

1. STRESZCZENIE

Ekosystemy polarne, zarówno Arktyki jak i Antarktyki, cechują się skrajnymi warunkami środowiskowymi. Sezonowe zmiany pokrywy lodowej i intensywności światła warunkują roczne fluktuacje produkcji pierwotnej (Donnelly i in. 1994). Jedynie przez krótki okres, 120-150 dni, światło jest na tyle intensywne by sprzyjać bujnemu rozwojowi życia (El-Sayed 1971). Podobieństwo w cechach abiotycznych i biotycznych obu środowisk polarnych sprawia, iż morska flora i fauna w tych rejonach wykształciła wiele analogicznych charakterystyk, mimo geograficznej izolacji, a także różnic w składzie taksonomicznym (Hempel 1985)

Obecne, bipolarnie zlodowacenie, które rozpoczęło się w późnym Kenozoiku, dzięki specyficznym uwarunkowaniom geologicznym obu rejonów biegunowych, może zostać uznane za unikatowy okres w historii Ziemi, fundamentalnie różny od wcześniejszych okresów polarnych zlodowaceń (Bleil i Thiede 1990). Zachodzące w późnym kenozoiku zmiany klimatyczne obejmujące oba te obszary miały wpływ na całą Ziemię poprzez system cyrkulacji termohalinowej, napędzany przez formowane w Arktyce Północno Atlantyckie Wody Głębiny (NADW) oraz Antarktyczne Wody Denne (AABW) powstające w Oceanie Południowym (Broecker i in. 1988, Broecker 1991). Chociaż, na pierwszy rzut oka obszary polarne wydają się do siebie bardzo podobne, to jednak pod wieloma względami diametralnie się różnią.

Antarktyka jest masywem lądowym otoczonym oceanem. Otwarte wody sprawiają, że lód jest bardzo mobilny i niemal cały lód pływający topi się wraz z nadejściem antarktycznego lata. Ekosystem Antarktydy uważany jest za jeden z najstarszych na Ziemi (Knox 2007) i zamieszkuje go największa liczba endemitów (Baker 1954, Voronina 1968, Żmijewska 1997, Bargagli 2005), a rodowód zwierząt jak pingwiny i żyjące tam ssaki datowany jest na połowę trzeciorzędu (Bleil i Thiede 1990).

Geograficznie Arktyka jest przeciwieństwem Antarktyki. Jest stosunkowo młodym ekosystemem, a większość zasiedlających ją organizmów to stosunkowo niedawni przybysze z rejonów równoleżnikowych. Na przykład niedźwiedź polarny (*Ursus maritimus*), szczytowe ogniwo arktycznego łańcucha pokarmowego pojawił się dopiero w Plejstocenie (Bleil i Thiede 1990). Arktyka stanowi obszar morski niemal kompletnie otoczony lądem i w konsekwencji powstający tam lód nie jest tak mobilny jak w wodach antarktycznych. Sprawia to, że kry mają większą tendencję do

skupiania się a powstający lód jest grubszy. Powoduje to także dłuższy cykl lodowy, lód topi się dłużej a jego część nie topi się nawet podczas lata.

Obszary polarne różnią się także pod względem reakcji na zmiany klimatyczne. Rejony te charakteryzują się wysoką złożonością procesów hydrologicznych. Powoduje to, że nawet stosunkowo niewielkie zmiany w równowadze czynników, fizycznych bądź chemicznych, mogą przełożyć się na fluktuacje w obrębie całego ekosystemu.

Chociaż w obu rejonach notuje się wzrost temperatury, to konsekwencje tego procesu są różne. W Arktyce wiąże się to z zanikiem pokrywy lodowej, z kolei w Antarktyce obserwuje się średnie zwiększanie zasięgu lodu morskiego, przede wszystkim w obszarach Morza Weddella i Rossa, z kolei w Morzu Bellingshausena i Amundsena pokrywa lodowa zanika (Cavalieri i Parkinson 2008, Parkinson i Cavalieri 2008, Parkinson i Cavalieri 2012).

Zooplankton odgrywa niezwykle istotną rolę w funkcjonowaniu morskich ekosystemów. Stanowi on pokarm dla większych organizmów (w tym wykorzystywanych ekonomicznie), żeruje na producentach pierwotnych i napędza cykle węgla i azotu. Zmiany w środowisku wywołane procesami klimatycznymi wpływają na strukturę zooplanktonu (wzrost, śmiertelność, rozmieszczenie i skład jakościowy), co przekłada się na strukturę i funkcjonowanie całych ekosystemów (Keister i in. 2012).

