

Krabik amerykański *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) z Zatoki Gdańskiej (południowy Bałtyk): rozmieszczenie, struktura populacji i podstawowe procesy fizjologiczne

Joanna Hegele-Drywa

Gatunki obce są jednym z głównych zagrożeń dla rodzimej bioróżnorodności i gospodarki człowieka. Niestety, skutki ich pojawienia się w nowych ekosystemach są często trudne do przewidzenia, gdyż ten sam gatunek obcy w jednym środowisku może mieć charakter inwazyjny, w drugim natomiast nie. Chociaż introdukcje gatunków obcych stanowią obecnie problem globalny, to są na świecie zbiorniki szczególnie podatne na ten proces. Jednym z nich jest Morze Bałtyckie, które ze względu na swoje specyficzne uwarunkowania hydrologiczne, fizyko-chemiczne, stosunkowo młody (w skali geologicznej) wiek oraz niską bioróżnorodność charakteryzuje się wysoką liczbą zawlekanych gatunków obcych. Z tego też względu przez badaczy akwen ten nazwany został „Morzem gatunków obcych”. Główną rolę w procesie introdukcji odgrywa transport morski – gatunki obce transportowane są w zbiornikach balastowych lub na kadłubach statków, niekiedy z bardzo odległych rejonów, zaś miejscami, w których pojawiają się najpierw są estuaria i zatoki, gdzie zlokalizowane są duże porty. Duży udział wśród gatunków introdukowanych do Bałtyku stanowią organizmy pochodzące z Ameryki Północnej. Jednym z nich jest krabik amerykański *Rhithropanopeus harrisi*, którego rodzimymi obszarami występowania są słone i słonawe wody południowo-zachodniej części Oceanu Atlantyckiego, od Kanady aż po Zatokę Meksykańską. W Europie gatunek ten po raz pierwszy został opisany w XVII wieku, w wodach Zuidersee w Holandii. W latach 50-tych ubiegłego stulecia krabika zaobserwowano w polskiej strefie Morza Bałtyckiego. Od tego momentu stabilna populacja tego gatunku występowała jedynie w Zalewie Wiślanym oraz w Martwej Wiśle. Od lat 2000-nych zaobserwowano natomiast coraz liczniejsze występowanie *R. harrisi* również w Zatoce Gdańskiej, w akwenu gdzie dotychczas nie stwierdzono populacji tego gatunku. Co ciekawe, krabik amerykański w ostatnich latach pojawił się nagle także w innych rejonach Morza Bałtyckiego, m.in. w Zalewie Kurońskim, Estuarium Odry, Zatoce Ryskiej oraz u wybrzeży Finlandii.

Od momentu pojawienia się gatunku obcego w ekosystemie niezwykle ważne jest monitorowanie jego rozprzestrzeniania, liczebności i struktury populacji, jak również

określenie wpływu na środowisko i gospodarkę człowieka. Takie informacje mają nie tylko charakter poznawczy, ale zgodnie z polityką Unii Europejskiej są niezbędne do oszacowania ryzyka jakie niesie za sobą introdukcja tego gatunku oraz do wyboru odpowiedniej metody zarządzania. Ponadto, według Dyrektywy Ramowej w Sprawie Strategii Morskiej, gatunki obce są jednym z kilkunastu deskryptorów stosowanych do oceny stanu wód morskich, przy czym jednym ze stosowanych kryteriów jest ich liczebność i status populacji w nowym środowisku. Należy dodać, że wiele gatunków obcych, m.in. krabik amerykański, kolonizuje często środowiska, które w znaczny sposób różnią się pod względem czynników abiotycznych i biotycznych od ich środowisk rodzimych. Może to prowadzić do wykształcenia specyficznych adaptacji, prowadzących do powstawania zróżnicowania fenotypowego i genotypowego w obrębie gatunku. U *R. harrisii*, który według literatury charakteryzuje się rozmieszczeniem skupiskowym, ograniczony przepływ genów pomiędzy odseparowanymi od siebie populacjami może dodatkowo sprzyjać takiemu zróżnicowaniu. Z drugiej strony, w niektórych rejonach, jak Zatoka Gdańska, w której zlokalizowane są dwa duże porty przeładunkowe, proces ten może być ograniczany przez kolejne introdukcje nowych osobników przy pomocy transportu morskiego. Mogą na to wskazywać wyniki badań molekularnych, które w dzisiejszych czasach, stają się nieodzownym narzędziem pozwalającym odpowiedzieć na wiele pytań dotyczących m.in. rozprzestrzenienia, zróżnicowania genetycznego czy nawet źródła introdukcji tych gatunków. W wyniku plastyczności fenotypowej, jak i genotypowej obserwujemy różne rodzaje adaptacji m.in. morfologiczne, które u skorupiaków przejawiają się przede wszystkim w wielkości i kształcie (proporcjach) pancerza oraz szczypiec. Ze względu na odmienne czynniki abiotyczne i biotyczne w kolonizowanych rejonach osobniki tego samego gatunku mogą się też charakteryzować różną kondycją oraz tempem procesów fizjologicznych, co w konsekwencji może wpływać na ilość energii dostępnej na wzrost i reprodukcję.

