978	2385	72	2,6	185

Określenie możliwości chowu konsumpcyjnych pstrągów tęczowych metodą SwS.

W 2020 roku przeprowadzono eksperymentalny, porównawczy tucz pstrąga tęczowego z wykorzystaniem SwS i stawów karpowych.

Materiał obsadowy pstrąga tęczowego został dostarczony do RZD Żabieniec pod koniec maja 2020 r., aby ryby miały czas zaadaptować się do warunków odmiennych, niż w typowym obiekcie pstrągowym. Temperatura wody w tym czasie była optymalna dla tego gatunku (ok. 15°C), podobnie jak zawartość tlenu w wodzie stawowej (85-110%). Ryby doskonale żerowały i nie stwierdzono żadnych śnięć, co pozwalało wnioskować, że bardzo dobrze zniosły one zmianę warunków życiowych.

Jednakże już w połowie czerwca średnia dobową temperaturą wody, mierzona o godzinie 10 przed południem, przekroczyła wartość 20°C, uznawaną za górną wartość dopuszczalną. W godzinach popołudniowych notowano już 22-23°C. W tym okresie stwierdzano osłabienie żerowania pstrągów, które zainteresowanie paszą przejawiały tylko wczesnym rankiem, gdy woda miała najniższą temperaturę (około 17°C). Zaobserwowano wtedy również pierwsze pojedyncze śnięcia, wynikające najprawdopodobniej ze słabszego natlenienia wody. Nasycenie tlenem wody w stawie wynosiło w tym okresie 45-55%, co przy temperaturze wody przekraczającej 20°C stanowiło wartości niebezpieczne dla tego gatunku.

W kolejnych dniach temperatura wody jeszcze bardziej wzrosła i w godzinach popołudniowych osiągała 22-24°C, przy nasyceniu wody tlenem zaledwie 30%. W tej sytuacji zdecydowano o odłowieniu ryb ze stawu.

Zdecydowanie lepiej te trudne warunki znosiły pstrągi obsadzone w basenach SwS. Dzięki temu, że przepływ w nich wody był wymuszany przez pompę mamut, mieszającą wodę z powietrzem, nasycenie tlenem wody w basenach na dopływie wynosiło w tym czasie 68-75% (dwukrotnie więcej, aniżeli w stawie). Ryby co prawda były dokarmiane na poziomie 40-50% normalnej dla nich dawki pokarmowej, niemniej jednak nie zdradzały wyraźnych oznak pogorszenia kondycji.

W okresie 7-15 sierpnia temperatura dobową wody osiągnęła niemal 25°C i również w basenach SwS pojawiły się liczne śnięcia obsady. W tym czasie nasycenie wody tlenem było tam nadal stosunkowo wysokie (55-65%), ale warunki termiczne były skrajnie niekorzystne. Dlatego też zdecydowano o odłowieniu ryb również z basenów SwS, zaledwie po dziesięciu dniach od ich obsadzenia.

Powtórnej obsady basenów i stawu ziemnego pstrągami tęczowymi dokonano w dniu 1 września 2020 r., gdy średnia dobową temperatura wody spadła poniżej 20°C. Podchów ryb trwał do końca października, czyli 60 dni. Temperatura wody utrzymywała się w tym okresie na poziomie 12-15°C, a nasycenie tlenem wody dopływającej do stawów wynosiło 80-90%. Uzyskane w tym okresie wyniki produkcyjne można uznać za spełniające założenia badawcze projektu (tab. 6).

Tabela 6. Wyniki produkcji pstrągów tęczowych w stawie ziemnym oraz basenie SwS w RZD Żabieniec w 2020 r.

Miejsce chowu	Parametr hodowlano-produkcyjny				
	Przeżywalność (%)	Tempo wzrostu (g/szt./d)	Współczynnik pokarmowy	Współczynnik kondycji	Koszt paszy (PLN/kg ryb)
staw ziemny	75,3	6,0	0,9	1,87	4,3
basen SwS	67,8	7,9	0,85	1,78	4,8

W ciągu 60 dni jesiennego chowu pstrąga tęczowego nie stwierdzono większych trudności. Można zaryzykować twierdzenie, że w obiektach stawowych typu nizinnego, w których warunki termiczne wody będą zbliżone do tych panujących w RZD Żabieniec, w okresie letnim prowadzenie całorocznego chowu pstrągów tęczowych w basenach SwS może nie być możliwe. Być może konieczne będzie przerywanie cyklu produkcji w okresie letnim (trzy miesiące), gdy występują najwyższe temperatury wody oraz silna insolacja. Niemniej

jednak, przez pozostałe dziewięć miesięcy chów taki wydaje się być możliwy. Czynnikiem, który w istotny sposób mógłby poprawić warunki tuczu byłoby natlenianie wody czystym tlenem.

