



**WYDZIAŁ BIOLOGII  
i OCHRONY  
ŚRODOWISKA**

Uniwersytet Łódzki

Łódź, 19.09.2022 r.

Prof. Magdalena Błażewicz  
Katedra Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii  
Banacha 12/16  
e-mail: [magdalena.blazewicz@biol.uni.lodz.pl](mailto:magdalena.blazewicz@biol.uni.lodz.pl)  
tel: +48 42 635 4297

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr Macieja Mańko pt.: *Gelatinous zooplankton as indicator of progressing Atlantification of the European Arctic.*

Zgodnie z art.13. ust. 1. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U., z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z późn. zm.) recenzja rozprawy doktorskiej zakłada ocenę czy dysertacja p. mgr Macieja Mańko, przygotowana pod opieką promotora prof. Agaty Weymann-Zwolickiej, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz czy Kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w adekwatnej dyscyplinie naukowej i umiejętności do samodzielnego wykonania zdefiniowanego zadania badawczego. W przygotowanej recenzji skoncentrowałam się na ocenie przedmiotu badań, doborze metod badawczych i rezultacie zaprezentowanych badań (tj. weryfikacja postawionych hipotez, realizacja celów badawczych) oraz dokonałam oceny wiedzy teoretycznej Kandydata. Dodatkowo ocenie poddałam strukturę dysertacji, jej logiczny ciąg, styl redakcyjny, sposób dokumentacji danych i korzystanie z literatury naukowej.

Ekstrema klimatyczne, które odczuwane są coraz częściej i coraz dotkliwiej, stały się tak wyraźne i tak dokuczliwe, że trudno je podważać i z nimi dyskutować. Zmiana klimatu to fakt. Niepokojące zjawiska obserwowane w ekosystemach lądowych i morskich, rysują prawdziwie katastrofalne scenariusze i zmuszają do głębokiej refleksji, a przede wszystkim do rychłego podjęcia efektywnych działań, które pozwolą na wyhamowanie tempa zmian, jakie dotyczą obszary naznaczone antropogenicznie, a przede wszystkim ekosystemy naturalne. Dynamika zmian klimatycznych w obszarze północnego Atlantyku jest szczególnie gwałtowna, a według prognoz tempo ogrzewania się tego rejonu będzie co najmniej dwukrotnie szybsze niż stref tropikalnych. Ciepłe atlantyckie wody niesione prądem zatokowym i zachodniospitsbergeńskim

odpowiedzialne są za szereg zmian hydrologicznych (tj., wzrost temperatury, spadek zasolenia, zmiana wielkości i grubości pokrywy lodowej) opisywane jako Atlantyfikacja Arktyki. W tym kontekście Północny Atlantyk staje się naturalnym polem eksperymentalnym oraz miejscem monitoringu i prognozowania skutków zmian klimatycznych w środowisku naturalnym. O ile konsekwencje wzrostu temperatury w ekosystemach lądowych są możliwe do przewidzenia, o tyle kierunek tych zmian w środowiskach morskich jest daleki od pełnego rozumienia. Jest to konsekwencja wciąż fragmentarycznej wiedzy o różnorodności biologicznej ekosystemów morskich, ich dynamice, wrażliwości i naturalnej odporności na zaburzenia. W tym kontekście, wybór obszaru i przedmiot badań dysertacji doktorskiej mgr Macieja Karola Mańko jest bardzo trafny. Poza tym, dotyczy on ważnego problemu społecznego, ekonomicznego, a także politycznego.

Podstawę pracy stanowią trzy oryginalne publikacje naukowe przygotowane przez trzy- lub czteroosobowe zespoły badawcze ze znacznym (70–85%) udziałem Doktoranta (rozdziały 8–10). Wszystkie prace opublikowane zostały w prestiżowych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Sumaryczny IF wynosi 13.171, a lista punktów MNiSW 380.

