

Wybrane aspekty biologii i ekologii antarktycznych słodkowodnych wrotek (*Rotatoria*) i skorupiaków (*Crustacea*)

Agnieszka Pociecha



Kraków 2012

**Wybrane aspekty biologii i ekologii
antarktycznych słodkowodnych
wrotków (*Rotatoria*)
i skorupiaków (*Crustacea*)**

Agnieszka Pociecha

Kraków 2012

SPIS TREŚCI

Wstęp.....	2
Hipotezy robocze.....	3
Streszczenie otrzymanych wyników.....	4
Wnioski.....	7
Znaczenie uzyskanych wyników.....	8

PUBLIKACJE STANOWIĄCE ROZPRAWĘ HABILITACYJNĄ:

1. **Pociecha A.** 2007. Effect of temperature on the respiration of an Antarctic freshwater anostracan, *Branchinecta gaini* Daday 1910, in field experiments. *Polar Biology* 30:731–734. (DOI 10.1007/s00300-006-0230-6). IF: 1,734; MNiSW – 27 pkt.
2. **Pociecha A.**, Dumont H. J. 2008. Life cycle of *Boeckella poppei* Mrazek and *Branchinecta gaini* Daday (King George Island, South Shetlands). *Polar Biology* 31: 245-248, (DOI 10.1007/s00300-007-0360-5). IF: 1,515; MNiSW – 27 pkt.
3. **Pociecha A.** 2008 Density dynamics for *Notholca squamula salina* Focke in a freshwater Antarctic lake (Lake Wujka H. Arctowski Polish Antarctic Station, King George Island, South Shetlands). *Polar Biology* 31:275–279; (DOI 10.1007/s00300-007-0355-2). IF: 1,515; MNiSW – 27 pkt.
4. Nędzarek A., **Pociecha A.** 2010. Limnological characterization of freshwater systems of the Thomas Point Oasis (Admiralty Bay, King George Island, West Antarctica), *Polar Science*: 4, 457-467. (DOI:10.1016/j.polar.2010.05.008). IF – brak; MNiSW – 2 pkt.
5. **Pociecha A.** 2010. Rotifers as indicators of climate change in the Antarctic environments. *Papers on Global Change*, 17, 31-41. (DOI: 10.2478/v10190-010-0003-5). IF – brak; MNiSW – 6 pkt.

Wstęp

Antarktyczne ekosystemy lądowe i słodkowodne mają stosunkowo prostą strukturę troficzną. Różnorodność biologiczna w tych izolowanych ekosystemach zależy od sezonowych zmian pokrywy śnieżnej i lodowej. W ekosystemach morskiej (do których należy Wyspa Króla Jerzego) i kontynentalnej Antarktyki (części przybrzeżnej) niskie temperatury zimą znacząco obniżają lub wręcz hamują aktywność organizmów. Dodatnia temperatura utrzymuje się krótko, od jednego do czterech miesięcy, podczas trwania lata antarktycznego.

Woda w Antarktyce to jeden z najważniejszych czynników limitujących rozwój i rozmieszczenie organizmów, dlatego też ekosystemy słodkowodne odgrywają bardzo ważną rolę na tym obszarze. Przez większą część roku zbiorniki słodkowodne są izolowane przez pokrywę lodową, często zamarzając do dna na okres ośmiu a nawet dziewięciu miesięcy. Charakterystyka limnologiczna antarktycznych słodkowodnych jezior i drobnych zbiorników wodnych wskazuje na to, że czynniki fizykochemiczne oraz elementy biotyczne w dużej mierze są modyfikowane przez wpływy wody morskiej (zwłaszcza w przypadku zbiorników słodkowodnych położonych w pobliżu morza). Istotny wpływ na funkcjonowanie ekosystemów wodnych mają także: zlewnia, obecność roślin, ptaków i ssaków płetwonogich.

