



Poznań, 20 luty 2022 r.

Prof. UAM dr hab. Beata Messyasz

Zakład Hydrobiologii

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Joanny Kosiby

pt.: „**Sinice jako czynniki wpływające na zespoły orzęsków w płytkich zbiornikach wodnych**”,

[Cyanobacteria as drivers of *Ciliata* assemblages in shallow inland waters]

wykonanej pod kierunkiem dr hab. prof. IOP PAN Elżbiety Wilk-Woźniak,

w Instytucie Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk

w Krakowie

Kontynuacja emisji gazów cieplarnianych powoduje dalsze ocieplenie oraz zmiany wszystkich elementów systemu klimatycznego, zwiększając prawdopodobieństwo dotkliwych, powszechnych i nieodwracalnych następstw dla gospodarki i ekosystemów, w tym ekosystemów wodnych. Efekt gradientu temperatury na ekosystem wodny i funkcjonowanie pętli mikrobiologicznej wciąż nie jest do końca zbadany. Zakwity sinic występujące w zbiornikach wodnych są uznawane za wskaźniki zaburzeń ekosystemu, ale niewiele wiadomo o odpowiedzi wielu elementów sieci troficznej w stosunku do postępujących zmian klimatycznych. Tematyka rozprawy doktorskiej związana jest z jednym z najbardziej aktualnych zagadnień współczesnej ekologii i dotyczy roli protozooplanktonu (orzęsków) w wodnej sieci troficznej oraz w transferze węgla w okresach występowania zakwitów sinicowych. Doktorantka w oparciu o cel badań, którym było ustalenie czy sinice są czynnikiem istotnie wpływającym na zespoły orzęsków w płytkich, eutroficznych zbiornikach wodnych sformułowała trzy hipotezy badawcze, które starała się zrealizować analizując otrzymane wyniki oraz informacje dostępne w literaturze. Zgodnie z założonymi hipotezami badań analizowano (i) czy orzęski są istotnym komponentem zooplanktonu i tworzą alternatywną ścieżkę przekazywania węgla i energii w sieciach troficznych;

ul. Umultowska 89, Collegium Biologicum, 61-614 Poznań
tel. +48 61 829 55 53, +48 61 829 57 61
messyasz@amu.edu.pl

www.biologia.amu.edu.pl

(ii) czy zakwity sinicowe powodują zmiany jakościowe i ilościowe zespołów orzęsków a toksyny sinicowe są czynnikami regulującymi rozwój pojedynczych gatunków, jak i całych zespołów oraz
(iii) czy zakwity sinicowe wzmacniają zależność orzęski bakteriożerne-widłonogi. Badania zbiorowisk orzęsków zostały przeprowadzone z wykorzystaniem odpowiednio dobranych metod na dwóch poziomach – badań terenowych z uwzględnieniem udziału orzęsków w zooplanktonie i ich roli w ścieżce transferu węgla w planktonie oraz eksperymentów laboratoryjnych mających na celu analizę reakcji orzęska *Spirostomum* sp. (indywidualnie lub w zespole) w zależności od obecności zróżnicowanego morfologicznie gatunku sinicy oraz obecności/nieobecności toksyn w biomacie tych sinic.

Układ formalny pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa została oparta na spójnych czterech tematycznie artykułach. Tytuł przedstawionej rozprawy doktorskiej mgr Joanny Kosiby został poprawnie zdefiniowany i odpowiada przedstawionym wynikom badań.

