

JOANNA KULESZ

Centrum Biologii Morza, Polskiej Akademii Nauk
ul. Św. Wojciecha 5, 81-347 Gdynia
e-mail: asia@cbmpan.gdynia.pl

RYBY ANTARKTYKI

WSTĘP

Antarktydę otacza Ocean Południowy, będący częściami oceanów Indyjskiego, Spokojnego i Atlantyckiego (GORDON i GOLDBERG 1970). Ocean Południowy liczy ponad 35 mln km³ i stanowi około 10% oceanu światowego (LAWS 1985).

Północną granicą Antarktyki jest konwergencja antarktyczna (Antarktyczny Front Polarny), to jest wąski pas, gdzie stykają się powierzchniowe, zimne wody antarktyczne z cieplejszymi wodami strefy subantarktycznej (MACKINTOSH 1946).

Niezmiennność warunków środowiska i izolacja ichtiofauny Oceanu Południowego trwa od 40–65 mln lat, kiedy to nastąpiło oddzielenie Antarktydy od Australii (okres kredy albo wczesnego kenozoiku) (TARGETT 1981).

Polskie badania ichtiologiczne, ale i połowy przemysłowe, prowadzono od 1976 roku głównie w strefie Zachodniej Antarktyki obejmującej: Georgię Południową, Sandwich Południowy, Orkady Południowe, Szetlandy Południowe oraz Półwysep Antarktyczny. Obie te działalności przyczyniły się do dobrego poznania ryb Zachodniej Antarktyki, popularnych również na polskim rynku w latach siedemdziesiątych i początku osiemdziesiątych.

Pierwsze kolekcje ryb łowionych w rejonie Antarktyki opracowali pod względem systematycznym RICHARDSON (1844), GÖNTHER (1880,

1887), BOULENGER (1902, 1907), REGAN (1913, 1914, 1916) i NORMAN (1930, 1935, 1937a, b, 1938).

REGAN (1913, 1914) i NORMAN (1935, 1937a, b, 1938) opisali ponad połowę rodzajów i gatunków antarktycznych oraz przeprowadzili analizę zoogeograficzną dennej fauny ryb. Ichtiofauna zdominowana jest przez endemiczne gatunki, które w tym unikatowym środowisku ulegały znacznym zmianom morfologicznym i fizjologicznym, jako efekt kilkudziesięciu milionów lat adaptacji.

NORMAN (1935, 1937a, b, 1938) opracowując systematykę i zoogeografię ichtiofauny Antarktyki opierał się na materiale nagromadzonym przez ponad 30 różnych ekspedycji antarktycznych (m.in. „Erebus” i „Terror” — 1839–43, „Challenger” — 1872–76, „Belgica” — 1897–99, „Scottia” — 1902–04, „Aurora” — 1911–14) i w dużym stopniu opracowanym przez swoich poprzedników (m.in. RICHARDSONA 1844, DOLLO'A 1904, LÖNNBERGA 1905, VAILLANTA 1906, PAPPENHEIMA 1912, ROULEGO i współaut. 1913; WAITE'A 1916).

Dopiero ćwierć wieku po NORMANIE (1938), który opisał tylko 67 gatunków ryb, ANDRIASHEV (1964, 1965) opracował współczesny przegląd zoogeograficzny ichtiofauny Antarktyki, obejmujący 160 gatunków, należących do 40 rodzin.

CHARAKTERYSTYKA ICHTIOFAUNY ANTARKTYKI

Już pierwsze badania wykazały, że fauna ryb Antarktyki charakteryzuje się niezwykle wysoko rozwiniętym endemizmem, bowiem około 70% rodzajów i 95% gatunków występuje

tylko w Antarktyce. Szczególnie dotyczy to nadrodziny Notothenioidae, wśród których 87% rodzajów i 97% gatunków nie przekracza konwergencji antarktycznej (ANDRIASHEV 1964, 1967).

