

**Wpływ nitkowatych sinic (Cyanobacteria)
na dostosowanie wioślarek planktonowych z rodzaju *Daphnia***

Praca doktorska wykonana w Zakładzie Hydrobiologii, Instytut Zoologii, Wydział Biologii,
Uniwersytet Warszawski

Autor: mgr Anna Bednarska

Promotor : Prof. dr hab. Joanna Pijanowska

Recenzenci: Prof. dr hab. Jan Kozłowski, *Instytut Nauk o Środowisku, Wydział Biologii i
Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński*

Dr hab. Lech Kufel, Prof. UPH, *Instytut Biologii, Zakład Ekologii i Ochrony
Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*

W ostatnim półwieczu plankton roślinny jezior eutroficznycy strefy umiarkowanej bywa w okresie letnim często zdominowany przez sinice (Cyanobacteria), jednak ich biomasa nie jest zasadniczo wykorzystywana przez roślinożernych konsumentów. Sinice mogą bezpośrednio lub pośrednio ograniczać wzrost zwierząt i dlatego uważa się je za nieodpowiedni pokarm dla roślinożerców planktonowych. W miarę wzrostu udziału sinic w fitoplanktonie, z zespołu zooplanktonu ustępują duże gatunki *Daphnia*, a zatem te gatunki, które jako jedyne mają potencjalnie możliwość sprawowania kontroli nad biomasą fitoplanktonu - w tym także do pewnego stopnia nad biomasą sinic. **Nadrzędnym celem badań było poznanie nieznanych aspektów wpływu nitkowatych sinic na wioślarki planktonowe oraz określenie mechanizmów odpowiedzialnych za ustępowanie dużych wioślarek z zespołu zooplanktonu jeziornego w sytuacji, gdy sinice stają się dominującym źródłem pokarmu. Celem pracy było również określenie, które czynniki środowiskowe i w jaki sposób mogą modyfikować siłę oddziaływania sinic na wioślarki planktonowe.**

Stwierdziłam, że duże wioślarki z rodzaju *Daphnia* zdolne są do wzrostu i rozrodu w obecności sinic, jednak dieta oparta na sinicach powoduje zmiany fenotypowe niekorzystne dla dostosowania.

Pierwszym z celów szczegółowych mojej pracy było określenie, czy *Daphnia* realizuje ten sam scenariusz odpowiedzi w sytuacji stresu wywołanego niedoborem pokarmu i obecnością sinic, czy też reakcje te są odmienne. Wykazałam, że w wyniku działania tych

dwóch czynników stresowych *Daphnia* mają „do dyspozycji” zblizoną, bardzo małą ilość energii/materii, która mogłaby być alokowana w reprodukcję. Jednocześnie moje badania pokazują, że **odpowiedzi *Daphnia* na niedobór pokarmu i obecność sinic są odmienne i specyficzne**, tj. **różna jest strategia inwestycji w poszczególne komponenty składające się na ostateczny wysiłek włożony w dany epizod rozrodczy** (liczba vs. wielkość jaj). Wydaje się, że inwestycja w jakość potomstwa w warunkach głodowych i w jego ilość w obecności sinic może być sposobem na optymalizowanie strategii reprodukcyjnej (stosownej w panujących warunkach pokarmowych) i umożliwia maksymalizację dostosowania.

Kolejnymi dwoma celami szczegółowym mojej pracy było rozróżnienie efektu działania niskiej wartości odżywczej i efektu zakłócania procesu filtracji wywołwanego przez obecność sinic oraz określenie, czy dodatek pełnowartościowego pokarmu wpłynie na osłabienie siły negatywnego oddziaływania sinic. Stwierdziłam, że **negatywny wpływ sinic związany z ich nieodpowiednimi właściwościami odżywczymi może ograniczać dostosowanie *Daphnia***, choć tempo wzrostu i płodność nie we wszystkich klonach była ograniczana w równym stopniu. Ponadto **dodatek pełnowartościowego pokarmu może całkowicie znosić ograniczające działanie sinic związane z ich niską wartością odżywczą**. Wykazałam również, że **wpływ sinic związany z ich nieodpowiednimi właściwościami mechanicznymi może (ale nie musi) potęgować efekt niskiej wartości odżywczej**, a **dodatek alternatywnego pokarmu może tylko częściowo znosić ograniczające działanie sinic**.

