

Prof. dr hab. Katarzyna Błachowiak-Samołyk
Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk
Ul. Powstańców Warszawy 55
81-712 Sopot

Recenzja

pracy doktorskiej mgr Bartłomieja Jerzaka pt. „Wybrane aspekty funkcjonowania Copepoda w nerytycznych wodach Antarktyki (Zatoka Admiralicji), ze szczególnym uwzględnieniem trofii w świetle współczesnej zmiany klimatu”

wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Marii Iwony Żmijewskiej z Zakładu Badań Planktonu Morskiego oraz dr Aleksandry Zgrundo z Zakładu Funkcjonowania Ekosystemów Morskich Uniwersytetu Gdańskiego

Przedstawiona mi do zaopiniowania praca doktorska to opracowanie dotyczące zmian międzyletnich w bazie pokarmowej czterech dominujących w wodach antarktycznych widłonogów: *Calanus propinquus*, *Calanoides acutus*, *Rhincalanus gigas* i *Metridia gerlachei* z Zatoki Admiralicji. Rejon badań położony na północ od Półwyspu Antarktycznego jest jednym z najszybciej ocieplających się miejsc na naszej planecie, co pociąga za sobą przebudowę struktury wielkościowej planktonu w kierunku małych, licznych i szybko rozwijających się organizmów, a w konsekwencji oznacza mniej dostępnego pokarmu o adekwatniej („przystawalnej”) wielkości dla zooplanktonu, a tym samym rozproszenie energii (więcej ogniw w standardowo - krótkiej polarnej sieci pokarmowej) docierającej do konsumentów wyższych rzędów. W tym kontekście skoncentrowanie się na bazie pokarmowej dominujących w mezozooplanktonie gatunków widłonogów jako tematyka badawcza dysertacji mgr Bartłomieja Jerzaka znakomicie wpisuje się w rosnącą potrzebę oszacowania potencjalnych zmian w funkcjonowaniu przybrzeżnych sieci troficznych wód antarktycznych.

Charakterystyka pracy

Praca napisana w języku polskim łącznie liczy 259 stron (w tym aneks) oraz zawiera kilkadziesiąt rysunków i tabel dobrze ilustrujących wyniki badań. Rozprawa składa się z sześciu zasadniczych rozdziałów: wstępu wprowadzającego w tematykę badawczą, rozdziału zawierającego charakterystykę widłonogów i rejonu badań, opisu materiałów i zastosowanej metodyki, wyników dotyczących liczebności i struktury wiekowej Copepoda, analizy morfometrycznej oraz odżywiania, po których następuje obszerna dyskusja zakończona wnioskami. Dodatkowo w pracy zawarte jest 3-stronnicowe streszczenie w języku polskim i analogiczny abstrakt w języku angielskim. Bibliografia obejmuje 162 dobrze dobranych pozycji literaturowych związanych z tematyką dysertacji.

Rozdział 1. Wstęp syntetycznie nakreśla aktualny stan wiedzy dotyczącej biologii (w tym trofii) dominujących widłonogów, podkreśla ewidentne luki wymagające uzupełnienia i kończy się sformułowaniem celu badawczego czyli prześledzenia długookresowych zmian w funkcjonowaniu Copepoda z Zatoki Admiralicji. Podsumowując, rozdział ten bardzo dobrze ilustruje zasadność i znaczenie podjętych przez Doktoranta badań, uzmysławia wagę poruszanej problematyki oraz podaje bardzo racjonalne uzasadnienie dla przeprowadzenia

tak obszernego materiału planktonowego są dość skromne (głównie z powierzchniowej 100-metrowej warstwy - dwie pierwsze kolekcje lub sama powierzchnia dla ostatniej), jednak zdają sobie sprawę z tego, że synchronizacja poboru/pomiarów tak, aby uzyskać pełny obraz (planktonu wraz z warunkami środowiskowymi) jest niezwykle trudna w zmiennych i dynamicznych warunkach polarnych.

Szczegóły dotyczące przeprowadzonych analiz laboratoryjnych i analiz statystycznych są bardzo przejrzyste i starannie przygotowane. Jedyne moje pytanie dotyczy materiału z sieci o najmniejszym oczku (50 i 60 μm): czy dokonano analizy tych próbek również pod kątem składu pierwotniaków? Bo nie znalazłam takiego opisu w pracy, a z mojej perspektywy byłaby to bardzo cenna informacja uzupełniająca odnośnie potencjalnej bazy pokarmowej dla widłonogów reprezentatywnie pobranych siecią o większym rozmiarze oczka/włotu. Za bardzo pozytywny uważam fakt wykonania dużej ilości pomiarów zarówno Copepoda, jak i peletów fekalnych oraz wzorowania się na adekwatnej literaturze podczas wyboru optymalnych metod badawczych.

