

dr hab. Sławomir Cerbin, Prof. UAM

Poznań, 03.06.2022r.

Zakład Hydrobiologii

Wydział Biologii

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej pt. „Zmiany różnorodności funkcjonalnej zooplanktonu jako odpowiedź na zakwity sinicowe” (‘Changes in functional diversity of zooplankton triggered by cyanobacterial bloom’),

autorstwa Pana mgr. Wojciecha Krztonia, wykonanej pod kierunkiem dr hab. Agnieszki Pocięcha, prof. IOP PAN, w Instytucie Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk.

Rozprawa doktorska Pana mgr. Wojciecha Krztonia składa się z trzech oryginalnych publikacji w języku angielskim, streszczeń w języku polskim i angielskim oraz wstępu do całości pracy będącym przedstawieniem założeń, hipotez, najważniejszych wyników badań i ich dyskusji. Przedstawione prace są wieloautorskie i we wszystkich Pan mgr Krztoń jest pierwszym autorem. Prace te były opublikowane w latach 2019 - 2022 w czasopiśmie raportowanych w Journal Citation Reports, ich łączny IF wynosi 13,592 (400pkt MEiN) i kolejno są to:

1. Krztoń W., Kosiba J., Wilk-Woźniak E. (202x) Features that matter: studying how phytoplankton drive zooplankton community functional traits. *Hydrobiologia* (manuskrypt zaakceptowany do druku),
2. Krztoń W., Kosiba J., (2020) Variations in zooplankton functional groups density in freshwater ecosystems exposed to cyanobacterial blooms, *Science of The Total Environment*, Volume 730, 139044,
3. Krztoń W., Kosiba J., Pocięcha A., Wilk-Woźniak E. (2019) The effect of cyanobacterial blooms on bio- and functional diversity of zooplankton communities. *Biodiversity and Conservation* 28 (7): 1815

Celem rozprawy doktorskiej pana Krztonia było zbadanie wpływu zakwitnięcia sinic na wybrane komponenty różnorodności funkcjonalnej zespołu zooplanktonu płytkich zbiorników wodnych, w związku z tym Autor w kolejnych artykułach testuje 3 główne hipotezy:

1. Dominacja sinic w środowisku prowadzi do selekcji wyspecjalizowanych cech funkcjonalnych w zespole zooplanktonu (Artykuł 1),
2. Zakwitnięcie sinic prowadzi do obniżenia liczebności grup funkcjonalnych zooplanktonu (Artykuł 2),
3. Zakwitnięcie sinic powoduje spadek różnorodności funkcjonalnej zooplanktonu (Artykuł 3).

Publikacje składające się na dysertację są spójne tematycznie i łączą się w logiczny wywód na temat relacji między fitoplanktonem a zooplanktonem w warunkach dominacji sinic. Dla opisu tych relacji autor stosuje kategorie funkcjonalne i stworzone na ich podstawie wskaźniki różnorodności funkcjonalnej. Taki zabieg przynosi korzyść w postaci wzrostu możliwości dokonania uogólnień i zredukowania wpływu zdarzeń przypadkowych na. Gdy pewne gatunki traktuje się jako wspólną kategorię to ich występowanie staje się bardziej przewidywalne i łatwiejsze do wyjaśnienia.

Należy docenić wykonaną ogromną pracę i duży wysiłek doktoranta, mimo jednego sezonu badań. Próby pobierano co dwa tygodnie przez szereg miesięcy. Doktorant samodzielnie opracował wszystkie próby zooplanktonu oraz wykonał odpowiednie analizy statystyczne, a jego wkład w powstanie artykułów był dominujący.

Przedstawione mi do oceny artykuły naukowe wchodzące w skład pracy doktorskiej były recenzowane, zatem zarówno merytoryczna jak i techniczna ocena pracy została już przeprowadzona. Niemniej jednak chciałbym odnieść się do niektórych kwestii i przedstawić swój punkt widzenia.

