

WIADOMOŚCI HYDROBIOLOGICZNE*

I Polska Naukowa Ekspedycja Morska do Antarktyki na statkach r/v „Profesor Siedlecki” i m/t „Tazar” (1975/1976)

1. Uwagi wstępne

Kryl, z norweskiego „krill”, oznacza wszystko to co wielorybnicy znajdowali w żołądkach wielorybów. Ponieważ w Antarktyce wieloryby odżywiają się głównie planktonowym skorupiakiem — *Euphausia superba* — przyjęto go nazywać krylem. W wodach południowego Oceanu Lodowatego poza *E. superba* występują również inne gatunki z rodzajów *Euphausia* i *Thysanoessa*, lecz nie mają one większego znaczenia użytkowego.

E. superba, chociaż występuje w trzech oceanach otaczających kontynent, jednak najliczniej spotykana jest w atlantyckim sektorze wód antarktycznych. W rejonie Cieśniny Drake i Morza Scotia kryl tworzy ogromne skupienia w warstwach powierzchniowych wody, dzięki czemu eksploatacja tego planktonowego organizmu może być opłacalna.

Kryl odżywia się planktonem roślinnym, sam natomiast staje się pokarmem wielu gatunków ryb, ssaków i ptaków. Ocena ilościowa kryla zjadanego przez różne zwierzęta pozwala pośrednio wnioskować o całkowitej biomasy i produkcji kryla w wodach antarktycznych.

Wieloryby, do czasu kiedy ich nie wytępiono, zjadały rocznie od 100 do 300 mln ton kryla. Obecnie, kiedy wieloryby praktycznie zostały wyłowione, nie zjedzoną przez nie biomasę kryla może wykorzystać człowiek. Zapasy te wielokrotnie przewyższają światowe połowy ryb. Jeśli przyjąć średnią biomasę kryla w wodach antarktycznych na 50 mg/m³, to produkcja kryla w rejonie Morza Scotia, licząc bardzo ostrożnie, waha się od 13,4 do 20,0 mln ton rocznie.

Przy obecnych kłopotach żywnościowych świat, któremu niewiele więcej da rybołówstwo, zbliżające się szybko do bezpiecznej granicy maksymalnych połowów, spogląda na nowe źródło białka jakim jest kryl. Kryl jest surowcem ze wszech miar interesującym, bogatym w białko, tłuszcze i witaminy, lecz wykorzystanie go wymaga nowych nietradycyjnych technologii, dla poszukiwania których powinien być zaangażowany najlepszy potencjał myśli i środków.

Od szeregu lat dwa kraje o wielkich możliwościach, tzn. Związek Radziecki i Japonia prowadzą badania i połowy przemysłowe kryla. W latach 1975/1976 przyłączyły się do nich Chile, RFN i Polska. Gwałtowny wzrost zainteresowania eksploatacją kryla zmusza już dziś do sygnalizowania konieczności ochrony zasobów i określenia dopuszczalnych odłowów. Ciągle jeszcze takie zagadnienia jak długość życia gatunku, płodność samic, tempo wzrostu czy przemiany materii nie są w pełni poznane. Do oceny produkcji i zasobów tego skorupiaka infor-

* Biuletyn Polskiego Towarzystwa Hydrobiologicznego — Nr 56; redagują: E. Pieczyński i J. I. Rybak.

macje te są niezbędne. Tematyka wymienionych tu zagadnień leży w zakresie badań podstawowych i była przedmiotem prac prowadzonych przez I Polską Naukową Ekspedycję Morską do Antarktyki.

W oparciu o doświadczenia biologów z Polskiej Akademii Nauk, wysyłanych trzykrotnie w ramach Radzieckich Wypraw Antarktycznych, oraz doświadczenia Morskiego Instytutu Rybackiego, w roku 1975 Polska Akademia Nauk wraz z Morskim Instytutem Rybackim, przy ścisłej współpracy z Przedsiębiorstwem „Odra”, zorganizowały ekspedycję do Antarktyki na statkach „Profesor Siedlecki” i „Tazar”. Kierownictwo naukowe powierzono dr hab. S. Rakusa-Suszczewskiemu z Instytutu Ekologii PAN, placówki koordynującej temat w ramach którego była finansowana ekspedycja. Program badań podstawowych dla zespołu naukowców z Polskiej Akademii Nauk i Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni opracowany przez kierownictwo naukowe wyprawy w uzgodnieniu z Dyrektorem Instytutu Ekologii PAN, prof. dr R. Z. Klekowskim, wytyczył zasadnicze cele do realizacji:

I. Złowienie kryła w ilości dostatecznej do przeprowadzenia badań na statku oraz przechowanie i przewiezienie go do kraju celem podjęcia przez zainteresowane instytuty badań nad wykorzystaniem kryła do celów paszowych i konsumpcyjnych.

