

dr hab. Anna Jażdżewska, prof. UŁ
Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Łódzki

Recenzja rozprawy doktorskiej

Imię i nazwisko kandydata: mgr Anna Maria Sowa

Tytuł rozprawy doktorskiej: Colonization process in the littoral zone of a dynamic Arctic environment

Promotor: dr hab. Lech Kotwicki, prof. IO PAN,
dr hab. Anna Iglikowska, prof. UG

Recenzent: dr hab. Anna Jażdżewska, prof. UŁ

1. Wartość naukowa rozprawy

a. Oryginalność badań:

Praca doktorska Pani magister Anny Marii Sowy, pt. Colonization process in the littoral zone of a dynamic Arctic environment podejmuje temat opisu zgrupowań organizmów litofilnych badanych w sposób ilościowy w płytkich wodach arktycznego fiordu Isfjord. Badania morskie w regionach polarnych wiążą się z wieloma wyzwaniami, w dużej mierze związanymi z niedostępnością tych terenów. Co więcej, pobór prób z twardego podłoża wymaga współpracy z wykwalifikowanymi płetwonurkami. Powyższe ograniczenia sprawiają, że wiedza nt. zgrupowań organizmów litofilnych w Arktyce jest znikoma. Jednocześnie, światowe badania wskazują na intensywne ocieplenie klimatu w tym regionie, które może mieć znaczące konsekwencje dla jego ekosystemu. Organizmy zasiedlające twarde podłoże, które często charakteryzują się osiadłym trybem życia, a więc brakiem możliwości ucieczki w sytuacji pojawienia się niekorzystnych zmian w ich otoczeniu mogą być doskonałym wskaźnikiem zmian w ekosystemach. Stąd, wszelkie badania przyczyniające się do lepszego poznania tych zgrupowań, szczególnie prowadzone w długim okresie czasu są niezwykle potrzebne do lepszego poznania zarówno obecnego stanu środowiska w regionach polarnych, jak i monitoringu zmian zachodzących w wyniku procesów globalnych. Badania przeprowadzone przez doktorantkę mają charakter oryginalny i przyczyniają się do lepszego poznania ekosystemów polarnych. Ich wyniki mogą stanowić bazę do dalszych analiz zgrupowań organizmów litofilnych i monitoringu środowiska w Arktyce.

b. Wartość naukowa rozdziałów:

Praca ma charakter monografii, ale z wydzielonymi trzema rozdziałami, z których każdy odnosi się do innego aspektu badań.

Pierwszy z nich (Chapter/rozdział III) to porównanie składu gatunkowego oraz intensywności zasiedlania płytek kolonizacyjnych zebranych podczas dwóch ekspedycji, które dzieli 16 lat (pierwszy zbiór w 2005 r., drugi w 2020 r.). Autorka założyła, że biorąc pod uwagę intensywne zmiany klimatu w badanym regionie można się spodziewać zupełnej przebudowy zgrupowań litofilnych, zaniku gatunków arktycznych przy jednoczesnym pojawieniu się gatunków borealnych. Wyniki rzeczywiście wskazały na zupełnie inny charakter zgrupowań zaobserwowanych w obu latach, jednocześnie nie zostało zaobserwowane pojawienie się gatunków nienotowanych do tej pory na Svalbardzie. Kolejny rozdział (Chapter/rozdział IV) skupia się na analizie zgrupowań organizmów litofilnych zbieranych corocznie w okresie kolejnych 11 lat (od 2009 do 2020 r.). W tym przypadku również celem była obserwacja zmian charakteru zgrupowań i ewentualnego stwierdzenia gatunków borealnych, jak również próba powiązania obserwowanych zmian z występowaniem tzw. heatwaves w Arktyce. Wyniki tej pracy potwierdziły znaczną zmienność rok do

roku w analizowanych zgrupowaniach, ale nie wykazały zjawiska borealizacji (pojawiania się gatunków borealnych). Jednocześnie, nastąpił znaczący spadek zagęszczenia endemicznego arktycznego gatunku mszywoła *Harmeria scutata*. Ostatni rozdział (Chapter/rozdział V) ma nieco inny charakter. Jego celem było określenie w jaki sposób ustawienie podłoża (poziome skierowane ku górze, poziome skierowane ku dołowi oraz pionowe) wpływa na intensywność jego zasiedlania, a także czy istnieją różnice w presji drapieżników w zależności od ustawienia podłoża. Zgodnie z przewidywaniami każde z trzech różnych ułożeń podłoża charakteryzowało się innym składem zgrupowań, a także różną intensywnością żerowania. Co ciekawe poziome płytki kolonizacyjne skierowane ku górze, mimo swojej dostępności dla drapieżników, nie wykazywały większej intensywności żerowania.

