

Problem występowania osobników interseksualnych u ryb jesiotrowatych



Małgorzata Rzepkowska¹, Dobrochna Adamek¹,
Teresa Ostaszewska¹, Marek Łukasz Roszko²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

²Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
im. Prof. Wacława Dąbrowskiego

Jesiotry niegdyś występowały powszechnie w wodach Eurazji oraz Ameryki Północnej. Z powodu przełowień oraz dewastacji ich naturalnych siedlisk, większość dzikich populacji jesiotrów wyginęła lub jest zagrożona wyginięciem. Obecnie prowadzonych jest wiele programów mających na celu restytucję lub reintrodukcję jesiotrów w ich pierwotne obszary występowania, w tym również w Polsce. Jednocześnie od lat 80. XX wieku, a w Polsce od 1997 r. dynamicznie rozwija się akwakultura jesiotrów. Rozwój tej akwakultury stanowi obecnie obiecującą gałąź gospodarki rybackiej, umożliwiającą zaspokojenie globalnego zapotrzebowania na mięso oraz najbardziej cenny produkt pozyskiwany z jesiotrów – kawior. Hodowla jesiotrów stanowi tym samym alternatywę pozyskiwania produktów od dziko żyjących osobników oraz umożliwia odchów jesiotrów do celów restytucyjnych. Zarówno ochrona naturalnych populacji, jak i rozwój hodowli jesiotrów wymaga poznania wszystkich aspektów związanych z rozrodem tych ryb. Jest to zadanie szczególnie trudne, ze względu na bardzo długi cykl reprodukcyjny, brak dymorfizmu płciowego oraz brak informacji dotyczących czynników determinujących płęć u jesiotrów.

Wszystkie gatunki jesiotrów uważane są za gonochorystyczne, czyli takie, których osobniki są samcami lub samicami, natomiast obojność uważane jest za zjawisko patologiczne. Z tego powodu rosnąca liczba doniesień o występowaniu osobników obojnych wśród wielu gatunków jesiotrów stanowi niepokojące zjawisko, zarówno z punktu widzenia hodowli, jak i ochrony gatunkowej. Osobniki obojne zidentyfikowano między innymi w populacjach jesiotra rosyjskiego [16], jesiotra zachodniego [16], jesiotra ostronosego [14], jesiotra krótkonosego [3]. Zazwyczaj osobniki obojne nie stanowią dużego odsetka populacji, a ich występowanie nie przekracza 3% osobników. Zidentyfikowano jednak populację, w których osobników obojnych było więcej: aż 11,6% u jesiotra krótkonosego z rzek Delaware i Cooper (Stany Zjednoczone) [10] oraz 29% samców z populacji łopatonosa białego z rzeki Missisipi [5].

Występowanie osobników obojnych w dzikich populacjach wiąże się często z zanieczyszczeniem wód substancjami pochodzenia antropogenicznego, powodującymi zaburzenia hormonalne (ang. *Endocrine Disrupting Chemicals* – EDC), jak DDT (dichlorodifenylotrchloroetan), PCB (polichlorowane bifenyle), BPA (bisfenol A), PBDE (polibromowane etery difenylowe) i ftalany [5, 10]. Wysoki poziom PCB oraz DDE (dichlorodifenylodichloroetylen – produkt rozpadu DDT) wykryto w tkance mięśniowej oraz ikrze łopatonosa białego, co wiązano z wysoką frekwencją osobników obojnych w tej populacji [5]. W populacji jesiotra białego zasiedlającego rzekę Kolumbia w gonadach i wątrobach trzech obojnych osobników wykazano obecność DDT i jego metabolitów, a także PCB i pestycydów