Pomimo, że krabik amerykański *R. harrisii* z powodzeniem kolonizuje Zatokę Gdańską już od kilkunastu lat, to w dotychczasowej literaturze brak było informacji na temat jego funkcjonowania w tym akwenie. Stąd za cele niniejszej rozprawy postawiono sobie określenie rozmieszczenia, struktury populacji oraz podstawowych procesów fizjologicznych tego gatunku z Zatoki Gdańskiej w oparciu o wieloletnie i wieloaspektowe badania. Badania te rozpoczęto od określenia przestrzennego rozmieszczenia i sezonowego występowania oraz zagęszczenia *R. harrisii*, a także zidentyfikowania gatunków bentosowych, współwystępujących z krabikiem [1]. Następnie określono strukturę wieku i strukturę płci populacji, wykonano charakterystykę morfometryczną pancerza i szczypiec oraz wyznaczono

mokrą i suchą masę *R. harrisii* [2]. Kolejno określono tempo podstawowych procesów fizjologicznych (konsumpcja pokarmu, wydalanie odchodów i amoniaku, metabolizm), jak również bilans energetyczny w odniesieniu do temperatury, która u organizmów zmiennocieplnych jest jednym z czynników najistotniej determinujących tempo procesów życiowych [3]. Jako ostatnie określono zróżnicowanie genetyczne oraz przepływ genów pomiędzy osobnikami *R. harrisii* pochodzącymi z dwóch skupisk zlokalizowanych w Zatoce Gdańskiej (rejon Zatoki Puckiej oraz rejon Gdyni i Sopotu) oraz z dwóch skupisk występujących w Martwej Wiśle i Zalewie Wiślanym [4].

Z przeprowadzonych badań wynika, że krabik amerykański jest dosyć szeroko rozpowszechnionym gatunkiem w Zatoce Gdańskiej, gdzie występuje do głębokości nie przekraczającej 20 m. Rozmieszczenie populacji tego gatunku, podobnie jak np. wzdłuż Półwyspu Iberyjskiego, ma charakter skupiskowy, co potwierdza występowanie dwóch klasterów - jednego w Zatoce Puckiej i drugiego w Zatoce Gdańskiej (rejon Gdyni i Sopotu). W pierwszym z wyżej wymienionych rejonów *R. harrisii* współwystępuje najczęściej ze skorupiakami *Gammarus* spp. oraz *Crangon crangon*, a jego maksymalne zagęszczenie jest prawie czterokrotnie większe niż w drugim z wyżej wymienionych rejonów, gdzie najczęściej współwystępującymi z nim organizmami były *Mytilus edulis trossulus* porośnięty *Balanus improvisus* oraz *Cerastoderma glaucum*. Podobnie jak np. w Martwej Wiśle czy Estuarium Odry, w Zatoce Gdańskiej zaobserwowano również sezonowe zmiany w występowaniu *R. harrisii*, którego liczebność wzrastała wraz ze wzrostem temperatury, a zagęszczenie zwiększało się w miesiącach letnich i malało w miesiącach zimowych [1].

