



Prof. dr hab. Ryszard Kornijów
Zakład Oceanografii Rybackiej i Ekologii Morza
Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy
ul. H. Kołłątaja 1, 81-332 Gdynia

Gdynia, 6.12.2024

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Krzysztofa Podwysockiego pt:

„Assessment of the invasion potential of two genetically distinct populations of the Ponto-Caspian amphipod - *Dikerogammarus villosus*. (Ocena potencjału inwazyjnego dwóch genetycznie zróżnicowanych populacji pontokaspijskiego obunoga – *Dikerogammarus villosus*)”,

pod kierunkiem prof. dr hab. Karoliny Bąceli-Spychalskiej i dr Tomasza Rewicza w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego.

Podstawa formalna wykonania recenzji

Niniejsza opinia została wykonana w odpowiedzi na pismo z dnia 8.10.2024r. od prof. dr hab. Agnieszki Marczak, Przewodniczącej Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne, z prośbą o wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr Krzysztofa Podwysockiego.

Ocena formalna

Rozprawa, napisana w większości w języku angielskim, składa się z dwu części: wprowadzenia (obszernego komentarza) oraz manuskryptów - dwu już opublikowanych i dwu wysłanych do druku, wszystkie w wysoko punktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

We wprowadzeniu Autor podjął się ambitnej próby syntezy informacji zawartych w czterech manuskryptach. Składa się ono z następujących rozdziałów: „Abstract”, „Streszczenie”, „List of publications included in the doctoral thesis”, „General introduction”, „Objectives”, „Thesis overview”, „General discussion”, „Conclusions” i „References”. Taki podział jest logiczny i ułatwia lekturę całości. W rozdziale wstępnym Autor w sposób przekonujący i płynny, przechodząc z jednego wątku do kolejnego, uzasadnia podjęcie tematów badawczych realizowanych w ramach doktoratu. Również kolejne rozdziały, a w szczególności dyskusja, świadczą o doskonałej znajomości literatury przedmiotu, umiejętności logicznego wiązania faktów oraz zdolności syntetycznego myślenia.

Na szczególną uwagę zasługuje również rozdział „Conclusions”, w którym Autor przedstawił siedem trafnie sformułowanych wniosków, w oparciu o uzyskane wyniki oraz

przeprowadzoną dyskusję – co, niestety, nie jest częstą praktyką w rozprawach doktorskich. Wprowadzenie kończy się zestawieniem obszernego i starannie dobranego piśmiennictwa. Całość wprowadzenia można z pełnym przekonaniem określić jako wzorcową.

Manuskrypty, zarówno opublikowane jak i wysłane do druku, opatrzone są datą 2024 r.:

Manuskrypt 1. Podwysocki K, Desiderato A, Mamos T, Rewicz T, Grabowski M, Konopacka A, Bącela-Spychalska K (2024) Recent invasion of Ponto-Caspian amphipods in the Masurian Lakeland associated with human leisure activities. *NeoBiota* 90: 161-192.

Manuskrypt 2. Podwysocki K, Bącela-Spychalska K, Desiderato A, Rewicz T, Copilaș-Ciocianu D (2024) Environment, intraspecific lineages and geographic range jointly shape the high morphological variability of *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Crustacea, Amphipoda): a successful aquatic invader across Europe. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-024-05565-8>.

Manuskrypt 3. Podwysocki K, Szczerkowska-Majchrzak E, Jermacz Ł, Kobak J, Bącela-Spychalska K, Rewicz T, Desiderato A (2024) Predation or omnivory – two different feeding patterns displayed by two intraspecific lineages of the invasive Ponto-Caspian amphipod - *Dikerogammarus villosus*. *Freshwater Biology*. W recenzji.

Manuskrypt 4. Podwysocki K, Desiderato A, Szczerkowska-Majchrzak E, Jermacz Ł, Kobak J, Bącela-Spychalska K, Rewicz T (2024) The dispersal potential of freshwater invasive amphipod species is population-dependent: A case study of *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894). *Animal Behaviour*. W recenzji.

Powyższe prace stanowią spójny tematycznie zestaw dobrze oddający treść tematu rozprawy. Opublikowanym już publikacjom przyznano 240 pkt MNiSW i wartość IF 6,0.

Wszystkie opracowania są wieloautorskie, z mgr Krzysztofem Podwysockim jako pierwszym autorem. Z przedłożonych oświadczeń wynika, że rola doktoranta w ich powstanie była wiodąca.