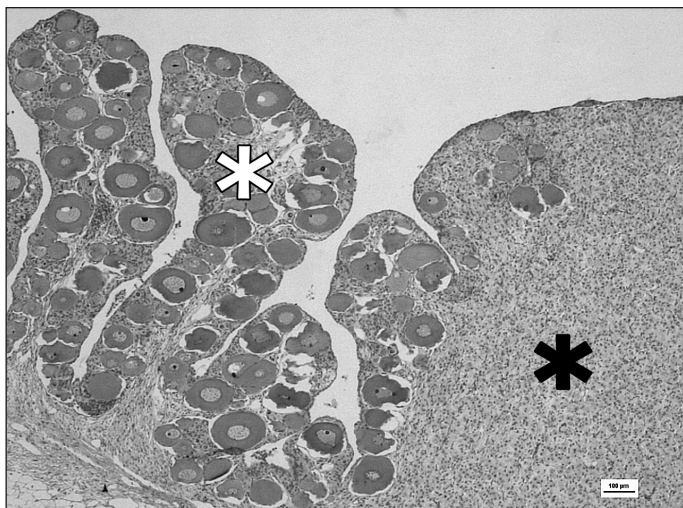


Fot. Jesiotr (fot. M. Kamaszewski)

[2]. Wykazano również ujemną korelację pomiędzy poziomem androgenów a stężeniem EDC w osoczu tych ryb [2]. Pojedyncze przypadki występowania osobników obojnych jesiotrów odnotowano również w akwakulturze. Niemniej dane literaturowe na ten temat są nieliczne, a faktyczny udział osobników obojnych w populacjach hodowlanych może być niedoszacowany, z uwagi na trudności związane z przyżyciową identyfikacją płci, szczególnie u niedojrzałych osobników. Tylko w populacji jesiotra rosyjskiego udokumentowano wyższy, 14% udział takich osobników [7].

Bardzo wysoki odsetek osobników obojnych (ponad 30%) został zidentyfikowany również u dwóch gatunków jesiotrów hodowlanych w Pracowni Ichtiobiologii i Rybactwa (PIR) SGGW, w trakcie prowadzenia badań nad rozwojem gonad u jesiotra rosyjskiego i syberyjskiego. Tak wysoki procent zidentyfikowanych osobników obojnych stanowił podstawę do podjęcia badań, mających na celu ustalenie potencjalnych przyczyn występowania tego zjawiska w akwakulturze oraz poznanie mechanizmów prowadzących do różnicowania gonad obupłciowych u jednego osobnika. W tym celu zbadano mikro- i makroskopowo gonady od 60 osobników jesiotra syberyjskiego i rosyjskiego, w różnych stadiach rozwoju, od 100. do 800. dnia po wykluciu. Badania ujawniły pojawienie się cech gonad obojnych w analizie mikroskopowej około 200. dnia po wykluciu. Makroskopowo gonady obojne rozpoznawano od 500. dnia po wykluciu, u obu badanych gatunków. Analiza mikroskopowa wykazała, że gonady obojne rozwijały się na podłożu jądra, zatem procesem odpowiedzialnym za różnicowanie się obupłciowych gonad była feminizacja (fot. 1). Proces feminizacji następujący w trakcie odchowu jesiotrów miał charakter powolny i postępujący, co skutkowało identyfikacją gonad obupłciowych o przewodzie tkanki jądra (jądro-jajniki – fot. 2) we wcześniejszych etapach rozwoju jesiotrów, natomiast w kolejnych okresach identyfikowano przewagę gonad z dominującą tkanką jajnika (jajniko-jądro).

Niewiele wiadomo na temat przyczyn występowania osobników obojnych w akwakulturze jesiotrów. Jako potencjalne przyczyny wskazywano dotąd uwarunkowania genetyczne [7, 15], warunki środowiskowe, w tym szok temperaturowy [7] oraz ekspozycję na EDC [7]. W przypadku populacji hodowlanych w PIR wpływ wszystkich tych czynników wykluczono. Poza wspomnianymi, można wskazać jeszcze jedną potencjalną przyczynę występowania osobników obojnych w obu badanych w PIR popu-