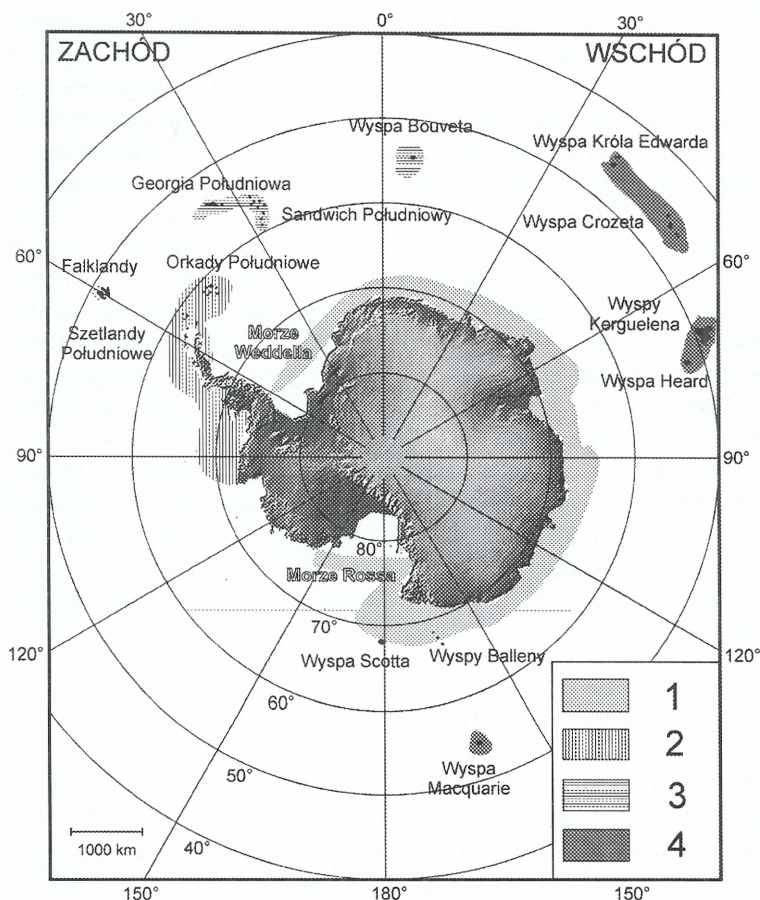
Rodzina Bathydraconidae jest endemiczną w całości. Tylko jeden gatunek z rodziny Channichthyidae, *Chamsocephalus esox*, występuje poza strefą konwergencji antarktycznej w rejonie Patagońsko-Falklandzkim (NORMAN 1937a, DEWITT 1971). Sporadycznie gatunek ten jest spotykany w okolicy Georgii Południowej (DEWITT i współaut. 1976; TARGETT 1981). Badania zawartości żołądka u tego gatunku wykazały, że 90% masy pokarmowej stanowi krył, *Euphausia superba* (TARGETT 1981). Prawdopodobnie ryba ta występuje poza strefą konwergencji antarktycznej i jedynie czasami przepływa w wody Antarktyki w poszukiwaniu pożywienia. Gatunki rodziny Harpagiferidae występują na północ od strefy konwergencji antarktycznej, poza gatunkiem *Harpagifer antarcticus*, który zasiedla rejon Półwyspu Antarktycznego, Orkady Południowe i Sandwich Południowy.

Dość różnicowana pod względem występowania jest rodzina Nototheniidae (GON i HEEMSTRA 1990). Sześć spośród 12 należących do niej rodzajów jest endemicznych dla wód Antarktyki: *Trematomus* z 11 gatunkami, *Pagothenia* z 2 gatunkami, *Aethotaxis*, *Cryothernia*, *Gvozdarus* i *Pleuragramma* z 1 gatunkiem. Pozostałe sześć rodzajów ma tyle samo przedstawicieli w Antarktyce co w Subantarktyce: *Lepidonotothen* z 5 gatunkami, *Gobionotothen* i *Notothenia*

z 3 gatunkami, *Dissostichus* z 2 gatunkami, *Paranotothenia* i *Patagonotothen* z 1 gatunkiem.

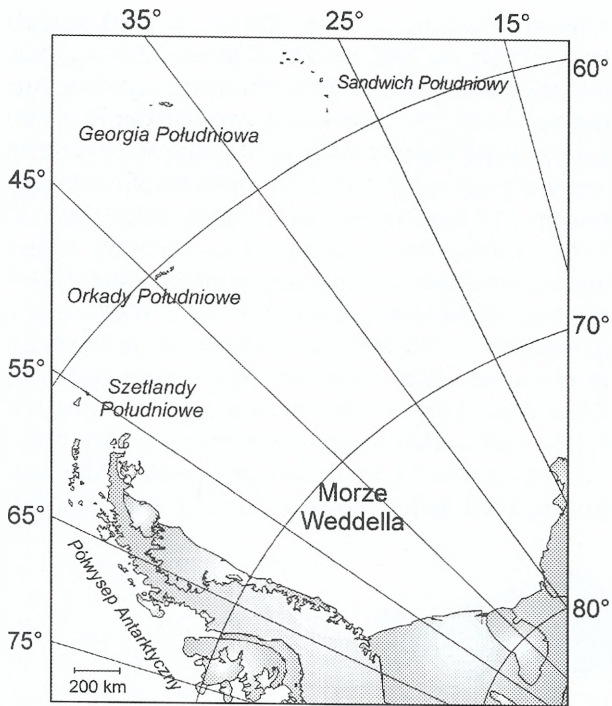
Fakt najwyższej endemiczności rodzin nototeniopodobnych — bogatych w rodzaje i gatunki, od form głębinowych do form związanych z pelagialiem — wskazuje, że są one najstarszym historycznie składnikiem ichtiofauny Antarktyki (JAKUBOWSKI 1971). Potwierdzają to badania paleontologiczne (WOODWARD 1908). Znaleziona na wyspie Seymour szczątka ryb, ich kości i fragmenty z eocenu należały do rodziny Nototheniidae. Podobnie szczątka znalezione w Nowej Zelandii pochodzące z miocenu zaliczono do rodzaju *Notothenia* (STINTON 1957).

