

WYKORZYSTANIE MATERIAŁU ZARYBIENIOWEGO PRODUKOWANEGO W SYSTEMACH RECYRKULACYJNYCH DO ZARYBIEŃ

MIROSLAW SZCZEPKOWSKI, ZDZISŁAW ZAKĘŚ,
BOŻENA SZCZEPKOWSKA

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie

Wstęp

Systemy recyrkulacyjne – RAS (*Recirculating Aquaculture System*) są jednym z najszybciej rozwijających się obszarów akwakultury i coraz częściej są wykorzystywane do produkcji materiału zarybieniowego i obsadowego. W Norwegii praktycznie całość smoltów łososia wykorzystywanego do intensywnego chowu w sadzach morskich pochodzi z RAS. Obecnie rozwijane są technologie podchowu gatunków ryb, które jeszcze do niedawna uchodziły za zbyt trudne do chowu w warunkach kontrolowanych, takich jak ryby drapieżne czy reofilne. Odpowiednia technologia chowu w odniesieniu do ryb, które mają być wypuszczone do naturalnego środowiska, w którym mają sobie same poradzić, to tylko jedna strona medalu. Drugim z istotnych zagadnień, związanych z wykorzystaniem materiału zarybieniowego pochodzącego z RAS jest niewielka wiedza o efektach zarybień. Problem ten jest bardzo mało poznany, zarówno ze względu na złożoność i czasochłonność tego typu badań, ale także przez wspomniany wyżej fakt, że są to technologie nowe i wciąż bardzo dynamicznie rozwijające się. W związku z tym opisano wyniki i spostrzeżenia na temat wykorzystania materiału zarybieniowego różnych gatunków ryb wychowanych w systemach recyrkulacyjnych. Zwrócono uwagę na praktyczne aspekty zagadnienia, z uwzględnieniem możliwych korzyści i występujących problemów.

Możliwości wykorzystania systemów recyrkulacyjnych do zarybień

Materiał wychowany w systemach recyrkulacyjnych może być wykorzystany w zarybieniach na dwa sposoby:

- bezpośrednio po podchowcie następuje wypuszczenie ryb do wód otwartych,
- pośrednio, gdy najpierw jest obsadzany w stawach, a dopiero potem trafia do jezior i rzek.

W pierwszym wariantcie zarybienia mogą być realizowane w różnych porach roku od wiosny do jesieni, a wypuszczane ryby nie mają wcześniej kontaktu z warunkami naturalnymi. Wykorzystując stawy jako etap pośredni, zarybienia realizuje się w zasadzie jesienią, po odłowach stawów. Odławiane wówczas ryby częściowo adaptują się do warunków naturalnych, m.in. poprzez umiejętność zdobywania pokarmu czy kontakt z czynnikami patogennymi.

Ocena efektywności zarybienia w warunkach naturalnych jest bardzo trudna, m.in. ze względu na długi okres i wysoki koszt badań, a także brak pełnej kontroli miejsc zarybienia. Do wstępnej, przybliżonej weryfikacji efektywności zarybień można wykorzystać warunki stawowe, należy jednak pamiętać, że nie oddają one w pełni warunków naturalnych (brak lub mniejsza obecność drapieżników, większa dostępność pokarmu). Bardzo dużym problemem jest rozpoznawanie w odłowie ryb pochodzących z zarybień, z czym wiąże się konieczność ich znakowania, jednak na podstawie odczytu znaczków można uzyskać wiele cennych informacji.

Znakowania

Znakowanie wypuszczanych ryb jest jednym z niezbędnych elementów weryfikacji efektywności zarybień, bowiem tylko w nielicznych wypadkach (jednorazowych zarybień gatunkiem, który nie występuje w danym akwenu) można tego dokonać bez pomocy znaczków. Znakowania powinny cechować się trwałością znacznika (długi okres retencji znacznika w ciele), niewielkim wpływem na ryby (przeżywalność i wzrost), możliwością zastosowania w dużej skali. Bardzo istotną cechą jest łatwość odnalezienia znacznika u odłowionych ryb, co często ma miejsce po kilku latach od znakowania. W badaniach krótkookresowych, np. w czasie jednego sezonu w stawach bardzo skuteczne okazały się barwniki elastomerowe – VIE (*visible implant elastomer*), natomiast w wodach otwartych znaczniki magnetyczne – CWT (*coded wired tags*) (Zakęś i in. 2015b). Za ich pomocą można skutecznie i bezpiecznie znakować ryby o masie ciała powyżej 1 g, bez negatywnego wpływu na znakowany narybek (Szczepkowski i in. 2015, Zakęś i in. 2015a). U ryb większych (o masie ciała powyżej 100 g) można zastosować techniki transponderów radiowych, umożliwiających śledzenie ryb i obserwację ich zachowań po wypuszczeniu. Największy problem stanowi znakowanie ryb bardzo małych (masa ciała poniżej 1 g). W zasadzie jedyną skuteczną metodą są barwniki wbudowujące się w różne fragmenty ciała, jednak identyfikacja tych znaczków i tym samym weryfikacja efektów zarybień jest bardzo trudna, zwłaszcza w warunkach komercyjnych.