Fot. 1. Obraz mikroskopowy gonady obojnaczej jesiotra syberyjskiego (barwienie H-E, skala 100 μm). Biała gwiazdka – pofalowana część samicza gonady z rozwijającymi się oocytami. Czarna gwiazdka – gładka część samcza gonady z rozwijającymi się kanalikami nasiennymi



Fot 2. Obraz makroskopowy fragmentu gonady obojnaczej jesiotra rosyjskiego. Tworzenie fałd samiczej części gonady od strony brzusznej, na powierzchni samczej części gonady

lacjach. Wiadomo, że pasze komponowane dla ryb jesiotrowatych są oparte na wysokobiałkowych produktach, takich jak soja lub produkty sojowe [13]. Soja, poza wysokiej jakości białkiem jest także źródłem związków o działaniu słabych estrogenów, mogących wiązać się z receptorami estrogenowymi, powodując syntezę charakterystycznego dla samic jesiotrów białka – vitellogeniny [9]. Związki te określa się wspólnym mianem fitoestrogenów. W stosowanych paszach produkty sojowe stanowiły jeden z podstawowych składników. Dodatkowym czynnikiem mogącym sprzyjać chronicznej ekspozycji na fitoestrogeny z paszy było utrzymywanie ryb w obiegu recyrkulacyjnym. Pasze stosowane w odchowie jesiotrów w PIR zawierały znaczne stężenia fitoestrogenów, nawet do około 230 mg kg^{-1} (wyrażone jako suma zawartości genisteiny, daidzeiny, biochaninu A oraz equolu). Obecność wymienionych fitoestrogenów izoflawonowych wykryto także we krwi i tkankach ryb.

Występowanie osobników obojnaczych zaobserwowano również u niektórych gonochorystycznych ryb kostnoszkieletowych traktowanych hormonami płciowymi, co mogło być zwią-

zane z niewystarczającym stężeniem zastosowanych hormonów podczas rewersji płci [12]. Dotychczas udowodniono, że stosując odpowiednie dawki estradiolu (dominujący estrogen w trakcie cyklu reprodukcyjnego samic) można indukować płęć młodocianych osobników bestera z ponad 95% skutecznością. Pochodne estradiolu podawane w wyższych dawkach starszym osobnikom powodowały wystąpienie 50% prawidłowych jajników, 45% nieprawidłowych jajników oraz 5% gonad niezidentyfikowanych pod względem płci [11]. Można zatem przypuszczać, że pobranie fitoestrogenów zawartych w paszy może mieć wpływ na rozwój gonad obojnaczych, adekwatny do zastosowania ekwiwalentnej dawki estradiolu. Należy jednak zaznaczyć, że dotąd nie wykazano bezpośredniego wpływu fitoestrogenów zawartych w paszy na występowanie obojnactwa u jesiotrów. U innych gatunków ryb, jak gupik czy sumik kanałowy, stwierdzono, że podawanie wraz z dietą genisteiny, jednego z głównych fitoestrogenów obecnych w soi, powodowało występowanie osobników obojnaczych [1, 4]. Ekspozycja na genisteinę i equol (podawane bezpośrednio do wody) powodowała także pojawienie się osobników obojnaczych u medaki [8]. Ciekawe jest natomiast, że w zależności od gatunku ryb, traktowanie fitoestrogenami może być przyczyną nie tylko feminizacji, ale także maskulinizacji osobników. Wynika to z faktu, że fitoestrogeny wykazują słabe działanie estrogenowe i mogą oddziaływać zarówno agonistycznie, jak i antagonistycznie w stosunku do naturalnych estrogenów.

