

NA DNIE POLARNYCH MÓRZ

Krzysztof Pabis (Łódź)

Ukryte przed wzrokiem człowieka

Mówiąc o życiu w oceanie mamy na myśli najczęściej organizmy występujące w płytkich wodach przybrzeżnych, w tym bogate zespoły tropikalnych raf koralowych. W powszechnej opinii dno morskie postrzegane jest jako środowisko o niewielkiej różnorodności. Wiele osób nie zdaje sobie sprawy z tego, jakie bogactwo zwierząt, roślin, pierwotniaków i bakterii kryje ten, największy pod względem powierzchni

siedlisk. Podobnie, nie spodziewamy się różnorodności życia w charakteryzujących się surowym klimatem rejonach polarnych, które często utożsamiane są z obrazem lodowej pustyni (Ryc. 1). Tymczasem dno morskie jest niezwykle mikrokosmosem, który wciąż skrywa przed nauką wiele tajemnic. Zwraca się nawet uwagę, że badania prowadzone na głębokościach przekraczających setki lub tysiące metrów, są niemal równie trudne i obarczone podobnym błędem jak badanie powierzchni Marsa. Współczesne narzędzia



Ryc. 1. Polarny krajobraz nie zapowiada tego co żyje na dnie. Fot. K. Pabis.

ekosystem na Ziemi. Podobnie jak na lądzie możemy tu znaleźć dziesiątki siedlisk stanowiących miejsce bytowania milionów gatunków. To, że przeciętny obserwator uważa dno oceaniczne za strefę pozbawioną życia można łatwo wytłumaczyć. W końcu niewiele osób ma jakąkolwiek okazję obserwowania tego trudno dostępnego świata. Jeszcze w końcu XIX wieku sądzono, że głębiny oceaniczne są pozbawione życia, a poglądy takie pojawiały się w opracowaniach naukowych. Dopiero w połowie XX wieku przedstawiono dowody wskazujące na bogactwo tych

dzia badawcze pozwalają zobaczyć zaledwie niewielki wycinek tego niezwykłego świata.

Niektórzy badacze szacują liczbę gatunków zwierząt żyjących na morskim dnie na kilkadziesiąt milionów. Ostatnie oceny są znacznie skromniejsze i oscylują wokół 1 do 2 milionów gatunków morskich. Oznacza to, że dotychczas poznaliśmy zaledwie 1% (lub około 20% wg innych ocen) ich rzeczywistej różnorodności, a także, że bogactwo to może konkurować z szacunkową liczbą wszystkich gatunków zwierząt lądowych włączając w to tak liczną grupę jak owady.

Liczne i różnorodne

Dno mórz polarnych to bogaty i złożony ekosystem. Znajdziemy tu olbrzymie, ponad metrowej wielkości gąbki, a także kolonie mszywiolów – niezwykle zwierząt przypominających wyglądem niewielkie krzewy (Ryc. 2). Dla innych żyjących tu zwierząt są one schronieniem podobnym do drzew rosnących na środku afrykańskiej sawanny. Najliczniejsze są jednak drobne organizmy, których rozmiary nie przekraczają centymetra i które dopiero stosunkowo niedawno zostały przez nas poznane. Pierwsze gatunki arktycznej fauny dennej opisano w XVIII wieku. W odległej i nieprzystępnej dla człowieka Antarktyce podobne od-



Ryc. 2. Krzaczaste kolonie mszywiolów na dnie antarktycznego fiordu to schronienie dla wielu, innych organizmów. Fot. archiwum Zakładu Biologii Polarnej i Oceanobiologii UŁ.