Czynniki wpływające na efektywność zarybień

Istnieje wiele czynników, które mają wpływ na losy wypuszczanego narybku. Można je podzielić na kilka grup, związanych:

- ze sposobem (technologią) podchowu ryb,
- z przygotowaniem i przeprowadzeniem zarybienia,
- z warunkami środowiskowymi w zarybianych zbiornikach.

Jednym z najważniejszych czynników wpływających na efekty zarybiania jest wielkość wypuszczanych ryb. W przypadku ryb wychowanych w tradycyjny sposób, np. w stawach, z wykorzystaniem pokarmu naturalnego, ich przeżywalność w środowisku naturalnym wzrasta wraz z wielkością wprowadzanego materiału (Szczerbowski 1993). W takim przypadku celowe są dłuższe podchow, umożliwiające uzyskanie cięższego materiału. Ta zależność nie potwierdza się u narybku podchowyanego w systemach recyrkulacyjnych. U sandacza pochodzącego z RAS o masie ciała (od 1,5 do 18,5 g), wypuszczonego do stawów nie stwierdzono istotnych różnic końcowej masy ciała i przeżywalności (Zakęś i in. 2015c), natomiast u szczupaka, wraz ze wzrostem wielkości wprowadzanych ryb stwierdzono istotne obniżenie końcowej masy ciała (Szczepkowski i in. 2012). Podobne wyniki uzyskano po zarybieniach tymi gatunkami w 6 jeziorach Pojezierza Mazurskiego i Suwalskiego. Tylko w jednym przypadku (jezioro Skarż Wielki) zwiększenie masy ciała obsadzanych ryb dało istotnie lepsze efekty. Na przeżywalność wypuszczanego narybku może mieć wpływ jego jakość biologiczna, m.in. występowanie deformacji rozwojowych. Podczas podchowu w systemach recyrkulacyjnych może to być bardzo duży problem, występujący np. u ryb karpowatych, ale także drapieżnych czy koregonidów (Wunderlich i in. 2007). Stwierdzono, że występowanie różnych deformacji jest silnie związane z żywieniem paszami komponowanymi (np. u certy, lina, karasia pospolitego) (Sikorska 2013) i wzrasta wraz z długością okresu podchowu w RAS (Szczepkowski i in. 2014a). Z drugiej strony, są również przykłady, że ryby ze skróconymi pokrywami skrzelowymi (charakterystyczna deformacja w RAS) dobrze radzą sobie w środowisku naturalnym i są licznie odławiane (fot. 1). Obserwowano to w kilku jeziorach zarybianych sandaczem (dane własne).

Podchow w RAS może wpływać na takie cechy plastyczne ciała, jak ubarwienie i kształt ciała ryb. Stwierdzono np., że kolor boków ciała młodocianych szczupaków różnił się w zależności od koloru ścian basenu podchowowego (Szczepkowski i Szczepkowska 2011), a wygrzbiecenie karasi pospolitych żywionych paszą było większe niż żywionych pokarmem naturalnym (Kapusta i in. 2013). Mogą to być również czynniki wpływające na losy narybku po zarybieniu, bowiem stwierdzono, że w przypadku karasia pospolitego szczupak preferował osobniki



Fotografia 1. Odłowiony sandacz z charakterystycznie skróconą pokrywą skrzelową
Foto: Ryszard Szczepaniak

o węższym ciele, co było związane z krótszym czasem ich przetrzymywania po schwytaniu przez drapieżnika (Nilsson i in. 1995).

