

Katarzyna TARASEWICZ *

ADAPTACJA INWAZYJNYCH GATUNKÓW ICHTIOFAUNY W WODACH ZATOKI GDAŃSKIEJ NA PRZYKŁADZIE *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS*

Babka bycza *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) jest rybą pochodzącą z rejonów Morza Czarnego, Morza Kaspijskiego i Morza Azowskiego [23]. Jednak od kilkunastu lat zasiedla nowe rejony geograficzne m.in. Zatokę Gdańską, w której w strefie przybrzeżnej stała się rybą dominującą. Sprzyjające dla babki byczej warunki środowiska w polskich wodach t.j.: brak naturalnych wrogów i dostatek pokarmu sprawiły, że gatunek ten zaczął się szybko rozprzestrzeniać i dominować w strefie litoralu. Jednakże nie tylko warunki środowiskowe ale również cechy biologii gatunku miały znaczący wpływ na kolejne etapy inwazji. Jedną z tych cech jest wysoka efektywność rozrodu. Stosunek ilości samców do samic u babki byczej ma istotny wpływ na efektywność opieki nad potomstwem i liczebność kolejnych pokoleń. Mała liczba samców prowadzi do powstawania dużych gniazd, których samiec nie jest w stanie upilnować, tym samym część rozwijającej się ikry jest wyjadana przez drapieżniki. Od początku inwazji w Zatoce Gdańskiej stwierdzano wyraźną przewagę liczby samców nad liczbą samic.

1. WSTĘP

Obecny rozwój komunikacji i transportu pozwala pokonywać ludziom i towarom w krótkim czasie ogromne odległości. Często przy okazji takich podróży zabierani są „pasażerowie na gapę” - organizmy przenoszone z rodzimego miejsca występowania, w którym zajmują określoną pozycję w ekosystemie, tzw. gatunki zawleczone. Część z nich nie jest w stanie przystosować się do nowych warunków, ale niektóre dzięki swoim zdolnościom adaptacyjnym zasiedlają nowe ekosystemy, (szczególnie jeśli natrafiają na sprzyjające warunki rozwoju), stając się zagrożeniem dla gatunków rodzimych - autochtonicznych. Człowiek od setek lat w sposób zamierzony przywoził

* Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk, kattaras@pg.gda.pl

z innych geograficznie regionów przydatne dla siebie rośliny i zwierzęta, wprowadzając do nowego środowiska obce gatunki. Introdukcja nowych gatunków coraz częściej jest także skutkiem działania niezamierzonego.

Według Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) w Europie zadomowiło się 10 tysięcy obcych gatunków. Roczne koszty zwalczania gatunków inwazyjnych i naprawiania szkód, które wyrządziły w UE to 12 mld euro [3].

W środowisku wodnym na introdukcję gatunków obcych istotny wpływ ma budowa kanałów i transport morski. Ikra i narybek nowych gatunków ryb przenoszone są głównie w zbiornikach balastowych statków.

Należy sądzić, iż w ten sposób został wprowadzony gatunek ryby - *Neogobius melanostomus*, który zasiedlił nowe dla siebie obszary takie jak: Zatoka Gdańska, Zalew Wiślany [2], rzeka St. Clair oraz Wielkie Jeziora Amerykańskie [5, 9].

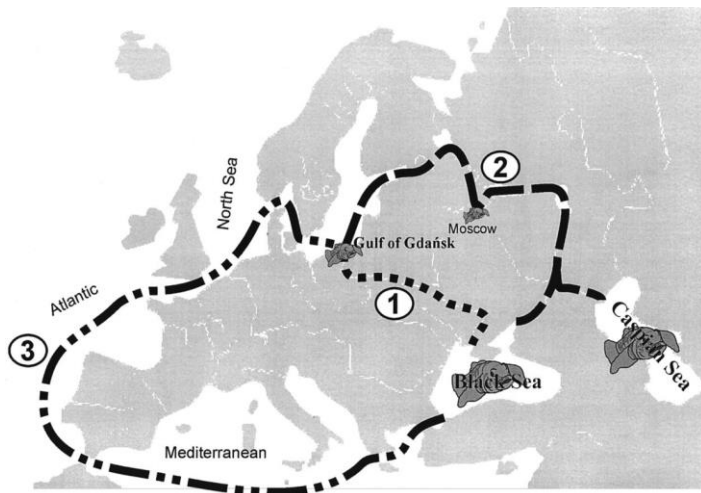
Ocenia się, że aż 90% introdukcji, z różnych powodów, kończy się niepowodzeniem, a jedynie w 10% przypadków dochodzi do utworzenia trwałych populacji.