II. Przeprowadzenie badań biologii, uściślenie niektórych parametrów dynamiki populacji, które pozwolą ocenić produkcję i zasoby kryła.

III. Przewidywanie rejonów tworzenia się skupień kryła na podstawie analizy korelacji wybranych czynników fizyczno-chemicznych środowiska oraz istotnych fizjologicznych reakcji warunkujących tworzenie się skupień.

Poza naukowymi i praktycznymi celami związanymi z programem badań i połowów kryła, wyprawa miała również cele polityczne. Polska jest sygnatariuszem Układu w Sprawie Antarktyki. Wysłanie samodzielnej ekspedycji lub posiadanie własnej stacji antarktycznej daje naszemu krajowi prawo głosu w sprawach kontynentu i wód położonych na południe 60° szerokości geograficznej południowej. Wysyłając taką ekspedycję Polska nabiera również praw do mianowania Obserwatorów Antarktycznych. Z prawa tego skorzystano i funkcja Obserwatora Antarktycznego 1975/1976 powierzona została przez Ministerstwo Spraw Zagranicznych PRL kierownikowi naukowemu wyprawy, dr hab. S. Rakusa-Suszczewskiemu.

Calendarium wyprawy statków „Profesor Siedlecki” i „Tazar” ilustruje poczynania uwzględniające interesy naukowe, praktyczne i propagandowo-polityczne I Polskiej Naukowej Ekspedycji Morskiej do Antarktyki.

2. Calendarium wyprawy statku r/v „Profesor Siedlecki”

22 XII 1975 r. — Godz. 20²⁰ wyjście z Gdyni w rejs.

27 XII — Godz. 8⁴⁵ wejście do Southampton celem sprawdzenia urządzeń nawigacji satelitarnej. Wyjście z portu godz. 22¹⁵.

6 I 1976 r. — Symulacja połowów kryła, próba włoka kryłowego na Atlantyku.

7 I — Symulacja czynności w zespołach związanych z badaniami kryła.

18 I — Spotkanie kierownictwa ekspedycji z ekipą naukową na „Tazarze”, uzgodnienie planów i programów działania. Wizyta na statku „Profesor Siedlecki” kierowników ekspedycji (prof. R. Steinberga i dr T. Pommeranza) oraz 8-osobowej grupy naukowców ze statków RFN „Walther Hervig” i „Weser” oraz rewizyta na statku zachodnoniemieckim, który powrócił z połowów kryła w rejonie Południowej Georgii.

20 I — Wizyta na „Profesorze Siedleckim” przedstawiciela FAO dr N. Ehrhardta wraz z grupą naukowców z Instytutu Rybackiego w Urugwaju. Wieczorem kierownictwo ekspedycji wydało przyjęcie dla pracowników Ambasady PRL. Wyjście w morze godz. 23¹⁰.

27 I — Godz. 10⁴² — oba statki I Polskiej Naukowej Ekspedycji Morskiej do Antarktyki wspólnie przekroczyły w Cieśninie Drake 60° szerokości geograficznej południowej. O fakcie tym zawiadomiono najwyższe władze państwowe.

28 I — Rozpoczęcie badań I rejonu, wykonanie pierwszego zaciągu kryła.

1 II — Wejście statku na amerykańską stację antarktyczną „Palmer”. Wizyta Obserwatora Antarktycznego PRL. Odwiedziny ekipy i załogi na stacji oraz rewizyta amerykańskich naukowców na statku. Godzina 20⁵⁰ — odpłynięcie.