Niektóre problemy zarybieniowe mogą wynikać z kształtowania się niewłaściwych cech zachowania podczas chowu w systemie recyrkulacyjnym. Mogą to być cechy związane z poruszaniem się ryb, zdobywaniem pokarmu (polowaniem u ryb drapieżnych) czy unikaniem drapieżników. Liczne badania przeprowadzone na wielu gatunkach, wskazują, że ryby pochodzące z podchowu nie mają właściwie wykształconych cech zachowania, umożliwiających im unikanie drapieżników, co czyni je potencjalnie łatwiejszymi ofiarami (Houde i in. 2010). Ryby żywione paszą są bardziej otluszczone, co z jednej strony umożliwia im dłuższe głodowanie, ale wpływa negatywnie na ich zdolność poruszania się. W badaniach narybku karasia pospolitego i wzdręgi podchowowych w RAS i obsadzonych następnie w stawach, wykazano wyższą przeżywalność ryb żywionych ochotką niż paszą (Sikorska i in. 2016).

Podczas podchowu narybku jesiennego siei w basenach obserwowano, że ryby nieustannie pływają wzdłuż ścian basenu podchowowego, natomiast po zarybieniu zachowują się długotrwale w podobny sposób, pływając w kółko w miejscu wypuszczenia. Prowokowało to ataki ryb drapieżnych i ptactwa (Szczepkowski, obserwacje własne) i powodowało duże straty wśród wypuszczanych ryb. Z kolei badania narybku ryb drapieżnych wykazały, że pomimo żywienia paszą są one w

stanie zaadaptować się do zmiany sposobu odżywiania i rozpoczęcia polowania na inne ryby. W badaniach sandacza i szczupaka żywionych paszą w RAS stwierdzono, że narybek doskonale adaptował się w stawach, a przeżywalność w pierwszym roku sięgała w przypadku szczupaka 35%, a niekiedy nawet ponad 90% (Szczepkowski i in. 2006, 2013), u sandacza zaś około 80% (Zakęś in. 2015c). Okazało się także, że zdolność adaptacyjna różnych gatunków ryb drapieżnych jest bardzo zróżnicowana, zdecydowanie największa u sandacza, mniejsza u szczupaka, a najslabsza u suma europejskiego (Szczepkowski, Szczepkowska 2004).

Często przyczyną niepowodzeń zarybieniowych może być niewłaściwy sposób przygotowania (odpicia) ryb i ich transportu. Dotyczy to szczególnie ryb delikatnych, takich jak na przykład sieja. U tego gatunku zaobserwowano, że nawet podczas krótkotrwałych transportów (do 1 godziny) występowało widoczne osłabienie ryb, a nawet śnięcia (fot. 2). Stwierdzone przyczyny były dość różne: zbyt wysoka temperatura wody, osłabienie ryb spowodowane niekorzystnymi warunkami środowiskowymi w systemie recyrkulacyjnym (np. wysoką koncentracją azotu amonowego), używanie niewłaściwych narzędzi odłowu, nadmierne zagęszczenie ryb podczas transportu.

Błędy wpływające na efekty zarybienia mogą być także wynikiem niewłaściwego jego przeprowadzenia. Przykładem może być nieodpowiednia pora dnia wy-



Fotografia 2. Widoczne osłabienie narybku siei po krótkotrwałym transporcie w workach z tlenem w temperaturze wody (16°C)

Foto: Mirosław Szczepkowski

puszczania ryb. Na przykład podczas zarybień narybkami letnimi siei w ciągu dnia, obserwowano, że bezpośrednio po zarybieniu ryby pływają tuż przy powierzchni wody. Miejsca takie były szybko wykrywane przez ptactwo rybożerne, co prowadziło do dużych strat. Dla uniknięcia takich niepożądanych skutków, zarybień tym gatunkiem należy dokonywać wieczorem lub w nocy, tak aby dać rybom czas na adaptację do nowych warunków. Istotny jest również sposób rozmieszczania ryb w zarybianym zbiorniku, który powinien być związany z ich specyfiką gatunkową. W przypadku szczupaka konieczne jest zarybianie punktowe w strefie litoralowej, z kolei podczas zarybień sandaczem dwóch jezior mazurskich uzyskano podobne wyniki, niezależnie od tego czy narybek wpuszczano punktowo na dużym obszarze, czy też grupowo przy brzegu. W obydwu wypadkach zwroty zarybianych ryb w okresie 4 lat po zarybieniu wynosiły 0,5-2% (Szczepkowski i in. 2014b).