Praca składa się z dwóch zasadniczych części. Pierwsza wprowadzająca, obejmuje omówienie i dyskusję wyników zawartych w publikacjach składających się na rozprawę doktorską. Pod względem merytorycznym pierwsza część jest bardzo dobrze przygotowana, streszcza załączone artykuły i rozwijając poruszane w nich zagadnienia syntetycznie podsumowuje całość badań. Bardzo dobrze świadczy o kompetencjach doktorantki i równocześnie potwierdza jej znaczący udział w powstaniu wszystkich publikacji. Druga część pracy zawiera zestaw publikacji, w których zamieszczone są najważniejsze wyniki otrzymane podczas realizacji tematu badań. Obejmuje on 4 angielskojęzyczne publikacje zbiorowe, wszystkie opublikowane w czasopiśmie z Listy Filadelfijskiej. Składające się na rozprawę artykuły ukazały się w *Microbial Ecology* (IF = 4,552) oraz *Hydrobiologia* (IF = 2,694). Są to renomowane czasopisma, w których artykuły przyjęte do druku są zazwyczaj poddane rygorystycznemu procesowi redakcyjnemu, co ułatwia pracę recenzentowi rozprawy. Mgr Joanna Kosiba jest pierwszym autorem we wszystkich czterech współautorskich publikacjach a w dwóch publikacjach jest autorem korespondencyjnym. Dodatkowo do każdej publikacji dołączono oświadczenia podpisane przez współautorów wraz z ich procentowym udziałem w tworzenie każdej pracy, co umożliwia ocenę indywidualnego wkładu Doktorantki w powstanie tych publikacji.

Ocena publikacji składających się na rozprawę doktorską

1. Kosiba J., Wilk-Woźniak E., Krztoń W., Strzesak M., Pocięcha A., Walusiak E., Pudaś K., Szarek-Gwiazda E., 2017. What underpins the trophic networks of the plankton in shallow oxbow lakes? *Microbial Ecology* 73 (1): 17-28.

Mgr Joanna Kosiba odpowiedzialna była za zaplanowanie i realizację prac w terenie, wykonanie analiz fizykochemicznych wody, identyfikację materiału z orzęskami wraz z opracowaniem danych uwzględniających analizę statystyczną, wizualizację wyników, wykonanie modeli relacji troficznych w zbiornikach i interpretację wyników oraz współuczestniczyła w przygotowaniu tekstu i weryfikacji po ocenach recenzentów, a jej udział w przygotowanie artykułu wynosił 70%.

W badanych przez Autorkę małych, płytkich starorzeczach udział orzęsków w całkowitej biomacie zooplanktonu wynosił od 6,7% do 44,5%, z preferencją do odżywania się glonami albo łącznie bakteriami i glonami. Niezależnie od zróżnicowania struktury gatunkowej i ilościowej fitoplanktonu pomiędzy starorzeczami struktura dominacji i biomasy zooplanktonu oraz orzęsków była podobna. Na tej podstawie zaproponowano dwie alternatywne ścieżki transferu węgla w planktonie, w małych zbiornikach w odniesieniu do roli protozooplanktonu, przypisując mu odpowiednio ważną rangę grupy konkurującej o zasoby pokarmu. Przepływ materii od bakterii i fitoplanktonu do metazooplanktonu może odbywać się także przez orzęski. Bardzo cennym aspektem badań jest uwzględnienie w sieci modelu troficznego sinic oraz różnych grup glonów eukariotycznych i powiązań pomiędzy nimi. Koncepcja badań, dobór materiału i adekwatnych metod nie budzą zastrzeżeń. Praca zawiera obszerną dyskusję, a wyniki ilustrowane są licznymi wykresami i diagramami oraz trafnie dobranymi, oryginalnymi rycinami modeli.

2. Kosiba J., Krztoń W., Wilk-Woźniak E., 2018. Effect of Microcystins on Proto- and Metazooplankton is more evident in artificial than in natural waterbodies. *Microbial Ecology*, 75: 293-302.

Autorka również była odpowiedzialna za opracowanie i realizację prac w terenie, wykonanie analiz fizykochemicznych wody, identyfikację taksonomiczną protozooplanktonu, analizę i interpretację wyników wraz z ich wizualizacją oraz współuczestniczyła w planowaniu koncepcji i przygotowaniu tekstu, a jej udział w powstawaniu artykułu wynosił 80%.

