

Warszawa, 29 marca 2019 r.

Piotr Dawidowicz
Zakład Hydrobiologii Instytutu Zoologii
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego
Centrum Badań Biologiczno-Chemicznych UW
Ul. Żwirki i Wigury 101
02-089 Warszawa
p.dawidowicz@uw.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Kai Bałazy pt. "The phenology of key *Calanus* species in the context of food demand of little auk (*Alle alle*) nesting on Spitsbergen".

Konsekwencje globalnych zmian klimatycznych będą z całą pewnością groźne dla wielu gatunków na Ziemi, nie wyłączając naszego własnego. Z drugiej strony, z perspektywy naszej ekologicznej profesji, zmiany te otwierają nowe, rozległe obszary badań i zmuszają do formułowania hipotez wyjaśniających funkcjonowanie starych gatunków w zmieniających się ekosystemach. Morska Arktyka jest doskonałym poligonem dla tego rodzaju badań, bowiem widoczne już od lat skutki ocieplenia klimatu (wzrost temperatury wody, zanik lodu morskiego, lokalne wysładzanie wód morskich zasilanych spływami z topniejących lodowców) są tam szczególnie dramatyczne. Jakkolwiek paradoksalnie to brzmi (?) w odniesieniu do obszarów subpolarnych, okolice Spitsbergenu można uznać za jedno z "hot spots" globalnego ocieplenia. Wybór terenu badań dokonany przez Panią mgr Kaję Bałazy wydaje się więc doskonały. Ale nie koniec na tym - także wybór materiału badań zapowiada interesujące wyniki - planktonowe Calanoida zajmują centralną pozycję w sieciach troficznych morskiego pelagialu - są jednym z głównych konsumentów produkcji pierwotnej i podstawowym pokarmem licznych planktonożerców, w tym wielu gatunków ryb (lub przynajmniej ich stadiów juwenilnych) a także drugiego tytułowego obiektu badań Doktorantki - alczyka. Planktonożerność nie jest zbyt częstym sposobem odżywiania się ptaków, nawet wodnych, ale akurat alczyki występują licznie i są jednym z ważniejszych wektorów transferu materii organicznej z morza do skądinąd bardzo ubogich ekosystemów tundry arktycznej. Co więcej fenologia Calanoida jest bardzo wrażliwa na zmiany temperatury wody morskiej, a fenologia alczyka z kolei kreuje szczególnie wysokie wymagania co do dostępności i wartości energetycznej planktonowego pokarmu (głównie ostatnich stadiów kopepodialnych *Calanus* sp.) w okresie karmienia piskląt. W rezultacie istniejąca obecnie synchronizacja obydwu fenologii jest kluczowa dla sukcesu rozrodczego

alczyka, a jej utrzymanie wydaje się wątpliwe wobec zachodzących zmian klimatu. Odnosząca się do tego rodzaju sytuacji ekologicznych koncepcja „*match-mismatch*” zajmuje centralne miejsce w rozważaniach Autorki recenzowanej dysertacji.

Rozprawa doktorska Pani mgr Kai Bałazy jest obszerną, 136 stronicową rozprawą bardzo dobrze napisaną w języku angielskim (z polskim streszczeniem), ilustrowana 49 rysunkami i 28 tabelami i wsparta imponującym spisem cytowanej literatury, liczącym blisko 250 pozycji. Zawarte w rozprawie rozważania Autorki opierają się na analizie materiału zebranego trzykrotnie w lipcu i sierpniu w dwóch kolejnych latach (2015 i 2016) z fiordów Spitsbergenu, różniących się pod względem hydrograficznym: Kongsfjordu wypełnionego relatywnie ciepłymi wodami pochodzenia atlantyckiego i Hornsundu – zasilanego chłodnymi wodami arktycznymi. Wybrany teren badań znakomicie więc nadaje się do analiz ekologicznych skutków zmian temperatury wody morskiej, wynikających z postępującego ocieplenia klimatu. W ciągu dwóch sezonów badawczych Autorka zgromadziła około 100 próbek zooplanktonu, poławianego siecią planktonową o wielkości oczek 180 μm pozwalającą na chwytanie wszystkich stadiów kopepodialnych Calanoida, ciągnioną od głębokości 50 m, tj. maksymalnej głębokości, na jaką nurkują poszukujące pokarmu alczyki. Materiał ten uzupełniony został prowadzonymi równoległe pomiarami temperatury wody, zasolenia i obfitości glonów (fluorescencji chlorofilu), oraz zagęszczenia i struktury wielkości zooplanktonu na różnych głębokościach, z wykorzystaniem zaawansowanych technik instrumentalnych (z Laserowym Optycznym Licznikiem Planktonu na czele). Dodatkowo Autorka uzyskała 132 próbki diety alczyków z kolonii w rejonie obydwu fiordów, zbierane przez zaprzyjaźnionych ornitologów w tym samym czasie co próbki zooplanktonu.