Poza kwestiami związanymi z jakością materiału zarybieniowego i sposobem zarybiania, ogromną rolę odgrywają warunki środowiskowe w zarybianych zbiornikach. Doskonale ilustruje to przykład dwóch jezior na Pojezierzu Mazurskim zarybianych przez okres 4 lat narybkami szczupaka wychowanym w RAS z zastosowaniem pasz. Pomimo że obydwa jeziora były zarybiane jednakowym materiałem (pochodzącym z tego samego podchowalnika), w tym samym czasie i traktowanym według jednakowych procedur znakowania, transportu i zarybiania, to uzyskano w nich diametralnie różne wyniki (Szczepkowski i in. 2016). Biorąc pod uwagę różnice powierzchni w jeziorze Skarż odłowiono ponad 60-krotnie więcej szczupaków pochodzących z zarybień niż w jeziorze Warniak. Przyczyn tak dużych różnic należy upatrywać w warunkach panujących w obu tych jeziorach: jezioro Skarż Wielki charakteryzuje się bardzo niską przezroczystością wody, która może ułatwiać adaptację wpuszczanego narybku, w jeziorze Warniak zaś przezroczystość wody była znacznie większa i mogło to utrudniać ukrywanie się narybku szczupaka.

Warunki środowiskowe wyraźnie wpływają nie tylko na przeżywalność, ale także na wzrost ryb. Podchowy w basenach wykazały, że narybek pochodzący z systemów recyrkulacyjnych ma pod tym względem ogromny potencjał. Stwierdzono to np. u sandacza i szczupaka, które wykazywały ponadprzeciętne tempo wzrostu w jeziorach, osiągając masę ciała około kilograma już dwa lata po zarybieniu. Najprawdopodobniej jest to związane z faktem, że w okresie chowu w systemie recyrkulacyjnym narybek rośnie szybciej niż w warunkach naturalnych. Świadczy to również o tym, że narybek ryb drapieżnych wychowany w RAS nie traci cech „łowcy” i w warunkach naturalnych potrafi zmienić swój sposób odżywiania, przestawiając się z paszy na żywe ryby.

Przykłady efektów zarybień materiałem podchowanim w RAS

Ze względu na opisane powyżej trudności jest bardzo niewiele danych na temat wyników zarybień wód otwartych narybkiem wychowanym w RAS. Trzeba jednak stwierdzić, że problem ten dotyczy również innych rodzajów materiału zarybieniowego, np. wylęgu czy też narybku wychowanego w stawach. W tabeli 1 przedstawiono wyniki zarybień wybranych jezior narybkiem kilku gatunków ryb wychowanych w RAS. Ocena tych wyników jest niejednoznaczna. Biorąc jednak pod uwagę, że uwzględnia ona tylko odłowy rybackie (bez uwzględnienie połowów wędkarskich) w wielu wypadkach są one w pełni satysfakcjonujące.

Tabela 1. Wyniki zarybień wybranych jezior narybkiem wychowanym w systemach recykulacyjnych

Gatunek	Rodzaj materiału/ wielkość [g]	Jezioro	Okres od zarybienia [lata]	Przeżywalność [% wypuszczanych ryb]
Sandacz	narybek letni/1,5 g	Brożówka	5	2,34
Sandacz	narybek jesienny/7,0 g	Brożówka	5	1,87
Sandacz	narybek jesienny/17,5 g	Brożówka	5	2,06
Sandacz	narybek letni/1,5 g	Sejwy	5	0,58
Sandacz	narybek jesienny/7,0 g	Sejwy	5	0,26
Sandacz	narybek jesienny/17,5 g	Sejwy	5	1,02
Sieja	narybek letni/0,2 g	Ublik Mały	4	0,45
Szczupak	narybek letni/1,7 g	Skarż Wielki	5	1,59
Szczupak	narybek jesienny/8,5 g	Skarż Wielki	5	1,45
Szczupak	narybek jesienny/23,0 g	Skarż Wielki	5	5,03
Szczupak	narybek letni/1,7 g	Warniak	5	0,17
Szczupak	narybek jesienny/23,0 g	Warniak	5	0,00