Występowanie osobników obojnaczych może mieć znaczenie zarówno dla ochrony dzikich populacji, jak i w akwakulturze jesiotrów, choć trudno określić dalekosiężne skutki obecności takich osobników w populacjach. Wiadomo już, że osobniki obojnacze dojrzewają płciowo i są zdolne do wytwarzania zarówno mlecza, jak i ikry, z których można uzyskać potomstwo poprzez zapłodnienie krzyżowe i samozapłodnienie [6, 15]. Samozapłodnienie, będące najbardziej ekstremalną formą wsobności w populacji, może negatywnie wpływać na genetyczne zróżnicowanie w dzikich populacjach jesiotrów. Do tej pory brak jest jednak doniesień na temat przypadków samozapłodnienia w naturalnym środowisku. Z punktu widzenia akwakultury, osobniki obojnacze mogą utrudniać identyfikację płci i formowanie stad jednopłciowych do rozrodu i produkcji kawioru.

Badania realizowano ze środków finansowanych przez NCBiR, grant NR12-0129-10/2010 pt „Nowoczesne technologie w hodowli jesiotrów”.

Literatura: 1. Chakraborty S.B., Molnár T., Hancz C., 2012 – J. Appl. Pharmac. Sci. 2 (12), 48-52. 2. Feist G.W., Webb M.A.H., Gundersen D.T., Foster E.P., Schreck C.B., Maule A.G., Fitzpatrick M.S., 2005 – Environmental Health Perspectives 113, 1675-1682. 3. Flynn S.R., Benfey T.J., 2007 – J. Fish Biology 70, 1027-1044. 4. Green C., Kelly A., 2009 – Fish Physiology Biochemistry 35, 377-384. 5. Harshbarger J.C., Coffey M.J., Young M.Y., 2000 – Marine Environmental Research 50, 247-250. 6. Henne J.P., Ware K.M., Wayman W.R., Bakal R.S., Horváth Á., 2006 – Trans. Am. Fish. Soc. 135, 55-60. 7. Jackson K., Hurvitz A., Yom Din S., Goldberg D., Pearlson O., Degani G., Levavi-Sivan B., 2006 – Gen. Comp. Endocr. 148, 359-367. 8. Kiparissis Y., Balch G., Metcalfe T., Metcalfe C., 2003 – Environmental Health Perspectives 111, 1158-1163. 9. Latonelle K., Le Menn F., Kaushik S.J., 2002 – Gen. Comp. Endocr. 126, 39-51. 10. Matshe M.A., Rosemary K.M., 2012 – J. Appl. Ichthyology 29, 299-309. 11. Omoto N., Maebayashi M., Mitsuhashi E., Yoshitomi K., Adachi S., Yamauchi K., 2002 – Fish. Sci. 68, 1047-1054. 12. Piferrer F., 2001 – Aquaculture 197, 229-281. 13. Ronyai A., Csengeri I., Varadi L., 2002 – J. Appl. Ichthyology 18, 682-684. 14. Van Eenennaam J.P., Doroshov S.I., 1998 – J. Fish Biol. 53, 624-637. 15. Williot P., Brun R., Rouault T., Pelard M., Mercier D., Ludwig A., 2005 – Aquaculture 246, 263-273. 16. Ziemankowski B., 1954 – Zeitschr. Fischerei Hilfswiss. 3, 235-236.

Aspects of the occurrence of intersex individuals in sturgeon populations

Summary

In contrast to the occurrence of hermaphroditic individuals as a reproductive strategy, which is observed in many fish species, intersexuality in sturgeon populations is considered pathological. The presence of intersex individuals has been reported for almost all sturgeon species, for both wild and cultured populations. Intersex individuals usually constitute a small percentage of wild populations. Intersexuality in wild populations is thought to be caused by pollution of the environment with Endocrine Disrupting Chemicals (EDC). Intersex individuals have also been found in cultured populations of various sturgeon species. In aquaculture, the high percentage of intersex individuals is probably partly due to the high content of soy and other phytoestrogen-rich plants in the diet of the sturgeon.

