



prof. dr hab. Piotr Dawidowicz
Zakład Hydrobiologii
Instytut Ekologii
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego
Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
tel.: 22 55 26 518 fax: 22 55 26 575

Warszawa, 3 .09.2026 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr Daniela Szarmacha pt. "Inwazje małży z kompleksu *Corbicula* jako element zmian globalnych oddziałujących na populacje rodzimych małży w Europie".

Licząca 167 stron rozprawa doktorska Pana mgr Daniela Szarmacha jest, w swojej zasadniczej części, zbiorem trzech powiązanych tematycznie oryginalnych artykułów naukowych, z których pierwszy i trzeci zostały już opublikowane w bardzo dobrych (wówczas) czasopismach z pierwszego kwartyla: *Science of the Total Environment* (artykuł ukazał się 2024 roku, przed kryzysem wizerunku czasopisma, kiedy jego współczynnik wpływu *IF* przekraczał 8, punkty min. 200) i w renomowanym *Noebiota* (*IF*>3, min. 140), a drugi przygotowywany jest do druku. Pan Daniel Szarmach jest pierwszym i korespondującym autorem wszystkich tych wieloautorskich prac (pierwsza z nich ma ośmioro autorów, druga - dwanaścioro i trzecia - ośmioro) a zamieszczone w nich deklaracje udziału członków poszczególnych zespołów badawczych jednoznacznie potwierdzają wiodącą rolę Doktoranta na każdym etapie powstawania tych publikacji – od stworzenia koncepcji badań, przez ich realizację, opracowanie i interpretacje wyników, po napisanie pierwszych wersji tekstów i ich ostateczną rewizję.

Prace te poprzedzone są streszczeniem (wraz z jego angielskim tłumaczeniem - abstraktem) i obszernym, 34-stronicowym omówieniem treści rozprawy języku polskim. Pierwsza część tego omówienia, „Wprowadzenie do podjętej problematyki badawczej”, zawiera - po pierwsze - zwięzłe przedstawienie stanu wiedzy nt. inwazji biologicznych w środowiskach słodkowodnych, po drugie - skupia się nad zoogeografią, biologią i ekologią inwazyjnych małży z kompleksu *Corbicula*, po trzecie – przedstawia 3 rodzime gatunki małży, których konfrontacja z *Corbicula* jest przedmiotem pracy, wreszcie - po czwarte – omawia suszę hydrologiczną jako stresowy czynnik środowiskowy działający na wszystkie, obce i rodzime, badane gatunki małży. Druga część, „Badania wykonane w ramach rozprawy doktorskiej”, przedstawia ogólne cele i hipotezy badawcze Rozprawy i cele szczegółowe

sformułowane w poszczególnych pracach. W części tej przedstawiono także metodykę badań wykorzystaną do osiągnięcia poszczególnych celów szczegółowych, z pominięciem wszakże metod statystycznej analizy wyników. Część trzecia zawiera zawarte we wspomnianych trzech artykułach rezultaty badań i ich dyskusję, zaś część czwarta, „Podsumowanie i wnioski” – syntezę wszystkich uzyskanych wyników i wnioski z nich płynące. W dalszej części Rozprawy znajdujemy wchodzące w skład rozprawy, opublikowane już artykuły 1 i 3 wraz z przygotowanym do druku manuskrypcem artykułu 2, a także zwięzłe podsumowanie wszystkich dotychczasowych naukowych osiągnięć Doktoranta.

Wszystkie stanowiące rozprawę prace są eksperymentalne i zwierają wyniki doświadczeń laboratoryjnych, trwających od jednej doby do dwóch tygodni (prace 1 i 3) - i długotrwałego (5 miesięcy) eksperymentu terenowego (praca 2). Eksperymenty te są – koncepcyjnie – bardzo proste, a analiza statystyczna wyników także nie jest przesadnie wyrafinowana, ale dobra i właściwie dostosowana do natury analizowanych zbiorów danych. Stwierdzenia te w żadnym razie nie są zarzutem – wprost przeciwnie, umiejętność zaprojektowania prostych eksperymentów, jednoznacznie rozstrzygających istotne dylematy naukowe jest bardzo pożądaną i rzadką umiejętnością, dobrze świadczącą o profesjonalnej kompetencji Doktoranta.