Każdy z przedstawionych rozdziałów przedstawia oryginalne wyniki, które rozszerzają wiedzę na temat zgrupowań organizmów litofilnych i na pewno będą podstawą do przyszłych porównań zmieniającego się środowiska Arktyki. Należy dodać, że w cyklu prac przeanalizowano ponad 200000 organizmów co wskazuje na ogromny nakład pracy włożony w badania.

Przy tej okazji chciałbym zwrócić uwagę, że próby zebrane w 2020 r. zostały wykorzystane zarówno do analiz przeprowadzonych w rozdziale III i rozdziale IV. Zdaję sobie sprawę, że w przypadku rozdziału IV wyniki były analizowane w innym układzie oraz w odniesieniu do termiki wód Isfjorden, jednakże skład gatunkowy i zagęszczenia zostały już wykorzystane w rozdziale III. W przypadku niezależnej publikacji tych dwóch rozdziałów, w artykule wydanym później, część wyników z 2020 r. (skład gatunkowy i zagęszczenia) będzie powtórным opublikowaniem czegoś co już jest dostępne, więc trzeba to wziąć uwagę podczas przygotowywania prac do druku.

2. Wartość merytoryczna rozprawy

(umiejętność wprowadzenia w tematykę badawczą i jasność sformułowanych hipotez badawczych, dobór metod badawczych i narzędzi statystycznych do analizy danych, sposób przedstawienia wyników, krytyczna analiza wyników i umiejętność ich interpretacji na tle literatury przedmiotu, jasność i poprawność wniosków):

Każdy z rozdziałów pracy odnoszący się do badanego zagadnienia ma swój oddzielny wstęp. W mojej opinii każdy z nich jest przygotowany prawidłowo i uzasadnia podjęcie badań. Za każdym razem wstęp do rozdziału zakończony jest przedstawieniem celów badań i tutaj mam trochę wątpliwości, ponieważ czasami cele są wymieszane z hipotezami (np. w rozdziale III w przypadku jednego z celów jest dodatkowo dodana hipoteza, przy pozostałych celach już nie, w rozdziale IV dotyczy to dwóch z trzech celów). Wydaje mi się, że cele (lub ewentualne hipotezy) można było przedstawić w sposób bardziej klarowny. Nie mam uwag do stosowanych metod badawczych i narzędzi statystycznych, a także do sposobu przedstawienia wyników (choć mam w tym przypadku uwagi redakcyjne, ale o tym później). Wyniki zostały przedyskutowane w sposób prawidłowy, chociaż zabrakło mi odniesienia się w dyskusji do każdego z rozdziałów (a także we wstępie do rozdziału III) do prac Csapo i in. (2023 oraz 2025) z których wynika, że ekspansja zarówno *Gammarus oceanicus*, jak i *Semibalanus balanoides* najprawdopodobniej nie jest związana z obserwowanym obecnie ociepleniem klimatu. Odnośnie wyników przedstawionych w rozdziale IV zastanawiam się również, to pytanie do doktorantki, czy do zaniku *Harmeria scutata* po 2013 r. mógłby się przyczynić wzrost intensywności żerowania drapieżnika żywiącego się tym gatunkiem, którego populacja zwiększyła się w ostatnim czasie (np. w wyniku zmian klimatycznych)?

Wszystkie trzy rozdziały kończą się wnioskami, które są uzasadnione uzyskanymi wynikami. Ponadto, cała praca kończy się wnioskami ogólnymi (rozdział VI). Do nich mam jednak uwagę, ponieważ część z nich jest raczej podsumowaniem wyników niż wnioskami jako takimi.

3. **Poprawność redakcyjna rozprawy**
(układ pracy, jasność stylu, szata graficzna itp.):

Praca ma charakter monografii, ale nie ma klasycznego układu. Rozpoczyna się streszczeniami w języku angielskim i polskim, po nich znajduje się wstęp ogólny (Chapter I) z wyróżnionymi celami pracy. Chapter II opisuje teren badań i podstawowe dane dotyczące sposobu zbioru prób i ich analizy. Po nich są przedstawione trzy rozdziały (Chapter III, IV i V). Każdy z nich z podziałem na wstęp, materiał i metody, wyniki, dyskusję i wnioski. Po tych rozdziałach są wnioski ogólne (Chapter VI), lista rycin, tabel, spis literatury i dwa suplementy. Przyznam, że taki układ utrudnia płynność czytania pracy i sprawia, że część informacji zawartych we wstępach (są w sumie cztery) się powtarza. Biorąc pod uwagę, że poszczególne rozdziały (Chapter III, IV i V) przed wysłaniem do czasopisma i tak muszą zostać uzupełnione o opis terenu badań i sposób poboru prób, przygotowanie pracy jako klasycznej monografii, w moim odczuciu, pozwoliłoby na bardziej klarowne przedstawienie prowadzonych badań.

