

Gdynia, 21.12.2024

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana 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*”)

Rozprawa została wykonana w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Instytutu Ekologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego, pod kierunkiem pani prof. dr. hab. Karoliny Bąceli-Spychalskiej. Oceny rozprawy dokonano na prośbę pani prof. dr hab. Agnieszki Marczał, Przewodniczącej Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne, w oparciu o decyzję tejże Komisji z dnia 8 października 2024 roku.

Ocena układu rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska p. mgr Krzysztofa Podwysockiego jest - w myśl interpretacji Rady Doskonałości Naukowej (Komunikat nr 19/2020 - w sprawie składania rozpraw doktorskich z dn. 09.11.2020) - inną formą pracy pisemnej niż monografia naukowa czy zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, które są zdefiniowane w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 lutego 2019 r. w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 392). Rozprawa została przygotowana w oparciu o zbiór czterech, powiązanych tematycznie prac, z których dwie są w formie artykułów opublikowanych, a kolejne dwie w formie manuskryptów, znajdujących się w momencie złożenia rozprawy doktorskiej w procesie recenzji:

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.

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

Dwie pierwsze prace zostały opublikowane w czasopismach o najwyższym kwartylu Q1 w dziedzinie Aquatic Science, o łącznej sumie punktów MNiSW 240 i łącznym wskaźniku cytowań, tzw. Impact Factor, wynoszącym 6,0. Podobnie można scharakteryzować czasopisma, do których złożone zostały dwa manuskrypty - znajdują się również w najwyższym kwartylu Q1, odpowiednio w dziedzinie Aquatic Science i Animal Science and Zoology, a ich łączna suma punktów MNiSW i łączny wskaźnik cytowań, wynoszą odpowiednio 240 i 5,1. Jeżeli zatem uda się opublikować te manuskrypty, to wszystkie prace wchodzące w skład rozprawy doktorskiej opublikowane będą w wysokiej jakości czasopismach specjalistycznych, tj. znajdujących się wśród 25% czasopism z najwyższym wskaźnikiem cytowań w danej dziedzinie. Już ta informacja wskazuje na wysoką jakość wyników badań Kandydata.

Oceniana rozprawa doktorska składa się z dziesięciu, nienumerowanych części, z których dwie pierwsze to streszczenia w języku angielskim („Abstract”) i polskim („Streszczenie”), trzecia natomiast zawiera spis czterech prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. W kolejnych częściach rozprawy, Autor wprowadza czytelnika w studiowany problem badawczy („General Introduction”), przedstawia cele badawcze („Objectives”), skrótowo prezentuje zastosowane metody i uzyskane wyniki („Thesis overview”), które następnie w syntetyczny sposób dyskutuje („General discussion”) i na ich podstawie wyciąga wnioski („Conclusions”). Ostatnia z tych części rozprawy („References”) stanowi spis 95 pozycji cytowanej literatury, która składa się z

pozycji anglojęzycznych, odpowiednio dobranych do studiowanego problemu badawczego i poprawnie cytowanych. Na końcu rozprawy doktorskiej znajdują się kopie, wspomnianych przez mnie wcześniej, czterech prac, wchodzących w jej skład wraz z oświadczeniami p. mgr Podwysockiego i pozostałych współautorów na temat wkładu w ich powstanie. O ile układ rozprawy jest poprawny, kolejność poszczególnych części jest logiczna i spójna, o tyle zastanawia brak spójności i logiki w samym nazewnictwie kolejnych części, **tzn. skąd pomysł Doktoranta na nazwanie części opisującej metody i wyniki „Thesis overview”, a nie po prostu klasycznie „Materials and Methods” i „Results”?** Nazwa „Thesis overview” sugeruje przegląd całej pracy, tj. wraz z treściami wyodrębnionymi w pozostałych częściach.