Pierwsza publikacja (*Szarmach et al. 2024, Impact of habitat engineering by invasive Corbicula clams on native European Unionid mussels, Science of the Total Environment 948, 174764*) poświęcona jest eksperymentalnemu testowaniu trzech hipotez, głoszących, że: (1) rodzime Unionidae (*U. timidus* i *U. anatina*) unikają podłoża z żywymi *Corbicula* oraz podłoża z ich pustymi muszlami, (2) Obecność *Corbicula* zaburza naturalny behavior rodzimych Unionidae, zwłaszcza ich lokomocję i zagrzebywanie (3) rodzime Unionidae silniej reagują na poste muszle *Corbicula* niż żywe osobniki, ze względu na odmienne ułożenie martwych muszli (chaotyczne) i żywych osobników (pionowe) w osadach. Mam tutaj drobne zastrzeżenie natury formalnej: Doktorant formułuje powyższe hipotezy w czasie przyszłym (a więc "rodzime Unionidae **będą unikać** podłoża z żywymi *Corbicula* ..." albo "Obecność *Corbicula* **będzie zaburzać** naturalny behavior rodzimych Unionidae ..." itd. Nie jest to poprawne - lepiej byłoby użyć czasu teraźniejszego („coś **wpływa** na coś”), wskaziwane hipotezy odnoszą się do istniejących, ogólnych zależności a nie do stanu rzeczy, który zaistnieje dopiero w przyszłości. Wyniki eksperymentów wspierają pierwszą i drugą hipotezę - (1) rodzime Unionidae unikają piasku z żywymi lub martwymi *Corbicula* jeśli tylko ich (*Corbicula*) zagęszczenie przekraczały pewne, ekologicznie realistyczne wartości, a

także (2) zmieniają behawior lokomotoryczny i zmniejszają zdolność (skłonność?) do zagrzebywania się w podłożu. W obydwu przypadkach występowały istotne różnice w reakcjach obu gatunków Unionidae na obecność *Corbicula*. Zwarzywszy, że zagrzebywanie się jest podstawowym mechanizmem obrony Unionidae przed antagonistycznymi abiotycznymi (przesuszanie, zmiany temperatury itd.) i biotycznymi (drapieżnictwo, porastanie przez epibionty itd.) czynnikami środowiskowymi, należy przypuszczać, że pojawienie się *Corbicula* w dużych zagęszczeniach znacząco zmniejsza dostosowanie (*fitness*) rodzimych gatunków małży. Trzecia hipoteza została sfalsyfikowana przez uzyskane wyniki - (3) Unionide obydwu gatunków nie rozróżniały podłoża z żywymi *Corbicula* od podłoża z jej pustymi muszlami. Ta obserwacja jest ważna, potwierdza bowiem sugerowane już przez pozostałe wyniki przypuszczenie, że oddziaływania pomiędzy rodzimymi Unionidae i *Corbicula* nie mają charakteru bezpośrednich interakcji biotycznych, lecz raczej są pośrednim efektem fizycznej modyfikacji środowiska przez licznie występujące elementy strukturalne - muszle gatunku inwazyjnego.

Druga praca Doktoranta (dołączona w formie przygotowanego do druku manuskryptu) przedstawia opis i wyniki długotrwałego (pięciomiesięcznego) eksperymentu terenowego, którego celem była weryfikacja 3 hipotez badawczych: (1) długoterminowa obecność małży *Corbicula* wpływa (w oryginale - "będzie wpływać", znów czas przyszedł!) na rodzime Unionide, ograniczając ich wzrost, kondycję fizyczną, rezerwy energetyczne i parametry stresu oksydacyjnego, (2) negatywne efekty obecności *Corbicula* zależą od zagęszczenia tych małży i (3) reakcje Unionidae na obecność *Corbicula* są gatunkowo specyficzne. Ta ostatnia hipoteza wydaje się dosyć oczywista i nic dziwnego, że została wsparta przez wyniki eksperymentu - trudno oczekiwać identycznej zmiany badanych parametrów fizjologicznych u dwu różnych gatunków w odpowiedzi na dowolny stres środowiskowy. Pozostałe dwie hipotezy zostały częściowo sfalsyfikowane - nie stwierdzono jednoznacznie negatywnego wpływu obecności *Corbicula* na wzrost, ogólną zawartość glikogenu, poziom oksydantów śmiertelność i kondycję fizyczną obu gatunków Unionidae (jakkolwiek odnotowano różnice w wartościach poszczególnych parametrów, niekiedy zależne od zagęszczenia). Uważam, że wyniki tych eksperymentów, także te "negatywne", są nadzwyczaj interesujące - potwierdzają bowiem wynikające z pierwszej pracy sugestie, że bezpośrednie interakcje biotyczne pomiędzy rodzimymi Unionidae a inwazyjna *Corbicula* są słabe. Zdecydowanie podoba mi się nieoczywistość tych wyników.