Praca jest napisana w języku angielskim; język wydaje mi się poprawny, ale nie będąc native speaker nie jestem w stanie w pełni ocenić jego poprawności. Zauważyłam jednak błędy językowe wymagające korekty przed wysłaniem prac do czasopisma (część z nich wymieniam w uwagach krytycznych). Szata graficzna pracy i jej przygotowanie pod względem redakcyjnym jest dość dobre, chociaż w różnych miejscach pojawiają się potknięcia, na przykład tzw. sierotki na końcach wierszy, niepotrzebne spacje lub ich brak, literówki etc. (szczegóły w uwagach krytycznych). Ryciny IV.22 i IV.23 są wstawione do pracy w odwrotnej kolejności.

4. **Uwagi krytyczne**

Poza powyżej wspomnianymi sprawami dotyczącymi układu pracy, prezentacji celów i hipotez oraz przedstawienia wniosków końcowych mam następujące uwagi krytyczne. Z wyjątkiem spraw redakcyjnych i literówek podaję je w kolejności wystąpienia.

Streszczenie w języku polskim. Zdanie „podłoża skierowane w dół [...] **przyciągają większą bioróżnorodność** niż te skierowane pionowo” nie jest poprawne stylistycznie. Ponadto, bardzo mnie razi określenie „rekrutacja bezkręgowców”. Jest to bezpośrednie tłumaczenie z języka angielskiego, ale moim zdaniem „zasiedlanie podłoża” lub „kolonizacja” byłyby tutaj znacznie lepszymi określeniami. Przy okazji chciałam zapytać doktorantki czy istnieje różnica pomiędzy określeniem „recruitment” a „colonization” czy też mogą one być stosowane wymiennie, a ich używanie związane jest z modą językową?

Rozdział I. General introduction. Fragment na str. 17 od “The panel structures were constructed to allow...” do „to observe responses of fauna to environmental changes and recognise general trends” (str. 18) jest raczej opisem metod niż częścią wstępu. Także zdanie “In addition to comparing long-term biological data with environmental conditions, **the doctoral project describes...**” jakoś mi nie pasuje do tekstu wstępu (jeśli już to do abstraktu).

Rozdział II.2. Protocol. W opisie konstrukcji zawierającej płytki kolonizacyjne oraz na rysunku (Fig. II.2) pojawiają się nieścisłości, które rzutują później na zrozumienie liczby powtórzeń wykonanych w doświadczeniu. Chodzi o jasne określenie czym jest „płytki kolonizacyjna”. W opisie jest mowa o wymiennalnych panelach, z których każdy zawiera trzy płytki. Ale na rysunku w opisie pojawia się określenie „**set of panels including three settlement panels** on the under side of holding bars...”. Zaraz później na str. 24 mamy określenie „At each study site, three replicate settlement plates were collected...” W takim razie czym jest “płytki” a czym „panel”? Czytając pracę można się zorientować, że w przypadku rozdziałów III i IV górna i dolna strona płytki są traktowane jako pojedyncza płytki kolonizacyjna, ale w rozdziale V pojedynczą płytką kolonizacyjną jest już oddzielnie jej strona górna i dolna. To powinno być dokładnie i jasno przedstawione.

Rozdział III.1. Introduction (str. 29) – sformułowanie „several **domain expansions** of boreal species” jest niezrozumiałe. Co to są “domain expansions”?

Rozdział III.1. Introduction (str. 29) – jak się ma rozszerzanie zasięgu *Gammarus oceanicus* cytowanego za pracą Weslawski et al. (2010) do pracy Csapo et al. (2023) dotyczącej tego samego gatunku, wskazującej na jego znacznie wcześniejszą ekspansję?

Rozdział III.2.3 Environmental conditions around the study location powinien zaczynać rozdział Material and methods, tym bardziej, że później w wynikach dane środowiskowe są przedstawione przed wynikami analiz biologicznych.

Chapter III.4.2 (str. 46) – sformułowanie „Weslawski et al. (2010) [...] reported an increase in **macrobenthos diversity** from 19 to 43 taxa between 1988 and 2008” – jeśli podajemy liczbę taksonów, wtedy mówimy o “taxonomic richness” nie o “taxonomic diversity”. Kontynuując, zdanie “In the results presented in this study, after years, **similar significant differences** were found” sugeruje podobny wzrost bogactwa gatunkowego w przedstawionej pracy. Ale przecież wyniki doktorantki wskazują na zmianę liczby taksonów z 39 na 41 (pięć gatunków ubyło, a osiem przybyło). Ten fragment wymaga przeformułowania.

Chapter III.4.2 (str. 46). Zdanie dotyczące *Harmeria scutata*: „Like most pioneers, this species is a poor competitor for space, **losing around 70% of interspecies interactions** (Barnes and Kukliński, 2003)” jest niezrozumiałe.