Celem pracy było przeanalizowanie przyczyn sukcesu introdukowanego gatunku ryby *Neogobius melanostomus* na nowym obszarze, jakim jest Zatoka Gdańska. W opracowaniu zaprezentowano czynniki, które miały istotny wpływ na zajęcie nowej niszy ekologicznej przez ten gatunek.

2. POTENCJALNE DROGI INTRODUKCJI

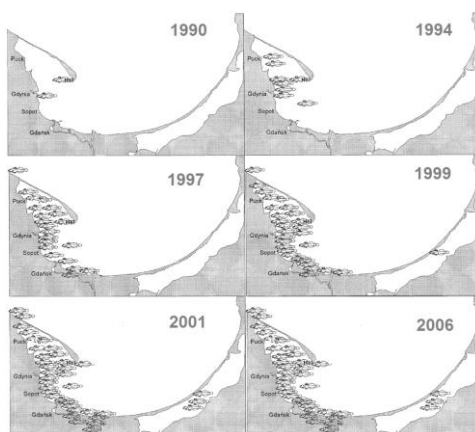
Pierwotnym rejonem występowania *N. melanostomus* jest obszar mórz: Czarnego, Azowskiego, Marmara oraz Morza Kaspijskiego [27]. Po raz pierwszy występowanie tego gatunku w Bałtyku zaobserwowano w 1990 roku w Zatoce Puckiej, w pobliżu portu w Helu [23]. W 1995 r. babka bycza pojawiła się w sprzedaży na stoisku Hali Rybnej w Gdyni [13]. W maju 1995 znaleziono dwa osobniki poza Zatoką Gdańską, bardzo blisko jej granicy, na plaży w Dębках [8, 13, 21]. Jesienią 2009 roku zaobserwowano pierwsze osobniki w połowach rybackich prowadzonych w jeziorze Dąbie [4].

Istnieją trzy hipotetyczne drogi zawleczenia babki byczej z Morza Czarnego lub Morza Kaspijskiego do Bałtyku. Pierwszą z nich jest szlak śródlądowy prowadzący z Morza Kaspijskiego przez rzeki Wołgę i rzekę Moskwę oraz jezioro Onega [23]. Za tą hipotezą przemawia fakt, iż w połowie lat osiemdziesiątych zaobserwowano występowanie tych ryb w rzece Moskwa [25]. Drugi szlak prowadzi z Morza Czarnego przez rzeki: Dniepr, Prypeć, Pinię, Kanał Królewski, oraz rzeki Bug i Wisłę [6]. Trzeci wariant zakłada drogę z Morza Marmara przez Morze Śródziemne, Atlantyk i Morze Północne [21] (rys. 1).



Rys. 1. Teoretyczne drogi introdukcji babki byczej do Zatoki Gdańskiej [21]

W Zatoce Gdańskiej początkowo (w roku 1990) powierzchnia zajmowana przez *N. melanostomus* stanowiła nie więcej niż 4 km² i w ciągu czterech lat wzrosła do 122 km², osiągając maksimum 410 km² w 2001 roku (rys.2). Prawdopodobnie gatunek opanował obszar akwenu dogodny dla rozwoju, ponieważ od tego czasu nie obserwuje się dalszego rozszerzania zasięgu występowania w Zatoce. Zasiedlane są natomiast nowe obszary m.in. Zalew Szczeciński i Zalew Kamieński, w 2009 roku liczebność populacji tego gatunku w w/w zbiornikach znacznie wzrosła w porównaniu z poprzednimi latami. W tym samym roku zaobserwowano również pierwsze osobniki babki byczej w wodach jeziora Dąbie [4].