Zarówno komentarz jak manuskrypty napisane są precyzyjnym, fachowym językiem. Zauważone potknięcia stylistyczne są sporadyczne, przykładowo:

- w **Manuskrypcie 1.** w bardzo rozbudowanym wstępie, dla większej spójności, można było połączyć pewne wątki, np. dotyczące kosztów inwazji obcych gatunków, zarówno ekonomicznych jak środowiskowych.

- w **Manuskrypcie 3** następujące zdanie nie jest poprawnie zbudowane: “*Maximum consumption was observed in May significantly higher than in November ($p=0.05$) and marginally significantly higher than in March ($p=0.08$; for pairwise comparisons, see Supplementary File 3)*”.

Poniżej dwie propozycje korekty:

- *Maximum consumption was observed in May, which was significantly higher than in November ($p=0.05$) and marginally significantly higher than in March ($p=0.08$). For detailed pairwise comparisons, refer to Supplementary File 3.*
- *Maximum consumption observed in May was significantly higher than in November ($p=0.05$) and marginally significantly higher than in March ($p=0.08$). For detailed pairwise comparisons, refer to Supplementary File 3.*

Na zakończenie tej części opinii mam jeszcze uwagę dotyczącą hipotez. Zostały one postawione w dwu pierwszych publikacjach. Hipotezy są bardzo dobrze widziane w publikacjach, chociaż nie są obligatoryjne. Jeśli się je już jednak we wstępie postawi, to w dyskusji powinno się do nich odnieść, z zaznaczeniem, czy otrzymane wyniki pozwalają na przyjęcie, czy też odrzucenie hipotezy, i przedyskutować dlaczego. Tego formalno-merytorycznego wymogu w dyskusji publikacji niestety zabrakło, co często ma miejsce w rozprawach. Warto jednak podkreślić, że jest to niedopatrzenie nie tylko ze strony doktoranta (oraz pozostałych współautorów publikacji), ale również recenzentów wydawniczych.

Ocena merytoryczna

Składające się na rozprawę manuskrypty dotyczą ekologii oraz mechanizmów rozprzestrzeniania się w polskich wodach inwazyjnych pontokaspijskiego kielża *Dikerogammarus villosus*. Rozprzestrzeniona obecnie populacja skorupiaka w Europie wywodzi się z delt Dniepru i Dunaju, gdzie tworzy geograficznie izolowane i genetycznie odrębne populacje: Wschodnią i Zachodnią. W kolejnych manuskryptach poddano analizie różne aspekty związane z inwazją kielża.

Manuskrypt 1 przedstawia historię inwazji *D. villosus* i pełni rolę wprowadzenia do pozostałych części dysertacji. Głównym celem badawczym była weryfikacja tezy, że presja turystyczna może stanowić wektor sprzyjający rozprzestrzenianiu się obunoga w jeziorach. Zawarte w artykule materiały wskazują na to, że presja ta, w tym żeglarstwo może faktycznie przyczyniać się do szybkiego zwiększania liczebności i zasięgu *D. villosus* w nowych środowiskach, dodatkowo wpływając na eliminację nie tylko rodzimych, ale także innych gatunków inwazyjnych.

Uwagę zwraca bardzo obszerny wstęp, który dowodzi wszechstronnej znajomości problematyki inwazji obcych gatunków. Pod koniec wstępu Autor sformułował dwa cele rozprawy:

- *“to update the knowledge on the distribution and expansion of the Ponto-Caspian amphipod fauna in the Masurian Lakeland”*
- *“to assess the distribution of native vs. invasive Ponto-Caspian amphipods [...] in this region, using both historical and newly-obtained data”,*

a także dwie hipotezy:

- *“we assumed that some invasive amphipods are replaced by stronger competitors and that native species are not able to co-exist with the invasive species”.*
- *“we hypothesise that high tourist pressure contributes to the dispersion of invasive amphipods, while the occurrence of the native species is linked to isolated lakes”.*

Praca oparta jest na obszernym materiale, obejmującym zarówno dane opublikowane wcześniej przez innych autorów (z lat 2001–2007), jak i wyniki zbierane przez doktoranta w latach 2008–2016. Wyrażam uznanie dla umiejętności skutecznego wykorzystania materiału pochodzącego z różnych okresów oraz pozyskanego przy użyciu niejednorodnych metod (zarówno próby jakościowe, jak i ilościowe). Pewne zastrzeżenie budzi jednak brak informacji

o liczbie stanowisk, z których pobierano próby, oraz o ich rozmieszczeniu w badanych jeziorach.