2 II — Rozpoczęcie połowów i badań w II rejonie.

8 II — Odwiedziny obu polskich statków, „Profesor Siedlecki” i „Tazar”, na radzieckiej stacji antarktycznej Bellingshausen. Oficjalna wizyta Obserwatora Antarktycznego PRL.

9 II — Odsłonięcie tablicy pamiątkowej — lądowanie uczestników I Polskiej Naukowej Ekspedycji Morskiej do Antarktyki na statkach „Profesor Siedlecki” i „Tazar”. Wizyta Obserwatora Antarktycznego PRL na chilijskiej stacji Presidente Frei. Przyjęcie na polskim statku wydane na cześć radzieckich polarników.

10 II — Połowy i badania kryła w II rejonie. Wieczorem kurs na spotkanie z radzieckim statkiem „Profesor Viese”, celem udzielenia mu pomocy w znalezieniu boi hydrologicznych w Cieśninie Drake.

11—13 II — Wspólne z „Profesorem Viese” poszukiwania boi hydrologicznych zakończone wzajemnymi wizytami na morzu i wymianą informacji o badaniach hydrologicznych, komputerowych i hydroakustycznych. Wieczorem kurs na Południową Georgię.

17 II — Rozpoczęcie połowów i badań w III rejonie.

18 II — Spotkanie z radzieckim statkiem „Akademik Knipovič” w Grytviken na południowej Georgii.

19 II — Wizyta kierownictwa ekspedycji na angielskiej stacji biologicznej w Grytviken należącej do British Antarctic Survey.

20 II — Uzyskanie oficjalnej zgody na piśmie dla dwóch uczestników Polskiej Naukowej Ekspedycji Morskiej do Antarktyki na odstrzał ptaków w celach naukowych; zgoda wydana przez Gubernatora Falklandów i obowiązująca na Południowej Georgii przez pół roku. Kontynuowano połowy i badania w rejonie III.

28 II — Podejście na redę Grytviken, przekazanie próbek *Nematoda* dla dr Pratt z BAS, udzielenie pomocy lekarskiej jednemu z Anglików.

6 III — Ponowne przejście 60° szerokości geograficznej na długości ok. 32°30'W. Po zakończeniu przekrojów hydrologicznych skierowano się do obszaru występowania kryła, prowadząc połowy i badania w IV rejonie.

9 III — Kontynuowanie połowów i prac w III rejonie.

15 III — Wejście do Grytviken po wodę.

22 III — Zakończenie połowów kryła w rejonie III.

23 III — Zwiadowcze połowy ryb w południowym rejonie Południowej Georgii.

27 III — Zakończenie połowów ryb.

28 III — Rozpoczęcie połowów kryła i badań na południe od Południowej Georgii.

29 III — Spotkanie ze statkiem „Tazar”, wymiana ludzi, rozpoczęcie połowów i badań kryła w zachodniej części Południowej Georgii, wieczorem rozpoczęcie sztormowania.

- 30 III — Połowy i badania w zachodniej części Południowej Georgii.
 31 III — Zakończenie prac i kurs na Montevideo.
 7 IV — Wejście „Profesora Siedleckiego” do Montevideo, przyjęcie w Ambasadzie PRL.
 8 IV — Ponowna wizyta przedstawiciela FAO dr N. Ehrhardta i pracowników Instytutu Rybackiego w Urugwaju.
 9 IV — Wyjście z Montevideo o godz. 14³⁰.
 26 IV — Wejście do Las Palmas na Wyspach Kanaryjskich.
 7 V — Wejście do Gdyni, zakończenie ekspedycji.