Zebrane próbki zostały poddane standardowej jakościowej i ilościowej analizie mikroskopowej, obejmującej także pomiary długości prosomy wszystkich znalezionych w nich kopepoditów *Calanus* spp., a uzyskane „surowe” wyniki posłużyły Autorce jako materiał do bogatej i wyrafinowanej analizy statystycznej, która bez wątpienia jest mocną stroną pracy i znakomicie wzmacnia wiarygodność wnioskowania. Pani mgr Kaja Bałazy nie ograniczyła się do bezpośredniej interpretacji zgromadzonych danych empirycznych: posłużyły one także, wraz z informacjami zaczerpniętymi z literatury, do sformułowania założeń i skalibrowania parametrów modelu zmian historii życia *Calanus glacialis* i *C. finmarchicus* wywołanych przez zmiany reżimów termicznych, zgodnie z różnymi scenariuszami spodziewanego ocieplenia.

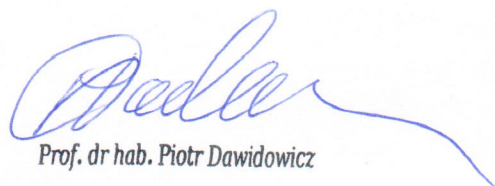
Analiza materiały empirycznego posłużyła do opisu struktury populacji *Calanus* spp. (Autorka łączy obydwie bliźniacze gatunki *C. glacialis* i *C. finmarchicus* w jeden takson *Calanus* spp.) i rozmieszczenia przestrzennego tej populacji w obydwu akwenach a także do oceny, czy przewidywane przez model przesunięcie w czasie szczytu zagęszczenia preferowanego przez alczyki pokarmu (ostatnie stadia kopepodialne *Calanus*) nie spowoduje zubożenia bazy pokarmowej ptaków w okresie lęgowym, kiedy zapotrzebowanie energetyczne populacji alczyka jest największe (koncepcja *match-mismatch*). Cele pracy zostały sprecyzowane w pięciu pytaniach badawczych podsumowujących część wstępną rozprawy - i wszystkie zostały osiągnięte.

Wyniki badań Autorki generalnie potwierdzają obawy o skutki ocieplenia wód dla populacji alczyka – wykazała ona negatywną korelację temperatury wody morskiej z rozmiarami ciała (długością prosomy) *Calanus* sp., przewagę mniejszych gatunków Calanoida i larw małży nad dużymi *C. glacialis* i *C. finmarchicus* w cieplejszym Kongsfjordzie i istotny wpływ temperatury wody na fenologię arktycznego *C. glacialis* (*mismatch!*). Temperatura (i zasolenie) znacząco wpływała również na rozmieszczenie przestrzenne zooplanktonu. Jak wynika z analizy zebranych danych i prognoz generowanych przez model matematyczny wzrost temperatury wody morskiej nieuniknienie obniży jakość diety alczyka, wysoce selektywnego planktonożercy preferującego ofiary o dużych rozmiarach ciała, i zapewne nie będą skompensowane przez możliwy wzrost produktywności wód (duże kopepodity V zastąpione zostaną przez liczniejsze, ale drobne kopepodity wcześniejszych stadiów, w zasadzie ignorowane przez alczyki). Niezależnie od tych zasadniczych konkluzji cennym wynikiem pracy wydaje mi się także oparte na bardzo obszernym materiale (ponad 11 000 pomiarów!) potwierdzenie, że szeroko stosowane kryterium morfologiczne - długość prosomy - nie odróżnia wiarygodnie obu gatunków *Calanus*. Jednocześnie binominalny rozkład tej cechy potwierdza, że mimo podawanych w literaturze przypadków hybrydyzacji, *C. finmarchicus* i *C. glacialis* są „dobrymi” gatunkami. Trzeba się zgodzić z Autorką postulującą szersze zastosowanie metod molekularnych (metagonomika?) do ich odróżniania.

