

# *The impact of increased temperature on life history traits, dynamics of populations and community structure of Daphnia spp.*

PhD Thesis

Marcin Krzysztof Dziuba

## ABSTRACT

Currently one of the most challenging tasks for ecologists and evolutionary biologists is to accurately forecast the impact of climate change on organisms. The expected temperature elevation of c.a. 3-4°C by the end of year 2100 will certainly affect most of organisms and their interactions, as well as ecosystems biodiversity and functioning. My PhD thesis focuses on the impact of temperature increase on a keystone freshwater organism *Daphnia*. I used communities of *Daphnia longispina* complex, inhabiting lakes heated by power plants, to investigate how temperature increase affects body size and reproduction of *Daphnia*, as well as dynamics of their populations and structure of communities. I also checked how temperature elevation affected the ability of *Daphnia* to cope with filamentous cyanobacteria, one of the biggest threats that aquatic communities will have to face during global warming.

I showed that *Daphnia* can adapt to warming by increase of constitutive body size and plastic change of size. Large body size maximizes their reproduction during mild winters, while plastic size reduction allows maintaining efficient reproduction under thermal extremes. Both traits combined allow to expand thermal breadth for reproduction of *Daphnia*. Temperature elevation also induced *Daphnia* community reconstruction, with appearance of characteristic to Southern Europe *D. galeata* and reduced abundance of North-European *D. longispina*. I also found that

*Daphnia* from heated lakes were reproducing equally well in the presence filamentous cyanobacteria and without them, while filaments reduced reproduction of *Daphnia* from non-heated lakes. The results obtained during my PhD program indicate that *Daphnia galeata* is capable of evolutionary adaptation to temperature increase and frequent cyanobacterial blooms, and that makes it superior in climate change conditions. Therefore, it might outcompete less adapted species like *D. longispina* from temperate European lakes. Body size adjustments and efficient resources allocation seem to be key traits determining the success of *D. galeata* in coping with climate warming.

## STRESZCZENIE

Obecnie jednym z najtrudniejszych wyzwań stawianych przed ekologami i biologami ewolucyjnymi jest dokładne oszacowanie wpływu zmian klimatycznych na organizmy. Spodziewany wzrost temperatury o ok. 3-4°C przed końcem roku 2100 z pewnością wpłynie na większość organizmów i interakcje między nimi, jak również na bioróżnorodność i funkcjonowanie ekosystemów. Moja praca doktorska skupia się na wpływie wzrostu temperatury na kluczowy organizm słodkowodny *Daphnia*. Wykorzystałem zbiorowiska kompleksu *Daphnia longispina* zasiedlające jeziora podgrzane przez elektrownie, aby zbadać jak wzrost temperatury wpłynie na rozmiary ciała i rozmnażanie *Daphnia*, oraz dynamikę populacji poszczególnych gatunków i strukturę zbiorowisk. Sprawdziłem również jak podwyższona temperatura wpłynie na zdolność *Daphnia* do radzenia sobie z sinicami nitkowatymi, jednym z największych zagrożeń, którym zbiorowiska organizmów wodnych będą musiały stawić czoła podczas ocieplenia klimatu. Wykazałem, że *Daphnia* są w stanie zaadaptować się do ocieplenia poprzez zwiększenie rozmiarów ciała oraz większą zdolność do ich plastycznej zmiany. Większe rozmiary ciała zwiększają płodność *Daphnia* podczas

łagodnych zim, podczas gdy ich redukcja poprzez plastyczność fenotypową pozwala na wydajne rozmnażanie w warunkach stresu wysokiej temperatury. Obie cechy razem pozwalają zwiększyć zakres temperatur, w którym *Daphnia* są w stanie się rozmnażać. Wzrost temperatury spowodował również przebudowę zbiorowisk *Daphnia*, w których pojawiły się charakterystyczne dla jezior południa Europy *D. galeata*, a zmniejszyła się liczebność bardziej północnoeuropejskiego gatunku *D. longispina*. Odkryłem również, że *Daphnia* z jezior podgrzanych rozmnażały się równie dobrze w obecności sinic nitkowatych co w warunkach kontrolnych – bez sinic, podczas gdy filamenty sinic ograniczały płodność *Daphnia* z jezior niepodgrzanych. Uzyskane przeze mnie wyniki wskazują, że *Daphnia galeata* jest zdolna do adaptacji do wzrostu temperatury i częstszych zakwitów sinic, co daje jej przewagę w warunkach zmian klimatycznych. Dlatego też gatunek ten może wyprzeć gorzej przystosowane gatunki, takie jak *D. longispina* z jezior strefy umiarkowanej w Europie. Przystosowanie rozmiarów ciała i wydajna gospodarka zasobami energetycznymi wydają się być kluczowymi cechami determinującymi zdolność *D. galeata* do mierzenia się z ociepleniem klimatu.