Dotychczas powstało stosunkowo wiele prac dotyczących zooplanktonu rejonów polarnych. Autorzy w większości z nich koncentrują się na widłonogach, bądź wykorzystywanych komercyjnie innych skorupiakach jak kryl (Baird i in. 2011, Beaugrand i in. 2002, Loeb i in. 1997, Moline i in. 2004, Orlova i in. 2015, Żmijewska 1985, 1988). Ogonice (Appendicularia) z kolei są najczęściej zupełnie pomijane, bądź traktowane bardzo pobieżnie.

Ogólny zarys rozprzestrzenienia horyzontalnego, jak i wertykalnego ogonic we wszechoceanie jest dobrze poznany, jednak tylko w niektórych rejonach badania były prowadzone dość szczegółowo i przez wystarczająco długi czas by dać holistyczny obraz przestrzennego oraz czasowego występowania tych zwierząt. Większość informacji na temat globalnego rozmieszczenia ogonic pochodzi z ekspedycji oceanograficznych prowadzonych w XIX i XX wieku i są to bardzo wybiórcze dane (Fenaux i in. 1998).

Niewielka liczba próbek i brak ciągłości czasowej w badaniach nie są jedynym źródłem trudności w analizowaniu tej grupy organizmów. Ze względu na dużą zmienność w wielkości poszczególnych gatunków, oraz w trakcie rozwoju osobniczego, ważnym czynnikiem wpływającym na skład taksonomiczny i liczebność w próbkach jest łowność narzędzi połowowych. Badania prowadzone przez Fenaux (1986) w rejonie Morza Śródziemnego wykazały, że wyniki uzyskiwane z zastosowaniem różnych sieci mogą się od siebie bardzo mocno różnić. Liczebności uzyskane z sieci o średnicy oczek części cedzącej 200 μm były nawet 2,9 razy mniejsze dla przedstawicieli rodzaju *Oikopleuridae* i 4,6 dla *Fritillariidae* niż w przypadku rezultatów uzyskanych z sieci o wielkości oczek części cedzącej 53 μm .

Kolejny czynnik utrudniający badanie tej grupy został odkryty dzięki bezpośrednim obserwacjom podwodnym. Zaobserwowano zdolność ogonic do skupiania się w olbrzymich zagęszczeniach w bardzo cienkich, o zaledwie kilku metrach miąższości, warstwach wody, oraz tworzenia łat (*patchines*) (Fenaux i in. 1998). Sprawia to, że bardzo trudno wnioskować o rozmieszczeniu tych organizmów w danym akwenie na podstawie pojedynczych próbek, a często jedynie takie są do dyspozycji.

Wszystkie powyżej wymienione czynniki sprawiają, że większość danych dotyczących rozmieszczenia Appendicularia jest wysoce niekompletna.

Pierwsze opracowania dotyczące tej grupy taksonomicznej w Antarktyce pochodzą z wielkich ekspedycji oceanograficznych z początku XX wieku. Pionierska wyprawa „Challenger’a” (1872-76) i przygotowane na jej podstawie opracowanie Herdman’a (1888) zapoczątkowały badania Appendicularia w tym rejonie. Ważną rolę odegrali także badacze belgijscy – wyprawa „Belgica” i opublikowane na jej podstawie opracowanie dotyczące ogonic Oceanu Południowego (Ihle 1941); oraz niemieccy – ekspedycja statku „Valdivia” (1898-99), która obejmowała wody Wschodniej Antarktyki. Materiały pochodzące z Pierwszej Niemieckiej Ekspedycji Antarktycznej statku badawczego „Gauß” (1901-1903) posłużyły Lohmann’owi (Lohmann 1905, Lohmann i Bückmann 1926) do opisanie wielu nowych gatunków ogonic. Należy też wspomnieć o późniejszych wyprawach brytyjskich – trwającego w latach 1910-13 rejsu „Terra Nova” i drugiej ekspedycji „Discovery” (1925-27). Pochodzące z tych ekspedycji materiały planktonowe posłużyły Hardy’emu i Gunther’owi (1935) do opisanie zooplanktonu Południowej Georgii i wód przylegających. W późniejszym okresie bardzo istotne dla skatalogowania

antarktycznych ogonic były również prace prowadzone przez badaczy australijskich (Thompson 1942, 1948, 1954) oraz japońskich (Tokioaka 1964).