Z recenzenckiego obowiązku powiniem wskazać jakieś słabsze strony pracy – nie widzę ich wiele, ale jeżeli już, to szkoda, że Doktorantka nie stawia hipotez, a jedynie opisowe pytania badawcze. Oczywiście hipotezy są zawarte w pracy (np. w rozważaniach o koncepcji „*match/mismatch*”) i Pani mgr Bałazy je konsekwentnie testuje, myślę jednak, że byłoby lepiej, gdyby hipotezy badawcze zostały *explicite* sformułowane w rozdziale o celach pracy.

Po drugie, niezupełnie podoba mi się równorzędne traktowanie 3 parametrów środowiska (temperatura wody, zasolenie i fluorescencja chlorofilu) w rozważaniach o przestrzennym rozmieszczeniu widłonogów – o ile dwa pierwsze są abiotyczne i niezależne od badanych organizmów, to obfitość glonów, której miarą jest fluorescencja chlorofilu, jest czynnikiem biotycznym, być może zależnym od aktywności pokarmowej zwierząt. W konsekwencji przestrzenne rozmijanie się maksimów zagęszczenia fito- i zooplanktonu może wynikać z tego, że ten ostatni z jakichś powodów unika mas wody obfitujących w glony, lub z czegoś przeciwnego – intensywnego wyjadania glonów w miejscach gdzie zooplankton jest liczny. Wreszcie cennym uzupełnieniem rozważań Autorki o możliwościach zaspokojenia potrzeb pokarmowych alcyków przez zmieniający się zooplankton byłoby porównanie jakichś parametrów dostosowania ptaków, takich jak wielkość złożenia, sukces lęgowy, kondycja piskląt itp., w koloniach lęgowych zlokalizowanych nad obydwoma fiordami. Rozumiem, że Doktorantka nie dysponowała tego rodzaju danymi, a ich zbiór wykraczałby poza zakres Jej pracy, ale może udałoby się uzyskać potrzebne dane od ornitologów i wykorzystać je przynajmniej w Dyskusji? Wreszcie drobna uwaga natury redakcyjnej: większość redakcji czasopism odradza cytowania więcej niż trzech prac na okoliczność jakiegoś stwierdzenia, tymczasem Doktorantka odwołuje się niekiedy w jednym miejscu do kilkunastu prac (nazwisk pierwszych autorów i dat publikacji), by wesprzeć jakieś swoje tezy. Warto by Autorka zastosowała jakąś selekcję i wykorzystywał tylko najważniejsze referencje.

Przedstawione powyżej uwagi nie są w istocie zarzutami - mają raczej charakter sugestii lub co najwyżej polemiki i w żaden istotny sposób nie podważają wartości recenzowanej rozprawy. Jest to świetnie napisana praca niosąca istotne przesłanie, dowodząca naukowej dojrzałości Autorki, głębokiej znajomości literatury, doskonałego opanowania metod statystycznych, umiejętności formułowania właściwych pytań badawczych, wreszcie warsztatowej sprawności w badaniach terenowych i w laboratorium. Rozprawa Pani mgr Bałazy wnosi wartościowy wkład do naszego rozumienia skutków ocieplenia klimatu na funkcjonowanie ekosystemów arktycznych, w szczególności interakcji pomiędzy planktonożernymi ptakami i zooplanktonem i w dalszej perspektywie – wydajności transferu materii organicznej z morza na ląd. Praca spełnia wszystkie wymogi stawiane tego rodzaju dysertacjom. Wnoszę więc o dopuszczenie Pani Mgr Kai Bałazy do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie, wobec wysokich walorów naukowych rozprawy wnoszę o jej wyróżnienie stosowną nagrodą.


Prof. dr hab. Piotr Dawidowicz