Zanim przejdę do szczegółowej recenzji prac, chciałbym zwrócić uwagę na kolejność ich prezentacji. Myślę, że znacznie łatwiej byłoby zrozumieć intencje autora i strukturę pracy zaczynając lekturę od ostatniego artykułu, który jest najbardziej ogólny i świetnie wprowadza do zagadnienia. Doktorant sam odwołuje się do tego artykułu w pierwszej i drugiej publikacji wchodzących w skład doktoratu. Ale to tylko drobna uwaga redakcyjna.

Pierwszy artykuł przyjęty do druku w czasopiśmie Hydrobiologia dotyczy determinacji cech funkcjonalnych zooplanktonu przez cechy funkcjonalne fitoplanktonu. Udział Pana Krztonia w powstaniu artykułu wynosił 80%.

Doktorant założył, że dominacja sinic powoduje selekcję wyspecjalizowanych cech funkcjonalnych w zespole zooplanktonu i aby zweryfikować swój pogląd zastosował technikę drzew decyzyjnych (lub drzew regresji gdy mowa o zmiennych ciągłych), które zapewniają intuicyjny wgląd w interakcje między zmiennymi. Średnia ważona cech funkcjonalnych zespołów zooplanktonu stanowiła zmienną przewidywaną na podstawie średniej ważonej cech funkcjonalnych zespołów fitoplanktonu. Doktorant stworzył 4 drzewa decyzyjne, osobno dla długości ciała zooplanktonu, potencjalnego źródła pokarmu, sposobu jego pobierania oraz optymalnej wielkości cząstki pokarmu. Doktorant wykazał, że najsilniejszy wpływ na cechy funkcjonalne zooplanktonu miały rozmiar i kształt komórek/kolonii fitoplanktonu, następnie potencjalna toksyczność i występowanie morfologicznych struktur obronnych. Interesujące jest, że obecność 'pancerza' i zdolność do ruchu nie miały wpływu na cechy funkcjonalne zooplanktonu. Czy może to oznaczać, że nie mają one znaczenia w obronie przed zjedzeniem a ich rola jest zupełnie inna? Jaka może być ta rola? Jestem ciekaw komentarza Doktoranta na ten temat.

Artykuł jest interesujący szczególnie w zestawieniu z modelem PEG, który opisuje między innymi jakie mechanizmy kształtują zespoły planktonowe w jeziorach. Choć nie taki był cel pracy, to Doktorant do pewnego stopnia zweryfikował ten model opisowy w sposób numeryczny i syntetyczny. Szkoda, że nie odnosi się szerzej do tego modelu w dyskusji artykułu.

Celem badań opisanych w drugim artykule było rozpoznanie grup funkcjonalnych w zooplanktonie i opisanie wpływu krótko- i długoterminowego zakwitów sinic na liczebność osobników wchodzących w skład poszczególnych grup. Wkład doktoranta w powstanie tego artykułu był bardzo wysoki i wynosił aż 85%. Pan Krztoń przeprowadził prace terenowe i analizę mikroskopową metazooplanktonu, stworzył bazę danych a następnie wykonał analizy statystyczne, zinterpretował je i napisał manuskrypt.

Doktorant podejmuje istotne zagadnienia, a sam artykuł jest przystępnie napisany i ma logiczną strukturę. Jednak opis metod nie pozwala na pełną ocenę uzyskanych wyników. Myślę, że w przyszłości warto śmieiej korzystać z dodatków do artykułów.

Zastanawiam się dlaczego doktorant ujął w jednej grupie organizmy typu 'ambush-feeders' z 'feeding-current', które charakteryzują się odmiennymi sposobami odżywiania. Wydaje się, że stanowi to słaby punkt w metodach, do czego autor odnosi się w dyskusji w trzecim artykule (argument za tym aby umieścić go na początku pracy). Inną wątpliwość stanowi umieszczenie

w grupach funkcjonalnych gatunków typowo litoralowych lub bentosowych, np. *Alona* i *Eurycercus*. Nie wiem jakie były liczebności tych zwierząt, ale myślę, że pojawiły się w próbach raczej przypadkowo. Jaki jest wpływ tych 'nietypowych' organizmów na uzyskane wyniki? Czy ich liczebności uzasadniają uwzględnienie taksonów typowo bentosowych lub litoralowych w analizach relacji istniejących w toni wodnej? Jestem ciekaw opinii doktoranta na ten temat.