W pracy badano wpływ zakwitów sinicowych na orzęski w dwóch naturalnych starorzeczach Wisły i dwóch sztucznych zbiornikach. Dokładna analiza z wykorzystaniem modeli GLM wykazała istnienie negatywnej zależności pomiędzy stężeniem mikrocystyn rozpuszczonych w wodzie a liczebnością, biomasa i heterogenicznością zarówno frakcji metazooplanktonu, jak i protozooplanktonu (orzęsków) przy długotrwałych zakwitach sinic, szczególnie w zbiornikach sztucznych. Interesujące wyniki dotyczą także grupy dużych wioślarek, których biomasa nie była w istotny sposób zróżnicowana w zależności od typu zbiorników co może wskazywać na adaptację do dużego stężenia mikrocystyn w wodzie (głównie MC-LR). Jak najbardziej słuszny jest zatem wniosek, że zbiorowiska zooplanktonu w sztucznych lub przekształconych antropogenicznie zbiornikach wodnych są bardziej podatne na oddziaływanie zakwitów sinic. Tym samym w pracy

po raz pierwszy wskazano, że w naturalnych ekosystemach wodnych proces zubożenia gatunkowego zooplanktonu pod wpływem długotrwałych i toksycznych zakwitów sinic przebiega znacznie wolniej. Podobnie jak w poprzedniej publikacji, koncepcja badań, dobór materiału i zastosowanych metod są poprawne, a otrzymane wyniki szczegółowo omówione oraz przedyskutowane.

3. Kosiba J., Wilk-Woźniak E., Krztoń W., 2019. The effect of potentially toxic cyanobacteria on ciliates (Ciliophora). *Hydrobiologia*, 1 (827): 325-335.

Autorka była odpowiedzialna za hodowlę orzęsków, zaplanowanie i realizację eksperymentów w laboratorium, analizę mikroskopową orzęsków, analizę i interpretację uzyskanych wyników z uwzględnieniem analiz statystycznych i wizualizacją danych oraz zaplanowała koncepcję i przygotowała tekst manuskryptu, jest autorem korespondencyjnym a jej udział w powstawaniu artykułu wynosił 85%.

W pracy eksperymentalnie badano zmienność międzygatunkową orzęsków rozwijających się w siedlisku zdominowanym przez różne morfologicznie gatunki sinic (*Planktothrix agardhii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* - wyizolowane ze środowisk naturalnych), przy obecności lub braku toksyn w ich biomacie. Wyniki tej części rozprawy są bardzo interesujące i mają dużą wartość poznawczą. Przeprowadzenie szczegółowej analizy czterech eksperymentów laboratoryjnych wyraźnie wskazuje, że morfologia gatunku sinic i stężenie toksyn w biomacie sinic nie wpływa na rozwój pojedynczego gatunku orzęska, w tym przypadku *Spirostomum* sp., ale ma znaczenie gdy dotyczy zespołu kilku gatunków. O ile w takim przypadku konkurencja o pokarm między gatunkami jest zgodna z procesem ekologicznym to ciekawym aspektem jest brak ograniczającego wpływu toksyn w zespole orzęsków. Tym bardziej, że w badaniach terenowych (Artykuł 2) w środowisku naturalnym mikrocytyny wyraźnie miały wpływ na spadek liczebności i bioróżnorodności protozooplanktonu. Spadek liczebności *Spirostomum* sp. był natomiast zaobserwowany w obecności szczepu *Aphanizomenon flos-aquae*, który nie wytwarzał żadnych toksyn i wyjaśniając to zjawisko Doktorantka słusznie wskazuje na możliwość wydzielania specyficznych metabolitów przez ten gatunek sinicy, co może skutkować pojawieniem się na jego powierzchni odrębnej grupy bakterii. Wyniki badań wyraźnie wskazują, że zależności na różnych poziomach międzygatunkowych: orzęski-sinice, orzęski-bakterie czy orzęski-orzęski są bardzo zróżnicowane i wciąż wymagają dalszych, bardziej szczegółowych badań nad tym zagadnieniem.