Biorąc pod uwagi treści znajdujące się w częściach od 1 do 8, to są one adekwatne do danej części i kompletne oraz merytorycznie poprawne, chociaż niektóre sformułowania w części „Streszczenie” budzą moje wątpliwości co do tej poprawności – mam wrażenie, jakby zostały bez przemyślenia przetłumaczone z języka angielskiego. Na przykład **„nisza morfologiczna” – czy istnieje takie pojęcie w ekologii? Czy właściwe jest używanie określenia „jednostki genetyczne” w odniesieniu do dwóch różnych grup osobników, tj. pochodzących z dwóch populacji źródłowych?** Także określenie **„obszar inwazyjny”** wydaje się być niefortunne, bo inwazyjny jest gatunek obcy i z tego względu można mówić o rejonie (jego) inwazji. Podobnie, dziwnie brzmią antropomorficzne przymiotniki **„odważniejsza”** lub **„słabsza”** w odniesieniu do grupy organizmów, które mają większe lub mniejsze zdolności do rozprzestrzeniania się.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Inwazje biologiczne są jednym z głównych zagrożeń dla różnorodności biologicznej i powiązanych usług ekosystemowych. Inwazyjność gatunku obcego jest z jednej zależy od specyficznych cech biologicznych, z drugiej zaś, w istotnym stopniu determinują ją lokalnie występujące w środowisku czynniki biotyczne i abiotyczne. Z tego względu inwazyjność gatunku obcego nie powinna być rozpatrywana globalnie, a raczej lokalnie, gdyż ten sam gatunek w jednym środowisku może być jedynie gatunkiem obcym, a w innym już gatunkiem obcym inwazyjnym. Dlatego też zasadnym wydaje się prowadzenie badań na zróżnicowanych geograficznie (nawet w niewielkiej skali) populacjach gatunków obcych, zwłaszcza tych o tzw. wysokim potencjale inwazyjnym. Należy do nich pontokaspijski kiełz *Dikero gammarus villosus*,

który przez Międzynarodową Unię Ochrony Przyrody został uznany za jeden ze stu najbardziej inwazyjnych gatunków na świecie. Do Europy kielż ten został wprowadzony i następnie szeroko rozprzestrzeniony poprzez różne drogi i wektory introdukcji, związane przede wszystkim z działalnością człowieka. Co ciekawe, ta introdukcja odbyła się niezależnie z dwóch różnych lokalizacji w rodzimym zasięgu występowania, tj. wprowadzone osobniki pochodziły z dwóch zróżnicowanych genetycznie populacji źródłowych. Od strony południowej do Europy introdukowana została tzw. grupa zachodnia, a od strony północnej tzw. grupa wschodnia. I właśnie określenie potencjału inwazyjnego tych dwóch, odizolowanych grup, tj. genetycznie zróżnicowanych populacji pontokaspijskiego kielża *Dikerogammarus villosus*, przyjął za główny cel swojej rozprawy doktorskiej pan mgr Krzysztof Podwysocki. W rozprawie zostały postawione cztery, pytania badawcze, dotyczące zasadniczo dwóch cech sprzyjających inwazyjności, tj. związanych z rozprzestrzenianiem i odżywianiem. Doktorant założył, iż szybsze rozprzestrzenianie badanego gatunku może być determinowane z jednej strony wysoką presją turystyczną, związaną np. z żeglarstwem, z drugiej zaś, przystosowaniami (do lokomocji i rodzaju konsumowanego pokarmu) na poziomie budowy morfologicznej. Uważam, że zarówno główny cel badań, jak cele podrzędne sformułowane w formie pytań badawczych są zrozumiałe i spójne.