Czwartym celem szczegółowym moich badań było określenie norm reakcji zwierząt eksponowanych na obecność sinic w warunkach podwyższonej temperatury i odpowiedź na pytanie, czy podwyższona temperatura może potęgować negatywny wpływ sinic. Wyniki moich badań pokazują, że wpływ temperatury na dostosowanie *Daphnia* eksponowanych na obecność sinic nie jest jednoznaczny, tj. **temperatura może wzmacniać siłę negatywnego oddziaływania sinic na parametry historii życia bezpośrednio związane z reprodukcją** (ang „*reproduction – related traits*”), natomiast zdaje się nie wzmacniać lub nawet osłabiać negatywny wpływ sinic na parametry historii życia związane ze wzrostem (ang „*growth – related traits*”).

Za piąty cel szczegółowy moich badań postawiłam sobie ocenę możliwości aklimacji osobników *Daphnia* do obecności sinic, jak również określenie możliwości międzypokoleniowego zmniejszania się wrażliwości wioślarek na negatywne oddziaływanie sinic. Dowiodłam, że ***Daphnia* zdolne są do wzrostu i reprodukcji nawet po trwającej przez kilka pokoleń ekspozycji na obecność sinic**, jednak moje badania pokazują, że u

Daphnia **nie dochodzi do aklimacji do obecności sinic** (tj. uodpornienia czy zmniejszenia wrażliwości na negatywne ich oddziaływanie). O braku aklimacji do obecności sinic mogą też świadczyć wyniki uzyskane w ramach realizacji siódmego celu szczegółowego służącemu sprawdzeniu, czy obecność sinic powoduje zmiany wybranych molekularnych markerów stresu. Wyniki te pokazują na przykład, że w miarę przedłużania się okresu ekspozycji na obecność sinic w organizmach zwierząt zmniejsza się ilość materiałów zapasowych (trójglicerydów), co może świadczyć o rosnącej presji selekcyjnej, jakiej doświadczają wioślarki.

Szóstym celem szczegółowym, realizowanym siłą rzeczy we wszystkich eksperymentach z udziałem wielu klonów było przetestowanie hipotezy co do istnienia międzyklonalnych różnic we wrażliwości *Daphnia* na obecność sinic. Wykazałam **istnienie międzyklonalnych różnic w odpowiedziach *Daphnia* na obecność sinic zarówno na poziomie cech historii życia jak i na poziomie molekularnym**. Jednakże moje badania pokazują, że międzyklonalne różnice w odpowiedziach *Daphnia* na obecność sinic mają charakter ilościowy (różna siła reakcji), a nie jakościowy (podobny wzorzec odpowiedzi). Różnice ilościowe mogą prowadzić do zmiany frekwencji danego genotypu, a więc przekładać się na zmiany mikroewolucyjne w populacji.

Opublikowana część wyników pracy:

Bednarska, A., Łoś, J. i Dawidowicz, P. 2011. Temperature dependent effect of filamentous cyanobacteria on *Daphnia magna* life history traits. J. Limnol. 70: 353-358.

Bednarska, A. i Ślusarczyk, M. Effect of non-toxic, filamentous cyanobacteria on egg abortion in *Daphnia* under various thermal conditions. Hydrobiologia 00: 000-000 (DOI 10.1007/s10750-012-1424-2).

Wysłane do recenzji:

Bednarska, A., Pietrzak, B. i Pijanowska, J. Effect of poor manageability and low nutritional value of cyanobacteria on *Daphnia* performance. Freshwater Biology

Granty badawcze:

grant BW 1680/6, „Znaczenie matczyne i ojcowskiego zestawu genów w ekspresji zmian fenotypowych u *Daphnia* wywołanych obecnością sinic”, Wydziału Biologii, kierownik projektu, 2005,

grant KBN 2 PO4F 01629, „Plastyczność fenotypowa czystych klonów *Daphnia* i ich hybryd w odpowiedzi na różne aspekty negatywnego oddziaływania sinic”, Uniwersytet Warszawski, kierownik projektu, 2005-2007

grant MNiSW NN304 067236, „Interakcje sinice – wioślarki planktonowe w warunkach prognozowanego ocieplenia klimatu”, Uniwersytet Warszawski, kierownik projektu, 2009-2012