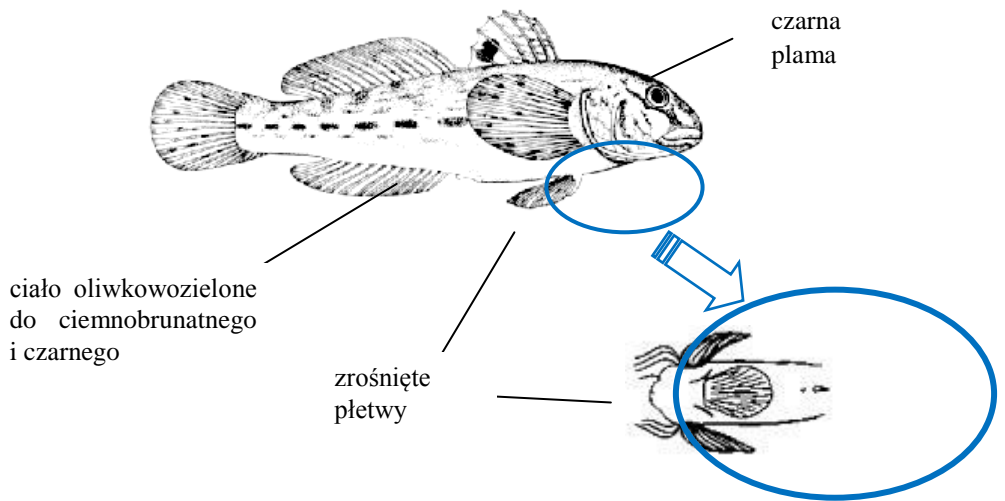
Rys. 2. Etapy inwazji babki byczej w Zatoce Gdańskiej

3. CHARAKTERYSTYKA GATUNKU

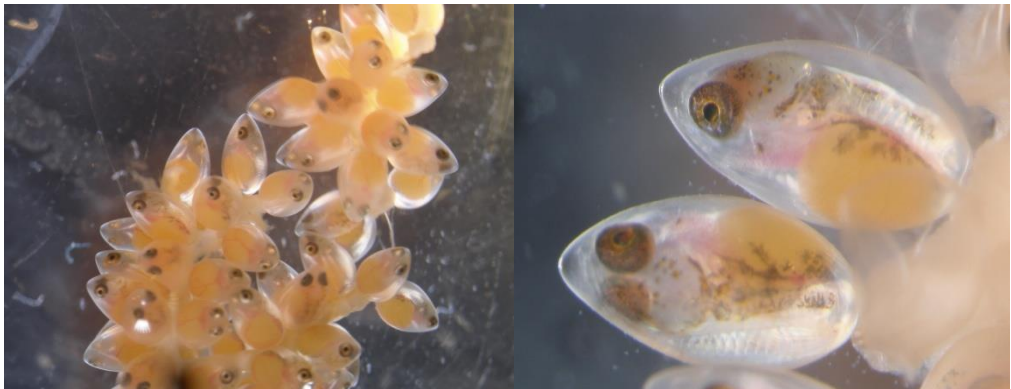
Babka bycza (rys.3) zaliczana jest do rzędu okoniowatych (*Perciformes*) i podrzędu babkowców (*Gobioidei*) [15]. Maksymalna jej długość wynosi 25 cm. Gatunek prowadzi przydenny tryb życia, bytując najczęściej w wodach przybrzeżnych na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Jest to gatunek eurytermiczny. Występuje na obszarach gdzie temperatura może wahać się pomiędzy -1 a +30 °C [17]. W sprzyjających warunkach atmosferycznych *N. melanostomus* może rozmnażać się przez cały rok. Zimą przemieszcza się na głębokość nawet kilkudziesięciu metrów [17]. Wiosną podchodzi do brzegów, gdzie w temperaturze wody 9-26 °C, na głębokości: 0,2-1,5 m odbywa się tarło [12, 17, 21, 28, 30].

