

Czarna Wieś, dn. 14.07.2025 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

wykonana na mocy uchwały nr 49, podjętej przez Radę Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu
Mikołaja Kopernika w Toruniu w dniu 25.04.2025 r.

Imię i nazwisko doktoranta: Piotr Paweł Kłosiński

Tytuł rozprawy doktorskiej: Czynniki kształtujące przewagę konkurencyjną inwazyjnych gatunków ryb
babkowatych nad ich rodzimymi odpowiednikami w kontekście zmian klimatycznych

Promotor: prof. dr hab. Tomasz Kakareko

Promotor pomocniczy: dr hab. Łukasz Jermacz, prof. UMK

Recenzent: prof. dr hab. Michał Grabowski, Katedra Zoologia Bezkręgowców i Hydrobiologii, Wydział
Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

1. Wartość naukowa rozprawy

a. Oryginalność badań:

Przedstawiona rozprawa doktorska jest oryginalnym opracowaniem naukowym, podejmującym w nowatorski sposób problematykę inwazji biologicznych, w kontekście globalnych zmian klimatycznych. Obydwa zjawiska mają kluczowe znaczenie we współczesnej ekologii i biogeografii. Według mnie, oryginalność recenzowanej rozprawy polega na kompleksowej, wieloczynnikowej analizie mechanizmów sukcesu inwazyjnego. Nie ograniczając swojej pracy do pojedynczego czynnika stresującego, Doktorant wykonał porównawcze badania skumulowanego wpływu podwyższonej temperatury, hipoksji i acydyfikacji na fizjologię oraz behavior inwazyjnych pontokaspijskich i rodzimych gatunków ryb zamieszkujących wody słodkie. Taki zintegrowany model badawczy, oparty na bezpośrednich porównaniach par gatunków (inwazyjny gatunek obcy – gatunek rodzimy, w tym przypadku babka tusa – głowacz białopłetwy oraz babka szczupła – kiełb) o zbliżonej niszy ekologicznej ale o różnym pochodzeniu, nie jest często spotykany w literaturze naukowej. Warto też wspomnieć, że badania wpływu czynników abiotycznych, takich jak podwyższona temperatura, hipoksja czy acydyfikacja, na biologię gatunków inwazyjnych, zwłaszcza w porównaniu z gatunkami rodzimymi, rzadko dotyczą ekosystemów słodkowodnych. W tym kontekście, badania Doktoranta dostarczają

nowej i cennej wiedzy na temat inwazyjnych pontokaspijskich ryb babkowatych – do tej pory jedynym bardziej szczegółowo zbadanym gatunkiem z rodziny babkowatych była szeroko rozpowszechniona babka bycza. Podsumowując, uważam, że rozprawa Piotra Kłosińskiego stanowi cenny wkład w zrozumienie synergii między globalnym ociepleniem a procesami inwazji biologicznych w ekosystemach słodkowodnych.

b. Wartość naukowa rozdziałów/artykułów

Wartość naukowa rozprawy jest moim zdaniem wysoka. Należy docenić, że we wszystkich trzech wieloautorskich artykułach naukowych, tworzących trzy zasadnicze rozdziały rozprawy, Doktorant jest pierwszym autorem i w każdej z nich odgrywał decydującą rolę w powstaniu artykułu, biorąc udział m.in. w opracowaniu koncepcji i metodyki pracy oraz wykonując badania i analizując uzyskane wyniki będące podstawą przedstawionej rozprawy doktorskiej. Wszystkie trzy rozdziały zostały opublikowane w renomowanych międzynarodowych czasopismach naukowych: *Freshwater Biology* (IF: 2.7, Q1 Marine & Freshwater Biology), *Hydrobiologia* (IF: 2.5, Q1 Marine & Freshwater Biology) oraz *NeoBiota* (IF: 3.0, Q1 Biodiversity Conservation). Każda z tych publikacji przeszła rygorystyczny proces recenzyjny i redaktorski, co również świadczy o dojrzałości naukowej Doktoranta i wysokiej jakości prezentowanych badań.