Tytuł rozdziału III.4.4 **Structure under factors** nie oddaje jego treści i nie jest zrozumiały.

W legendzie do Fig. III.9. brak wyjaśnienia w jakiej kolejności przedstawiane taksony (z listy wynika, że alfabetycznie w ramach danej grupy zwierząt). Ponadto, czemu *Circeis* sp. nie jest podany obok *Circeis spirillum*? Podobnie w tekście na str. 42 również te dwa taksony nie są wymienione obok siebie. Ta sama uwaga dotyczy opisu Supplementary Information 1 i 2. W przypadku Supplementary Information 2 wyjaśnienia wymaga również skala kolorystyczna przedstawiona pod ryciną.

Rozdział III.4.2 (str. 47) – określenie „personal observation based on Sowa et al. 2023” jest niejasne, bo albo jest to personal observation wtedy trzeba podać za kim, albo cytowanie pracy Sowa et al. (2023).

Rozdział IV.1, str. 56 – określenie „Other Arctic marine studies focused on **hard but mobile substrate**” – w jaki sposób twarde podłoże może być jednocześnie mobilne?

Rozdział IV.1, str. 57 – cele pracy: „the connection between **standardized anomalies** [...] and changes in” oraz “significantly different **standardized anomaly**” – należy dodać, że chodzi o anomalie temperatury, bo słowo „anomalie” może się odnosić do bardzo wielu czynników. Podobnie należy dodać to określenie w rozdziale IV.2.2 przy opisie metod wyliczania wspomnianych anomalii.

Rozdział V. W części dotyczącej wyników brakuje przedstawienia przypisania różnych typów śladów do potencjalnych drapieżników. Informacja o tym pojawia się dopiero w dyskusji w rozdziale V.4.4. Ponadto, zastanowiłabym się nad przedstawieniem w pierwszej kolejności potencjalnych drapieżników (zarówno w wynikach, jak i dyskusji), a dopiero potem intensywności żerowania, ponieważ intensywność żerowania jest pochodną obecności drapieżników, a nie odwrotnie.

Rozdział V.4.2, str. 91. Zdanie „However, **they harboured** the highest densities of the barnacle...” powinno być przeformułowane, bo w chwili obecnej “they” odnosi się do cytowanych wcześniej badań Knott et al. 2004, a nie wyników uzyskanych przez doktorantkę. Podczas cytowania wyników Glasby and Connell (2011) należy podać gdzie były one przeprowadzone.

Uwagi redakcyjne:

Rozdział II.1 Study area i podpis do Fig. II.1 – współrzędne lokalizacji stacji powinny być przedstawione w ten sam sposób. W podanym przypadku zapis się różni.

Na licznych rycinach brak jest spacji między wartością głębokości a „m” (Fig. III.6, III.7, III.10, IV.12, IV.13, IV.14, IV.15, IV.16). Ponadto w tekście wielokrotnie są niepotrzebne spacje przed „°” i „%” (str. 33, 39, 40, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 5, 60, 61, 69, 86).

Zapis liczb do dziesięć powinien być słownie, a jest zapisany cyframi (np. str. 29, 43).

Literówki: str. 51 (*L. digitate* – powinno być *L. digitata*).

Przy zapisie „personal communication” zawsze musi być dodana informacja czyja to była obserwacja (np. str. 22, 23, 72). Jeśli była to własna obserwacja należy zmienić określenie na „own observation”. Cytowanie Moreno et al. (2023) w rozdziale IV.3 (str. 59), w spisie literatury ta praca jest podana z rokiem 2024.

Określenie „arktyczny” (forma przymiotnikowa) w języku angielskim powinno być zapisane zawsze z dużej litery (do sprawdzenia wszędzie w tekście).

Str. 37, dół strony przed nazwą *Circeis* sp. powinna znaleźć się informacja, że jest to wieloszczet.

5. Ocena końcowa:

Jakkolwiek z powyższej recenzji wynika wiele uwag krytycznych, jednak odnoszą się one głównie do konstrukcji pracy oraz nie zawsze jasnych sformułowań które w łatwy sposób można poprawić przygotowując poszczególne części pracy do druku. Same badania i wyniki pracy uważam za istotny wkład w rozwój badań morza i uważam, że posiadają istotną wartość poznawczą. Jednocześnie uważam, że p. mgr Anna Sowa opanowała warsztat metodyczny, jak i sposób przygotowywania prac naukowych. Co za tym idzie recenzowana praca spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim i odpowiada wymaganiom zgodnie z art. 187 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (t. jedn. Dz. U. z 2023 r. poz. 742). W związku z tym zwracam się do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk z wnioskiem o dopuszczenie mgr Anny Marii Sowy do dalszych etapów przewodu doktorskiego

8 stycznia 2026

.....
data sporządzenia recenzji

.....
podpis recenzenta