W Morzu Bałtyckim rozród babki byczej trwa od kwietnia do września. Podczas tarła samce przybierają szatę godową i stają się prawie czarne. Samca od samicy można rozróżnić także na podstawie kształtu brodawki moczowo-płciowej [5, 14, 21]. Płodność wynosi 800-6177 ziaren ikry [18] (fot. 1). Podczas jednego sezonu samice składają do sześciu porcji ikry, która przyklejona zostaje do przedmiotów leżących na dnie [5]. Samiec opiekuje się gniazdem, natleniając je i chroniąc przed drapieżnikami [6]. W środowisku naturalnym ilość jaj, które przeżyją do wylęgu uzależniona jest od wielkości gniazda. W przypadku małych gniazd, w których liczba jaj nie przekracza 2000-3000 straty są niewielkie. Natomiast w dużych gniazdach liczących 8000-10000 straty mogą sięgnąć nawet 50–70 %. Usunięcie samca z gniazda powoduje szybkie pokrycie jaj grzybami, które w ciągu dwóch, trzech dni doprowadzają do obumarcia całego gniazda [12]. Przewaga samców w populacji powoduje zwiększenie liczby mniejszych gniazd co korzystnie wpływa na przeżywalność ikry.

W Zatoce Gdańskiej od początku inwazji stwierdzono, korzystną dla rozrodu, wyraźną przewagę liczby samców nad liczbą samic. W początkowych latach pojawienia się babki byczej stosunek liczbowy samców do samic był wysoki i wynosił około 4:1, a w kolejnych latach sukcesywnie malał nadal oscylując pomiędzy 3:1 a 2:1 [21]. Znacząca przewaga samców w populacji stwarzała możliwość tworzenia większej liczby niewielkich gniazd, w których przeżywalność ikry jest większa, niż w dużych gniazdach. W żadnym innym rejonie występowania tego gatunku ryb nie stwierdzono tak znaczącej dominacji samców w populacji, jak w Zatoce Gdańskiej.



Rys. 3. Babka bycza *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811)



Fot.1. Ikra *N. melanostomus*

4. BABKA BYCZA KONKURENCJĄ DLA RODZIMYCH GATUNKÓW

Stosunkowo niskie zasolenie wód Zatoki Gdańskiej stwarza możliwość bytowania w nich organizmów morskich, słonawo-wodnych i słodkowodnych. Według różnych źródeł lista gatunków ryb występujących w wodach zatoki wynosi od 60 do 75. Prawie połowa z nich występuje w wodach zatoki przez cały czas. Reszta należy do gatunków rzadkich. Jednakże dla większości z nich strefa przybrzeżna jest miejscem szczególnym. Bytują w niej tylko niektóre gatunki, ale również jest to obszar rozrodu

i siedlisko form larwalnych i narybkowych. W płytkim litoralu występują ryby młodociane (larwy, narybek) wielu gatunków, także tych których osobniki dorosłe można spotkać jedynie na otwartym morzu. Brak siedlisk dla ryb młodocianych danego gatunku skutkuje spadkiem liczebności ryb starszych roczników. Obecnie ryby ciernikowate i babki bycze stanowią w strefie brzegowej ponad 99% biomasy ichtiofauny. Ich liczebność i równomierne rozmieszczenie, uniemożliwiają rozwój młodocianych stadiów drapieżników, dla których później same mogłyby stanowić pokarm. Ponadto babka bycza konkuruje o kamieniste siedliska z dorosłymi osobnikami węgorzycy, węgorza i babki czarnej. Dieta pokarmowa dorosłych osobników tego gatunku ryb jest zbieżna nie tylko z wymienioną już węgorzycą, ale i młodzieżą storni. Można się spodziewać też, że stadia juvenilne są konkurentem siedliskowym i pokarmowym dla innych ryb demersalnych i dennych w tym babek: małej i piaskowej objętych w Polsce ochroną prawną.