3. Calendarium wyprawy statku m/t „Tazar”

- 23 XII 1975 r. — Godz. 22⁰⁰ wyjście ze Świnoujścia w rejs.
 7 I 1976 r. — Spotkanie na Atlantyku ze statkiem „Profesor Siedlecki”, przekazanie drobnego sprzętu i map.
 16 I — Wejście do Montevideo.
 20 I — Wyjście z Montevideo.
 27 I — Przekroczenie 60° szerokości geograficznej południowej.
 28 I — Rozpoczęcie połowów w rejonie I.
 1 II — Przejście na północny wschód od Południowych Szetlandów w rejon II.
 8 II — Odwiedziny na radzieckiej stacji Bellingshausen — King George.
 10—11 II — Połowy w rejonie II.
 14 II — Rozpoczęcie połowów w rejonie V na wschód od Wysp Orknejskich.
 16 II — Kurs na Południową Georgię celem spotkania ze statkiem „Profesor Siedlecki”.
 18 II — Postój na redzie Grytviken.
 20 II — Rozpoczęcie połowów w rejonie III.
 21 III — Wejście do Grytviken po wodę.
 22 III — Kurs na południowy wschód, połowy w rejonie IV.
 26 III — Połowy w rejonie V po zachodniej stronie Wysp Orknejskich.
 29 III — Spotkanie ze statkiem „Profesor Siedlecki”.
 30 III — Rozpoczęcie połowów ryb włokiem pelagicznym w rejonie Południowej Georgii.
 5 IV — Zakończenie połowów ryb, zakończenie wspólnych działań w ramach ekspedycji.

4. Skład ekipy naukowej

Ekipa Polskiej Akademii Nauk (10 osób): mgr Juliusz Chojnacki — biolog, Akademia Rolnicza, Szczecin; mgr Jerzy Dzik — paleozoolog, Zakład Paleozoologii PAN, Warszawa; dr hab. Krzysztof Jażdżewski — biolog, Uniwersytet Łódzki; Anna Łopatowska — pracownik techniczny, Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN, Warszawa; dr Aleksy Łukowski — biolog, Uniwersytet Warszawski; dr Krzysztof Opaliński — fizjolog-ekolog, Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny k. Warszawy; dr Kazimierz Pęcherzewski — oceanograf, Uniwersytet Gdański; dr hab. Stanisław Rakusa-Suszczewski — fizjolog-ekolog, Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny k. Warszawy; dr Jan Maciej Rembiszewski — ichtiolog, Instytut Zoologii PAN, Warszawa; mgr inż. Witold Wensierski — oceanograf, Stacja Morska PAN, Sopot.

Ekipa Morskiego Instytutu Rybackiego (13 osób): mgr Kazimierz Chłapowski — oceanograf, MIR, Świnouście; mgr inż. Alfred Grelowski — oceanograf, MIR, Gdynia; mgr inż. Janusz Kalinowski — elektronik, MIR, Gdynia; mgr Maciej Krzeptowski — ichtiolog, MIR, Świnouście (statek „Tazar”); Antoni Kurowicki — pracownik techniczny, MIR, Gdynia; mgr Sławomir Kurzyk — programista, MIR, Gdynia; mgr Tomasz Linkowski — ichtiolog, MIR, Gdynia; Tadeusz Matuszak — pracownik techniczny, MIR, Gdynia; mgr Jerzy Porębski — biolog, MIR, Świnouście; mgr inż. Wiesław Stancel — elektronik, MIR, Gdynia; mgr inż. Krzysztof Wierzbicki — elektronik, MIR, Gdynia; mgr Zbigniew Witek — biolog, MIR, Gdynia (statek „Tazar”); dr Norbert Wolnomiejski — biolog, MIR, Świnouście.

5. Zespoły tematyczne realizujące program badań

Biologia kryla: dr hab. K. Jażdżewski (kierownik), dr N. Wolnomiejski, mgr J. Porębski, mgr J. Dzik, mgr Z. Witek.

Oceanografia: mgr inż. A. Grelowski (kierownik), mgr K. Chłapowski, A. Kurowicki, dr K. Peçherzewski, mgr inż. W. Wensierski.

Bioenergetyka: dr hab. S. Rakusa-Suszczewski (kierownik), dr K. Opałiński, dr A. Łukowski, mgr J. Chojnacki, A. Łopatowska.

Hydroakustyka: mgr inż. J. Kalinowski (kierownik), mgr inż. K. Wierzbicki, T. Matuszak.

Ichtiologia: dr J. M. Rembiszewski (kierownik), mgr M. Krzeptowski, mgr T. Linkowski.

Maszyna cyfrowa: mgr inż. W. Stancel (kierownik), mgr S. Kurzyk.

6. Omówienie wykonanych badań

Pierwszym celem wyprawy było znalezienie i złowienie kryla. W trakcie wyprawy zrealizowanie tego celu wymagało naprowadzenia obu statków w rejon występowania kryla w skupieniach. Zwiadem połowowym oba statki objęły pięć rejonów, przy czym we wszystkich tych rejonach prowadzono połowy przemysłowe, w czterech zaś kompleksowe badania środowiskowe.