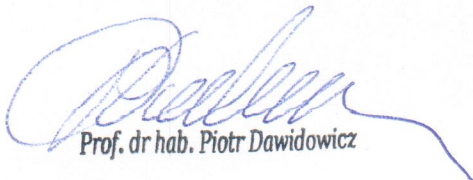
Celem ostatniej, trzeciej z publikacji tworzących Rozprawę, jest testowanie (w eksperymentach laboratoryjnych) dwóch hipotez dotyczących wpływu suszy hydrologicznej na inwazyjne małże *Corbicula* oraz rodzime *Sphaerium rivicola*. Zakładają one że (1) małże *Corbicula* są bardziej odporne na wysychanie niż *S. rivicola* i (2) małże badanych taksonów reagują na obniżenie się poziomu wody przez horyzontalne przemieszczenie się za cofającą się linią wody i/lub pionowe przemieszczenie w głąb podłoża, przy czym bardziej odporne na wysychanie *Corbicula* wykorzystują raczej strategię pozostania w miejscu, by przeczekać susze zagrzebane w osadach, zaś wrażliwe *S. rivicola* raczej przemieszczają się ku wilgotniejszym refugiom. Hipoteza (1) została jednoznacznie potwierdzona - wszystkie badane osobniki *Corbicula* przeżyły eksperymentalną suszę, przy 90% śmiertelności *S. rivicola* w tych samych warunkach. Autor wiarygodnie tłumaczy te różnice odmiennością morfologiczną (budowa muszli) i fizjologiczną obu gatunków, a także ich różną historią ewolucyjną, wynikającą z różnic w stabilności siedlisk (w tym zróżnicowaniem ryzyka pojawienia się suszy suszy), z których się wywodzą. Przewidywane przez hipotezę (2) behawioralne reakcje na suszę okazały się odmienne u obu gatunków - o ile osobniki *Corbicula* stosowały "strategię przeczekań", pozostając w miejscu zagrzebując się w osadach wobec obniżającego się poziomu wody, to *S. rivicola* posługiwały się "strategią ucieczki" nie zagrzebywały się lecz aktywnie migrowały horyzontalnie ku wilgotniejszym - niżej położonym - miejscom. Ta strategia zawodziła jednak, gdy konieczny do pokonania dystans przekraczał 25 cm. Wyniki badań przedstawionych w tej publikacji jednoznacznie demonstrowały większą odporność *Corbicula* na okresowe wysychanie, w stosunku do rodzimych małży. Może to prowadzić do selektywnych zmian w strukturze gatunkowej zespołów małży narażonych na epizody suszy hydrologicznej (częstego efektu postępujących zmian klimatycznych) i ostatecznie liczebnej dominacji odpornego gatunku inwazyjnego okresowo wysychających siedliskach.

Rozprawa doktorska Pana mgr Daniela Szarmacha jest dziełem dojrzałym, ambitnym i wartościowym. Nie mam doświadczenia w eksperymentalnych badaniach bezkręgowych zwierząt bentosowych, a w szczególności małży, ale uważam, że zaangażowanie i pracowitość Doktoranta były zdecydowanie godne wyróżnienia. Przeprowadzone przez niego eksperymenty, choć koncepcyjnie proste (co jest ich zaletą!) były bardzo pracochłonne: np. uzyskanie wyników tylko jednego z eksperymentów wymagało analizy, zapewne w czasie rzeczywistym, co najmniej sześćdziesięciu 24-godzinnych nagrań wideo). Liczba wariantów eksperymentów i liczba powtórzeń poszczególnych wariantów (15 lub 30) była znaczna, co zapewniało satysfakcjonującą wiarygodność statystyczną wnioskowania, ale