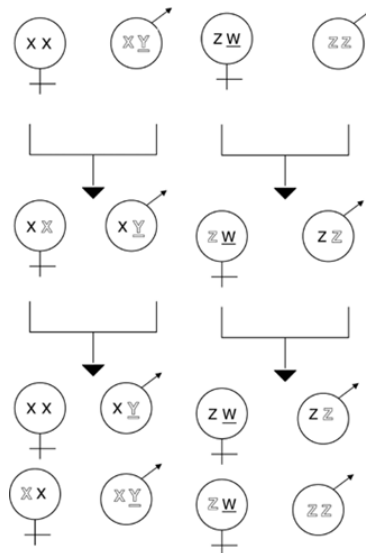
5. GENETYCZNE MECHANIZMY RÓŻNICOWANIA PŁCI U RYB

U ssaków chromosomy płci otrzymane w momencie zapłodnienia decydują o typie rozwijających się narządów płciowych. Jednak płeć wielu gatunków niższych kręgowców zależy już od temperatury, w której inkubowane są zarodki. Termiczna zasada determinacji płci zachodzi zgodnie z zasadą „wszystko albo nic”. Zwierzęta obojnacze przyjmują behawior męski lub żeński zwykle pod wpływem środowiska socjalnego. Systemy różnicowania płci pomiędzy blisko spokrewnionymi gatunkami mogą się różnić. Badania molekularne wskazują, że mechanizm, który wydaje się być taki sam może różnić się na poziomie genetycznym [22].

U większości gatunków ryb nie można wyróżnić chromosomów płci [19]. Mimo to u ryb rozdzielнопłciowych istnieją systemy genetycznego różnicowania płci. Molekularny mechanizm działania tych systemów pozostaje jednak nieznan. U ryb poznano wiele genetycznych systemów zróżnicowania płci [19], dwa z nich są najczęstsze: samcze heterogamety XY (np. *Salmoniformes*, *Cypriniformes*, *Cyprinodontiformes*) i samicze heterogamety (WZ) (np. *Cypriniformes*, *Anguilliformes*, *Perciformes*) [26]. Odpowiednio determinujący samca czynnik Y dominuje nad czynnikiem X i determinujący samicę czynnik W dominuje nad czynnikiem Z [20, 26] (rys. 3). Dwa przeciwstawne systemy XY i WZ mogą występować u blisko spokrewnionych gatunków ryb kostnoszkieletowych, jak u tilapii *Orochromis niloticus* i *O. aureus* [29] lub zębacza *Hypostomus* sp. [1].

U niższych kręgowców spośród czynników środowiskowych na determinację płci wpływać mogą trzy zasadnicze: temperatura, zasolenie i pH. W wodach Zatoki Gdańskiej zasolenie i pH utrzymują się na stałym poziomie, a czynnikiem mogącym decydować o różnicach w stosunku płci babki byczej mogłaby być temperatura.

Jednakże na podstawie badań własnych stwierdzono, że temperatura nie ma wpływu na stosunek płci u babki byczej. Podczas eksperymentów przeprowadzanych w temperaturach: 10, 15, 20, 25 °C stosunek samców do samic wynosił 1:1.



Rys. 4. Główne systemy różnicowania płci u ryb

Wiele gatunków morskich babkowatych zostało scharakteryzowanych, jako protogenetyczne obojnaki, posiadające możliwość wielokrotnych zmian płci w obu kierunkach [10]. *Trimma okinawae* może z samca zmienić się w samicę, a następnie z powrotem zostać samcem, w zależności od pozycji zajmowanej w stadzie [11].

Pomimo, iż babkowate stanowią bardzo dużą i różnorodną grupę, brak jest informacji na temat mechanizmów różnicowania u nich płci. Moiseyeva [16] opisała tworzenie pierwotnych komórek płciowych (PGC) u babki byczej w czasie rozwoju embrionalnego i u świeżo wyklutej larwy (długości 5,8 mm). W tym stadium gonady mają 73-85 komórek i są nieodróżnicowane. Również w początkowym okresie rozwoju ssaków tkanka jest nieodróżnicowana. Sygnały genetyczne decydują czy rozwinię się ona w gonady męskie czy żeńskie [7].