Arktyczne ogonice były obiektem badań naukowców niemalże od czasu odkrycia tej grupy, w 1830 roku Mertens (za Fenaux 1993) zaobserwował ogonice, tak jeszcze wówczas nienazywane, w Cieśninie Beringa. Pierwsze szczegółowe opracowania dotyczące Appendicularia z wód arktycznych zawdzięczamy Lohmann'owi, powstały one na podstawie niemieckich ekspedycji „Plankton” (1895) i „Grönland” (1891-1893) (Lohmann 1895, 1896b). W 1928 roku wschodnie wybrzeża Grenlandii badała duńska wyprawa „Godthaab Expedition”. Ważną rolę w eksploracji zooplanktonu Arktyki odegrali także badacze radzieccy, a potem rosyjscy, dotyczy to również Appendicularia. W latach 1930 i 1931 w Morzu Karskim opisali oni nowy gatunek - *Fritillaria polaris* (Bernstein 1934 za Fenaux 1993). W badaniach Appendicularia rejonu arktycznego uczestniczyli również badacze norwescy, jak Wiborg (1955), czy Kanadyjscy, jak np. Grainger (1965).

W Arktyce prowadzono również obserwacje cykli sezonowych występowania ogonic. W wodach blisko bieguna północnego *Oikopleura* spp. i *F. borealis* mogą w sierpniu stanowić nawet 20% całego obserwowanego zooplanktonu (Pavshtiks 1972). W rejonie połyni, na 80°N, Oikopleuridae osiągają szczyt liczebności późnym latem (Fenaux i in. 1998). Zmienność ta jest najprawdopodobniej uwarunkowana fluktuacjami temperatury i światła, które wpływają na produkcję pico- i nanoplanktonu, który jest pożywieniem omawianej grupy zwierząt. W wodach polarnych gdzie zmienność temperatury wód powierzchniowych jest niewielka najważniejszym z tych czynników mogą być zmiany w natężeniu światła (i związane z nim zakwity nanoplanktonu) (Lohmann 1934, Fukuchi i in. 1985).

Zmienność jakościowa i ilościowa ogonic, w tym sukcesja gatunkowa i ich powiązanie z czynnikami środowiskowymi, a także funkcja, jaką te organizmy pełnią w funkcjonowaniu ekosystemów polarnych pozostają w znacznym stopniu niezbadane (Fenaux i in. 1998, Gorsky i in. 2005, Choe i Deibel 2008), dlatego, biorąc pod uwagę niezwykle ważną rolę ekosystemów Arktyki i Antarktyki dla Ziemskiej Biosfery, celowym wydaje się prowadzenie badań nad tą grupą taksonomiczną, szczególnie w rejonach polarnych.

Poznanie składu, liczebności oraz rozmieszczenia organizmów leży u podstaw badań każdego ekosystemu. Zasadniczym celem niniejszej pracy było określenie roli i znaczenia Appendicularia ekosystemów polarnych w świetle warunków środowiskowych.

W tym celu podjęto się:

- Poznania zróżnicowania przestrzennego i czasowego polarnych Appendicularia;
- Określenia biomasy oraz stopnia rozwoju populacji najliczniej występujących gatunków ogonic w Cieśninie Drake'a na podstawie pomiarów biomorfometrycznych.

W ramach realizacji powyższych zadań badawczych przeprowadzono:

- Analizę struktury jakościowej i ilościowej Appendicularia z trzech rejonów badawczych;
- Pomiarów biometrycznych masowo występujących przedstawicieli rodzin Oikopleuridae i Fritillariidae z Cieśniny Drake'a;
- Wyznaczenia biomasy i stopnia rozwoju głównych taksonów ogonic w rejonie Cieśniny Drake'a.

Badania prowadzono w oparciu o materiały planktonowe pochodzące z Antarktycznych Wyprawy Rosyjskiej Akademii Nauk im. Shirshova (2009-2010) (grant MNiSW nr. N306 445 638), Wyprawy Antarktycznej Polskiej Akademii Nauk 2003-2004 oraz Ekspedycji Arktycznej Instytutu Oceanologii PAN „AREX2011”.