Moją uwagę zwróciły też wyniki analiz statystycznych przeprowadzonych na potrzeby tego artykułu. Niestety nie mogę ich w pełni ocenić, gdyż w opisie metod brakuje informacji na temat spełnienia założeń modelu statystycznego (GLM) oraz opisu samego modelu. Jest to o tyle istotne, że błędy standardowe są niezwykle małe i trudno dociec co jest tego powodem. Jest to szczególnie widoczne na rycinie 2, na której widać duży rozrzut punktów i bardzo małe przedziały ufności.

W wynikach zauważyłem, że zakresy stężenia chlorofilu 'a' zaczynają się od 0. Czy faktycznie nie było chlorofilu? Czy jest to niedoskonałość metody analizy (brak informacji o metodzie w artykule), czy może błąd zaokrąglenia?

W trzecim artykule doktorant opisuje wpływ biomasy sinic oraz długości trwania ich zakwitu na różnorodność biologiczną i funkcjonalną zespołu zooplanktonu. Udział autora w powstaniu tej publikacji wyniósł 70%.

Pan mgr Krztoń zastosował interesujące podejście, które pozwala ocenić wiarygodność różnych wskaźników różnorodności biologicznej w opisie funkcjonowania ekosystemów. Okazuje się, że klasyczne wskaźniki bioróżnorodności nie wykazywały znaczącej zmienności, co mnie nie dziwi ze względu na niewielkie zróżnicowanie badanych zbiorników. Tym bardziej cenne jest wykazanie, że wskaźniki różnorodności funkcjonalnej pozwalają dostrzec zmiany i ich kierunek w zespołach zooplanktonu wywołane przez zakwity sinic. Na marginesie, jestem ciekaw czy doktorant próbował stosować wskaźniki podobieństwa między zespołami zooplanktonu w badanych zbiornikach. Myślę, że świetnie podkreśliłoby to dużą 'czułość' wskaźników różnorodności funkcjonalnej. Moim zdaniem trzeci artykuł jest najlepszy i najbardziej interesujący, a pozostałe stanowią jego uzupełnienie bądź poszerzenie analiz tego samego zbioru danych.

Podsumowując, Pan mgr Wojciech Krztoń jest dojrzałym naukowcem, dysponującym szerokimi umiejętnościami zarówno praktycznymi jak i analitycznymi, czego dowodem są wykonane prace terenowe, laboratoryjne oraz analizy i interpretacja wyników. O jego

dojrzałości naukowej świadczy także 8 innych niż w doktoracie prac opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Indeks Hirsh'a Doktoranta obliczony wg. Bazy Web of Science wynosi 5, a liczba wszystkich cytacji 70, co uważam za bardzo dobre osiągnięcie doktoranta. Informacje bibliometryczne uzyskałem na podstawie numeru ORCID Doktoranta. Mimo pewnych niedoskonałości pracy uważam, że założone cele badań zostały zrealizowane, a dominująca rola pana mgr. Wojciecha Krztonia w przygotowaniu artykułów jest bezsporna. Doktorant w sposób konsekwentny i logiczny zweryfikował postawione hipotezy wykazując, że w wyniku dominacji sinic zmienia się charakterystyka funkcjonalna zespołów zooplanktonu (hipoteza 1) oraz obniża się liczebność osobników w grupach funkcjonalnych obejmujących wszystkożerców, bakteriożerców i glonożerców poddanych stresowi zakwitu (hipoteza 2). Doktorant przetestował także hipotezę 3 i wykazał spadek różnorodności funkcjonalnej zooplanktonu, co ma ogromne znaczenie dla obiegu materii i przepływu energii w ekosystemie. Rozprawa wnosi istotny wkład w wiedzę na temat zmian w strukturze funkcjonalnej zooplanktonu poddanego presji sinic w trakcie zakwitów, a wnioski z przeprowadzonych przez Doktoranta badań mogą także mieć potencjalne zastosowanie w monitoringu i ochronie ekosystemów słodkowodnych.

W mojej ocenie rozprawa doktorska Pana mgr. Wojciecha Krztonia w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom na stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki biologiczne, dlatego wnioskuję o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Dr hab. Sławomir Cerbin, prof. UAM