Rozdział 5. Wyniki podzielony został na sześć podrozdziałów, przy czym pierwszy opisuje parametry środowiskowe Zatoki Admiralicji w poszczególnych latach. Ważne z mojej perspektywy, że Doktorant przygotował syntetyczną analizę, w której zilustrował zależność pomiędzy temperaturą, a zasoleniem w powierzchniowej warstwie wody we wszystkich analizowanych okresach badawczych na podstawie spójnych danych satelitarnych (Rys. 5.4). Może jedynie zabrakło próby połączenia tej analizy z otrzymanymi danymi planktonowymi?

W drugim podrozdziale przejrzysto przedstawione zostały dość niskie zagęszczenia (podane w 1000 m^3 , który to zapis z mojej perspektywy zwykle dotyczył subdominantów zooplanktonu antarktycznego) najliczniejszych wśród widłonogów gatunków *M. gerlachei*, *C. propinquus*, *C. acutus* oraz *R. gigas* z Zatoki Admiralicji w poszczególnych latach.

W trzecim podrozdziale przedstawione zostały wyniki morfometryczne analizowanych widłonogów. Pomiarów dokonano na dużym zbiorze danych i są bardzo przydatne ze względu na niekorzystną tendencję obserwowaną w obu rejonach polarnych, przejawiającą się przebudową struktury wielkościowej planktonu w kierunku małych organizmów.

Czwarty podrozdział jest próbą oszacowania udziału osobników odżywiających się (tzn. z treścią pokarmową) na tle całej przeanalizowanej populacji każdego z czterech gatunków Copepoda. Uważam, że są to bardzo cenne wyniki, które zostały bardzo dobrze zilustrowane na kolejnych wykresach (Rysunki 5.18-5.22).

Piąty podrozdział dotyczy średniej długości peletów fekalnych dominujących widłonogów i wraz z szóstym podrozdziałem traktującym o treści pokarmowej (składzie diety) analizowanych gatunków zasługuje na szczególne wyróżnienie choć Doktorant skromnie napisał, że wybrana metoda analizy była kompromisem pomiędzy czasochłonnością a wiarygodnością. Część o diecie widłonogów, bardzo dobrze udokumentowana zamieszczonymi (dobrej jakości) zdjęciami zidentyfikowanych składników diety oraz szczegółowymi tabelami, jest bardzo wartościowa w kontekście obserwowanych obecnie zmian klimatu.

Rozdział 6. Dyskusja składa się z czterech części, komplementarnych z wynikami, z których pierwsza dotyczy zmienności międzyletniej liczebności i struktury wiekowej analizowanych gatunków. Bardzo pomocne podczas dyskusji tej części byłoby graficzne porównanie średnich wartości uzyskanych w tej pracy z wcześniejszymi wynikami (np. z Kitel i in. z 2001). Może jest to pomysł możliwy do zrealizowania podczas obrony doktoratu?

Podrozdział traktujący o średniej długości widłonogów jest napisany bardzo dobrze. Zabrakło mi tylko bardziej dogłębnego (i przekonującego) wyjaśnienia dlaczego wymiary ciała

aktualnych badań (podobnych do tych z Morza Weddella wykonanych przez Hopkinsa w ubiegłym wieku) dotyczących planktonu w Zatoce Admiralicji. Niefortunnym (i potencjalnie mogącym wprowadzić w błąd czytelnika) sformułowaniem wydaje mi się zdanie, że badania te wykonane zostały na podstawie niemal 15-letnich obserwacji (str. 11 i później jeszcze w kilku miejscach w tym w obu streszczeniach). Z rozdziału dotyczącego wykorzystanych w rozprawie materiałów wynika, że próbki zooplanktonu nie były niestety zbierane w ramach cyklicznego monitoringu planktonu Zatoki Admiralicji, co sugerować może wyrażenie „15-lat obserwacji” a raczej okazjonalnie, z kilkuletnią przerwą pomiędzy poszczególnymi zbiorami, co wg mnie warto byłoby doprecyzować. Jednocześnie zdaję sobie sprawę, że prowadzenie regularnego monitoringu w warunkach polarnych jest niezwykle kosztowne i wymagające.