krycia miały miejsce w wieku XIX. Początkowo były to stosunkowo duże organizmy, jak kilkunastocentymetrowy skorupiak *Glyptonotus antarcticus* (Ryc. 3). W chwili obecnej liczba gatunków fauny dennej znanych z Oceanu Południowego wynosi około 7 000. Podobne dane podawane są dla Arktyki. Przewiduje się jednak, że liczba ta jest nawet dziesięciokrotnie większa. Do jednych z najbogatszych w gatunki grup zwierząt żyjących w tym środowisku należą wieloszczety. Są one spokrewnione ze znanymi wszystkim dżdżownicami, jednak jedyne co na pierwszy rzut oka łączy je z tymi lądowymi bezkręgowcami to segmentowane ciało. Wiele z nich ma fantazyjne kształty. Zaopatrzone są w liczne czułki i wyrostki, które upodabniają je do mitycznych morskich potworów. Z kolei do pięknie ubarwionych należą krwistoczerwone rozgwiazdy i nakrapiane skorupiaki (Ryc. 4). Żyjące na dnie organizmy charakteryzują się również różnorodnością sposobów życia. Mogą one pełzać po powierzchni dna, zagrzebywać się w piasku, przyczepiać się do kamieni i skał, a także ukrywać w rurekach zbudowanych z węglanu wapnia, lub z mułu i piasku. Są wśród nich drapieżniki, roślinożercy i padlinożercy oraz gatunki odfiltrujące z wody drobinki

pokarmu. Na jednym metrze kwadratowym dna można znaleźć kilka tysięcy osobników, a masa organizmów żyjących na tej niewielkiej powierzchni może niekiedy przekraczać 100 kg.



Ryc. 3. *Glyptonotus antarcticus* złowiony na głębokości kilkuset metrów. Fot. K. Pabis.

Kierunek współczesnych badań

Ważną cechą organizmów zasiedlających polarne morza jest ich zdolność do życia w niskiej temperaturze, a co się z tym wiąże, wrażliwość na jej zmiany. Z tego powodu stają się one coraz bardziej zagrożone w wyniku postępującego ocieplania klimatu. Śred-



Ryc. 4. Przedstawiciel antarktycznych obunogów – *Epimeria macrodonta*. Fot. A. Jażdżewska.

nie temperatury powietrza w Arktyce, a także w rejonie Półwyspu Antarktycznego wzrosły w ostatnich dziesięcioleciach nawet o kilka stopni Celsjusza. Nie pozostało to bez wpływu na żyjące w tych rejonach rośliny i zwierzęta. Międzynarodowe badania dna polarnych mórz skupiają się obecnie na problemach związanych z wpływem ocieplenia klimatu na zasiedlającą je faunę oraz florę, a ich wyniki omawiane są w prestiżowych czasopismach naukowych. Bazą dla polskich badań są dwie stacje badawcze. Arktyczna Stacja Polarna Hornsund na Spitzbergenie została założona już w roku 1957, natomiast Stacja im. Henryka Arctowskiego na antarktycznej Wyspie Króla Jerzego równo 20 lat później (Ryc. 5). Stanowią one ważny element wielu międzynarodowych inicjatyw

badawczych, w tym tak istotnych jak *Census of Marine Life*. Ten, niedawno zakończony, dziesięcioletni projekt miał na celu oszacowanie różnorodności biologicznej w morzach i oceanach, a także ocenę czynników wpływających na obraz życia w tym środowisku. Jego częścią były dwa programy poświęcone obszarom polarnym: *Census of Antarctic Marine Life* (CAML) i *Arctic Ocean Diversity* (ArcOD). Przygo-



Ryc. 5. Polska Stacja Antarktyczna PAN im. H. Arctowskiego (Zatoka Admiralicji). Fot. K. Pabis.

towane niedawno opracowanie fauny dennej Zatoki Admiralicji, które znalazło się w tomie podsumowującym program CAML jest jak dotychczas jedynym całościowym opisem ekosystemu dennego antarktycznego fiordu. Ta kompleksowa ocena pozwoliła na wytypowanie pierwszego w tej części świata obszaru referencyjnego do badań nad wpływem zmian klimatycznych na organizmy żyjące na dnie. W Arktyce takim obszarem jest fiord Hornsund, będący jednocześnie jednym ze stanowisk programu All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI), którego celem jest zidentyfikowanie wszystkich żyjących na danym obszarze organizmów.