Pstrągi z obydwu systemów chowu cechowały się wysokim współczynnikiem kondycji, wynoszącym znacznie ponad wartość 1,5. Dane te w pełni potwierdzają, że w sprzyjających okresach jest możliwy efektywny wychów pstrągów tęczowych zarówno w basenach technologii SwS, jak i samych stawach ziemnych. Dzielne przyrosty ryb były większe o niemal 25% w basenach SwS, aniżeli w stawie ziemnym. Wyniki te stanowią dodatkowe potwierdzenie dużego potencjału technologii SwS w chowie pstrąga tęczowego w obiektach karpowych.

Trzy lata doświadczeń ukazały również słabe strony technologii SwS: podczas wysokich temperatur karmienie musiało być ograniczone, a ryby trzeba było przenosić do głębszych i chłodniejszych zbiorników. Od lipca do początku września chów pstrąga tęczowego w basenach SwS jest wysoce ryzykowny, gdyż temperatura wody w tym czasie jest o wiele wyższa w basenach, aniżeli w stawie. Wykorzystanie SwS ma więc sens od września, gdy temperatura wody spadnie poniżej 20°C. Trzeba podkreślić, że masowe śnięcia pstrąga występowały w lecie w każdym sezonie produkcyjnym (fot. 3).



Fot. 3. Masowe śnięcia obsady pstrągowej – lipiec 2021 r.

Określenie możliwości chowu sandaczy konsumpcyjnych w polikulturze z karpem

W 2021 roku rozpoczęto doświadczenie polegające na chowie sandaczy w trzech stawach doświadczalnych wraz z obsadą karpia.

Obsada karpia, o średniej masie jednostkowej 220 g, wyniosła 850 szt./ha. Obsada sandacza w zależności od dostępności materiału wyniosła:

- a. Staw nr 4 – palczaki z tradycyjnego chowu stawowego, podchowane w pierwszym roku życia w polikulturze z karpami: średnia masa 23 g, 50 szt./ha;
- b. Staw nr 6 – palczaki wychowane od wylęgu w warunkach kontrolowanych w systemach RAS: średnia masa 35 g, 50 szt./ha;
- c. Staw E – palczaki wychowane innowacyjną metodą SwS: średnia masa 18 g, 58 szt./ha.

Wyniki badań zamieszczono w tabeli 7. Masa jednostkowa sandacza przy odłowieniu była zróżnicowana, ale nie uzyskano oczekiwanego wyniku, jakim byłyby ryby o wielkości handlowej. Przeżywalność sandacza była bardzo niska we wszystkich stawach, przy czym najniższa w grupie pochodzącej z RAS.

Tabela 7. Parametry produkcyjne chowu sandacza konsumpcyjnego uzyskane w 2021 r.

Parametr	Staw nr 4 + sandacz RAS	Staw nr 6 + sandacz stawowy	Staw E + sandacz z SwS
Przeżywalność (%)	17	30	20
Końcowa masa jednostkowa (g/szt.)	270	200	160
Dodatkowa produkcja sandacza (kg/ha)	2,3	3,0	1,85
Produkcja karpia (kg/ha)	527,9	428,4	646,0
Współczynnik pokarmowy karpia	5,33	8,91	11,54

Wyniki produkcyjne karpia w każdym stawie można ocenić jako dobre, pomimo stwierdzonych między nimi różnic. Ubogie i wysoce niezadowolające wyniki dotyczące sandacza, zwłaszcza pod względem przeżywalności w stawach, nie dają podstaw do wyciągania przekonujących wniosków na temat przydatności poszczególnych kategorii (tj. pochodzenia) materiału obsadowego tego gatunku. Określenie rzeczywistego potencjału palczaków sandacza, pochodzących z różnych systemów produkcyjnych (RAS, SwS, stawy), wymaga dalszych badań o znacznie szerszym zakresie.

PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki świadczą, że technologia „stawu w stawie” (SwS) nie sprawdziła się w chowie szczególnie wymagającego gatunku, jakim jest sandacz. Nawet nieznaczące wahania parametrów jakości wody mogą bowiem spowodować ogromne straty w obsadzie tej ryby. Ze względu na podane wyżej argumenty, chów sandacza wydaje się niecelowy niezależnie od jego sortymentu w basenach systemu SwS, ze względu na zagrożenie wysoką śmiertelnością, słabe przyrosty ryb oraz ich słabą kondycję.

Jesiotr syberyjski okazuje się być najbardziej obiecującym ze wszystkich badanych gatunków ryb. Ryby te bardzo dobrze przyrastają i przeżywają w warunkach produkcyjnych w systemie SwS. Można więc uznać, że jest to gatunek w pełni perspektywiczny w hodowli intensywnej na stawach karpionych. Należy tutaj wspomnieć o zastosowaniu niewielkiej modyfikacji w projekcie SwS dla tego gatunku, uwzględniającej dolne położenie jego otworu gębowego. Zmiana obecnego półokrągłego profilu koryta na prostokątny znacznie ułatwiłaby rybom pobieranie pokarmu, co mogłoby przyczynić się do obniżenia i tak całkiem zadowalającego współczynnika pokarmowego (1,3-1,4).