Badania pokazały ponadto, że *R. harrisii* utworzył w Zatoce Gdańskiej ustabilizowaną populację, a występowanie dużej liczby osobników juvenilnych może świadczyć o sukcesie reprodukcyjnym wynikającym prawdopodobnie z korzystnych czynników abiotycznych (np. szerokie spektrum temperatury czy stabilne zasolenie) i biotycznych (np. baza pokarmowa) w tym rejonie. Populacja z Zatoki Gdańskiej charakteryzuje się podobną strukturą wiekową i zbliżoną proporcją płci - z nieznaczną przewagą samców nad samicami - jak inne nierodzone populacje tego gatunku. Taki stosunek płci często obserwowany jest u krabów w środowisku naturalnym, jednak dla sukcesu rozrodczego bardziej korzystna jest przewaga samic nad samcami. Ponadto samce cechowały się większymi rozmiarami zarówno karapaksu, jak i szczypiec oraz większą mokrą masą aniżeli samice. Takie różnice u przeważającej części krabów są efektem dymorfizmu płciowego. Osobniki występujące w Zatoce Gdańskiej charakteryzują się zbliżoną wielkością pancerza i szczypiec oraz proporcjami ciała w stosunku do osobników pochodzących z innych europejskich populacji tego gatunku, są

natomiast większe aniżeli te pochodzące z rodzimych rejonów, prawdopodobnie ze względu na brak pasożytów. Badania pokazały również, że *R. harrisii* z Zatoki Gdańskiej charakteryzuje się z podobnym przyrostem masy w stosunku do szerokości karapaksu jak osobniki np. z Martwej Wisły. Z drugiej jednak strony zarówno kraby z Zalewu Wiślanego jak i Estuarium Odry wykazują mniejszy niż w Zatoce Gdańskiej przyrost masy ciała w stosunku do szerokości karapaksu. Różnice te wynikają prawdopodobnie z lepszych warunków troficznych, które powodują szybszy przyrost masy u *R. harrisii* z Zatoki Gdańskiej [2].

Jak wykazały badania dotyczące sezonowego rozmieszczenia [1], w przeciwieństwie do innych akwenów (np. Zalew Wiślany czy Martwa Wisła), krabik amerykański w Zatoce Gdańskiej ma możliwość występowania na bardziej zróżnicowanych głębokościach, co pozwala na dłuższe pozostawanie w zakresie preferowanych temperatur, tym samym wydłużając np. okres rozrodu. Badania laboratoryjne pokazały, że w temperaturze w której jest licznie notowany w Zatoce Gdańskiej, *R. harrisii* charakteryzuje się wysokim tempem konsumpcji pokarmu i jego asymilacją w stosunku do tempa procesów metabolicznych, co sprawia, że ilość energii dostępnej na produkcję osobniczą jest wysoka. Wzrost temperatury wody o kilka stopni, do wartości stanowiącej u tego gatunku minimum termiczne dla rozrodu, powoduje wzrost aktywności lokomotorycznej krabów oraz ponad dwuipółkrotny wzrost tempa procesów fizjologicznych. Te zmiany nie powodują jednak zmniejszenia ilości energii dostępnej na produkcję osobniczą. Niskie tempo metabolizmu oraz wysoka wartość produkcji osobniczej pozwala wnioskować, że badane temperatury są korzystne dla krabika amerykańskiego zarówno z fizjologicznego, jak i bioenergetycznego punktu widzenia [3].

Badania genetyczne pokazały, że osobniki *R. harrisii* z Zatoki Gdańskiej (rejon Gdyni i Sopotu) charakteryzują się największą liczbą haplotypów oraz największym zróżnicowaniem genetycznym, zarówno haplotypowym, jak i nukleotydowym spośród wszystkich przeanalizowanych skupisk, co związane może być z obecnością w Zatoce Gdańskiej dwóch dużych portów, a co za tym idzie wielokrotnymi introdukcjami wraz z transportem morskim osobników tego gatunku z innych rejonów rodzimych i nierodzimych. Z drugiej jednak strony, odkryto dwa wspólne haplotypy dla wszystkich czterech skupisk, co w powiązaniu z brakiem występowania odległych haplotypów w analizowanych skupiskach pozwala przypuszczać, że proces kolonizacji Zatoki Gdańskiej mógł nastąpić lokalnie, w wyniku poszerzania zasięgu przez populacje założone wcześniej. Ponadto, pomimo niewielkich (w skali geograficznej) odległości pomiędzy rejonami, z których pochodziły analizowane skupiska *R. harrisii* wykazano ograniczony przepływ genów, który może