Obiektem badawczym wszystkich trzech prac są relatywnie duże organizmy planktonowe określane mianem planktonu galaretowatego, których różnorodność, dynamika czasowa i przestrzenna oraz struktura populacji są testowane jako wzorce w ocenach postępującej Atlantyfikacji Arktyki. Wybór właśnie takiego obiektu badawczego jest bardzo trafny w kontekście realizacji postawionych celów badawczych (do których odniosę się w dalszej części recenzji) z uwagi na potwierdzoną wrażliwość względem reżimów hydrologicznych, obserwowaną jako szybkie i relatywnie łatwe do uchwycenia zmiany liczebności (tj. zakwity), a także ich marginalne znaczenie komercyjne.

Dysponując bogatym materiałem badawczym (483 prób i 14 439 osobników) zebranych w szerokim zakresie czasowym 2003–2014 oraz bogatym zestawem danych środowiskowych, Doktorant podjął się weryfikacji czterech hipotez naukowych, a poszczególne etapy pracy realizował szukając odpowiedzi na osiem pytań badawczych. Wszystkie hipotezy i pytania ułożone zostały w logiczny ciąg rozpoczynający się oceną różnorodności biologicznej oraz opisaniem rozmieszczenia przestrzennego i dynamiki sezonowej planktonu galaretowatego względem zdefiniowanych mas wodnych oraz w odniesieniu do cyrkulacji oceanicznej (tj. fronty). Dysponując tą wiedzą, Doktorant podjął się odpowiedzi na kluczowe w dysertacji pytanie, w jaki sposób Atlantyfikacja kształtuje rozmieszczenie przestrzenne dużych organizmów planktonowych.

W **rozdziale 8** [Mańko, M. K., Głuchowska, M., and Weydmann-Zwolicka, A. (2020). Footprints of Atlantification in the vertical distribution and diversity of gelatinous zooplankton in the Fram Strait (Arctic Ocean). *Prog. Oceanogr.* 189. doi:10.1016/j.pocean.2020.102414.] Autorzy podjęli się wnikliwej analizy rozmieszczenia przestrzennego planktonu galaretowatego w cieśninie Fama. Stosując metody ordynacyjne (CCA) w analizie zestawu danych geograficznych,

hydrograficznych i biologicznych, wskazali na złożony charakter rozmieszczenia przestrzennego 17 gatunków planktonu galaretowatego oraz na strukturę batymetryczną populacji wybranych gatunków (*Aglantha digitale*, *Dimophyes arctica*) i zaobserwowali relatywnie wysoki efekt wzajemnego oddziaływania pomiędzy grupami czynników geograficznych (głębokość), hydrograficznych (temperatura, zasolenie) i biotycznych (liczebność i biomasa zooplanktonu). W wyniku badań podkreślono, że pojedyncza grupa czynników tylko w znikomym stopniu wyjaśnia przestrzenne rozmieszczenie analizowanych gatunków, ale sumaryczny efekt czynników okazał się nader wyraźny. Kluczowym wnioskiem tej publikacji jest powiązanie *Aglantha digitale* (association index [IndVal.g]) z masami wód Atlantyckich i możliwość jego ekspansji geograficznej w kierunku północnym. Autorzy wnioskują, że podwyższona temperatura, może także intensyfikować rozród wybranych gatunków prowadząc do przebudowy struktury zespołów planktonowych i sieci troficznych w ekosystemie.

W **rozdziale 9** [Mańko, M. K., Merchel, M., Kwasniewski, S., and Weydmann-Zwolicka, A. (2022). Oceanic fronts shape biodiversity of gelatinous zooplankton in the European Arctic. *Front. Mar. Sci.* 9, 1–12. doi:10.3389/fmars.2022.941025.] Autorzy postawili za cel sprawdzenie w jaki sposób dwa pasywne fronty (arktyczny i polarny) w Arktyce Europejskiej kształtują odrębne zbiorowiska planktonu galaretowatego. Dowiedziono, że zbiorowiska te różnią się istotnie liczebnością, różnorodnością i są odmienne taksonomicznie. Ponadto wykazano, że cieplejsze i bardziej zasolone wody Atlantyckie oddzielające Morze Grenlandzkie i Prąd Polarny charakteryzują się wyraźną dominacją liczbową trychomeduzy *Aglanthe digitale*. W perspektywie postępującej Atlantyfikacji, wynik tych badań może być ważny dla wskazania potencjalnego kierunku ewolucji ekosystemów Arktyki.