Jednym ze zbiorników wodnych znajdujących się pod silnym wpływem morza jest Jezioro Wujka - największy akwen położony w pobliżu Polskiej Stacji Polarnej im. H. Arctowskiego (Wyspa Króla Jerzego, Południowe Szetlandy, Antarktyka), znajdujący się w odległości kilkunastu metrów od brzegu Zatoki Admiralicji. Jezioro to jest płytkim polimiktycznym akwenem charakteryzującym się ubóstwem gatunkowym bezkręgowców wodnych oraz występowaniem gatunków odpornych na zmiany warunków środowiskowych. Ten zbiornik, jak również drobne astatyczne zbiorniki w zlewni Zatoki Admiralicji były zasadniczym „poligonem” moich badań.

Hipotezy robocze

Zasadniczym celem badań było określenie wpływu czynników fizykochemicznych na elementy autekologii (w tym ekofizjologii), dynamiki populacji i różnorodności biologicznej zbiorowisk antarktycznych słodkowodnych wrotków i skorupiaków w zbiornikach wodnych Antarktyki. Przeprowadzone badania służyły weryfikacji następujących hipotez badawczych:

1/ Tempo metabolizmu roślinożernych filtratorów zależy od temperatury wody i różni się pomiędzy osobnikami obu płci, które wykazują odmienną aktywność motoryczną;

2/ Cykle życiowe i dynamika liczebności skorupiaków antarktycznych zależne są od zasolenia wód i przemarzania zbiornika;

3/ Dynamika zmian zagęszczenia słodkowodnych wrotków antarktycznych jest zależna od czynników fizykochemicznych wody;

4/ Skład taksonomiczny zbiorowisk planktonowych drobnych antarktycznych zbiorników wodnych zależy jest od powierzchni, głębokości i zlewni danego zbiornika, jak również dostępności pokarmu, a pośrednio także od obecności pingwinów;

5/ Wrotki jako organizmy występujące w trudnych antarktycznych warunkach środowiskowych, mogą być wykorzystane jako biowskaźniki zmian klimatycznych.

Synteza otrzymanych wyników

1/ W słodkowodnych ekosystemach wodnych Antarktyki temperatura jest jednym z podstawowych czynników determinujących przebieg procesów życiowych zwierząt wodnych. *Branchinecta gaini*, jedne z największych (długość ciała do 25 mm) roślinożernych filtratorów zamieszkujących wody słodkie w Antarktyce i Patagonii, są przystosowane do fluktuacyjnych zmian temperatury, dzięki czemu mogą zamieszkiwać siedliska, które cechują ekstremalne warunki. W warunkach naturalnych zbadalam wpływ temperatury wody na oddychanie osobników obu płci *B. gaini* w drobnym zbiorniku antarktycznym (w Jeziorze Wujka). Wyniki wykazały, że w wyższych temperaturach (10°C) zużycie tlenu, a więc tempo respiracji, jest większe niż w niskiej temperaturze (0,5°C). Tempo konsumpcji tlenu zależy również od płci - o ile w niskich temperaturach konsumpcja tlenu przez osobniki obu płci jest bardzo zbliżona, to w temperaturze 10°C więcej tlenu konsumują samce. Temperatura istotnie wpływa więc na tempo respiracji, a różnice między płciami w tempie respiracji wynikają zapewne z różnic w aktywności ruchowej, bowiem samce szybciej pływają od samic noszących pakiety jaj.