Rozdział wyniki na ogół trudno się czyta. W tym przypadku napisany jest bardzo jasno, podobnie jak dyskusja, która została podzielona na szereg podrozdziałów. Jeden z nich zatytułowany „*Limitations of our study*” zasługuje na uznanie ze względu na otwartość z jaką autorzy piszą o pewnych niedostatkach materiału, na którym bazował artykuł. To ważna, a przy tym rzadko praktykowana część dyskusji, która pozwala czytelnikowi wszechstronnie ocenić zawarte w artykule analizy i osiągnięcia poznawcze. W rozdziale tym pojawia się informacja, której wcześniej mi brakowało, dotycząca liczby stanowisk pobierania prób w badanych jeziorach. Jak się okazuje, próby były pobierane jedynie z jednego stanowiska, co w moim odczuciu może budzić wątpliwości co do reprezentatywności pozyskanego materiału. Wynika to z faktu, że różne płosa jeziorne cechuje często odmienna trofia i stan ekologiczny. Dodatkowo badania były prowadzone w litoralu, czyli w najbardziej zróżnicowanej siedliskowo strefie, w której można oczekiwać odcinków o odmiennym składzie osadów dennych i roślinności, a także ekspozycji na falowanie.

W **Manuskrypcie 2** głównym celem była ocena zmienności morfologicznej *Dikergammarus villosus* w populacjach pochodzących z obszarów rodzimych i inwazyjnych oraz zasiedlających różne rodzaje ekosystemów wodnych – zarówno stojących, jak i bieżących, słodkowodnych oraz słonawych, w kilku krajach europejskich.

Okazało się, że *D. villosus* wykazuje wyjątkową plastyczność fenotypową, szczególnie w odniesieniu do cech morfologicznych, związanych z pobieraniem pokarmu. Stwierdzone adaptacje w Grupie Wschodniej sprzyjały roślinożerności, natomiast w Grupie Zachodniej – drapieżnictwu.

Bardzo dobrze napisany jest wstęp, bardziej zwięzły i w sposób lepiej ustrukturyzowany niż w poprzednim manuskrypcie. Pod koniec zostały postawione dwie hipotezy:

1. “*Given its broad geographical occurrence in different types of waterbodies (freshwater river sections, brackish waters and freshwater lakes) and its trophic plasticity, we hypothesise that D. villosus exhibits a considerable amount of functional morphological variation*”.
2. *We further hypothesise that due to greater environmental heterogeneity in the invaded range, D. villosus experiences a significant morphospace expansion outside the native range*”.

W zasadzie obydwie hipotezy dotyczą tego samej kwestii, przy czym druga hipoteza jest uzupełnieniem pierwszej, zwracając uwagę na większe zróżnicowanie środowiskowe poza naturalnym zasięgiem gatunku.

Praca oparta jest na materiale zebranym z 35 stanowisk. Nie podano jednak informacji o liczbie pobranych prób oraz rodzaju podłoża, co uniemożliwia ocenę reprezentatywności materiału dla poszczególnych ekosystemów. Pozyskany materiał został wszechstronnie opracowany statystycznie, a wyniki analiz jasno opisane, w czym pomogły dobrze wykonane ilustracje wyników analiz głównych składowych (PCA). Interesująco poprowadzona jest dyskusja z powołaniem się na bogate piśmiennictwo. Uwzględnia ona różne aspekty, w tym np. przystosowania kielży do lokalizacji ofiar, czy też wartość odżywcza pobieranego pokarmu w różnych typach środowisk.

W Manuskrypcie 3 podjęty został temat, czy różnice morfologiczne pomiędzy dwoma grupami kielży o odmiennym pochodzeniu przekładają się na różnice w diecie pokarmowej. Okazało się, że grupa Wschodnia nie wykazuje wyraźnych preferencji względem pokarmu pochodzenia mięsnego i roślinnego, natomiast Grupa Zachodnia wyraźnie preferuje pokarm zwierzęcy. Jest to ważny wynik wskazujący na potencjalną rolę kielży grupy Zachodniej jako regulatorów zbiorowisk bentosowych. Jednocześnie wskazuje na większą plastyczność pokarmową populacji Wschodniej, a tym samym na jej większy potencjał inwazyjny niż grupy Zachodniej.

Bardzo wysoko oceniam część wstępną publikacji, napisaną przejrzysto z gruntowną znajomością tematu i umiejętnością stawiania pytań badawczych.