W czasie trwania ekspedycji (od 29 stycznia do 22 marca 1976 r.) na statku „Profesor Siedlecki” złowiono ok. 200 ton kryla. W tym samym czasie na statku przemysłowym „Tazar” złowiono ok. 400 ton kryla.

Siedem instytutów Polskiej Akademii Nauk i Ministerstwa Rolnictwa w sumie zamówiło ok. 20 ton kryla mrożonego i mączki krylowej dla prowadzenia badań i doświadczeń nad wykorzystaniem go do celów paszowych i spożywczych. Uzyskane wyniki połowów kryla pozwalają ten cel wyprawy uznać za wykonany całkowicie.

Badania zespołu biologii kryla koncentrowały się na kierunku, który można określić jako fenologię oceanograficzną. Przeanalizowano 148 zaciągów przemysłowych w 5 rejonach. Na podstawie analizy struktury populacji *E. superba* i jej biologicznej charakterystyki sądzić można o stanie morza, mając za cel ocenę przemysłową możliwości połowowych w badanym rejonie. Stwierdzono utrzymywanie się młodszej populacji kryla w strefie szelfów i wzniesień oceanicznych. Kryl ten przede wszystkim nadaje się na cele paszowe. Stary, duży kryl występuje w obszarach otwartego morza nad dużymi głębokościami i on przede wszystkim może być wykorzystany w celach spożywczych. Duże skupienia kryla interesujące z punktu widzenia eksploatacji stwierdzono

w rejonie II, III i IV. W badaniach biologicznych szczególną uwagę zwrócono na rytm dobowy procesów odżywiania się kryla, co ma istotne znaczenie przy wykorzystaniu go w celach spożywczych. Zebrano materiały pozwalające uściślić cykl życiowy badanego gatunku, ustalić szereg zależności, jak np. między długością a wzrostem mokrej i suchej masy oraz objętości, wymiarami samic i ich płodnością. Otrzymane parametry dadzą możliwość oceny produkcji i dynamiki liczebności populacji kryla na badanym obszarze. Warto podkreślenia jest zebranie dużej kolekcji fauny i flory oraz materiałów dydaktycznych i muzealnych dla wielu uniwersytetów i innych wyższych uczelni w kraju.

Zadaniem zespołu oceanograficznego było zebranie informacji o warunkach środowiska w obrębie spotykanych skupień kryla i w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Wyniki te pozwalają na określenie spektrów środowiskowych w jakich występują określone struktury wiekowe populacji kryla. W sumie na 72 stacjach hydrologicznych wykonano 4074 analizy otrzymując dane dotyczące temperatury, zasolenia, zawartości tlenu, fosforanów, azotanów, azotynów. Wykonano szereg pomiarów parametrów optycznych w warstwie eufotycznej, w której występuje kryl. Parametry optyczne charakteryzują typ wód, ich pochodzenie i przemieszczanie się. Ilość energii świetlnej jest jednym z głównych czynników decydujących o produkcji fitoplanktonu będącego pokarmem kryla. Pobrano również na 30 stacjach 462 próbki wody na zawartość rozpuszczonej i cząsteczkowej materii organicznej. Materiały te pozwolą na zrozumienie wzajemnych zależności rozmieszczenia kryla i ilości fitoplanktonu.

Badania zespołu bioenergetycznego obejmowały pomiary metabolizmu wczesnych stadiów rozwojowych kryla, form młodocianych i dorosłych. Eksperymenty prowadzono w różnych temperaturach środowiska. Wyniki pozwalają ocenić szereg energetycznych wskaźników populacji oraz ocenić produkcję kryla metodami fizjologicznymi na różnych stadiach rozwoju w cyklu życiowym, dają również podstawę do interpretacji takich zjawisk, ważnych z punktu widzenia eksploatacji, jak powstawanie skupień kryla i ich rozpraszanie się, oraz tolerancji stadiów wiekowych kryla na określone warunki środowiska. Liczne wyniki pomiarów metabolizmu innych zwierząt planktonowych pozwolą ocenić drogi przepływu energii w ekosystemie. Zespół zebrał szereg próbek fauny, które będą poddane szczegółowej analizie chemicznej w kraju. Dużo uwagi poświęcono na zebranie próbek, które pozwolą określić zawartość w krylu insektycydów i metali ciężkich. Analizie poddano również szereg gatunków ptaków i ryb, co pozwoli ustalić drogi przemieszczania się toksycznych związków pochodzenia antropogennego w łańcuchu zależności troficznych kryl — ryby — ptaki.