2/ Cykle życiowe zwierząt bezkręgowych w słodkowodnych ekosystemach antarktycznych kontrolowane są przez kolejne okresy zalewania i wysychania, jak również zamarzania i rozmarzania wody. Z moich badań wynika, że przebieg cyklu życiowego i dynamika liczebności dwóch bezkręgowców wodnych: skrzepłotytki - *Branchinecta gaini* i widłonoga - *Boeckella poppei* zmienia się na tle zmian warunków abiotycznych. Oba gatunki skorupiaków mogą okresowo konkurować o pokarm, a dorosłe osobniki *B. gaini* odżywiają się naupliusami widłonogów. Jest to więc interesująca zależność międzygatunkowa, polegająca na tym, że osobniki obu gatunków będąc w podobnym wieku są konkurentami o te same zasoby pokarmowe, natomiast pomiędzy osobnikami w różnym wieku dochodzi do oddziaływań o charakterze eksploatacyjnym. Stwierdzono również, że na dynamikę populacji obu gatunków ma wpływ zasolenie wody. Po jesiennych sztormach, które spowodowały dopływ słonej wody do zbiornika nastąpiła masowa śmiertelność skrzepłotytek i aż do wiosny nie pojawiły się żadne nowo wyklute osobniki. Natomiast naupliusy i kopepodity *B. poppei* przeżyły (lub naupliusy wykluły się z jaj) zaraz po tym, jak słona woda wypłynęła z jeziora. Stwierdziłam, że możliwość przetrwania w warunkach wzrostu zasolenia decyduje o chwilowej konkurencyjnej przewadze mniej wrażliwych na ten czynnik widłonogów.

W sytuacji, gdy dopływ słonej wody do słodkowodnego zbiornika jest powtarzalnym zaburzeniem, można twierdzić, że cykle życiowe obu gatunków skorupiaków pozostają pod silną kontrolą zmian zasolenia.

3/ Jednym z najbardziej rozpowszechnionych rodzajów wrotków występujących w różnego rodzaju słodkowodnych zbiornikach wodnych w Antarktyce jest *Notholca squamula salina* jest dominującym gatunkiem w drobnym antarktycznym zbiorniku - w Jeziorze Wujka. Ze względu na jego dominację i możliwość przeprowadzenia rocznych obserwacji, zbadalam wpływ czynników fizykochemicznych na dynamikę zagęszczenia tego gatunku. Stwierdziłam że, zasolenie wpływa stymulująco na rozwój *N. squamula salina* (odnotowano istotny wzrost zagęszczenia populacji tego gatunku po sztormach i silnych wiatrach, które powodują mieszanie wód jeziora); jest to zrozumiałe w świetle faktu, że większość wrotków toleruje wysokie zasolenia, do 1000 mg l⁻¹. Ponadto stwierdziłam, że na dynamikę zagęszczenia *Notholca* wpływa temperatura i dostępność pokarmu. Niska temperatura wody, nawet poniżej 0°C, w połączeniu z wysokim zasoleniem (do 20 000 mg l⁻¹), stymuluje wzrost populacji *N. squamula salina*. Obserwacja ta warta jest eksperymentalnego potwierdzenia.

4/ Z badań nad składem i strukturą zooplanktonu w drobnych zbiornikach wodnych o różnej trofii (oligo-mezotroficzne Jezioro Wujka, dwa eutroficzne zbiorniki astatyczne: płytki staw i bardzo płytki zbiornik okresowo wysychający) wynika, że:

- największa różnorodność bezkręgowców występowała w największym i najgłębszym akwenu wodnym (tj. w jeziorze Wujka). Stwierdziłam tam występowanie 4 gatunków wrotków z grupy *Monogononta* oraz pojedyncze wrotki z grupy *Bdelloidea* nieoznaczone do gatunku, po jednym gatunku widłonoga i *Anostraca*;
- w płytkim akwenu o charakterze stawowym występowały 4 gatunki wrotków z grupy *Monogononta* oraz pierwotniaki i nicienie;
- w płytkim czasowo wysychającym zbiorniku wodnym występowały tylko pierwotniaki i nicienie.

