



Piotr Dawidowicz
Zakład Hydrobiologii
Instytut Biologii Funkcjonalnej i Ekologii
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego
Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych
ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa
tel.: 22 55 26 518 fax: 22 55 26 575

Warszawa, 5 lutego 2021 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr Marcina Krzysztofa Dziuby pt.
„The impact of increased temperature on life history traits, dynamics of
populations and community structure of Daphnia spp.”

Jeziora Konińskie jawią się jako dosyć unikatowy model zmian jakich możemy oczekiwać w nadchodzących dekadach w ocieplających się ekosystemach słodkowodnych strefy umiarkowanej. Niektóre z tych jezior podgrzewane są wodą chłodzącą urządzenia w dwóch dużych elektrowniach węglowych już od blisko 60 lat i temperatura ich wód powierzchniowych dawno osiągnęła wartości spodziewane w typowych jeziorach w naszych szerokościach geograficznych pod koniec stulecia. Inne jeziora systemu pozostały w naturalnym reżimie termicznym i mogą służyć jako układy kontrolne. Tymczasem ten nadzwyczaj dogodny model, szczególnie użyteczny w dobie mody na badanie skutków globalnego ocieplenia właściwie nie doczekał się głębszych studiów, a istniejące publikacje zamykają się raczej w szeroko rozumianej dziedzinie „ekologii ekosystemów” niż „ekologii ewolucyjnej”. Pomijanie ewolucyjnych skutków ocieplenia wód Jezior Konińskich jest tym bardziej niezrozumiałe, że skala przestrzenna (całe ekosystemy) i zwłaszcza czasowa (ponad 60 lat od zmiany temperatury) zachodzących tam zjawisk zdecydowanie wystarcza by spowodować mikroewolucyjne zmiany w populacjach wielu organizmów wodnych. Z całą pewnością można się spodziewać takich zmian w populacjach *Daphnia* spp., znanego z szybkiej ewolucyjnej odpowiedzi na fluktuacje czynników środowiskowych i skądinąd zajmującego centralną pozycję w pelagicznych sieciach troficznych. Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska Pana mgr Marcina K. Dziuby wypełnia istotną lukę w wiedzy o

ewolucyjnych aspektach funkcjonowania zespołów planktonowych w unikatowym systemie Jezior Konińskich i przede wszystkim rzuca nowe światło na mechanizmy zmian zachodzących w zespołach planktonu pelagicznego wskutek dokonującego się właśnie globalnego ocieplenia.

Rozprawa ma formę liczącego 80 stron zbioru trzech blisko powiązanych tematycznie, oryginalnych artykułów naukowych, opublikowanych ostatnio w bardzo prestiżowych czasopismach międzynarodowych: *Limnology and Oceanography* (współczynnik wpływu IF = 3,778), *Scientific Reports* (IF = 3,998) i *Hydrobiologia* (IF = 2,385). Ranga tych czasopism jest zdecydowanie wysoka i *a priori* zaświadcza o jakości zamieszczonych tam prac. Stanowiący rozprawę zbiór publikacji poprzedzony został jednostronicowym abstraktem w języku angielskim, jego polskojęzycznym odpowiednikiem ("Streszczenie") i przejrzyste napisanym w języku angielskim omówieniem zasadniczych tez rozprawy (11 stron wraz ze spisem literatury). Wszystkie zamieszczone w zbiorze prace są wieloautorskie (publikacje 1, 2, 3 mają odpowiednio 5, 6 i 3 autorów) a Pan Marcin Dziuba jest ich pierwszym i korespondującym autorem. Dominującą rolę Doktoranta w stworzeniu koncepcji badań, ich realizacji, analizie statystycznej wyników i przygotowywaniu pierwotnej wersji manuskryptów, a także ich rewizji i finalnej edycji potwierdzają zamieszczone przy każdej z prac deklaracje wszystkich współautorów. Wedle tych oświadczeń wkład Pana mgr Dziuba w realizację kolejnych prac wynosił odpowiednio 65%, 60% i 50%.