W **rozdziale 10** [Mańko, M. K., Merchel, M., Kwasniewski, S., and Weydmann-Zwolicka, A. (2022). Atlantification alters the reproduction of jellyfish *Aglantha digitale* in the European Arctic. *Limnol. Oceanogr.*, 1–14. doi:10.1002/lno.12170.] Autorzy przedstawiają wyniki swoich badań obejmujących okres 12 lat i w oparciu o materiały zebrane w dwóch odnogach prądu zachodnospitsbergeńskiego. Powiązanie faktów, że dojrzałe preferują wody głębsze z niskimi liczebnościami w cieplejszych epipelagicznych odnogach prądu, pozwoliła Autorom sformułować wniosek o przyspieszonym dojrzewaniu *Aglantha digitale*, a nawet o możliwości ich dwukrotnego rozrodu w najcieplejszym okresie (okres 2005-2007). Ważnym wnioskiem pracy jest wskazanie, że takie zmiany mogą skutkować przebudową struktury troficznej w Północnym Atlantyku.

Po lekturze powyższych publikacji nie mam wątpliwości, że jest to spójny cykl prac badawczych, ułożonych w logiczny ciąg, rozpoczynający się opracowaniem ogólnego wzorca rozmieszczenia planktonu galaretowatego w kontekście mas wody, przez testowanie pasywnych frontów polarnych jako efektywnych barier zoogeograficznych, po analizę rozmieszczenia czasoprzestrzennego *Aglantha digitale*. Wspomniany logiczny ciąg jest szczególnie dobrze utrzymany między pierwszą i drugą pracą oraz pierwszą i trzecią. W obu przypadkach wynik uzyskany w

pierwszej publikacji (rozdział 8) stał się inspiracją dla bardziej wnikliwych analiz w kolejnych pracach. Wskazanie, że plankton galaretowany jest związany z określonymi masami wody (rozdział 8, publikacja 1), stał się asumptem do testowania czy i w jakim zakresie bariery hydrologiczne są arbitralne dla rozmieszczenia planktonu (rozdział 9, publikacja 2). Różnice w demografii *A. digitale* sygnalizowane w pierwszej publikacji (rozdział 8, publikacja 1) były drobiazgowo analizowane ostatniej pracy (Rozdział 10, publikacja 3), a Atlantyfikacja została wskazana jako główna przyczyna obserwowanych różnic.

Jak podkreśliłam, trzy artykuły naukowe stanowiące podstawę dysertacji p. mgr Macieja Mańko, zostały opublikowane w prestiżowych czasopismach naukowych, co z definicji wiąże się z ich wnikliwą oceną merytoryczną wykonaną przez co najmniej dwóch kompetentnych recenzentów, a także rygorystyczną weryfikacją redaktora i zespołu wydawniczego. Oznacza to, że prace są merytorycznie wartościowe, wnikliwe sprawdzone pod względem metodycznym i edytorskim. Natomiast chciałabym podkreślić, iż lektura tych prac była bardzo przyjemnym zadaniem, czyta się je z przyjemnością i z uznaniem dla dobrze przeprowadzonej argumentacji i ciekawych wniosków. Jestem głęboko przekonana, że prace zostaną pozytywnie przyjęte przez międzynarodową społeczność badawczą, a także że będą czytane i cytowane przez szerokie grono naukowe. Będąc Recenzentem pracy, której zasadnicza naukowa część poddana została krytycznej ocenie, pozostaje mi teraz skoncentrować się na ocenie dysertacji jako całości.

Dysertacja doktorska liczy 98 strony i napisana została w języku angielskim (wyjątek stanowi obowiązujące streszczenie w języku polskim). Podzielona została aż na 13 rozdziałów, które z pewnością, można byłoby znacznie zredukować, trudno bowiem uznać za rozdział listę publikacji, które wchodzi w skład dysertacji (rozdział 3), podziękowania (rozdział 11), finansowanie badań (rozdział 12) czy Academic Curriculum Vitae (rozdział 13). Rozdział 6 (Conclusions) powinien zamykać pracę i być jej swoistym zwieńczeniem.