Charakter przemian w strukturze zespołów dennych w rejonach polarnych, w tym zwłaszcza w Oceanie Południowym jest jeszcze w dużym stopniu przedmiotem spekulacji. Ważnym zadaniem jest więc odniesienie unikatowych danych archiwalnych, zebranych w okresie gdy zmiany klimatyczne nie były jeszcze tak wyraźne, do wyników badań współczesnych. Pozwoli to wskazać co i w jakim stopniu zmieniło się w składzie gatunkowym, liczebności, czy proporcjach w udziale poszczególnych grup ekologicznych.

Od kuchni

Skąd jednak biorą się te wszystkie dane, które tak ładnie prezentują się w publikacjach naukowych. Kiedy czytamy opisy, takie jak te zaprezentowane w niniejszym artykule, przeprowadzone analizy wydają się proste. Gdy jednak przyjrzymy się im „od

kuchni” ujawni się skomplikowanie procedur stojących za ostatecznym wynikiem. Na początku musimy pobrać ze statku badawczego serię prób z morskiego dna. Wykorzystywane są w tym celu stalowe przyrządy przypominające łopatę koparki. Następnie, z pełnej osadów (a więc tak naprawdę szarobrunatnego błota) próby musimy na specjalnych sitach wypłukać wszystkie żyjące w mule organizmy (Ryc. 6). To jednak dopiero początek. Każdy z wielu tysięcy osobników musi zostać zidentyfikowany pod mikroskopem. Ważna jest tu każda szczecinka i każdy czułek. Dla laika wydają się one jedynie ozdobą, a nam pozwalają określić z jakim gatunkiem mamy do czynienia. Do tego dochodzi jeszcze analiza wielkości ziaren osadu i innych parametrów fizykochemicznych charakteryzujących miejsce pobrania próby. Dopiero po wielu miesiącach spędzonych w laboratorium możemy poddać takie dane analizie statystycznej, której wyniki pozwalają nam odpowiedzieć na postawione przez nas pytania.



Ryc. 6. Podczas pracy na pokładzie statku. Fot. K. Pabis.

Jak klimat wpływa na morskie dno?

Choć wydaje się, że dno morza jest odizolowane od wpływów zewnętrznych, a tym samym mniej narażone na zmiany, to jednak okazuje się, że podwyższenie temperatury jest odczuwalne nawet na dużych głębokościach. Ponadto ocieplenie klimatu uwidacznia się nie tylko bezpośrednio poprzez podniesienie się temperatury wody, ale przekłada się także na inne procesy. Do najważniejszych należy rosnąca siła zaburzeń związana ze zmianami polarnych lodowców. Ich

postępujące topnienie powoduje większy dopływ wody słodkiej do morza. Takie podlodowcowe strumienie wypływają także spod lodu tony drobinek mineralnych, które stopniowo opadają na dno pokrywając żyjące tam organizmy. Jest to zjawisko niekorzystne, zwłaszcza dla drobnych osobników młodocianych i larw. Dla organizmów nieprzekraczających wielkości jednego milimetra tempo osadzania się zawiesziny przekraczające kilka milimetrów dziennie staje się czynnikiem hamującym ich rozwój. Dla uzmysławienia sobie skali tego zjawiska wyobraźmy sobie, że każdego dnia jesteśmy zasypywani kilkumetrową warstwą piasku. W wyniku ocieplenia, od lodowców odrywa się także coraz więcej gór lodowych (Ryc. 7). Te potężne masy lodu dryfują z prądami morskimi, co pewien czas zakotwicząc się w dnie. W wyniku uderzenia góry lodowej w dno z miejsca tego może zniknąć nawet 99% wszystkich żyjących tam organizmów. Ocenia się, że jest to zjawisko o niszczyciel-