W rozdziale pierwszym „*Metabolic rate of two invasive Ponto-Caspian goby species and their native competitors in the context of global warming*” (Kłosiński et al., 2024, *Freshwater Biology*), Doktorant testuje dwie hipotezy – pierwsza zakłada, że podwyższona temperatura wody latem (25°C vs 17°C). podnosi spoczynkowe tempo metabolizmu (SMR) u badanych gatunków, ograniczając tym samym ich wydolność tlenową (AS); druga natomiast, że u badanych inwazyjnych babkowatych AS jest relatywnie mniej obniżona w podwyższonej temperaturze latem niż ich u gatunków rodzimych, czego przyczyną jest stosunkowo niższe SMR u tych pierwszych. Najważniejszymi osiągnięciami są tu, moim zdaniem, (1) wykazanie po raz pierwszy, że niezależnie od temperatury, inwazyjne babki utrzymują niższy SMR, czyli niższe "koszty utrzymania", w porównaniu do rodzimych konkurentów; (2) stwierdzenie, że wbrew oczekiwaniom, inwazyjne babki nie zawsze wykazywały lepszą AS w porównaniu z gatunkami rodzimymi (głowacz białopłetwy miał wyższą AS niż babka łysa w obu temperaturach); wysunięcie bardziej generalnego wniosku, że niższy SMR u babek stanowi kluczową przewagę energetyczną nad rodzimymi konkurentami, która może być ważniejsza niż maksymalna AS, co z kolei pozwala im przeznaczać więcej energii na wzrost i reprodukcję. Sugeruje to, że globalne ocieplenie, zwiększając koszty metaboliczne u wszystkich gatunków, będzie faworyzować gatunki o niższym SMR, co może ułatwić dalszą ekspansję babek.

W drugim rozdziale „*Effect of hypoxia and acidification on metabolic rate of Ponto-Caspian gobies and their native competitors in the context of climate change*” (Kłosiński et al., 2025, *Hydrobiologia*), Doktorant testuje kolejne dwie hipotezy zakładające, że inwazyjne babkowate są fizjologicznie bardziej tolerancyjne na hipoksję i acydyfikację niż ich rodzime odpowiedniki, dzięki

zdolności do utrzymania stałego rutynowego tempa metabolizmu (RMR) przy niższej zawartości rozpuszczonego tlenu i niższym pH. Z tego co się orientuję, jest to jedna z pierwszych publikacji, oceniających wpływ nietermicznych czynników zmian klimatycznych (niedotlenienia i zakwaszenia) na fizjologię inwazyjnych ryb słodkowodnych i ich bezpośrednich konkurentów. Doktorant potwierdza oczekiwanie, babka szczupła i babka łysa wykazują znacznie wyższą tolerancję na hipoksję niż rodzime kiełb i głowacz białopłetwy. Z drugiej strony, wykazuje że tolerancja na zakwaszenie nie jest cechą uniwersalną u badanych babek. Babka szczupła okazała się bardziej odporna na spadek pH niż kiełb, ale babka łysa nie wykazała przewagi nad głowaczem. Istotną konkluzją z naukowego punktu widzenia, jest że o ile wyższa tolerancja na hipoksję może być kluczowym czynnikiem ułatwiającym babkom inwazję i kolonizację siedlisk o zmiennych warunkach tlenowych, to postępujące zakwaszenie wód może być czynnikiem wspomagającym, lub ograniczającym sukces inwazyjny, w zależności od gatunku.

W ostatnim, **trzecim rozdziale** „*Competitive interactions for food resources between invasive Ponto-Caspian gobies and their native competitors in the context of global Warming*” (Kłosiński et al., 2025, *NeoBiota*), Doktorant testuje dwa założenia – pierwsze, że inwazyjne babki, są lepszymi konkurentami w zdobywaniu pokarmu w porównaniu do swoich rodzimych odpowiedników, co będzie objawiać się szybszym docieraniem do pokarmu i ograniczeniem czasu spędzonego na żerowaniu przez rodzimych konkurentów oraz większą agresją wobec rodzimych konkurentów niż wobec osobników konspecyficznych; drugie, że ta przewaga konkurencyjna będzie wzmocniona w podwyższonej temperaturze (25°C niż 17°C). Nowatorskie w tym badaniu jest, w mojej opinii, eksperymentalne rozdzielenie konkurencji interferencyjnej (agresja) od eksploatacyjnej (zdobywanie zasobów). Doktorant wykazał przy tym, że przewaga konkurencyjna babek nie leży w wyższej agresji, ale w sprawniejszym zdobywaniu pokarmu, niezależnie od temperatury. Co ciekawe, okazało się że wbrew oczekiwaniom, to rodzime gatunki (zwłaszcza w obecności babek) wykazywały wyższy poziom agresji, która była jednak nieskuteczną strategią w obronie zasobów pokarmowych. Sfalsyfikowano hipotezę, że podwyższona temperatura wzmocni przewagę konkurencyjną babek – ich przewaga w zdobywaniu pokarmu była utrzymana, ale nie stała się bardziej wyraźna. Interesująca jest konkluzja tego rozdziału, wskazująca że strategia unikania kosztownych walk przy jednoczesnej efektywnej eksploatacji pokarmu sprzyja sukcesowi inwazyjnemu, która to przewaga behawioralna może być zachowana w warunkach symulowanego ocieplenia.