Zróżnicowanie taksonomiczne w badanych akwenach jest związane z: a/ powierzchnią i głębokością badanego akwenu, b/bezpośrednim i pośrednim oddziaływaniem pingwinów, c/ dostępnością pokarmu, którego obfitość pośrednio związana jest z „eutrofizującą” obecnością pingwinów. Największe zróżnicowanie taksonomiczne stwierdzono w największym i najgłębszym Jeziorze Wujka, gdzie pingwiny spotykano sporadycznie,

a najmniejsze zróżnicowanie taksonomiczne - w akwenie najmniejszym i naj płytszym, gdzie pingwiny przebywały stale. Obecność pingwinów nad mniejszymi i płytszymi zbiornikami, poprzez dostarczanie w postaci guana związków azotu do wód, powoduje ich eutrofizację. Pingwiny mogą być także zainteresowane drobnymi skorupiakami jako pokarmem, co sporadycznie obserwowano *in situ*.

5/ Obecność licznych populacji wrotków w Antarktyce świadczy o tym, że szeroki zakres ich tolerancji na zmienne warunki środowiska umożliwia im przetrwanie w tych ekstremalnych warunkach. Dzięki zdolności do anhydrobiozy mogą przetrwać skrajnie niekorzystne warunki. Na podstawie danych literaturowych i własnych prześledziłam rozmieszczenie wrotków zarówno w strefach antarktycznych: subantarktycznej, morskiej i kontynentalnej, jak również w rozmaitych siedliskach wodnych i lądowych. W Antarktyce stwierdzono występowanie 176 gatunków wrotków, przy czym 138 to gatunki należące do *Monogononta*, a 38 do *Bdelloidea*. Liczba gatunków wrotków sięga 140 w strefie subantarktycznej, 21 gatunków w morskiej, i 61 - w strefie kontynentalnej. W środowiskach lądowych takich jak gleba, mchy, nunataki i kriokonity stwierdzono występowanie 61 gatunków wrotków, przy czym najwięcej w mchach, bo aż 47 gatunków. Natomiast w środowiskach wodnych stwierdzono 158 gatunków wrotków, z czego najwięcej w jeziorach i stawach (ponad 124 gatunki). Ważnym osiągnięciem badawczym było poznanie składu zespołów wrotków glebowych pochodzących z przybrzeżnej Antarktyki kontynentalnej. Po raz pierwszy stwierdziłam obecność wrotka *Lecane closterocerca* Schmarda w środowisku glebowym. Obecność tego gatunku była wcześniej stwierdzona tylko w ekosystemach wodnych subantarktyki i morskiej Antarktyki.

Obecność kosmopolitycznego gatunku *L. closterocerca*, dobrze przystosowanego do siedlisk antarktycznych, w siedliskach i miejscach, w których do tej pory nie zarejestrowano jego obecności może być wynikiem zmian klimatycznych, jak również może być nowym stwierdzeniem obecności gatunku w siedliskach wcześniej pod kątem występowania wrotków niebadanych. Warto dodać, że wiele gatunków wrotków występujących w Antarktyce jest gatunkami endemicznymi. Informacje takie są istotne wobec ewentualnej perspektywy wykorzystania niektórych gatunków wrotków jako biowskazników np. zmian klimatycznych lub eutrofizacji zbiorników wodnych.

Wiedza na temat składu gatunkowego i występowania wrotków antarktycznych wciąż jest niepełna, a uzupełnienie tych luk wymaga prowadzenia systematycznego monitoringu

składu zespołów i liczebności poszczególnych gatunków, w powiązaniu ze zmianami klimatu i środowiska abiotycznego.