więzało się z pracowitością badań. Już samo zapewnienie materiału do doświadczeń, a także odpowiedniego podłoża i przestrzeni do badań (zwarzywszy na wielkości i liczbę zbiorników eksperymentalnych) musiało być dużym wyzwaniem. Oczywiście pracowitość Doktoranta nie przesądza jeszcze o jakości Jego dokonań, jest jednak warta odnotowania. Przede wszystkim jednak istotna jest naukowa wartość Rozprawy, a ta jest bardzo znaczna, z kilku co najmniej powodów. Po pierwsze - tworzące ją trzy prace stanowią pewną przemyślaną, jednorodną całość. Wyniki poszczególnych badań są nowe dla nauki, wzajemnie się uzupełniają i pozwalają na wyjaśnienie natury interakcji zachodzących pomiędzy obcym, inwazyjnym *Corbicula* a rodzimymi gatunkami małży. Wyjaśnienie to jest nieoczywiste i przez to szczególnie interesujące. W świetle wyników badań Pana mgr Daniela Szarmacha *Corbicula*, jeśli są odpowiednio liczne, ograniczają możliwość wykorzystania podłoża (osadów) przez rodzime Unionidae (pierwsza praca), ale nie konkurują z nimi bezpośrednio o biotyczne zasoby środowiska, a w każdym razie nie jest to widoczne na poziomie ogólnych parametrów dostosowania np. tempa wzrostu osobniczego, ogólnego poziomu rezerw energetycznych (glikogenu), symptomów stresu oksydacyjnego czy śmiertelności (druga praca). Wpływ zmian mechanicznych właściwości osadów na Unionidae jest właściwie taki sam, niezależnie od tego, czy wynika z nagromadzenia żywych *Corbicula* czy też ich martwych muszli, co można uznać za jeszcze jeden argument na rzecz niebiotycznego charakteru interakcji. Efekty te mogą mieć pośrednio negatywne skutki dla dostosowania rodzimych małży - np. ograniczenie możliwości zagrzebywania się zwiększa ekspozycję na presję drapieżników. Obraz mechanizmów interakcji między inwazyjnymi i rodzimymi małżami znakomicie dopełnia trzecia publikacja wchodząca w skład rozprawy. Sugeruje ona, że źródłem zmian względnej liczebności w zespołach rodzimych i obcych małży, tj. wzrostu zagęszczenia *Corbicula* kosztem gatunków rodzimych, nie są bezpośrednie oddziaływania konkurencyjne, lecz selektywne działanie czynników abiotycznych – suszy hydrologicznej, na którą gatunki rodzime są znacznie bardziej wrażliwe. Związane z suszą epizody wysychania podłoża powodują więc znacznie większe straty w populacjach gatunków rodzimych, niż w populacjach *Corbicula*, a liczne przeżywające *Corbicula* modyfikują podłoże tak dalece, że powrót gatunków rodzimych staje się niemożliwy nawet w skądinąd optymalnych warunkach środowiskowych. Mielibyśmy więc tu do czynienia z czymś na kształt konkurencji pozornej – zmiany względnych zagęszczeń populacji w zespołach nie są wynikiem ubiegania się o wspólne zasoby, ale ulegają utrwaleniu wskutek zmian w strukturze siedliska spowodowanych przez nagromadzenie osobników gatunku nie (lub mało) wrażliwego na stres suszy. Byłby to bardzo interesujący przypadek, z punktu widzenia ekologii interakcji międzygatunkowych.

Pewien mój niedosyt przy lekturze tej skądinąd doskonałej rozprawy budzi asymetria prezentowanego w niej podejścia – w rozważaniach Doktoranta (z wyjątkiem wszakże trzeciej pracy) obecność/zagęszczenie gatunku obcego, *Corbicula*, traktowane są jak zmienne niezależne, którymi manipuluje się w eksperymentach, by poznać reakcje gatunków rodzimych. Dowiadujemy się więc, jak *Corbicula* wpływa na Unionidae, ale nadal nie wiemy, czy rodzime gatunki mają jakiś wpływ na *Corbicula*. Można chyba podejrzewać, że taki wpływ istnieje i np. w pewnych warunkach ogranicza kondycję osobników lub uniemożliwia wzrost liczebności obcego małża do wartości, przy których jego populacja działałaby hamująco na rozwój populacji rodzimych. Ale to tylko spekulacja, lub myć może sugestia kierunku jakichś przyszłych badań, które oczywiście znacznie wykraczałyby poza ramy recenzowanej Rozprawy.

Podsumowując, uważam, że rozprawa doktorska Pana mgr Daniela Szarmacha jest dziełem dojrzałym, oryginalnym i wartościowym, stanowiącym istotny, nowatorski wkład do wiedzy o mechanizmach interakcji pomiędzy inwazyjnymi i rodzimymi gatunkami małży i o roli czynników związanych ze globalną zmianą klimatu na te interakcje. Wobec powyższego stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny dysertacja Pana mgr Daniela Szarmacha spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2028 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 poz. 1668 z późn. zm.) i wnoszę o dopuszczenie Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. Piotr Dawidowicz