Osiągnięcie zamierzonego celu i znalezienie odpowiedzi na wyżej wspomniane pytania badawcze, wymagało od mgr Podwysockiego przeprowadzenia kompleksowych i różnorodnych badań, zarówno w środowisku, jak w laboratorium. Uważam, że strona metodyczna tych badań została zasadniczo zaplanowana w poprawny i rzetelny sposób, jak również przedstawiona zrozumiale, logicznie i co ważne, spójnie z celami badawczymi. Precyzyjnie opisany został sposób pozyskania danych ze źródeł zewnętrznych, zbiór osobników ze środowiska, analizy taksonomiczne, wykonanie dokumentacji fotograficznej, analizy morfometryczne i pomiary masy osobników, eksperymenty laboratoryjne oraz zastosowane analizy statystyczne. Zwłaszcza te ostatnie z wymienionych zostały w bardzo szczegółowy i obszerny sposób przedstawione w rozprawie. Wnioskuje, że Doktorant posiada szeroką wiedzę w tym zakresie, na co wskazuje także umiejętnie posługiwanie się zaawansowanymi narzędziami statystycznymi, jak np. uogólnionym liniowym modelem mieszanym uwzględniającym różne efekty losowe, permutacyjną wielowymiarową analizą wariancji (PERMANOVA), analizą składowych głównych (PCA) czy analizą redundancji opartą na

odległości (dbRDA). Dodatkowo, chciałam zwrócić uwagę na zastosowane w części metodycznej różne formy wizualne, jak mapy miejsc zbioru, schematy przedstawiające przebieg eksperymentu czy tabele z zestawieniem analizowanych zmiennych i testowanych czynników, które są dobrze przygotowane i pozwalają czytelnikowi na lepsze zrozumienie opisów tekstowych. **Mimo, generalnie pozytywnej oceny części rozprawy dotyczącej metod badawczych, to kilka kwestii związanych ze zbiorem osobników do eksperymentów laboratoryjnych i samymi eksperymentami opisanymi w nieopublikowanych manuskryptach III i IV, zrodziło następujące pytania:**

- Czy zbiór osobników do badań opisany w manuskrypcie III odbywał się co dwa miesiące czy trzy miesiące i czy pomiędzy marcem a listopadem czy marcem a grudniem? Informacja w tekście (l. 186-187) wskazuje na zbiór co dwa miesiące pomiędzy marcem a listopadem, natomiast z rysunku 1 wynika, że zbiór odbywał się co dwa, trzy lub co jeden miesiąc pomiędzy marcem a grudniem;
- Dlaczego zagęszczenie osobników transportowanych do laboratorium w 2021 (manuskrypt IV) było tak wysokie i tak bardzo różniło się od opisanego w 2022 (manuskrypt III)? Czy takie wysokie zagęszczenie *D. villosus* nie ma negatywnego wpływu na agresję międzyosobniczą i tym samym na kondycję/ przeżywalność? Dlaczego narażono organizmy na stres tlenowy, nie zapewniając napowietrzania wody? Jest to tym bardziej zastanawiające, iż w pracy znajduje się oświadczenie o stosowaniu w badaniach podejścia zgodnego z zasadami etyki;
- Jak przebiegała aklimacja do temperatury 19°C (manuskrypt III, l. 201) w przypadku osobników zebranych w miesiącach wiosenno-jesiennych?
- W nawiązaniu do poprzedniej uwagi - nie jest zrozumiałe czy badaniami tempa konsumpcji pokarmu i preferencji pokarmowych (manuskrypt III) osobników zebranych w pięciu różnych okresach roku/ temperaturach prowadzone były także w różnych temperaturach czy tylko temperaturze 19°C? Ten czynnik jest przecież jednym z istotnie wpływających na fizjologię organizmu, w tym na tempo konsumpcji pokarmu i rodzaj konsumowanego pokarmu;
- Dlaczego w badaniu wykorzystano jako pokarm mięso (filet) zamrożonej ryby kupionej w sklepie, a nie po prostu rybę złowioną w środowisku, z którego pobierane były kielże?

- Dlaczego cykl dobowy był różny w badaniach eksperymentalnych, tj. 10L : 14N (manuskrypt III), i 12L : 12N (manuskrypt IV)?