Wnioski

1. W słodkowodnych ekosystemach wodnych temperatura istotnie wpływa na oddychanie skorupiaków. Tempo respiracji *Branchinecta gaini* zmienia się wraz ze wzrostem temperatury, oraz tempo respiracji bardzo ruchliwych samców jest wyższe niż tempo respiracji mniej ruchliwych samic noszących jaja.
2. Cykle życiowe dwóch skorupiaków: *Branchinecta gaini* i *Boeckella poppei*, zamieszkujących przybrzeżne słodkowodne zbiorniki antarktyczne są kontrolowane przez zasolenie, które w sposób istotny wpływa na przeżywalność tych skorupiaków.
3. Czynniki, które istotnie wpływają na dynamikę zagęszczenia wrotków *Notholca squamula salina* są temperatura, dostępność pokarmu i zasolenie.
4. Największą różnorodność biologiczną bezkręgowców słodkowodnych stwierdzono w największym i najgłębszym spośród badanych akwenów .
5. Zróżnicowanie taksonomiczne bezkręgowców w badanych akwenach było związane z powierzchnią, głębokością badanego akwenu, dostępnością pokarmu oraz z pośrednim i bezpośrednim oddziaływaniem pingwinów.
6. W Antarktyce stwierdzono występowanie 176 gatunków wrotków, przy czym w ekosystemach lądowych stwierdzono występowanie 61 gatunków, a w ekosystemach wodnych - 158 gatunków wrotków.
7. Po raz pierwszy stwierdzono obecność gatunku wrotka *Lecane closterocerca* Schmarda w siedliskach glebowych w przybrzeżnej części Antarktyki kontynentalnej. Do tej pory gatunek ten był opisywany tylko w ekosystemach wodnych subantarktyki i morskiej Antarktyki.

Znaczenie uzyskanych wyników

Poznanie składu zooplanktonu w słodkowodnych zbiornikach antarktycznych oraz czynników oddziałujących na dostosowanie osobników, dynamikę populacji i strukturę zespołów uzupełniło w istotny sposób luki w wciąż niepełnej wiedzy na temat funkcjonowania zbiorowisk planktonowych w tej strefie klimatycznej. Po raz pierwszy w strefie przybrzeżnej obszarów Antarktyki kontynentalnej odnotowano występowanie wrotka *Lecane closteroerca* Schmarda. Znacząca jest również obserwacja, że te powszechnie obecne w planktonie wrotki występują również w środowisku glebowym.

Przeprowadzone badania wykazały że, w zbiornikach wodnych zlokalizowanych w części przybrzeżnej największy wpływ na cykle życiowe i dynamikę zagęszczenia populacji wrotków i skorupiaków ma zasolenie. Natomiast temperatura jest istotnym czynnikiem wpływającym na tempo respiracji skorupiaków - *Branchinecta gaini*. Poprzez oczywisty wpływ na tempo osobniczego metabolizmu, temperatura wpływa również na dynamikę populacji zooplanktonowych. Z wyników pochodzących ze wszystkich pięciu prac rodzi się konkluzja co do kaskadowości wpływu środowiska abiotycznego, które oddziałując na metabolizm i cykle życiowe organizmów wodnych, powoduje określone zmiany w dynamice ich populacji, co przekłada się dalej na skład gatunkowy i strukturę biocenoz antarktycznych.

Istotnym osiągnięciem w badaniach nad cyklami życiowymi skorupiaków, było poznanie elementów oddziaływań międzygatunkowych w warunkach ekstremalnych oraz zaobserwowanie ciekawych relacji troficznych między gatunkami, które konkurują na wczesnych etapach ontogenezy, by w późniejszej fazie cyklu rozwojowego znaleźć się w relacjach o charakterze eksploatacyjnym: drapieżca-ofiara.

Poznanie zmian zagęszczenia wrotków i skorupiaków antarktycznych oraz wpływu właściwości fizykochemicznych wód na ich cykle życiowe może mieć praktyczne zastosowanie w ocenie szeroko pojętych skutków zmian klimatycznych dla biocenoz antarktycznych. Znajomość występowania i elementów autekologii wrotków antarktycznych stwarza szansę wykorzystania ich w monitoringu środowiska, w charakterze gatunków wskaźnikowych. Badania nad składem gatunkowym bezkręgowców wodnych zbiorników antarktycznych mogą posłużyć jako badania referencyjne dla przyszłych badań zmian biocenoz wodnych wraz z postępującą eutrofizacją i wzrostem temperatury wód.