Źródło: opracowanie własne

Podsumowanie

Niewątpliwie wykorzystanie ryb wychowanych w warunkach kontrolowanych może przynosić wymierne korzyści, wiąże się jednak również z wieloma zagrożeniami. Podstawową korzyścią chowu w systemach recykulacyjnych jest uniezależnienie się od zewnętrznych warunków meteorologicznych, co czyni cały proces bardziej przewidywalnym i powtarzalnym. Dzięki możliwości utrzymy-

wania na optymalnym poziomie termiki wody i innych czynników środowiskowych, można lepiej wykorzystywać potencjał wzrostowy ryb, istotnie zwiększać ich przeżywalność. Na przykład technologie podchowu narybku letniego siei i szczupaka pozwalają uzyskać przeżywalności rzędu 70-90% (Szczepkowski 2011, Szczepkowski, Szczepkowska 2013). Systemy recyrkulacyjne pozwalają na znacznie większą intensyfikację chowu w stosunku do metod tradycyjnych, czego przykładem może być podchów narybku jesiennego szczupaka. W 1 m³ objętości basenu podchowowego systemu recyrkulacyjnego uzyskuje się ilość narybku porównywalną z odłowem 2-3 ha stawów. Bardzo dużą zaletą chowu w RAS jest mniejsza wrażliwość ryb na manipulacje oraz łatwość odłowu i transportu wychowanych ryb. Dotyczy to nawet tak wrażliwych gatunków, jak sieja czy sandacz.

Wśród wad i zagrożeń związanych z chowem materiału zarybieniowego w RAS, należy wymienić przede wszystkim odmienne cechy behawioru powstające m.in. w wyniku ustabilizowanych warunków termicznych, świetlnych i pokarmowych. Jedną z metod przeciwdziałania temu zjawisku jest stosowanie w basenach podchowowych dodatkowych struktur. Przykładowo B. Wolska-Neja i Z. Neja (2006) nie odnotowali kanibalizmu podczas podchowu larw szczupaka w zbiornikach z umieszczonymi w nich różnymi elementami stanowiącymi kryjówki. Problemom związanym z niewłaściwym żywieniem (brakiem odpowiednich, dedykowanych dla danego gatunku i stadium rozwojowego pasz) można przeciwdziałać przez suplementację diety pokarmem naturalnym lub różnymi składnikami, np. witaminami. Wykazano, że wpływa to pozytywnie na jakość podchowujących ryb (Wunderlich i in. 2007), niestety często wiąże się to z bardzo wysokimi kosztami chowu. Występują również zagrożenia będące wynikiem braku kontaktu z naturalnymi czynnikami chorobotwórczymi, co powoduje, że ryby mogą być podatne na nie po wypuszczenia do środowiska naturalnego. Podejmowane są próby wzmacniania odporności podchowujących ryb przez stosowanie szczepionek lub biostymulatorów (Szczepkowska i in. 2009, 2014). Duże zagrożenia związane są z szeroko pojętymi zagadnieniami genetyki, chociaż problem ten dotyczy nie tylko materiału wychowanego w RAS. Jednak w przypadku systemów recyrkulacyjnych mają one znacznie większy wymiar, np. ze względu na wysoką efektywność podchowu istnieje dużo większa pokusa stosowania niewielkiej liczby tarlaków, co może zaburzać strukturę genetyczną populacji (Ciereszko 2014).

Bardzo interesujące z praktycznego punktu widzenia byłoby porównanie efektów zastosowania materiału pochodzącego z RAS z dotychczas stosowanymi, tradycyjnymi metodami, jednak takie badania są bardzo nieliczne. W warunkach komercyjnego gospodarstwa stawowego, w którym szczupaka stosowano jako dodatek do obsad karpia, stwierdzono znacznie wyższą (10-40 razy) przeżywalność podchowanego narybku niż wylęgu (Szczepkowski, dane niepublikowane).

