

Ekologia długowieczności *Daphnia*

Barbara Pietrzak

Zakład Hydrobiologii, Instytut Zoologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

Promotor: Prof. dr hab. Joanna Pijanowska

Recenzenci:

Prof. dr hab. Jan Kozłowski

Instytut Nauk o Środowisku, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński

Prof. dr hab. Jan Taylor

Zakład Ekologii Zwierząt, Instytut Biologii, Wydział Biologiczno-Chemiczny, Uniwersytet, w Białymstoku

Daphnia, drobny słodkowodny skorupiak planktonowy, charakteryzuje się nieograniczonym wzrostem i cykliczną partenogenezą. Pomimo tych cech, sprzyjających ewolucji opóźnienia procesów starzenia się, u *Daphnia* obserwuje się następujący z wiekiem spadek prawdopodobieństwa przeżycia: w populacjach naturalnych obserwuje się zmienność wrodzonego czasu trwania życia, który jest pośrednio efektem działania doboru naturalnego, a notowana w warunkach laboratoryjnych długość życia sięga maksymalnie kilku miesięcy.

Celem nadrzędnym pracy było poznanie nieznanych aspektów ekologii długowieczności *Daphnia*, poprzez realizację celów szczegółowych.

Prześledzenie zachodzących z wiekiem zmian podstawowych parametrów historii życia oraz zbadanie istnienia międzyklonalnych różnic u samic *Daphnia magna* pochodzących z dwóch środowisk: zbiornika stałego i okresowego, było pierwszym celem moich badań. Wykazano istnienie międzyklonalnych różnic we wrodzonym czasie trwania życia i w przebiegu zmian wskaźników dostosowania z wiekiem. Zgodnie z przewidywaniami wyprowadzonymi z ewolucyjnej teorii starzenia się, samice *Daphnia magna* z populacji pochodzącej ze zbiornika okresowego żyły krócej niż samice pochodzące z populacji jeziornej. Nie obserwowano jednak różnic w dynamice wysiłku reprodukcyjnego, a samice *Daphnia* mogły utrzymywać do końca życia tendencję do wzrostu płodności. Uzyskane wyniki sugerują także duże zróżnicowanie historii życia w populacji pochodzącej ze stałego zbiornika, co prowadzi do postawienia kolejnego, szerszego pytania – o różny zakres zmienności historii życia *Daphnia* w zbiornikach stałych i okresowych (Pietrzak 2011).

Drugim celem było zbadanie, jak ilość pokarmu wpływa na czas trwania życia osobników oraz odpowiedzenie na pytania: czy sposób alokacji energii we wczesne *versus* późne komponenty dostosowania zależy od ilości pokarmu, oraz czy istnieją międzyklonalne różnice w odpowiedzi na ilość pokarmu. Zgodnie z oczekiwaniami, samice

Daphnia magna żyły najdłużej w warunkach limitacji pokarmowej, a najkrócej w największej obfitości pokarmu. Obserwowane w obfitym pokarmie wysokie inwestycje we wczesną reprodukcję szły więc w parze z krótkim czasem trwania życia. Wbrew pogładowi, że brak jest u *Daphnia* widocznych kompromisów między elementami historii życia, różnice w obfitości pokarmu zdają się prowadzić do ujawnienia kompromisu między inwestycjami we wczesną reprodukcję a prawdopodobieństwem przeżycia. Po raz pierwszy wykazano też międzyklonalne zróżnicowanie czasu trwania życia w odpowiedzi na różną ilość pokarmu. Samice z różnych klonów *Daphnia magna* różniły się odpowiedzią historii życia na warunki pokarmowe, sugerując występowanie klonów „specjalistów”, prosperujących względnie lepiej w warunkach wysokiej lub w niskiej obfitości pokarmu (Pietrzak i in. 2010a).