W odróżnieniu od poprzednich badań praca bazuje na eksperymencie laboratoryjnym. Część metodyczna jest jasno opisana. Mam do tej części jedną uwagę, być może do uwzględnienia, gdyż manuskrypt znajduje się w fazie recenzji. Otóż Autorzy wspominają o śmiertelności, ale nie precyzują jej w procentach. Taka informacja jest istotna dla czytelnika, ponieważ pozwala na pełniejszą ocenę przebiegu eksperymentu oraz wiarygodności badań. Wysoka śmiertelność może sugerować niewłaściwe warunki eksperymentalne (np. nieodpowiednia temperatura, niedobór tlenu, nieodpowiednie żywienie), które mogą wpłynąć na zachowanie organizmów i wyniki eksperymentu. Brakuje też informacji o liczbie usuniętych z analiz osobników z powodu przechodzącego linienia oraz żeńskich w tracie rozrodu, co uniemożliwia określenie, ile ostatecznie osobników uwzględniono w analizach.

Jasny opis wyników jest poparty dobrze zilustrowanymi tabelami i rycinami. Dyskusja jest interesująco napisana, a wyprowadzone wnioski są przekonujące. Zawiera jednak półstronicowy fragment (wiersze 459–473), który moim zdaniem można usunąć. Stanowi on powtórzenie i podsumowanie wcześniejszych rozważań, nie odnosząc się do piśmiennictwa. Jednocześnie przerywa ciąg dalszych rozważań, które mają formę dyskusji.

W Manuskrypcie 4 podjęto próbę zbadania, czy dwie grupy kielży różnią się pod względem zdolności do zajmowania nowych środowisk i tym samym rozprzestrzeniania się. Okazuje się, że behavior osobników należących do Grupy Wschodniej cechuje większa odwaga w nowych środowiskach, a dodatkowo są one bardziej plastyczne pokarmowo i skuteczniej konkurują o preferowane siedliska. Te cechy predestynują je do zajmowania coraz to nowych obszarów, prawdopodobnie wypierając słabszą Grupę Zachodnią z dotychczas zajmowanych stanowisk i zmuszając ją do migracji, co prowadzi do powiększania arealu występowania gatunku. Tak więc teoretycznie „słabsze” osobniki z Grupy Zachodniej stanowią forpocztę inwazji, przynajmniej do momentu wymieszania genotypu w kontakcie obu populacji. W tym kontekście wyprowadzony wniosek w komentarzu dysertacji, mówiący, że „W przypadku przyszłego spotkania obu grup zakładam, że Grupa Zachodnia będzie promowana do rozprzestrzeniania się w nowych środowiskach”, nie wydaje mi się logicznie wyprowadzony. Chodzi tu raczej nie o „promocję”, a o wymuszenie pewnych zachowań.

Manuskrypt ponownie bazuje na eksperymentach laboratoryjnych. Wstęp oraz pozostałe rozdziały są bardzo dobrze napisane. Zastanawia mnie jednak brak podania wyników analiz parazytologicznych, które były przeprowadzone, co wynika z opisu metod. Jest to bardzo interesujący aspekt, rzadko uwzględniany w badaniach behawioralnych. Pominięcie opisu wyników stanowi uchybienie formalne, które warto naprawić, dopóki praca znajduje się w fazie recenzji.

Podsumowanie

Wymienione w recenzji uwagi, w większości natury formalnej, nie umniejszają znacząco wysokiego poziomu naukowego ocenianej rozprawy. Stanowi ona oryginalne rozwiązanie ważnego problemu badawczego, jakim jest ocena potencjału inwazyjnego dwóch genetycznie zróżnicowanych populacji *Dikerogammarus villosus*. Składające się na nią publikacje niewątpliwie są ważnymi pozycjami z zakresu ekologii behawioralnej gatunków inwazyjnych, przyczyniając się do głębszego zrozumienia mechanizmów inwazji nie tylko kielży, ale także innych organizmów wodnych. Badania zostały przeprowadzone z dużą starannością i pomysłowością, a ich wyniki zostały przedstawione w sposób przejrzysty i logiczny. Praca wykazuje nowatorskie podejście metodologiczne, wysoką wartość poznawczą, a także aplikacyjną, co może mieć znaczenie dla zarządzania bioróżnorodnością i ochrony środowiska wodnego.

Autor w rozprawie wykazał się szeroką wiedzą z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych, dobrą znajomością literatury przedmiotu, umiejętnością stawiania pytań badawczych, planowania badań, analizy wyników i syntetycznego ich opracowania.

W mojej opinii dysertacja w pełni spełnia kryteria stawiane rozprawom doktorskim, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668). Upoważnia mnie to do przedłożenia Komisji UŁ ds. stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne **wniosku o dopuszczenie mgr Krzysztofa Podwysockiego do dalszych etapów postępowania doktorskiego**. Biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom merytoryczny i walory poznawcze rozprawy, a także fakt opublikowania wyników w renomowanych międzynarodowych czasopismach naukowych, zwracam się ponadto z propozycją jej stosownego wyróżnienia.