4. Kosiba J., Krztoń W., 2021. Insight into the role of cyanobacterial bloom in the trophic link between ciliates and predatory copepods. *Hydrobiologia*, doi: 10.1007/s10750-021-04780-x

Również w tej publikacji Autorka była odpowiedzialna za zaplanowanie i realizację prac w terenie, wykonanie analiz fizykochemicznych wody, analizę protozooplanktonu, opracowanie danych, analizę i interpretację uzyskanych wyników z uwzględnieniem analiz statystycznych

i wizualizacji danych oraz zaplanowała koncepcję i przygotowała tekst manuskryptu, jest autorem korespondencyjnym a jej udział w powstawaniu artykułu wynosił 85%.

W pracy badano zależności orzęski - drapieżne widłonogi w naturalnych starorzeczach Wisły (Tyniec 1 i 2) oraz sztucznych zbiornikach (Podkamycze 1 i 2) i potwierdzono, że istnieje znacząca zależność pomiędzy biomasą proto- i metazooplanktonu niezależnie od występowania zakwitów sinic. Autorka podczas swoich badań uzyskała wynik braku zależności biomasy widłonogów od biomasy bakteriożernych orzęsków co wyraźnie wskazuje na mniejszy transfer węgla poprzez bakterie, w tym ogniwie zależności w sieci troficznej. Bardzo cennym aspektem badań jest uwzględnienie strategii życiowych orzęsków i posiadanej przez nich zdolności ruchu, które w warunkach zakwitów sinic wskazują małe rozmiary komórek i osiadły tryb życia na lepszy mechanizm ochrony przed wyjadaniem przez widłonogi. W mojej ocenie przedstawiona praca stanowi ważny krok w dalszym poznaniu zależności ofiara (orzęski) – drapieżnik (widłonogi) w aspekcie możliwości transferu węgla wiązanego przez bakterie i przez fitoplankton.

Przedstawione we wszystkich publikacjach badania dotyczą zbiorowisk orzęsków z drobnych zbiorników wodnych typu starorzeczka i sztuczne stawy, charakteryzujących się zakwitami sinic. Wobec zachodzących zmian klimatycznych w środowisku związanych z działalnością antropogeniczną i systematycznym wzrostem temperatury (ocieplenie klimatyczne) temat pracy związany z transferem węgla w sieci troficznej jest bardzo aktualny. Prace napisane są bardzo starannie i opublikowane w czasopiśmie o wysokim współczynniku oddziaływania (IF), zostały także już zauważone i są cytowane w literaturze o zasięgu światowym. We wszystkich publikacjach, na wszystkich etapach ich powstawania, udział Doktorantki był znaczący i wynosił 70%, 80% i 85%. Moja ocena tej części rozprawy doktorskiej jest jednoznacznie pozytywna.

Ocena części wprowadzającej

Część wprowadzająca pracy, mająca układ typowy dla tradycyjnych rozpraw doktorskich, napisana jest poprawnie, ułożona logicznie, powoli wprowadzając i przeprowadzając czytelnika przez skomplikowane zagadnienia poruszane w pracy, dotyczące wyników i ich interpretacji. Z dużej liczby doniesień literaturowych Autorka trafnie wybrała najważniejsze prace z tego zakresu, co tylko potwierdza Jej dobrą znajomość problematyki badawczej, którą się zajmuje. Tekst pracy jest komunikatywny, maksymalnie wysycony treścią, z odpowiednią liczbą trafnie dobranych cytowań publikacji naukowych. Zamieszczony w pracy materiał badawczy jest opisany bardzo dobrze i w zrozumiały sposób, a opracowane wnioski są logiczną konsekwencją uzyskanych wyników badań. Moja ocena tej części rozprawy doktorskiej jest również jednoznacznie pozytywna.