Rozdział 2. Ogólna charakterystyka Copepoda prezentuje w sposób przejrzysty i syntetyczny morfologię ogólną, znaczenie widłonogów i charakterystykę rozmieszczenia w kolumnie wody dominujących gatunków, wokół których koncentruje się tematyka dysertacji, ich preferencji pokarmowych i potencjalnych cykli życiowych. Jedynym zbędnym dodatkiem w tej części pracy, lub właściwie nie tyle niepotrzebnym, co pojawiającym się w nieodpowiednim miejscu, jest podanie informacji o wszystkich opisywanych gatunkach na końcu akapitu dotyczącego *R. gigas*. Podobny brak rozgraniczenia (na opis konkretnego gatunku vs. podsumowanie o wszystkich/kilku dominantach) pojawia się jeszcze w kilku miejscach w pracy, co nieco zaburza jej, generalnie bardzo przejrzystą, strukturę.

Rozdział 3. Opis rejonu badań prezentuje bardzo ładną mapę Zatoki Admiralicji wraz z opisem cyrkulacji wód tego akwenu, oraz mapą rozkładu prędkości powierzchniowych prądów pływowych, dobrze ilustrujących wysoką dynamikę tych wód. Oprócz temperatury i zasolenia - parametrów mających kluczowe znaczenie dla biologii i ekologii omawianych widłonogów rozdział ten uwzględnia także koncentracje tlenu, zawiesiny mineralnej i soli biogenicznych, co jest zasadne i pomocne w kontekście interpretacji otrzymanych wyników.

Rozdział 4. Materiał i metody jest przedstawiony również w sposób bardzo przejrzysty. Jest to szczególnie istotne ze względu na duże zróżnicowanie dotyczące poboru materiału wykorzystanego do tej pracy doktorskiej. Mam niezbyt istotną uwagę jeśli chodzi o nazwanie stacji badawczych – punktami. W pracach dotyczących planktonu zdecydowanie częściej spotykam się ze stacjami i ta forma wydaje mi się bardziej adekwatna.

Jeśli chodzi o materiał badawczy to ten najstarszy, pobierany kilka razy w każdym miesiącu od grudnia 1994 do czerwca 1995 z całej kolumny wody (od powierzchni aż do 420 m głębokości), dostarczył z mojej perspektywy bardzo bogatej kolekcji widłonogów do badań ekologicznych, w tym troficznych. Jedyny potencjalny problem, to inna (niż używana standardowo do poboru mezozooplanktonu - 180 lub 200 μm), zbyt duża wielkość oczek sieci planktonowej (335 μm), użytej podczas tego zbioru, która mogła wpłynąć na brak najmłodszych stadiów rozwojowych analizowanych widłonogów (o czym brak w dyskusji). Druga kolekcja obejmuje materiał najpełniejszy jeśli chodzi o rozmiary oczek użytych sieci planktonowych (50, 100, 200 i 500 μm) oraz badania sezonowe (pobór zooplanktonu w każdym miesiącu od grudnia 2003 do listopada 2004), co nadal jest dość unikatowe w warunkach polarnych. Rozumiem ograniczenia jednak szkoda, że materiały te pobierane były tylko z powierzchniowej 100-m warstwy wody. Wpłynęło to zdecydowanie niską liczebność Copepoda preferujących głębsze wody także w lecie oraz potencjalnie również na nieobecność młodszych stadiów kopepoditowych. Ostatnia kolekcja materiałów z lata 2008/09 roku obejmuje zarówno próbki pobierane ‘warstwowo’ (470-300-200-100-50-0m), jak i przy użyciu sieci o różnych rozmiarach oczek (60, 200 i 500 μm), a z Tabeli IV wynika, że stosunkowo najlepiej udało się pobrać neuston. Wielka szkoda, że dane środowiskowe do

dorosłych osobników *M. gerlachei* będą w przyszłości się zmniejszać, w przeciwieństwie do długości *R. gigas* i *C. propinquus*.

Podrozdział o parametrach odżywiania jest napisany bardzo precyzyjnie. Podoba mi się wnikliwa analiza zastosowanej terminologii czyli wybór „ilości osobników z treścią pokarmową” zamiast wiernego tłumaczenia z angielskiego wyrażenia „feeding activity”, sugerującego raczej eksperymentalne badania, zamiast prac prowadzonych na zakonserwowanym materiale. W związku z tym ostatnim pojawiło się pytanie dlaczego nie wykorzystano do analizy długości peletów także starszych materiałów z Zatoki Admiralicji czy również z Cieśniny Bransfielda zebranych w trakcie wypraw BIOMASS? Bardzo doceniam transparentność z jaką Doktorant przedstawia ograniczenia wybranej przez siebie metody analizy. Na str. 107 zabrakło bezpośredniego porównania średniej długości peletu fekalnego uzyskanego w tej pracy z danymi literaturowymi, choćby w formie prostej tabelki.