KEY WORDS: sturgeon, intersex, gonads, phytoestrogens

Zawartość wybranych pierwiastków toksycznych w produktach pszczelich



Beata Madras-Majewska, Zygmunt Jasiński, Barbara Zajdel, Jakub Gąbka, Maciej Ochnio, Witold Petryka, Zbigniew Kamiński, Joanna Ścięgosz

Pracownia Pszczelnictwa SGGW w Warszawie

Stopień zanieczyszczenia środowiska ocenia się zwykle metodami fizykochemicznymi, określając stężenie pierwiastków lub związków w powietrzu, wodzie i glebie. Można je także określić metodami biologicznymi. Metody bioindykacyjne znalazły zastosowanie w naukach przyrodniczych, weterynaryjnych, a także zootechnicznych. Rozwój przemysłu, motoryzacji i intensywnego rolnictwa przyczynia się do wzrostu zanieczyszczenia środowiska naturalnego, m.in. pierwiastkami o właściwościach toksycznych, które są kumulowane w biosferze Ziemi i z biegiem czasu wywierają coraz bardziej niekorzystny wpływ na życie biologiczne [6, 31]. Do najbardziej toksycznych pierwiastków należą ołów, kadm i arsen. Pierwiastki te często występują w środowisku w dawkach wyższych niż najwyższe dopuszczalne stężenie i mogą przyczyniać się do powstawania nowotworów u ludzi [17].

Pszczoła miodna (*Apis mellifera* L.) jest nierozłącznie związana ze środowiskiem, uzależniona w 100% od roślin, które dostarczają jej nektaru i pyłku. Korzysta też z wydzielin pąków roślinnych, które stanowią surowiec do produkcji propolisu. Obszar jaki oblatują pszczoły z jednej rodziny pszczelej najczęściej rozciąga się w promieniu 1,5-3,0 km od ula, czyli może mieć powierzchnię od 7,0 do ponad 30 km² [34]. To powoduje, że w ciągu każdego dnia robotnice oblatują wiele gatunków roślin i odwiedzają tysiące kwiatów. Dzięki temu zgromadzone przez rodzinę pszczełą produkty stanowią zbiorcze próby pochodzące z dużego obszaru. W surowcach zbieranych przez pszczoły oraz w pszczołach skumulowane mogą być także zanieczyszczenia występujące na danym terenie [25, 26]. Dlatego też pszczoły, miód, propolis i inne produkty pszczele mogą stanowić cenny materiał wskaźnikowy przy badaniu stanu skażenia środowiska naturalnego [23, 29]. W wielu publikacjach naukowych znajdują się informacje o zawartości me-

tali ciężkich w produktach pszczelich, zwłaszcza w miodzie, propolisie i obnóżach pyłkowych [1, 2, 13, 22], rzadziej w pierdze [36]. Istnieje ścisła zależność pomiędzy poziomem kumulacji metali ciężkich w glebie i roślinach a ich zawartością w produktach pszczelich [23, 29].

W związku z powyższym, w Pracowni Pszczelnictwa SGGW w Warszawie od 1998 r. prowadzone są badania nad zawartością metali ciężkich w produktach pszczelich z terenu całej Polski (108 pasiek, 324 rodzin pszczelich). Badano zawartość rtęci i ołowiu w propolisie, miodzie i pierdze. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że zawartość rtęci i ołowiu w miodzie była niska i w żadnej z prób nie przekraczała obowiązujących norm. Jedynym produktem, w którym zawartość rtęci i ołowiu przekraczała normę był propolis. Wykazano, że w większości terenów Polski nie ma zagrożenia skażenia produktów pszczelich rtęcią i ołowiem.

We współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu wykonano badania dotyczące określenia stopnia bioakumulacji wybranych pierwiastków o właściwościach toksycznych (cynk, miedź, ołów, arsen i kadm) w miodzie i propolisie pochodzącym z okolic Wrocławia. Zarówno w propolisie, jak i w miodzie stwierdzono taką samą zawartość badanych pierwiastków. Wykazano jednak, że w okolicach Wrocławia, który jest wielką aglomeracją, średnia zawartość ołowiu w 85% próbek przekraczała dwukrotnie dopuszczalne stężenie. Badania potwierdziły tendencję kumulacji większej ilości pierwiastków o właściwościach toksycznych w propolisie.