Podsumowując, należy stwierdzić, że na efekty zarybień może wpływać bardzo wiele czynników. Wiele z nich związanych jest z podchowem, inne z zarybieniami i w tym zakresie konieczna jest praca w celu wyeliminowania zauważonych problemów. Wyniki pokazują również, jak silnie efekty zarybień mogą zależeć od specyficznych warunków zarybianego jeziora. Wynika z tego konieczność indywidualnego analizowania celowości zarybień poszczególnych zbiorników, uwzględniając także wybór optymalnych form materiału zarybieniewego. Nie jest oczywiście możliwa ocena efektywności zarybień we wszystkich jeziorach, wydaje się jednak niezbędne przeprowadzenie takich badań w odniesieniu do wybranych zbiorników, reprezentatywnych dla danych typów rybackich jezior. Brak wiedzy w tym zakresie będzie powodował, że w wielu wypadkach nasze zarybienia będą służyć tylko formalnemu wypełnieniu obowiązków wynikających z operatów rybackich.

Literatura

- Ciereszko A. 2014. Kontrowersje związane z wpływem zarybiania na naturalne populacje ryb. [W] *Wylęgarnictwo organizmów wodnych a bioróżnorodność*, red. Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS, Olsztyn, s. 27-40.
- Houde A.L.S., Fraser D.J., Hutchings J.A. 2010. *Reduced anti-predator responses in multi-generational hybrids of farmed and wild Atlantic salmon (Salmo salar L.)*. *Conserv. Gen.*, 11, s. 785-794.
- Kapusta A., Partyka K., Szczepkowska B., Jarmolowicz S., Hopko M., Piotrowska I., Kowalska A., Zakęś Z. 2013. *Impact of diet and culture conditions on the body shape of crucian carp (Carassius carassius L.)*. *J. Appl. Anim. Res.*, 41 (4), s. 462-469.
- Nilsson P.A., Brönmark C., Pettersson L. B. 1995. *Benefits of a predator – induced morphology in crucian carp*. *Oecologia*, 104, s. 291-296.
- Sikorska J. 2013. Ocena skuteczności metod zapobiegania negatywnym skutkom stosowania pasz w podchowcie młodocianych ryb karpiowatych. [W] *Innowacje w wylęgarnictwie organizmów wodnych*, red. Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS Olsztyn, s. 209-218.
- Sikorska J., Kamiński R., Szczepkowski M., Wolnicki J. 2016. Wstępna ocena efektywności chowu w warunkach stawowych młodocianego karasia pospolitego (*Carassius carassius*) i wzdręgi (*Scardinius erythrophthalmus*) z systemów recykulacyjnych. [W] *Wylęgarnictwo, podchow ryb i zarybienia*, red. Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś. Wyd. IRS Olsztyn, s. 177-186.
- Szczepkowska B., Siwicki A.K., Szczepkowski M., Głabski E., Kazuń B., Kazuń K., Terech-Majewska E., Majewicz-Zbikowska E. 2009. *Wpływ glukanu 1,3-1,6-b-D (Leiber-Beta S, Niemcy) na nieswoiste mechanizmy obronne u siei (Coregonus lavaretus L.) w intensywnych systemach chowu*. *Komun. Ryb.*, 6, s. 1-5.