Co do składu diety widłonogów zainteresowała mnie „bezpociowa masa”, która stanowi większą część peletów wszystkich analizowanych gatunków widłonogów. Czy jej rosnący udział w peletach rzeczywiście może wskazywać na żerowanie na drobnych wiciowcach czy jednak bardziej na materii pochodzenia lądowego, z wytapiających się lodowców? W jakiej (około) odległości od najbliższego lodowca były zlokalizowane stacje poboru zooplanktonu wykorzystanego w rozprawie?

W dyskusji zabrakło akapitu o tym jaki wpływ na strukturę wiekową widłonogów mogło mieć większe oczko siatki planktonowej zastosowane w materiałach 1994/95. Dla porównania w artykule Pasternak i Schiel (2001), w którym zastosowano sieć o oczku 100 um zaobserwowano również najmłodsze osobniki reprezentujące stadium CI i CII *R. gigas* i *C. propinquus*, które były nieobecne w materiale stanowiącym podstawę tej pracy. Myślę, że warto pochylić się również nad tym wątkiem podczas publikowania wyników z rozprawy.

Rozdział 7. Wnioski dobrze podsumowują uzyskane wyniki w 9 punktach dotyczących liczebności i rozmiarów oraz ich powiązań z temperaturą i dostępnością pokarmu. Najważniejsze z mojej perspektywy są jednak wnioski dotyczące zmniejszenia zarówno udziału procentowego osobników Copepoda z treścią pokarmową, jak i średniej długości peletu fekalnego dominujących gatunków.

Rozdział 8 i 9. Streszczenie w języku polskim i Abstrakt w języku angielskim dobrze podsumowują uzyskane wyniki i sprawnie przeprowadzoną dyskusję.

Rozdział 10. Literatura jest przygotowany w sposób jednolity i przejrzysty.

Ocena edytorskiej strony rozprawy: Zauważyłam bardzo nieliczne błędy edytorskie, np. na str. 104 brak kursywy dla *M. gerlachei* i w Abstrakcie w języku angielskim na str. 123 wyraz „Copepods” zaczyna się z dużej zamiast z małej litery. Generalnie - cała rozprawa jest napisana i opracowana bardzo starannie.

Wnioski końcowe

Cytowane powyżej uwagi i zasygnalizowane wątpliwości, nie wpływają na moją zasadniczo bardzo pozytywną ocenę recenzowanej pracy. W wielowątkowej rozprawie przedstawiono obszerną analizę dotyczącą liczebności, struktury wiekowej i wielkościowej dominujących widłonogów Zatoki Admiralicji. Najistotniejszą jednak część pracy stanowią wyniki dotyczące wybranych aspektów pokarmowych w tym udziału osobników z treścią pokarmową, peletów fekalnych oraz zawartości żołądka Copepoda. W świetle zacytowanych przez Doktoranta badań (Kopczyńska 2008), z których wynika, że udział okrzemek w fitoplanktonie Zatoki Admiralicji zmniejszył się znacząco (z 44% do 5%) na przestrzeni lat

zaledwie kilku lat (1996-2005) badania zaprezentowane w recenzowanej rozprawie są kluczowe. Wyniki uzyskane przez Doktoranta stanowią istotne poszerzenie wiedzy na temat diety widłonogów z rejonu, w którym brakowało do tej pory tego typu badań.

Reasumując uważam, że rozprawa doktorska pana mgr Bartłomieja Jerzaka stanowi cenne i bardzo interesujące dzieło naukowe, z dużym potencjałem na opublikowanie wyników w wysokopunktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Praca spełnia wymagania określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65, poz. 595, z późn. zm.), dlatego przedkładam Radzie Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr Bartłomieja Jerzaka do kolejnych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie biorąc pod uwagę interdyscyplinarny charakter rozprawy doktorskiej obejmującej klasyczne studium faunistyczne z zakresu zooplanktonu uzupełnione o wieloaspektowe analizy trofii dominujących widłonogów, dogłębnie przemyślane metody, starannie opisane wyniki i sprawnie poprowadzoną dyskusję wnioskuję do Rady Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego o wyróżnienie tej pracy. Jest to rozprawa dowodząca naukowej dojrzałości Doktoranta, świetnej znajomości literatury, bardzo dobrego opanowania metod statystycznych i graficznej prezentacji wyników, wreszcie również sprawności w badaniach terenowych i w laboratorium.



Sopot, 23.12.2022

Katarzyna Błachowiak-Samołyk