Pierwsza ze stanowiących Rozprawę publikacji (Dziuba *et al.* 2020. *Countergradient variation concealed adaptive responses to temperature increase in Daphnia from heated lakes. Limnology and Oceanography*. 9999:1-13) poświęcona jest testowaniu wręcz paradygmatycznej zasady („temperature-size rule”, Atkinson 1995), zgodnie z którą ocieplenie wód jeziornych powinno powodować redukcję rozmiarów ciała żyjących w nich zwierząt zmiennocieplnych, w szczególności *Daphnia* z kompleksu *D. longispina*. Zamierzenie to mogłoby się wydawać dosyć mało ambitne, a rezultaty badań – wysoce przewidywalne. Nic bardziej mylnego! Okazało się, że osobniki *D. galeata* – gatunku dominującego w podgrzanych jeziorach i zastępującego tam siostrzaną *D. longispina* – są (konstytutywnie) większe niż przedstawiciele tego gatunku z jezior kontrolnych. Ewolucyjna odpowiedź *D. galeata* na wzrost temperatury wód nie polega więc – jak można było oczekiwać – na redukcji rozmiarów ciała, lecz na wzroście fenotypowej plastyczności tego ważnego parametru historii życia. Ta obserwacja jest bardzo solidnie udokumentowana wynikami badań terenowych (porównania materiału z populacji zasiedlających jeziora

podgrzane i kontrolne) i bardzo dobrze zaprojektowanych eksperymentów zrealizowanych w rygorystycznych warunkach laboratoryjnych. Służyły one analizie historii życia, zwłaszcza wielkości ciała i płodności u *D. galeata* i *D. longispina* z podgrzanych i "kontrolnych" Jezior Konińskich, a także u *D. galeata* z 3 różnych populacji: pochodzących z podgrzanych Jezior Konińskich, z jezior włoskich („ciepła kontrola”) i jezior niemieckich („chłodna kontrola”). Pan mgr M. Dziuba nie ograniczył się do prostego reportu z poczynionych obserwacji, choć byłby on interesujący sam w sobie i z pewnością „publikowany”, lecz zaproponował także mechanizm wyjaśniający ewolucję (1) dużych rozmiarów ciała u *D. galeata* w podgrzanych jeziorach i (2) dużej plastyczności fenotypowej wielkości ciała u tego gatunku. Jednoczesna ewolucja tych dwóch cech historii życia *D. galeata* pozwoliła na osiągnięcie wysokiego dostosowania w czasie relatywnie ciepłych zim i latem w jeziorach podgrzanych. W jeziorach tych populacje *Daphnia* zimują w formie aktywnych osobników (produkcja jaj spoczynkowych niemal całkowicie ustaje), a duże rozmiary ciała są korzystne w panujących wówczas warunkach termicznych. Z kolei latem, gdy z różnych względów duże rozmiary ciała są dostosowawczo niekorzystne dla *Daphnia*, *D. galeata* redukuje wielkość przy pierwszej reprodukcji dzięki znacznej fenotypowej plastyczności rozmiarów ciała. Ta strategia wyjaśniałaby „sukces” *D. galeata*, która skutecznie zastępuje morfologicznie bardzo podobny gatunek – *D. longispina* w ślad za wzrostem temperatury wód jeziornych. Jak sadzę, postulowany przez Pana Marcina Dziubę mechanizm tj. jednoczesna ewolucja konstytutywnie dużych rozmiarów ciała korzystnych zimą i plastyczności zapewniających ich adaptatywną redukcję latem, może „działać” w ogrzewających się jeziorach strefy umiarkowanej z coraz bardziej łagodnymi, ale nadal chłodnymi zimami, chyba jednak zawodzi w jeziorach permanentnie ciepłych, np. subtropikalnych i tropikalnych, w których brak znaczących sezonowych spadków temperatury wody. Wyjaśniałoby to, potwierdzony licznymi obserwacjami, brak dużych gatunków wioślarek (w tym *Daphnia*) w planktonie jezior tropikalnych – ciekaw byłbym opinii Doktoranta na ten temat.

Druga praca wchodząca w skład recenzowanej dysertacji (Dziuba et al. 2020. *Temperature increase altered Daphnia community structure in artificially heated lakes: a potential scenario for a warmer future. Scientific Reports, 10:13956*) podejmuje – w oparciu o ten sam model Jezior Konińskich – kwestię wpływu zmian klimatycznych na zespoły wioślarek planktonowych. Praca ta nawiązuje do poprzedniej, bowiem ilustruje, m. in. w oparciu o molekularną analizę banku jaj spoczynkowych (efipiów) *Daphnia* zdeponowanych w osadach dennych jezior, zmiany w składzie zespołu gatunków z kompleksu *D. longispina*, jakie