- Szczepkowska B., Terech-Majewska E., Piotrowska I., Siwicki A.K., Stabiński R., Szczepkowski M. 2014. 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, s. 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, s. 53-63.
- Szczepkowski M., Szczepkowska B. 2004. Próba oceny przejścia na pokarm naturalny narybku ryb drapieżnych pochodzących z intensywnego chowu na paszach sztucznych. [W] *Stan i uwarunkowania rybactwa w 2003 roku*, red. M. Mickiewicz i A. Wołos. Wyd. IRS, Olsztyn, s. 55-63.
- Szczepkowski M., Szczepkowska B. 2011. Wpływ koloru wewnętrznych ścian basenów na wyniki podchowu juwenalnego szczupaka (*Esox lucius*). [W] *Nowe gatunki w akwakulturze – rozród, podchów, profilaktyka*, red. Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS, Olsztyn, s. 153-160.
- Szczepkowski M., Szczepkowska B. 2013. Podchów szczupaka w warunkach kontrolowanych – aktualne metody i nowe możliwości. [W] *Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2012 roku*, red. M. Mickiewicz. Wyd. IRS Olsztyn, s. 117-126.
- Szczepkowski M., Szczepkowska B., Wunderlich K. 2006. *Wykorzystanie narybku szczupaka (Esox lucius) pochodzącego ze sztucznego chowu do zarybień stawów – wstępne wyniki i obserwacje*. Komun. Ryb., 5, s. 1-3.
- Szczepkowski M., Zakęś Z., Kapusta A., Szczepkowska B., Hopko M., Jarmołowicz S., Kowalska A., Kozłowski M., Partyka K., Piotrowska I., Wunderlich K. 2012. *Growth and survival in earthen ponds of different sizes of juvenile pike reared in recirculating aquaculture systems*. Arch. Pol. Fish., 20, ss 267-274.
- Szczepkowski M., Zakęś Z., Kapusta A., Szczepkowska B., Hopko M., Jarmołowicz S., Kowalska A., Kozłowski M., Partyka K., Piotrowska I., Wunderlich K. 2013. *Wzrost i przeżywalność w stawach ziemnych różnych form juwenalnego szczupaka wychowanego w systemach recyrkulacyjnych*. Komun. Ryb., 1, s. 29-33.
- Szczepkowski M., Zakęś Z., Kapusta A., Szczepkowska B., Hopko M., Jarmołowicz S., Kowalska A., Kozłowski M., Partyka K., Piotrowska I., Wunderlich K. 2014a. *Efektywność zarybień stawów ziemnych różnymi grupami wielkości narybku szczupaka (Esox lucius) i sandacza (Sander lucioperca) wychowanymi w systemach recyrkulacyjnych – wyniki wstępne*. [W] *Wylęgarnictwo organizmów wodnych a bioróżnorodność*, red. Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska. Wyd. IRS Olsztyn, s. 59-66.
- Szczepkowski M., Zakęś Z., Wunderlich K., Szczepkowska B., Kapusta A. 2014b. *Wstępne wyniki zarybień jezior narybkiem sandacza wychowanym w systemie recyrkulacyjnym*. [W] *Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2013 roku*, red. M. Mickiewicz, A. Wołos. IRS Olsztyn, s. 133-142.
- Szczepkowski M., Zakęś Z., Szczepkowska B., Piotrowska I., Kozłowski M., Wunderlich K., Kapusta A. 2015. *Tag retention, growth rate, and survival of juvenile pike tagged with visible implant elastomer and coded wired tags*. Bulg. J. Agric. Sci., 21 (1), s. 12-16.

- Szczepkowski M., Zakęś Z., Szczepkowska B., Wunderlich K., Kozłowski M., Piotrowska I. 2016. Zróżnicowane efekty zarybień szczupakiem (*Esox lucius*) dwóch jezior mazurskich. [W] *Wylęgarnictwo, podchowy ryb i zarybienia*, red. Z. Zakęś, K. Demśka-Zakęś. Wyd. IRS Olsztyn, s. 233-241.
- Szczerbowski J.A. red. 1993. *Rybactwo śródlądowe*. Wyd. IRS Olsztyn, s. 253-258.
- Wolska-Neja B., Neja Z. 2006. *Grow-out of northern pike (Esox lucius L.) larvae under uncontrolled conditions*. Acta Ichthyol. Piscat., 36 (2), s. 105-112.
- Wunderlich K., Szczepkowski M., Kozłowski M., Szczepkowska B. 2007. Zastosowanie różnych pasz sztucznych i biostymulatora w podchowcie narybku siei jeziorowej. [W] *Rozród, podchów, profilaktyka ryb jeziorowych i innych gatunków*, red. J. Wolnicki i in. Wyd. IRS, Olsztyn, s. 103-108.
- Zakęś Z., Kapusta A., Hopko M., Szczepkowski M., Kowalska A. 2015a. *Growth, survival and tag retention in juvenile pikeperch (Sander lucioperca) in laboratory conditions*. Aquac. Res., 46, s. 1276-1280.
- Zakęś Z., Szczepkowski M., Kapusta A., Rożyński M., Stawecki K., Pyka J., Szczepkowska B., Wunderlich K., Kozłowski M., Kowalska A., Hopko M. 2015b. *Z akwakultury do natury. Opracowanie alternatywnych metod zarządzania rybołówstwem drapieżnych ryb jeziorowych*. Wyd. IRS, Olsztyn, ss. 224.
- Zakęś Z., Szczepkowski M., Szczepkowska B., Kowalska A., Kapusta A., Jarmołowicz S., Piotrowska I., Kozłowski M., Partyka K., Wunderlich K., Hopko M. 2015c. *Effects of stocking earthen ponds with pikeperch (Sander lucioperca (L.)) fingerlings reared in recirculating aquaculture systems – effects of fish size and presence of predators*. Bulg. J. Agric. Sci., 21 (1), s. 5-11.