Ryc. 7. Góra lodowa. Fot. K. Pabis.

skim potencjale większym niż w przypadku pożarów i huraganów na lądzie. Największe, antarktyczne góry lodowe mogą rysować dno nawet na głębokości 600 m. Wyżłobienia mogą mieć szerokość kilkuset metrów i długość nawet kilkunastu kilometrów. Ocieplenie zmniejsza też objętość i czas występowania lodu morskiego sprawiając, że góry lodowe są w nim uwięzione na znacznie krótszy czas.

Przewiduje się, że efektem wzrostu intensywności wszystkich tych procesów będzie stopniowe ubożenie fauny dennej. Obszary dna zasiedlone przez wielogatunkowe zgrupowania zwierząt i zdominowane przez olbrzymie gąbki mogą zmienić się w ubogie połacie drobnoziarnistego mułu, na których występują jedynie pojedyncze gatunki. Ponadto, w wyniku braku konkurencji ich populacje będą osiągać olbrzymie liczebności. Różnorodność niczym z tropikalnej dżungli może zmienić się w obraz jaki znamy z pól

uprawnych czy polaci ziemi pozostałych po wycięciu Puszczy Amazońskiej. Wzrost temperatury wód jest także przyczyną napływu do obu regionów polarnych obcych gatunków, pochodzących z cieplejszych części świata. Niektóre z nich zaczną stopniowo wypierać gatunki rodzime i zmieniać relacje pomiędzy dnem morskim, tonią wodną i lądem. Warto zwrócić uwagę na te zmiany, gdyż mogą mieć one wpływ również na nasze życie. Pozornie może się wydawać, że to co dzieje się gdzieś na krańcach świata, w dodatku głęboko pod powierzchnią morza bezpośrednio nas nie dotyczy. Jednak dno morskie jest ważnym elementem globalnej sieci pokarmowej i zachwianie ukształtowanej tu równowagi może prowadzić także do zmian w innych elementach morskiego ekosystemu, wpływając między innymi na populacje ryb, waleni, fok czy pingwinów. To z kolei może w przyszłości przełożyć się na funkcjonowanie całego oceanu i odbić się na gospodarce człowieka.

Do czego dążymy?

Nasza wiedza o procesach przebiegających na dnie polarnych mórz jest nadal niewystarczająca. Jedyne co łączy wszystkie dotychczasowe scenariusze to perspektywa znacznej intensyfikacji niekorzystnych procesów nawet w ciągu kilku dziesięcioleci. Jedną z ważnych przyczyn takiego stanu rzeczy jest również to, że regeneracja w pełni wykształconych zespołów zwierząt morskich w regionach polarnych szacowana jest na okres od kilkudziesięciu do nawet 500 lat. Wiąże się to z długowiecznością i powolnym wzrostem niektórych gatunków żyjących na morskim dnie. Coraz częstsze, coraz bardziej intensywne i obejmujące coraz większe obszary dna niekorzystne zmiany związane z ociepleniem klimatu w znacznym stopniu utrudniałyby odbudowę tych wielogatunkowych zespołów, podobnie jak powolna jest regeneracja dojrzałej puszczy. Niezbędne jest zbadanie fizjologii i biologii rozwoju wielu gatunków. Chcemy także wskazać różnice w przebiegu tych zmian pomiędzy Arktyką a Antarktyką. Wyniki dalszych badań przyniosą ich szczegółowy opis i umożliwią ich przewidywanie. Pozwoli to na wdrożenie nowoczesnych programów ochrony i monitoringu, a w konsekwencji stworzy szansę na uratowanie tych niezwykłych środowisk przed nieodwracalnymi zmianami, które jako istotny element większej, skomplikowanej układanki mają wpływ na funkcjonowanie całej planety.