sprzyjać zróżnicowaniu genetycznemu, pomiędzy osobnikami z Zatoki Puckiej i Zalewu Wiślanego oraz Zalewu Wiślanego i Martwej Wisły. Związane to może być z zarówno z występowaniem barier ekologicznych i geograficznych, jak również zjawiskiem retencji larw u tego gatunku [4].

Przeprowadzone badania są pierwszymi badaniami na temat funkcjonowania *R. harrisii* w Zatoce Gdańskiej. Potwierdzają one, że gatunek ten jest stałym składnikiem zespołów bentosowych Zatoki Gdańskiej i utworzył w tym rejonie ustabilizowaną populację o wysokim potencjale rozrodczym. Populacja ta charakteryzuje się podobnymi cechami morfometrycznymi jak inne populacje nierodzone założone np. kilkadziesiąt lat temu, w akwenach przyległych do Zatoki Gdańskiej. Ponadto *R. harrisii* wydaje się być gatunkiem dobrze zaadaptowanym do stosunkowo wysokich temperatur występujących w miesiącach letnich w Zatoce Gdańskiej, o czym, oprócz wysokiego zagęszczenia osobników, świadczy także wysoka wartość produkcji osobniczej, a co za tym idzie duża ilość energii dostępnej na wzrost i reprodukcję. Pojawienie się populacji krabika amerykańskiego w Zatoce Gdańskiej jest prawdopodobnie wynikiem poszerzania zasięgu przez populacje założone kilkadziesiąt lat temu w przyległych rejonach. Jednak bliskie położenie dwóch dużych portów stwarza możliwość nowych introdukcji, dodatkowo sprzyjając wysokiemu zróżnicowaniu genetycznemu. Na podkreślenie zasługuje kompleksowość przeprowadzonych badań i nowatorskie podejście do problemu funkcjonowania gatunku obcego w nowym środowisku, do którego został introdukowany. Informacje na temat rozmieszczenia i struktury populacji krabika amerykańskiego w Zatoce Gdańskiej są pierwszymi na ten temat w literaturze światowej, w której za wyjątkiem prac o osmoregulacji i tempie metabolizmu, brak jest również doniesień na temat tempa podstawowych procesów fizjologicznych i bilansu energetycznego u tego gatunku. Poznanie funkcjonowania gatunków obcych w nierodzimych rejonach coraz częściej stwarza potrzebę badań interdyscyplinarnych, opierających się o różne metody, np. ekologiczne i molekularne, których połączenie pozwala odpowiedzieć na dużo więcej pytań niż w przypadku oddzielnych analiz. Stąd powiązanie badań na temat biologii, ekologii, fizjologii i genetyki *R. harrisii* zastosowane w niniejszej rozprawie wydaje się być oryginalnym rozwiązaniem analizowanego problemu naukowego, stanowiącym istotne uzupełnienie literatury światowej.

Literatura

- [1] Hegele-Drywa J., Normant M., 2014. Non-native crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1894) – a new component of the benthic communities in the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea). *Oceanologia* 56 (1), 1-15.
- [2] Hegele-Drywa J., Normant M., Szwarc B., Podłuska A., 2014. Population structure, morphometry and individual condition of non-native crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841), a recent colonizer of the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea). *Oceanologia* 56 (4), 805-824.
- [3] Hegele-Drywa J., Normant M., 2014. Effect of temperature on physiology and bioenergetics of adult Harris mud crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) from the southern Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 43 (3), 219-227.
- [4] Hegele-Drywa J., Schubart C.D., Thiercelin N., Normant M., 2015. Genetic diversity of the non-native crab *Rhithropanopeus harrisi* (Brachyura: Panopeidae) in Polish coastal waters - an example of patchy genetic diversity at a small geographic scale. *Oceanological and Hydrobiological Studies* (przyjęta do druku).