Podsumowując tę część mojej recenzji stwierdzam, że wszystkie trzy rozdziały/artykiły wnoszą znaczący wkład w globalną dyskusję na temat ekofizjologii i przyczyn sukcesów inwazyjnych gatunków obcych. Wyniki nie tylko wypełniają istotną lukę w wiedzy na temat pontokaspijskich babkowatych, ale także dostarczają istotnych danych dla modelowania przyszłych zmian w europejskiej ichtiofaunie.

2. Wartość merytoryczna rozprawy

W mojej opinii, rozprawa doktorska Piotra Kłosińskiego prezentuje bardzo wysoką wartość merytoryczną, co omówiłem już szerzej przy ocenie wartości naukowej poszczególnych artykułów,

które się na składają. Dodać mogę tylko, że „Wprowadzenie” stanowi elegancką, wyczerpującą, ale nie rozwlekłą i nie przeładowaną szczegółami, syntezę aktualnego stanu wiedzy dotyczącej tematyki rozprawy, umiejętnie osadzając problem badawczy w kontekście teorii inwazji biologicznych, ekofizjologii i globalnych zmian klimatycznych (np. hipoteza „*plastic floors and concrete ceilings*”). Hipotezy badawcze są logiczne, precyzyjnie sformułowane i wynikają wprost z przedstawionych przesłanek. Dobór metodologii, łączącej zaawansowane techniki respirometrii z eksperymentami behawioralnymi, jest w pełni adekwatny i świadczy o doskonałym warsztacie badawczym. Analiza i prezentacja wyników są klarowne. Szczególnie cenna jest wnikliwa dyskusja, w której Autor wykazuje się umiejętnością krytycznej interpretacji danych, trafnie odnosząc je do szerokiej literatury przedmiotu i proponując przekonujące wyjaśnienia dla uzyskanych wyników. Wnioski są w pełni uzasadnione i logicznie wynikają z przeprowadzonych badań.

3. Poprawność redakcyjna rozprawy

Rozprawa została zredagowana z dużą starannością. Jej struktura, oparta na cyklu trzech opublikowanych prac, jest spójna i klarowna, a rozdziały wprowadzające i podsumowujące tworzą logiczną i kompletną całość. Praca jest napisana poprawnym i precyzyjnym językiem, zgodnym ze standardami akademickimi. Szata graficzna, w tym ryciny i tabele, jest profesjonalna i czytelna, co ułatwia odbiór prezentowanych treści. Bibliografia jest obszerna, aktualna i adekwatnie dobrana, co świadczy o głębokiej znajomości literatury przedmiotu przez Doktoranta. Praca jest zasadniczo wolna od błędów redakcyjnych i edytorskich, a drobne nieścisłości, które są moim zdaniem nieco irytujące, przedstawiam poniżej w uwagach krytycznych.

4. Uwagi krytyczne

Moim zdaniem, rozprawa doktorska przedstawiona przez Piotra Kłosińskiego stoi na bardzo wysokim poziomie, a ponadto jej zasadnicze części merytoryczne przeszły przez drobiazgowy proces recenzowania i redakcji w renomowanych czasopismach naukowych. Trudno więc sformułować jakieś fundamentalne uwagi krytyczne co do merytorycznej zawartości rozprawy.

Niemniej jednak, aspektem, który moim zdaniem można poddać pod dyskusję, jest ograniczenie badań do osobników młodocianych. Z jednej strony jest to w pełni zrozumiałe, biorąc pod uwagę czasowe i logistyczne ograniczenia realizacji rozprawy doktorskiej, która powinna zamknąć się w okresie czterech lat. Z drugiej strony, jednakże badania o szerszym zakresie ontogenetycznym, uwzględniające osobniki dojrzałe płciowo (w tym w okresie rozrodu), mogłyby dostarczyć dodatkowych, cennych informacji. Po pierwsze, wiadomo, że strategie życiowe (w tym, te związane z alokacją energii i zachowaniem), podobnie jak tempo metabolizmu i tolerancja na różne czynniki, zmieniają się wraz z wiekiem organizmu i jego stanem fizjologicznym. Na przykład, koszty reprodukcji mogłyby inaczej modulować międzygatunkową agresję i konkurencję u osobników będących w okresie rozrodu – dotyczy to zwłaszcza gatunków wykazujących duże koszty opieki nad potomstwem, takich jak babki lub

głowacz. Ponadto, to właśnie okres rozrodu i skuteczna realizacja bardzo wczesnych etapów rozwoju ontogenetycznego (rola efektywnej opieki nad potomstwem) wydaje się mieć zasadnicze znaczenie dla tworzenia nowych populacji w nowych warunkach siedliskowych oraz zachowania stabilnych populacji u gatunków u ryb takich, jak babki i głowacze.