Najważniejsze osiągnięcia

Tematyka związana z rolą sinic w kształtowaniu różnorodności gatunkowej i liczebności orzęsków w drobnych ekosystemach wodnych (szczególnie pochodzenia antropogenicznego), nie jest jeszcze dobrze rozpoznana, stąd też każde wyniki badań są cenne bo wzbogacają wiedzę dotyczącą funkcjonowania sieci troficznej. Do najważniejszych osiągnięć Autorki można zaliczyć:

- pierwsze wieloaspektowe badania zbiorowisk orzęsek w płytkich eutroficznym zbiornikach wodnych (starorzecza, sztuczne stawy) z zakwitami sinic, które dostarczyło nowych danych do poznania biologii tej grupy,
- opisanie dwóch alternatywnych ścieżek transferu węgla w planktonie uwzględniając w jednej z nich protozooplankton i ważną rolę zespołów orzęsków w sieciach troficznych,
- wykazanie, że warunki środowiskowe stanowią ważny czynnik zmian protozooplanktonu na poziomie struktury gatunkowej i parametrów populacyjnych a zbiorniki sztuczne są bardziej podatne na długotrwałe zakwity sinic,
- wykazanie w badaniach eksperymentalnych, że odmienne morfologicznie gatunki sinic oraz obecność lub brak innego gatunku orzęsków są czynnikiem modyfikującym liczebność orzęsków co wskazuje na duże znaczenie konkurencji międzygatunkowej np. o pokarm,
- osiągnięciem jest także wykazanie po raz pierwszy, że strategie życiowe orzęsków (posiadające zdolność ruchu, osiadłe) podczas zakwitów sinic są czynnikiem decydującym o kierunku transferu węgla,
- oraz potwierdzenie faktu, że orzęski jako konsumenci bakterii i fitoplanktonu łączą producentów pierwotnych z wyższymi poziomami w sieci troficznej i są jej kluczowym elementem.

Stwierdzam, że praca ma charakter nowatorski zarówno jeżeli chodzi o wykazanie, że zakwit sinicowy wzmacnia relację ofiara-drapieżnik jak również wskazanie po raz pierwszy w badaniach eksperymentalnych rolę wzajemnych relacji organizmów pozostających w asocjacji na kształtowanie się składu i dynamiki zbiorowisk orzęsków.

Uwagi i pytania

Praca napisana jest starannie i nie zauważyłam w niej błędów merytorycznych. Otrzymane wyniki są prawidłowo zinterpretowane i przedyskutowane. Postawione hipotezy badawcze zostały prawidłowo zweryfikowane. Takie spójne ujęcie części wprowadzającej w hierarchicznym układzie rozdziałów stanowi bardzo przejrzysty obraz, a ponadto łatwiej pozwala odwoływać się do konkretnych pozycji literaturowych umieszczonych w różnych częściach pracy.

Czytając pracę nasunęło mi się kilka pytań:

1. Szereg gatunków orzęsków to gatunki wskaźnikowe. Czy w aspekcie uzyskanych wyników istnieje możliwość wskazania gatunków orzęsek, które wykazują adaptację do środowiska długotrwałych i bardzo intensywnych zakwitów sinicowych?
2. W trakcie realizacji pracy doktorskiej obiektem badań były płytkie starorzecza Wisły oraz dwa sztuczne stawy. W dyskusji pracy doktorskiej zabrakło mi szerszej polemiki czy uwzględniając różnice w charakterze i intensywności zakwitów sinic oraz dodatkowo zmianę parametrów fizycznych/chemicznych wody można wyróżnić typowy układ orzęsków dla danego typu płytkiego zbiornika (starorzecze versus sztuczny staw)? W związku z tym proszę o wypowiedź na ten temat.
3. W czwartej publikacji podczas analizy wyników dotyczących wpływu zakwitów sinicowych na relacje między orzęskami i widłonogami wskazano na strategie życiowe orzęsków jako czynnika decydującego o kierunku transferu węgla. Czy w strategiach życiowych poza zdolnością ruchu innego typu cechy również mogą mieć takie znaczenie, jak np. tempo rozmnażania?
4. Analizując zbiorowiska orzęsków Autorka wykazała, że ta grupa stanowi ważny element w ścieżce transferu węgla w planktonie. Czy i jeśli tak, to w jaki sposób, otrzymane wyniki mogą mieć zastosowanie aplikacyjne związane z transferem węgla w sieci troficznej?