Mimo powyższych pytań do części metodycznej uważam, iż zaprezentowane w ocenianej rozprawie doktorskiej wyniki zostały uzyskane w prawidłowy i rzetelny sposób, gwarantujący ich reprezentatywność i wiarygodność. W części dotyczącej ich omówienia rozprawa doktorska została przygotowana w uporządkowany i logiczny sposób. Opis uzyskanych wyników jest bardzo konkretny i zrozumiały, co należy docenić zwłaszcza w przypadku tak kompleksowych badań, jak zawarte w manuskryptach I i II. Doktorant potrafi zwrócić czytelnikowi uwagę na istotne fakty, które dla lepszego zrozumienia dodatkowo wizualizuje graficznie, używając w tym celu różnych typów wykresów - zostały one odpowiednio dobrane do przedstawianych wyników i obejmują zarówno proste wykresy liniowe, punktowe, skrzynkowe, mapy z dodaną informacją o przestrzennym zróżnicowaniu wyników jakościowych i ilościowych czy też bardziej zaawansowane grafiki przedstawiające modele liniowe i wyniki analiz składowych głównych czy analizy kanonicznej. Oprócz formy graficznej, wyniki analiz statystycznych zostały także przedstawione w rozprawie w postaci czytelnych tabel, których większość została przeniesiona do materiału uzupełniającego (tzw. supplementary material), gdzie znajdują się także wszystkie dane bezpośrednie, do których każdy zainteresowany ma dostęp. W moim przekonaniu najistotniejszy jest jednak fakt, iż dzięki uzyskanym wynikom Doktorant udzielił odpowiedzi na wszystkie pytania badawcze. Po pierwsze wykazał, iż żeglarstwo, będące jedną z najważniejszych aktywności rekreacyjnych człowieka na Pojezierzu Mazurskim, jest istotną drogą szybkiego rozprzestrzeniania *D. villosus* (i innych, nierodzimych gatunków kielży) w tym rejonie. W tym miejscu chciałam zwrócić uwagę na praktyczne znaczenie tej informacji. Obecnie, wiele uwagi poświęca się badaniom tej drogi rozprzestrzeniania gatunków obcych w środowisku wodnym, ze szczególnym uwzględnieniem porośniętych kadłubów. Chodzi o dostarczenie dowodów, bez których trudno jest wprowadzać jakiegokolwiek wytyczne w celu ograniczenia procesu rozprzestrzeniania gatunków obcych przy pomocy łodzi rekreacyjnych. Niewątpliwie dużo mniej tego typu badań prowadzi się w wodach śródlądowych w porównaniu z wodami morskimi, dlatego doceniam wartość wyników badań p. mgr Podwysockiego w tym zakresie.

Uzyskane w rozprawie wyniki pozwoliły Doktorantowi także na stwierdzenie, iż *D. villosus* zasiedlający wody Europejskie charakteryzuje się dużą zmiennością morfologiczną,

przejawiającą się m.in. w budowie aparatu gębowego, jak również odnóży służących do chwytania pokarmu (gnatopodów) i lokomocji (peropodów), co jest wynikiem przystosowania do sposobu odżywiania i lokomocji. Osobniki z tzw. grupy wschodniej są bardziej wszystkożerne z ukierunkowaniem na pokarm roślinny i jednocześnie mniej mobilne, podczas gdy osobniki z tzw. grupy zachodniej są bardziej drapieżne i mobilne. W związku z tym osobniki z tzw. grupy wschodniej z sukcesem mogą zasiedlać nowe habitaty, podczas gdy osobniki z tzw. grupy zachodniej mają większy potencjał do samoistnego rozprzestrzeniania się, a przez lepsze przystosowanie do drapieżnictwa mogą bardziej zagrażać rodzimej różnorodności biologicznej. Powyższe wnioski, wynikające z badań morfologicznych, zostały potwierdzone wynikami badań eksperymentalnych, tzn. *D. villosus* z tzw. grupy wschodniej jest mniej wyspecjalizowanym konsumentem niż *D. villosus* z tzw. grupy zachodniej, który jest bardziej drapieżny. Jednak ten brak specjalizacji może być korzystną cechą, ułatwiającą funkcjonowanie w środowisku o ograniczonych zasobach. Wyniki badań eksperymentalnych potwierdziły także wnioski wynikające z badań morfologicznych, tj. występowanie różnic w mobilności obu grup. Dodatkowo, pozwoliły Doktorantowi na przypuszczenie, iż *D. villosus* z tzw. grupy wschodniej jest silniejszym konkurentem, który może „zmusić” *D. villosus* z tzw. grupy zachodniej do ucieczki do mniejszych dopływów rzecznych i strumieni. Powyższe wyniki jednoznacznie wskazują na występowanie międzypopulacyjnych różnic w pewnych cechach biologicznych, które z kolei mogą sprzyjać wysokiej inwazyjności pontokaspijskiego kietża *Dikerogammarus villosus* w wodach europejskich. Zatem należy przyjąć, iż Doktorant osiągnął zamierzony w rozprawie cel.