zaszły w Jeziorach Konińskich wskutek podgrzania ich wód. Prezentowane tu wyniki potwierdzają zastępowanie *D. longispina* przez *D. galeata* w jeziorach podgrzanych (ale nie w kontrolnych), co zapewne ma związek ze skutecznością stosowanej przez ten ostatni gatunek strategii zimowania aktywnych osobników żyjących w toni, zamiast składania jaj przetrwalnych do osadów. Ocieplenie wód jeziornych korelowało skądinąd z wyraźnym spadkiem liczby efipiów *Daphnia* w odpowiednich warstwach osadów – wskazuje to wyraźnie na zmianę strategii zimowania. Interesujący jest opisywany w tej pracy przypadek trzeciego gatunku z kompleksu *D. longispina*, mianowicie *D. cucullata*. Populacja tego gatunku początkowo niemal zanikła w jeziorach podgrzanych, podobnie jak *D. longispina*, by po pewnym czasie powrócić, co sugeruje pojawienie się adaptacji do zmienionych warunków, pozwalających na koegzystencję *D. cucullata* i *D. galeata* w nowych warunkach termicznych. Adaptacje te jednak pojawiły się po latach od zmiany temperatury wody – jak pisze Autor to opóźnienie nakazuje ostrożność w przewidywaniu skutków globalnego ocieplenia na podstawie krótkoterminowych obserwacji.

Obydwie wymienione prace w nadzwyczaj spójnie i elegancko dokumentują i wyjaśniają zmiany jakie zaszły w zespołach *Daphnia* w podgrzanych Jeziorach Konińskich (tj. przede wszystkim zastępowanie *D. longispina* przez *D. galeata*) i zapewne nastąpią w innych jeziorach strefy umiarkowanej wskutek globalnych zmian klimatycznych.

Trzecia publikacja zawarta w rozprawie (Dziuba et al. 2017. *Is bigger better? A possibility of adaptation of Daphnia to filamentous cyanobacteria in the face of global warming. Hydrobiologia*, 798: 105-118.), chronologicznie najwcześniejsza z prac zebranych w rozprawie Pana K. Dziuby, dotyczy wpływu efektów ocieplenia jezior, a w szczególności oczekiwanego nasilenia się zakwitów nitkowatych cjanobakterii, na *Daphnia longispina*. Zgodnie z poglądami dominującymi w literaturze szkodliwy efekt obecności filamentów sinicowych w zawieszonym pokarmie wzmacnia się ze wzrostem rozmiarów wioślarek, co na dłuższą metę powinno sprzyjać ewolucji małej wielkości ciała u tych zwierząt. Ten nieomal paradygmat został znowu podważony przez wyniki uzyskane przez Doktoranta. Wyniki przeprowadzonych przez niego laboratoryjnych eksperymentów porównujących wzrost i płodność różnych klonów (genotypów) *D. longispina* karmionych optymalnym pokarmem (zielenicą *Scenedesmus obliquus*) i mieszaniną zielenicy z nitkowatą cjanobakterią (*Raphidopsis raciborskii*) dowodzą, że „odporność” na sinice nie jest bezpośrednio związana z rozmiarami ciała *Daphnia*, lecz raczej z ich (mikro)ewolucyjną przeszłością. Okazało się, że

D. longispina z jezior pogrzanych radzą sobie z obecnością nici *R. raciborskii* lepiej, niż mniejsze od nich *D. longispina* pochodzące z jezior kontrolnych (czyli „chłodnych”). Sugeruje to jednoznacznie pojawienie się adaptacji w populacjach zasiedlających jeziora podgrzane, które pozwalają nawet konstytytywnie dużym *Daphnia* na efektywne odżywianie się sestonem zawierającym nitkowate sinice. Adaptacje takie mogą polegać na przebudowie struktury aparatu filtracyjnego.

Moja ogólna ocena rozprawy doktorską Pana mgr Marcina K. Dziuby jest wręcz entuzjastyczna. Publikacje, wchodzące w jej skład publikacje są doskonałe, nowatorskie a uzyskane wyniki często przeczą powszechnym w nauce przekonaniom o wpływie globalnych zmian klimatycznych na strukturę wielkości zespołów planktonowych wioślarek filtrujących. Konkluzje Doktoranta są znakomicie udokumentowane i nie da się ich podważyć z pozycji metodologicznych. Nie dostrzegam żadnych słabych stron tej doskonałej dysertacji (trudno uznać za takie nieliczne i marginalne pomyłki edytorskie, takie jak np. odwrotna numeracja prac Dziuba 2020a i Dziuba 2020b w tekście *Thesis outline* i w spisie literatury).

Wobec powyższego stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny dysertacja Pana mgr Marcina Krzysztofa Dziuby z ogromnym naddatkiem spełnia merytoryczne wymogi stawiane pracom doktorskim, a także wszelkie kryteria formalne, zgodnie z Ustawą z dn. 14 marca 2003 r. o stopniach i naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz z rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 22 września 2011 r. (Dz. U. nr 204, poz. 1200). Wobec powyższego wnoszę o dopuszczenie Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie, w uznaniu dla prawdziwe wybitnych walorów naukowych rozprawy wnoszę o jej wyróżnienie stosowną nagrodą.



Prof. dr hab. Piotr Dawidowicz