6. PODSUMOWANIE

Na szybki rozwój populacji babki byczej w Zatoce Gdańskiej złożyło się kilka czynników. Po pierwsze jest to gatunek euryhalinowy i eurytermiczny, który łatwo

przystosował się do zasolenia i temperatury akwenu. Po drugie ryba nie natrafiła na naturalnych wrogów, natomiast znalazła duże ilości pokarmu w postaci małży [24]. W końcu najważniejszym czynnikiem była wysoka efektywność rozrodu związana z tarłem porcyjnym i z opieką nad potomstwem sprawowaną przez samce, które w początkowym okresie inwazji znacząco przeważały liczebnie nad samicami.

LITERATURA

- [1] ARTONI R.F., VENERE P.C., BERTOLLO L.A.C., *A heteromorphic ZZ/ZW sex chromosome system in fish, genus Hypostomus (Loricariidae)*, Cytologia, 1998, Vol. 63, No. 4, 421-425.
- [2] BOROWSKI W., *Babka bycza w Zalewie Wiślanym*, Mag. Przem. Ryb., 1999, No. 4(12), 39.
- [3] Broszura informacyjna Europejskiej Agencji Środowiska (EEA), *Inwazyjne gatunki obce*, UE 2010,
- [4] CZUGAŁA A., WOŹNICZKA A., *The River Odra estuary – another Baltic Sea area colonized by the round goby Neogobius melanostomus Pallas, 1811*, 2010, Aquatic Invasion, No. 5, suppl. 1, 61-65.
- [5] CHARLEBOIS P. M., MARSDEN J. E. , GOETTEL R. G., WOLFE R. K., JUDE D. J., RUDNICKA S., *The round goby, Neogobius melanostomus (Pallas), a review of European and North American literature*, Sea Grant Program and Illinois Natural History Survey, Illinois-Indiana 1997, INHS Special Publication 20: 1–76.
- [6] CORCUM L.D., SAPOTA M. R., SKÓRA K.E., *The round goby, Neogobius melanostomus, a fish invader on both sides of the Atlantic Ocean*, Biol. Invasions, 2004, Vol.6, 173-181.
- [7] CREWS D., *Animal sexuality*. Scientific American, 1994, No. 270, 108-114.
- [8] GRYGIEL W., *Występowanie nowego gatunku babki Neogobius melanostomus (Pallas 1811) w polskich obszarach morskich*, Notatka w Zakładzie Biologii i Ochrony Zasobów MIR, Gdynia 1995.
- [9] JUDE D.J., REIDER R.H., SMITH G.R., *Establishment of Gobiidae in the Great Lakes basin* Canadian Journal Fish Aquatic Science, 199, Vol. 249, 416-421.
- [10] KOBAYASHI Y., KOBAYASHI T., NAKAMURA M., NAGAHAMA Y., SUNOBE T., *Gonadal structure and P450scc and 3_β-HSD immunoreactivity in the gobiid fish Trimma okinawae during bidirectional sex change*, Ichthyological Research, 2005, Vol. 52, Issue 1, 27–32.
- [11] KOBAYASHI Y., NAKAMURA M., SUNOBE T., USAMI T., KOBAYASHI T., MANABE H., PAUL-PRASANTH B., SUZUKI N., NAGAHAMA Y., *Sex Change in the Gobiid Fish Is Mediated through Rapid Switching of Gonadotropin Receptors from Ovarian to Testicular Portion or Vice Versa*. Endocrinology, 2009, Vol. 150, No. 3, 1503-1511.
- [12] KOVTUN, I. F., *Significance of the sex ratio in the spawning population of the round goby in relation to year-class strength in the Sea of Azov*, Ichthyol. 1979, Vol. 19, 161–163.
- [13] KUCZYŃSKI J., *Babka kragla N.melanostomus (Pallas 1811) - emigrant z Basenu Pontokaspjskiego w Zatoce Gdańskiej*, Bulletin Sea Fish Institut, 1995, 2 (135), 68-71.
- [14] MILLER, P. J., *The toksykology of goboid fishes. In Fish reproduction: strategies and tactics*, Academic Press pod red. R.J., Wootton, Londyn 1984, 119-153.
- [15] MILLER, P. J., *Gobiidae. In Fishes of the northeast Atlantic and Mediterranean*, pod red. P. J. P. Witehead, M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese, UNESCO, Paryż 1986, 1019–1095.
- [16] MOISEYEVA Y. B., *The development of the gonads of the round goby, Neogobius melanostomus (Gobiidae) during the embryonic period*, J. Ichthyol., 1983, Vol. 23, 64-74.