Rozdział 1 (General Introduction), w którym Doktorant wprowadza do zagadnienia Atlantyfikacji Arktyki oraz prezentuje obiekt badań, przygotowany został w sposób zbyt zwięzły i, w moim odczuciu, trochę nazbyt syntetyczny, jak na rozdział pracy przedstawionej do oceny. Jestem zdania, że więcej uwagi powinno być poświęcone biologii galaretowatego planktonu, a w szczególności biologii *Aglantha digitale*, który stanowi gatunek kluczowy (modelowy) dla tej dysertacji. Przystępując do badań Autorzy postawili cztery hipotezy badawcze, a ich weryfikację wsparło ośmioma pytaniami badawczymi. Wszystkie hipotezy są ambitne i nowatorskie, a w dodatku przejrzyste i możliwe do weryfikacji, co ostatecznie wynika z lektury bogatego i wartościowego materiału badawczego. Postawiony cel pracy, został zdefiniowany i zwięźle uzasadniony w ostatnim akapicie. Niemniej jednak, zarówno wstęp i rozdział z hipotezami oraz zadaniami badawczymi budzi pewien niedosyt i indukuje pytanie w jakim stopniu hipotezy te ugruntowane są w dotychczasowej wiedzy. Nawet jeśli wiedza ta była bardzo znikoma, to taka informacja powinna znaleźć się w rozdziale wstępnym, podobnie jak informacja o analogicznych

badaniach wykonanych na innych grupach organizmów. Ponadto postawione hipotezy wynikają z tego głównego celu badawczego dysertacji, więc zbyteczne było tworzenie dla nich odrębnego rozdziału (rozdział 2).

Jak już wspomniałam, materiał którym dysponował Doktorant, uzasadniał treść stawianych pytań i hipotez badawczych. Sposób jego pozyskania i wielkość (liczba prób, osobników, procedury terenowe i laboratoryjne oraz zakres i źródło danych środowiskowych) zostały dobrze scharakteryzowane w rozdziale 4.1 i 4.2. Oprócz relatywnie świeżych materiałów (sezon 2013/14), doktorant dysponował 12-letnimi seriami prób sukcesywnie gromadzonymi przez pracowników Instytutu Oceanologii PAN. Ten fakt należy wyraźnie podkreślić, bowiem jest to wzorowy przykład dobrego i pełnego wykorzystania materiału badawczego. Nie mam wątpliwości, że pojedynczy zestaw prób nie stanowiłby przedmiotu badań, ale jako wieloletnia seria nabiera szczególnej wartości naukowej, tym bardziej, że dotyczy wrażliwego na zmiany klimatyczne rejonu.

Na szczególną pochwałę zasługują wykonane analizy statystyczne w tym analizy wielowymiarowe, testy parametryczne, analizy ordynacyjne i modele matematyczne. Uzasadnienie ich wykorzystania zostało za każdym razem dobrze uzasadnione zarówno w rozdziale metodycznym (rozdział 4) jak i w poszczególnych publikacjach (rozdział 8–10). Nie tylko nie mam zastrzeżeń co do zasadności wykonania każdej analizy, ale pragnę podkreślić, że dzięki zastosowaniu przemyślanej i drobiazgowej obróbce statystycznej, Autorzy zyskali potwierdzenie dla części oczekiwanych wyników (np. ekspansja planktonu ciepłolubnego w kierunku Arktyki), ale także uzyskali z danych wnioski (lub obserwacje warte dalszych badań), które trudno byłoby uzyskać bez stosowania wyrafinowanych metod statystycznych (np. wniosek o preferencji większych głębokości dojrziałych form *Aglantha digitale*). Chciałabym podkreślić, że tak wyszukana metodyka badawcza sprawia, że publikacje odbiera się nie tylko jako rzetelne pod względem naukowym, ale także jako nowatorskie i inspirujące.