Rolą recenzenta jest także ocena poprawności językowej i stosowanego w pracy słownictwa. Część wprowadzająca, którą w tym zakresie poddaję ocenie, napisana jest poprawnie i warto zwrócić uwagę na brak błędów edytorskich tzw. „literówek”. Autorka posługuje się na stronie 16 w tytule ryciny 3 słowem „sinice filamentowe”, uważam, że znalazłoby się bardziej odpowiednie słowo np. sinice trychalne.

Podsumowanie

Rozprawa doktorska Pani mgr Joanny Kosiby ma dużą wartość poznawczą i niewątpliwie wzbogaca naszą wiedzę na temat zmian struktury i dynamiki liczebności/biomasy orzęsków jako składnika zooplanktonu, który ulega dynamicznym zmianom w siedlisku z intensywnymi zakwitami sinic. Szczególnie cenne jest połączenie badań terenowych i laboratoryjnych przy analizie wzajemnych zależności orzęsków i sinic poprzez użycie do eksperymentów szczepów sinic wyizolowanych z środowiska naturalnego a także wykazanie, że zakwit sinicowy w ekosystemach słodkowodnych wzmacnia relację ofiara-drapieżnik. Moja ocena przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej Pani mgr Joanny Kosiby jest pozytywna. Została podjęta ważna i aktualna tematyka badawcza dotycząca funkcjonowania sieci troficznych w ekosystemach wodnych. Doktorantka wykazała się znajomością literatury przedmiotu, którą należycie wykorzystała przy pisaniu pracy doktorskiej. Zaprezentowane wyniki, zawierające istotne elementy nowości naukowej dowodzą umiejętności planowania i przeprowadzenia badań naukowych (terenowych

i laboratoryjnych) oraz interpretacji uzyskanych wyników, co pozwoliło na zrealizowanie założonego celu pracy.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Joanny Kosiby pt. „Sinice jako czynniki wpływające na zespoły orzęsków w płytkich zbiornikach wodnych” [Cyanobacteria as drivers of *Ciliata* assemblages in shallow inland waters] ma dużą wartość naukową a Autorka jest dobrze przygotowana do prowadzenia prac badawczych, zarówno terenowych jak i laboratoryjnych. Praca spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz.1789), uwzględniając przy tym indywidualny wkład doktorantki w powstanie publikacji zbiorowych zgodnie z par. 6 ust. 5 rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora. Z pełnym przekonaniem zwracam się do Rady Naukowej Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie z wnioskiem o dopuszczenie Autorki rozprawy do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplinie *nauki biologiczne*, w tym do publicznej obrony rozprawy.

Ponadto, biorąc pod uwagę wskazane w recenzji osiągnięcia Autorki oraz wysoki poziom naukowy rozprawy, wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr Joanny Kosiby stosowną nagrodą. Uzyskane wyniki mają dużą wartość poznawczą i niewątpliwie stanowią solidną podstawę do dalszych badań dotyczących transferu węgla w sieci troficznej z obecnością orzęsków w okresach występowania zakwitów sinicowych w zbiornikach wodnych.

Beata Messyasz

Prof. UAM dr hab. Beata Messyasz