Ocena indywidualnego wkładu kandydata w powstanie pracy

Wszystkie prace wchodzące w skład rozprawy doktorskiej p. mgr Podwysockiego są wieloautorskie (jedna ma pięciu autorów, a trzy pozostałe mają siedmiu autorów), ale ważny podkreślenia jest fakt, iż we wszystkich z nich Doktorant jest pierwszym autorem. Istotne jest także to, iż w drugiej z opublikowanych prac, jak również w dwóch nieopublikowanych manuskryptach p. mgr Podwysocki jest także autorem korespondencyjnym, czyli odpowiedzialnym za przygotowanie i złożenie tych prac do różnych czasopism, a także za korespondencję i komunikację z redaktorami, recenzentami oraz współautorami. Można zatem przypuszczać, że Kandydat zdobył w ten sposób odpowiednie umiejętności publikacyjne,

niezbędne do samodzielnego prowadzenia szeroko pojętej pracy naukowej. Z kolei oświadczenia dołączone do prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wskazują na istotny wkład Doktoranta w ich powstanie na poszczególnych etapach. We wszystkich czterech pracach p. mgr Podwysocki był współtwórcą koncepcji badań, brał udział w ich zaplanowaniu i opracowaniu metodyki badawczej, prowadził badania terenowe i/ lub laboratoryjne, opracowywał i analizował statystycznie uzyskane wyniki, które także opisywał, a następnie uczestniczył w przygotowaniu dyskusji i wniosków oraz przygotowaniu i złożeniu manuskryptu publikacji wraz (jak już wyżej wspomniano) z pełnieniem roli autora korespondencyjnego.

Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej oceny stwierdzam, iż rozprawa doktorska pt.: „Assessment of the invasion potential of two genetically distinct populations of the Ponto-Caspian amphipod - *Dikerogammarus villosus*” prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną mgr Krzysztofa Podwysockiego w dyscyplinie nauki biologiczne, a także wskazuje na umiejętność samodzielnego planowania i prowadzenia pracy naukowej, w tym upowszechniania uzyskanych wyników badań formie publikacji. Uważam również, iż dzięki przeprowadzonym badaniom Doktorantowi udało się rozwiązać istotny i oryginalny problem naukowy, wykazując istnienie międzypopulacyjnych różnic w tzw. „potencjale inwazyjnym” na przykładzie pontokaspijskiego kielża *Dikerogammarus villosus*. Uzyskane wyniki, są w moim przekonaniu, nowe i interesujące dla dyscypliny nauki biologiczne, gdyż z jednej strony wskazują na potrzebę prowadzenia szerszych i kompleksowych badań różnych populacjach tego samego gatunku, nawet w niewielkiej skali geograficznej, z drugiej zaś mogą być wykorzystane do dalszego modelowania rozprzestrzeniania się *Dikerogammarus villosus*. Spełnione zostały zatem warunki stawiane rozprawom doktorskim w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2023 r. poz. 742). W związku z tym wnoszę do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego ds. stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne o dopuszczenie rozprawy Pana mgr Krzysztofa Podwysockiego do publicznej obrony.