

Fenologia kluczowych gatunków z rodzaju *Calanus* w kontekście zapotrzebowania pokarmowego alczyka (*Alle alle*) gniazdującego na Spitsbergenie

Głównym celem rozprawy jest zbadanie zmian zachodzących w strukturze kopepoditowej *Calanus* spp., obejmującej *C. glacialis* i *C. finmarchicus*, w kontekście oczekiwanych zmian dostępności ich starszych stadiów rozwojowych dla kluczowego planktonożernego drapieżnika – ptaka alczyka gniazdującego na Spitsbergenie. Pomimo, że *Calanus* spp. jest taksonem stosunkowo dobrze zbadanym w wodach Svalbardu, wciąż niewiele jest badań dotyczących jego fenologii. Ze względu na kluczową rolę rodzaju *Calanus* w arktycznej sieci troficznej, zaburzenia w dostępności poszczególnych gatunków mogą istotnie wpłynąć na funkcjonowanie odżywiających się nimi wyższych poziomów troficznych i w konsekwencji na funkcjonowanie ekosystemów morskich i lądowych w Arktyce.

Ponieważ tempo rozwoju *Calanus* spp. jest silnie zależne od temperatury, dostępności pożywienia i warunków lodowych, widłonogi te są szczególnie narażone na zmiany klimatyczne. Zaburzenia cykli życiowych *Calanus* spp. mogą istotnie ograniczyć ich liczebność i przesunąć w czasie szczyt ich występowania, a zatem dostępność dla drapieżników. Szczególnie narażone na te zmiany są alczyki, charakteryzujące się wysoką selektywnością w wyszukiwaniu pokarmu, wybierające głównie piąte stadium kopepoditowe ze względu na jego najwyższą wartość energetyczną. Pomimo, że do tej pory wykazano wysoką plastyczność ptaków w stosunku do dostępności ich ofiary, przewiduje się, że wraz z dalszym wzrostem temperatury mogą one być szczególnie narażone na utratę wielu cennych żerowisk w rejonie Spitsbergenu. Praca ta jest odpowiedzią na potrzebę dokładnego zbadania relacji pomiędzy dostępnością preferowanego pokarmu w postaci starszych stadiów rodzaju *Calanus* a czasem największego zapotrzebowania alczyka w okresie karmienia piskląt. Hipoteza badawcza została postawiona w oparciu o teorię match/mismatch dotyczącą zbieżności bądź rozbieżności w czasie pomiędzy drapieżnikiem a ofiarą.

W niniejszej pracy dla zbadania fenologii *Calanus* spp. podjęto się dużego wyzwania logistycznego związanego z wciąż bardzo rzadkim w Arktyce próbkowaniem opartym na odpowiedniej rozdzielczości czasowej i przestrzennej. Ponadto w celu poznania pełnej struktury kopepoditowej *Calanus* spp. w niniejszej pracy użyto sieci o mniejszej średnicy oczek (180 μm) niż była używana dotychczas (500 μm). Dane zebrane zostały w wysokiej rozdzielczości czasowej – trzykrotnie w ciągu dwóch kolejnych sezonów letnich (2015 i 2016), oraz przestrzennej – w dwóch odmiennych pod względem hydrograficznym rejonach: „atlantyckim” Kongsfjorden i „arktycznym” Hornsund, w celu porównania zmienności populacyjnej na poziomie struktury kopepoditowej *Calanus* spp. w dwóch reprezentatywnych dla zachodniego Spitsbergenu obszarach. Równolegle do poboru próbek zooplanktonu prowadzono pomiary parametrów środowiskowych: temperatury, zasolenia i fluorescencji chlorofilu w celu określenia, jak warunki hydrograficzne wpływają na rozmieszczenie, rozmiar i dostępność *Calanus* spp. w obu rejonach. Ponadto, równolegle do zooplanktonu sieciowego zebrane zostały próbki diety piskląt alczyka z kolonii zlokalizowanych w pobliżu obu morskich rejonów badawczych w celu porównania struktury kopepoditowej *Calanus* spp. na żerowiskach i w diecie.

Niniejsza praca wykazała odmienną strukturę kopepoditową *Calanus* spp. zarówno pomiędzy dwoma rejonami, jak i między-letnią, zwłaszcza w Kongsfjorden będącym pod silniejszym wpływem wód atlantyckich niż Hornsund, co wskazuje, że rozwój *Calanus* spp. jest procesem niezwykle dynamicznym i wrażliwym na warunki środowiskowe. Analiza

składu diety alczyka potwierdziła dużą plastyczność ptaków w zdobywaniu pokarmu w obu rejonach, ponieważ wykazano zarówno selektywność alczyków w wyborze późnych stadiów kopepoditowych, jak i umiejętność całkowitego przestawienia się na inny, porównywalnie atrakcyjny pod względem energetycznym składnik pokarmowy. Porównanie struktury kopepoditowej *Calanus* spp. na żerowiskach i w diecie alczyka wskazuje na lepszą zgodność stopnia rozwoju populacji *Calanus* spp. w rejonie Hornsund niż Kongsfjorden, co oznacza lepsze dopasowanie w czasie, a zatem warunki żerowania w Hornsundzie. Istotną wartością tej pracy jest zastosowanie modelu, który prognozuje, że wzrost temperatury zgodny z obserwowanym aktualnie w środowisku trendem, może doprowadzić do znacznej redukcji dostępności preferowanego przez alczyki zimnolubnego *C. glacialis*, szczególnie w okresie wysokiego zapotrzebowania energetycznego drapieżników na rzecz dużo lepiej przystosowanego do wyższych temperatur ciepłolubnego *C. finmarchicus*, który rozmnażając się wielokrotnie w ciągu sezonu, będzie jednak utrzymywał stale młodą populację w powierzchniowej warstwie wody. Poczynione w niniejszej pracy obserwacje oraz modelowe obliczenia wskazują, że struktura kopepoditowa *Calanus* spp. zmienia się znacznie bardziej dynamicznie w Kongsfjorden, który jest pod silniejszym wpływem adwekcji ciepłych wód atlantyckich niż w chłodniejszym Hornsundzie.