Moim zdaniem, szerszego komentarza ze strony doktoranta wymaga również oparcie prowadzonych badań o krótkotrwałą ekspozycję na czynniki stresujące, co może nie odzwierciedlać chronicznych warunków, z jakimi ryby spotykają się lub będą się spotykać w naturze w wyniku zmian klimatycznych. Długotrwała ekspozycja mogłaby przynieść inne wyniki.

Eksperyment w rozdziale pierwszym wykorzystuje dwie stałe temperatury (25°C niż 17°C), podczas gdy zmiany klimatu to także zwiększona częstotliwość fal upałów i dobowych wahań temperatury, których nie symulowano, a które mogłyby przynieść wyniki bardziej adekwatne do warunków naturalnych. Jakie byłyby, zdaniem Doktoranta, konsekwencje metaboliczne powtarzającej się ekspozycji na podwyższoną temperaturę u badanych gatunków inwazyjnych i ich rodzimych odpowiedników.

W przypadku testowania efektów hipoksji i obniżonego pH na ryby w rozdziale drugim, Doktorant skupił się wyłącznie na parametrze fizjologicznym (RMR), pomijając obserwacje behawioralne. Zmiana metabolizmu jest tylko jednym z aspektów odpowiedzi na stres; równie ważne jest to, jak wpływa ona na zachowania kluczowe dla przetrwania, takie jak żerowanie czy unikanie drapieżników. Ten wpływ nie był badany ale proszę Doktoranta o odniesienie się do tego komentarza i wskazanie możliwych konsekwencji takiej zmiany.

W rozdziale trzecim, małe szklane akwarium wydaje się znacznym uproszczeniem naturalnego środowiska rzeczno. Brak prądu wody, substratu do ukrycia się i złożoności strukturalnej mógł wpłynąć na naturalne zachowania ryb. Ponadto, bardzo rygorystyczna definicja zachowania agresywnego (wymóg fizycznego kontaktu) pomija jej subtelniejsze formy, takie jak grożenie czy przeganianie bez kontaktu, które również mogą być skuteczne. Wreszcie, badanie interakcji tylko między dwiema rybami nie odzwierciedla złożonej dynamiki społecznej występującej w naturze przy większych zagęszczeniach. Proszę Doktoranta o odniesienie się, do tych komentarzy.

Kończąc wątek dotyczący uwag krytycznych odnoszących się do merytorycznej treści rozprawy, pragnę stwierdzić, że w gruncie rzeczy uwagi tego typu mogą odnosić się do każdej pracy opartej o eksperymenty laboratoryjne. Siłą rzeczy opierają się one na modelach będących znacznym uproszczeniem warunków naturalnych i procesów, które w nich przebiegają i ważne aby o tym pamiętać przy interpretacji wyników. W żaden sposób nie dyskwalifikuje to wartości takich badań, które są bardzo cenne ponieważ ciężko tego typu eksperymenty i wnioski przeprowadzić w oparciu o układy naturalne. Dlatego, moje uwagi nie są zarzutami merytorycznymi a mają jedynie na celu skłonienie Doktoranta do szerszych rozważań na temat ograniczeń oraz implikacji swoich badań a także, mam nadzieję, będą sugestią potencjalnych kierunków dalszych badań, które w naturalny sposób wynikają z Jego inspirującej pracy.

Mam jeszcze drobne uwagi natury formalnej, co do „Podsumowania”, w którym Doktorant przedstawia „Najważniejsze wnioski z wykonanych w ramach prezentowanej rozprawy doktorskiej badań...”. Moim zdaniem panuje tu pewne zamieszanie terminologiczne. Podsumowanie i wnioski to co innego. Podsumowanie mówi o tym, co zostało zrobione i co stwierdzono. W istocie, jest to streszczenie najważniejszych wyników pracy. Dla odmiany, wnioski mówią o tym, co z tego wynika – powinny stanowić interpretację wyników i prezentować ich uogólnienie oraz implikacje/znaczenie dla rozwoju danej specjalności. W mojej ocenie rozdział ten zawiera rzeczywiście raczej podsumowanie wyników, jak mówi jego tytuł, a nie wnioski (jak napisał doktorant). Jest to jednak drobna uwaga formalna, która nie obniża mojej bardzo wysokiej oceny rozprawy.