Trzecim celem było zbadanie wpływu zagrożenia ze strony drapieżnika na realizowany czas trwania życia wioślarek różniących się sposobem unikania drapieżnika. Zgodnie z oczekiwaniami, w sytuacji postrzeganego zagrożenia ze strony drapieżnika kręgowego (ryb) wioślarki żyły krócej. Tym samym po raz pierwszy pokazano, że wzmożone wczesne inwestycje w płodność obserwowane u *Daphnia* w obecności planktonożernych ryb mogą pociągać za sobą koszt w postaci skrócenia czasu trwania życia. Wbrew oczekiwaniom, wioślarki różniące się behawiorem obronnym podobnie odpowiadały na symulowane zagrożenie skróceniem czasu trwania życia. Taki wynik może sugerować, że pomimo odmiennych strategii unikania ryby wioślarki te doświadczają w naturze podobnego ryzyka śmierci powodowanego drapieżnictwem ryb. Jednak u nie migrującej, ale zdolnej do aktywnej ucieczki wioślarki, *Diaphanosoma*, efektywność ucieczki odwrotnie korelowała ze skróceniem życia w obecności drapieżcy. Obserwowana tylko u *Diaphanosoma* różna odpowiedź w historii życia zależna od skuteczności obrony behawioralnej może świadczyć o realnym ekologicznym znaczeniu tej obrony u wioślarek przebywających całą dobę w prześwietlonych wodach przypowierzchniowych, ale nie u wioślarek migrujących do bezpiecznych głębokich warstw (Dawidowicz i in. 2010).

Czwartym celem było zbadanie różnic w długowieczności samców i samic *Daphnia*. Nie wykazano różnic w czasie trwania życia samców i samic *Daphnia magna* w warunkach laboratoryjnych. Odrzucając tym samym anegdotyczny pogląd o krótkowieczności samców, zaproponowano, że w populacjach naturalnych realizowany czas trwania życia samców może być dłuższy niż samic, co pozostawałoby w zgodzie z ich biologiczną rolą (Pietrzak i in. 2010b).

Piątym celem było zbadanie fizjologicznych i behawioralnych różnic mogących leżeć u podstaw długowieczności *Daphnia*. Zgodnie z oczekiwaniami, określone w

warunkach eksperymentalnych tempo metabolizmu, wyrażone tempem zużycia tlenu, było niższe u osobników z długowiecznego niż u osobników z krótkowiecznego klonu *Daphnia* występujących w Czarnym Stawie pod Rysami. Jednocześnie, osobniki z długowiecznego klonu *Daphnia* przebywały głębiej w toni wodnej niż osobniki z klonu krótkowiecznego. Uzyskane wyniki wskazują, że z obserwowanymi różnicami w czasie trwania życia związane są oba wymienione elementy biologii, to znaczy mogą one wynikać zarówno z mających podłoże genetyczne różnic w gospodarowaniu energią, jak i z odmiennego behawioru.

Szóstym celem było zbadanie międzyklonalnych różnic w konstytutywnej i indukowanej ekspresji białek szoku cieplnego (HSP) oraz prześledzenie zmian tej ekspresji z wiekiem. Wbrew oczekiwaniom, konstytutywny poziom HSP nie wzrastał z wiekiem osobnika *Daphnia*, nie zmniejszała się też siła indukowanej stresem termicznym odpowiedzi w ekspresji tych białek. Ponadto, osobniki *Daphnia* z długowiecznego klonu charakteryzowały się niższym poziomem HSP niż osobniki z blisko spokrewnionego, współwystępującego klonu krótkowiecznego. Wydaje się także, że pomimo różnic w historii życia badane wioślarki mogą mieć podobny mechanizm reakcji HSP w obliczu stresu o wysokim natężeniu. Uzyskane wyniki sugerują też istnienie negatywnej korelacji między konstytutywnym a indukowanym stresem poziomem ekspresji niektórych HSP.

Opublikowana część wyników pracy:

Dawidowicz P., P. Prędko i B. Pietrzak. 2010. Shortened lifespan – another cost of predator avoidance in cladocerans? *Hydrobiologia* 643: 27-32.

Pietrzak B. 2011. Interclonal differences in age-specific performance in *Daphnia magna*. *Journal of Limnology* 70: 345-352.

Pietrzak B., M. Grzesiuk i A. Bednarska. 2010a. Food quantity shapes life history and survival strategies in *Daphnia magna* (Cladocera). *Hydrobiologia* 364: 51-54.

Pietrzak B., A. Bednarska i M. Grzesiuk. 2010b. Longevity of *Daphnia magna* males and females. *Hydrobiologia* 364: 71-75.