Pewnym uszczerbkiem dysertacji jest brak w niej rozdziału podsumowującego, w którym powinna znaleźć się lista konkretnych wniosków, omówienie wyników testowanych hipotez i odpowiedzi na postawione pytania badawcze. Co prawda w dysertacji zawarto jednostronicowe „conclusions” (rozdział 4), ale raczej ma ono charakter streszczenia, niż rzeczowego podsumowania wyników. Oczekiwałamby też odniesienia się do tego, w jakim stopniu dysertacja jako całość zmienia i/lub uzupełnia dotychczasową wiedzę i wytycza perspektywy do przyszłych badań.

Rozprawa doktorska mgr Mańko jest przygotowana bardzo starannie i jest praktycznie wolna od uchybień natury redakcyjnej. Podobną uwagę mam na temat cytowanych prac. Literatura jest bardzo obszerna, poprawnie dobrana i cytowana. Język jest poprawny i przejrzysty, choć już wspomniana przeze mnie kondensacja informacji powoduje, że odnosi się wrażenie, że czyta się nieco dłuższe streszczenie. Pewno szersze potraktowanie biologii planktonu, jego wrażliwości na czynniki środowiskowe, ale też samych zmian klimatycznych w Północnym

Atlantyku, z całą pewnością byłoby dodatkowym walorem pracy. Niemniej nawet tak syntetycznie przygotowany wstęp nie pozostawia wątpliwości, że Doktorant doskonale orientuje się w studiowanym zagadnieniu, na zrozumienie którego poświęcił ogrom swojego czasu. Należy też podkreślić, że wykonanie przedstawionych w rozprawie badań, nawet przy wsparciu dobrze dobranego zespołu badawczego i służącego doświadczeniem promotora, wymagało ogromnego nakładu pracy ze strony Doktoranta i czasu, czego jestem świadoma. Motto pracy „*The difficult is what takes a little time the impossible is what takes a little longer*” znakomicie podkreśla wysiłek, jaki Doktorant włożył, by z sukcesem opublikować prace i przedłożyć dysertację do formalnej oceny.

Podsumowując, mimo przedstawionych wyżej uwag, wysoko oceniam każdy obszar ocenianej przeze mnie dysertacji. Zaprezentowane badania były bardzo potrzebne i zostały bardzo starannie przeprowadzone. Ciekawy i ważny naukowo temat badawczy, znakomicie wpisany w kontekst aktualnych problemów naukowych, społecznych i ekonomicznych, realizowany w oparciu o ciekawy materiał badawczy z wykorzystaniem przemyślanego i dopracowanego aparatu badawczego (metody wielowymiarowe, ordynacyjne, modele statystyczne) dostarczyły argumentów do weryfikacji czterech nośnych hipotez naukowych. Na podkreślenie zasługuje fakt wzbogacenia wiedzy o biologii i przestrzennym rozmieszczeniu rzadko badanego planktonu galaretowatego – zagadnieniu ważnym w ocenie i monitoringu zmian klimatycznych. Należy też podkreślić, że wykonanie zaprezentowanych w rozprawie badań, opracowanie bogatego materiału, przetestowanie hipotez, dobór metod statystycznych z pewnością wymagało ogromnego nakładu pracy i czasu. Fakt, że wyniki badań zostały już opublikowane w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym potwierdza posiadanie odpowiedniej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie i w odniesieniu do obiektu badań Doktoranta.

Konkludując pragnę stwierdzić, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia kryteria art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65/2003, poz. 595, z późn. zm.), zatem zgłaszam Radzie Dyscypliny Nauki o Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego wniosek o uznanie, że rozprawa Pana mgr Macieja Karola Mańko odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim oraz o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z uwagi na wysoką jakość opublikowanych prac stanowiących sedno rozprawy doktorskiej oraz wkładu w wiedzę o funkcjonowaniu zespołów planktonu morskiego Północnego Atlantyku wnoszę formalny wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr Macieja Karola Mańko stosowną nagrodą.