Zespół hydroakustyczny prowadząc wachty w systemie całodobowym w ciągu 1429 godzin pracy przesondował około 8800 mil morskich. Używano echosondy firmy Simrad EK 120 kHz. Prace hydroakustyczne obejmowały sondaż toni wodnej z jednoczesną integracją echa, naprowadzenie włoka na skupienia i analizy echogramów. Prowadzono istotne dla nauki i techniki połowów badania dobowych migracji kryla. Określono typowe zapisy skupień kryla i głębokości na jakich występuje, nauczono się odróżniać skupienia kryla od skupień innych organizmów planktonowych, np. sprzągli. Integracja echa pozwoliła na określenie gęstości spotykanych skupień. Do poszukiwań kryla rekomenduje się echosondy o wysokiej częstotliwości.

Prace zespołu ichtiologicznego dotyczyły głównie ryb występujących w skupieniach kryla i tworzących wraz z nim charakterystyczny zespół. Stwierdzono tu 25 gatunków ryb, nie mających znaczenia przemysłowego, gdyż były to w większości formy młodociane i larwy prowadzące pelagiczny tryb życia — odżywiające się w tym czasie krylem.

W paru mezopelagicznych zaciągach również nie stwierdzono koncentracji ryb mogących mieć znaczenie przemysłowe, przeważały tu gatunki drobne z rodziny świetlikowatych. W 17 zaciągach włokiem dennym na łowiskach Południowej Georgii stwierdzono koncentracje 2 gatunków ryb z rodziny *Notothenidea* i 3 gatunków z rodziny *Chaenichthyidae*. Najliczniejsza była *Notothenia rossi marmorata*. Analizowano procentowy skład gatunków w połowach, wykonano masowe pomiary długości i masy oraz pobrano otolity i łuskę, co pozwoli ustalić ich tempo wzrostu. Analizowano również przewody pokarmowe.

Zadania zespołu maszyny cyfrowej były bardzo ważną częścią prac, w pewnym sensie zbiorczą i podsumowującą wyniki. Po raz pierwszy wykonano jednolity program pozwalający na wprowadzenie do komputera wszystkich zebranych w czasie trwania wyprawy danych z obserwacji: nawigacyjnych, meteorologicznych, synoptycznych, oceanograficznych, biologicznych, hydroakustycznych, techniki połowów i wyników wydajności połowowych. Bank informacji, określony symbolem DAKRYL, pozwoli na wykorzystanie wyników do analizowania wzajemnych zależności i tworzenia modeli korelacyjnych niezbędnych do prognozowania rejonów powstawania skupień kryla. Zespół wykonał szereg prac, obliczeń i subprogramów potrzebnych przy opracowywaniu szczegółowych wyników szeregu zespołów.

7. Wnioski praktyczne

1) Tworzenie się skupień kryla jest zjawiskiem biologicznym, ujawniającym się na styku mas wodnych różnego pochodzenia, poruszających się względem siebie w płaszczyźnie poziomej lub pionowej. Obszary takie z dużym prawdopodobieństwem można określić na podstawie map hydrologicznych i synoptycznych.

2) Znalezienie skupień kryla o wielkościach nadających się do połowów przemysłowych nie jest trudne. Sygnałem wizualnym występowania kryla może być obecność żerującego ptactwa i wielorybów. Rozpoznanie skupień kryla w toni wodnej jest możliwe przy pomocy echosond — najlepiej o wysokiej częstotliwości (≥ 120 kHz).

3) Skupienia kryla w okresie letnim występują głównie w warstwie wody do głębokości 100 m. W warstwie tej kryl wykazuje słabą tendencję do wędrówek pionowych i łowienie go nie przedstawia trudności technicznych.

S. Rakusa-Suszczewski