Obrona rozprawy doktorskiej to zawsze święto dla Doktoranta oraz możliwość wykazania się nie tylko wiedzą na temat swojej rozprawy doktorskiej ale także okazja aby dać się poznać jako dojrzały badacz, np. prezentując swoje refleksje w odniesieniu do specjalizacji naukowej, w której się porusza. W ostatnich latach pewne emocje w biologii inwazji, choć raczej wśród humanistów – socjologów i filozofów nauki niż wśród samych badaczy gatunków inwazyjnych, wzbudza sama filozoficzna podstawa klasyfikowania i antropocentrycznego wartościowania gatunków jako rodzimych lub obcych, a więc lepszych lub gorszych, co zdaniem krytyków ma szersze implikacje etyczne, również w kontekście ochrony przyrody. Klasycznym przykładem jest tutaj publikacja „Beyond ‘Native V. Alien’: Critiques of the Native/alien Paradigm in the Anthropocene, and Their Implications” autorstwa Charlesa R. Warrena ze School of Geography and Sustainable Development, University of St Andrews, Wielka Brytania (Warren 2023, <https://doi.org/10.1080/21550085.2021.1961200>). Będę bardzo rad, jeśli Doktorant ustosunkuje się do omawianego problemu podczas obrony – przedstawi swoje refleksje na ten temat niejednoznaczności koncepcyjnej, dychotomicznej sztywności i trudności etycznych związanych z postrzeganiem roli gatunków obcych/egzotycznych w ekosystemach, a także kontrowersyjnych zarzutów ksenofobii wobec nich. Czy rzeczywiście, jak twierdzi Warren, waloryzacja „rodzimej przyrody” jako z definicji „najlepszej przyrody” jest przestarzała i niepraktyczna w antropocenie, a nadrzędność pochodzenia biogeograficznego powinna zostać zastąpiona pragmatycznym skupieniem się na zachowaniu gatunków? Już cieszę się na tę dyskusję.

5. Ocena końcowa

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa mgra Piotra Kłosińskiego jest oryginalnym opracowaniem naukowym spełniającym warunki wymagane do uzyskania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki biologiczne. Przedstawione przeze mnie krytyczne uwagi nie umniejszają mojej ogólnej bardzo pozytywnej oceny wartości merytorycznej rozprawy.

Ja, niżej podpisany stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Piotra Pawła Kłosińskiego spełnia warunki określone w artykule 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Biologiczne Mikołaja Kopernika w Toruniu o dopuszczenie Piotra Pawła Kłosińskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ja, niżej podpisany wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Uzasadnienie wniosku

Rozprawa doktorska Pana Piotra Pawła Kłosińskiego wykracza moim zdaniem ponad standard oczekiwany od rozpraw doktorskich i wyróżnia się na tle ogółu prac, przynajmniej na tyle, na ile mogę to ocenić w porównaniu z innymi rozprawami, które miałem okazję oceniać lub w których obronach miałem możliwość uczestniczyć. Po pierwsze, należy docenić podjęcie przez Doktoranta niezwykle aktualnej i oryginalnej tematyki badawczej o dużym znaczeniu poznawczym oraz, w perspektywie, aplikacyjnym. Po drugie, Doktorant zrealizował rozprawę stosując zaawansowaną i kompleksową metodologię, łączącą porównawcze badania fizjologiczne i behawioralne na parach gatunków (obcy inwazyjny-rodzimy), dzięki czemu uzyskano bardzo wartościowe dane, które zostały wszechstronnie przeanalizowane przy pomocy zaawansowanych metod statystycznych, co umożliwiło głęboką i wieloaspektową interpretację uzyskanych wyników. Po trzecie, Doktorant wykazał się dużym zaangażowaniem w prowadzeniu niełatwych przecież badań, co zostało udokumentowane opublikowaniem trzech prac w renomowanych międzynarodowych czasopismach ekologicznych i hydrobiologicznych (wszystkie w Q1 w swoich specjalnościach według Journal Citation Report) a w tworzeniu każdej z tych prac Doktorant odegrał fundamentalną rolę. Podsumowując, w mojej opinii, rozprawa doktorska Piotra Kłosińskiego stanowi dojrzałe, samodzielne i wartościowe osiągnięcie naukowe, ponadprzeciętne na tym etapie kariery, które w znaczący sposób przyczynia się do rozwoju wiedzy na temat inwazji biologicznych i ich ekologicznych konsekwencji dla wód słodkich.

.....
podpis recenzenta