- [17] MOSKALKOVA K. I., *Ecological and morphophysiological prerequisites to range extension in the round goby Neogobius melanostomus under conditions of anthropogenic pollution*, J. Ichthyol., 1996, Vol. 36, 584–590.
- [18] NIKOLSKI G., *Ichtiologia szczegółowa*, PWRiL, Warszawa 1956, 487.
- [19] PANDIAN T.J., KOTEESWARAN R., *Ploidy induction and sex control in fish*. Hydrobiologia, 1998, Vol. 384, 167–243.
- [20] RICE W.R., *Evolution of the Y sex chromosome in animals*. Bioscience, 1996, Vol. 46, 331–343.
- [21] SAPOTA M.R., *Biologia i ekologia babki byczej Neogobius melanostomus (Pallas 1811) gatunku inwazyjnego w Zatoce Gdańskiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 2005, 117.
- [22] SCHARTL M., *A comparative view on sex determination in medaka*, Mech Dev, 2004, Vol. 121, 639–45.
- [23] SKÓRA K.E., STOLARSKI J., *New fish species in the Gulf of Gdańsk. Neogobius sp [cf. Neogobius melanostomus (Pallas 1811)]*, Bulletin of the SFI, Gdynia 1993, Vol. 1(128), 83.
- [24] SKÓRA K. E., Rzeźnik J., *Observations on food composition of Neogobius melanostomus Pallas 1811 (Gobiidae, Pisces) within the area of the Gulf of Gdańsk (Baltic Sea)*, J. Great Lakes Res., 2001, Vol. 27, 290–299.
- [25] SOKOLOV, L.I., SOKOLOVA, E.L., GOLOVIATOK G.Yu., *New inhabitants of the River Moscow* (in Russian). Priroda 1989, Vol. 9, 80–81.
- [26] SOLARI A. J., *Sex chromosomes and sex determination in vertebrates*. CRC Press, Boca Raton, Florida 1994, USA
- [27] SVETOVIDOV A.N., *Ryby Cernogo Moria*, Nauka Moskwa, 1964, 337–440.
- [28] TOMCZAK T.M., SAPOTA M.R., *The fecundity and gonad development cycle of the round goby (Neogobius melanostomus Pallas 1811) from the Gulf of Gdańsk*, Oceanological and Hydrobiological, 2006, Vol. 35, No. 4, 353–367.
- [29] TROMBK A. D., AVTALION R., *Sex determination in tilapia – a review*. Isr. J. Aquac.-Bamidgeh, 1993, Vol. 45 (1), 26–37.
- [30] WANDZEL T., *Babka okrągła Neogobius melanostomus (Pallas, 1811) – nowy komponent ichtiocenozy południowego Bałtyku*, Morski instytut Rybacki 2003.

ADAPTATION OF NON-NATIVE ICHTHYOFAUNA SPECIES TO THE GULF OF GDANSK WATERS ON THE EXAMPLE OF *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS*

Round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) is a bottom-dwelling fish that originating from the areas of the Black Sea, the Caspian Sea and the Sea of Azov. However, for several years has been occurring in new geographical regions such as Gulf of Gdansk. It has become dominant fish species in the coastal zone. Polish marine ecosystem conditions are environmentally friendly to *N. melanostomus* - there are no natural enemies and food sources are easily available. Due to this fact species has rapidly spread and dominated the demersal ichthyofauna. Not only environmental conditions but also biological characteristics affected the increasing colonisation. One of these features is high reproductive efficiency. Moreover sex ratio influenced on parental care and abundance of successive generations. Males are responsible for guarding nest sites. Therefore if the number of males is not enough, then the egg clutches are too large and not sufficiently protected against predators. Since the beginning of its appearance in the Gulf of Gdansk, strong male-biased sex ratio of the round goby has been observed.