Technologia SwS jest również dość obiecująca w chowie pstrągów tęczowych w obiektach karpionych, ale jej dużą słabością jest konieczność przenoszenia ryb na kilka miesięcy poza system, gdy temperatura wody przekroczy 20°C. Same przyrosty pstrągów można jednak uznać za zadowalające. Efektywność ekonomiczna chowu pstrągów tęczowych w systemach SwS jest tematem przyszłościowym. Być może systemy SwS będą lepiej sprawdzać się w przypadku zainstalowania w głębszych stawach karpionych, o stabilnej głębokości, zasilanych wodą o niższej temperaturze. Być może warto byłoby opracować system schładzania wody w basenach. Stworzyłyby to lepsze warunki tuczu dla pstrągów, ale zwiększyłyby koszt energii. Z pewnością są to zagadnienia zasługujące na dalsze badania.

Wadą technologii SwS są z pewnością wysokie koszty eksploatacyjne, wynikające z konieczności stosowania energii elektrycznej do zasilania pompy mamut. Należy jednak pamiętać, że w trakcie prowadzonych doświadczeń uzyskano małą ilość ryb, niemal dziesięciokrotnie mniej, aniżeli wynosi teoretyczny limit określony dla tej technologii. Tym samym, przy wyższej produkcji, koszt energii rozłożyłby się na większą liczbę jednostek produkcji i byłby znacząco mniejszy. W dotychczasowej praktyce największymi problemami okazały się te techniczno-technologiczne – awarie i niedomagania pomp, agregatów, systemu natleniania, które skutkowały dużymi śnięciami ryb. Niewątpliwie byłoby warto wzbogacić tę

instalację o system powiadamiania i ostrzegania przed zmianami parametrów fizykochemicznych wody.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu pt.: „Innowacyjne metody intensyfikacji produkcji ryb w stawach, polegające na optymalizacji wykorzystania istniejącej powierzchni hodowlanej i zastosowaniu nowatorskich rozwiązań technologicznych, umożliwiających chów perspektywicznych gatunków ryb (łososiowatych, drapieżnych, jesiotrowatych) przy jednoczesnym zachowaniu ekologicznych walorów stawów i ekonomiczno-społecznym wzmocnieniu polskiej akwakultury – STAWPROPLUS”, w ramach działania „Innowacje” o którym mowa w art. 47 rozporządzenia 508/2014 w ramach Priorytetu 2 - Wspieranie akwakultury zrównoważonej środowiskowo, zasobooszczędnej, innowacyjnej, konkurencyjnej i opartej na wiedzy, zawartego w Programie Operacyjnym „Rybactwo i Morze”.

Autorka składa podziękowanie pracownikom naukowym Zakładu Rybactwa Stawowego w Żabieńcu IRS-PIB za merytoryczne wsparcie podczas tworzenia ostatecznej wersji tej pracy.

LITERATURA

1. Antychowicz J., Pękała A. 2015. Stres i zależne od stresu bakteryjne choroby ryb. *Życie Wet.* 90, 450-460.
2. Assefa A., Abunna F. 2018. Maintenance of fish health in aqua-culture: Review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. *Vet. Med. Int.* <https://doi.org/10.1155/2018/5432497>
3. Bovenkerk B., Meijboom F.L.B. 2012, The moral status of fish. The importance and limitations of a fundamental discussion for practical ethical questions in fish farming. *J. Agric. Environ. Ethics* 25, 843-860.
4. Gormley T.R. 2006. Fish as a functional food. *Food Sci. Technol.* 20, 25-28.
5. Hoque M.Z., Sultana N., Haque A., Mahmud Foisal M. T. 2022. Personal and socioeconomic factors affecting perceived knowledge of farmed fish. *J. Agric. Food Res.* 8, p.100310.
6. Hoque M.Z., Alam M.N. 2020. Consumers' knowledge discrepancy and confusion in intent to purchase farmed fish. *Brit. Food J.* 122, 11, 3567-3583.
7. Naghashyan, H.Z., Hakobyan A. R., Martirosyan A.A. 2018. A new disease in fish farms of Armenia. *Ann. Agrar. Sci.* 16, 410-412.

8. Pulcini D., Franceschini S., Buttazzoni L., Giannetti C., Capoccioni F. 2020. Consumer preferences for farmed seafood: an Italian case study. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 29, 445-460.
9. Schulte P.M. 2014. What is environment stress? Insight from fish living in variable environment. *J. Exp. Biol.* 1, 23-34.
10. Śnieszko S. 1974. The effects of environmental stress on out-breaks of infectious diseases of fishes. *J. Fish Biol.* 6, 197-208.