ANDRIASHEV (1965) podzielił Antarktydę na dwa subregiony, uwzględniając zoogeograficzne rozmieszczenie poszczególnych gatunków ryb i ich regionalny endemizm (Ryc. 1). Pierwszy Glacialny Subregion obejmuje wody przybrzeżne Kontynentu Antarktyki, sąsiadujące z nimi wyspy Morza Scotia wliczając w to Georgię Południową i wyspę Bouveta, i drugi Subregion Wysp Kerguelena z wieloma specyficznymi dla tego rejonu gatunkami ryb. Dodatkowo pierwszy subregion podzielił na Kontynentalną Prowincję, w tym Wschodnią Antarktydę obejmującą wody szelfowe kontynentu z wieloma cyrkumantarktycznymi gatunkami ryb i Zachodnią (Ryc. 2) z gatunkami typowymi dla wód



Ryc. 1. Podział rejonu Antarktyki na podstawie występowania ryb według ANDRIASHEVA (1965) i KOCKA (1985). Terminologia według ANDRIASHEVA (1965).

1, 2 i 3 — Glacialny Subregion (Kontynentalna Prowincja: 1 — Wschodni Antarktyczny Obszar i 2 — Zachodni Antarktyczny Obszar, oraz 3 — Prowincja Georgii Południowej), 4 — Subregion Wysp Kerguelena.



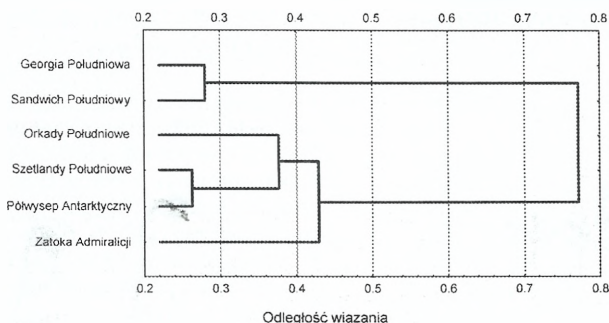
Ryc. 2. Rejon Zachodniej Antarktyki.

Półwyspu Antarktycznego, Szetlandów Południowych i Orkadów Południowych, i odrębną Prowincję Georgii Południowej, w której skład wchodzi Georgia Południowa, Sandwich Południowy i wyspa Bouveta z gatunkami ryb endemicznymi dla tego rejonu. Drugi Subregion Wysp Kerguelena obejmuje gatunki ryb charakterystyczne dla obszarów Marion-Crozet i Kerguelen-Heard oraz dla Prowincji Macquarie. Podział ANDRIASHEVA potwierdziła analiza pokrewieństw faunistycznych oparta na rozmieszczeniu endemicznych gatunków ryb w rejonach Zachodniej Antarktyki (Ryc. 3).

Już w 1954 roku zoolog RUUD zaobserwował brak erytrocytów i hemoglobiny we krwi ryb z rodziny Channichthyidae, żyjących w rejonie Georgii Południowej. Nieco później okazało się, że jest to cecha charakterystyczna dla wszystkich gatunków tej rodziny. RUUD (1954) ustalił, że ryby te mają krew prawie przezroczystą, brak w niej jakiegokolwiek pigmentu oddechowego, brak erytrocytów; osad leukocytów sta-

nowi około 1% objętości krwi, a zawartości żelaza we krwi jest 20-krotnie mniej niż u innych ryb. Skutkiem zaniku erytrocytów i hemoglobiny u ryb białokrwistych jest również 10-krotnie zmniejszona pojemność tlenowa w porównaniu do bliskospokrewnionych z nimi ryb z rodziny Nototheniidae. MARTSINKEVICH (1958, 1961) badając składniki morfometryczne krwi ryb białokrwistych, stwierdził obecność niewielkiej liczby erytrocytów, lecz nietypowych, słabo oksydoofilnych w porównaniu z erytrocytami, jakie występują u innych gatunków ryb. Zauważono też, że gatunki rodziny Nototheniidae przebywające stale w wodach Antarktydy mają zwykle 0.4–0.8 mln erytrocytów w 1 mm³ krwi, podczas gdy norma dla ryb kostnoszkieletowych z innych rejonów świata wynosi 1–2 mln. Ogólnie zauważono tendencję do redukcji erytrocytów i zawartości hemoglobiny we krwi ryb w miarę przechodzenia od strefy umiarkowanej do zimnych wód antarktycznych, która osiąga to stan skrajny u przedstawicieli rodziny Channichthyidae. Ryby białokrwiste mają duże serce i duże przekroje naczyń głównych i obwodowych, mają tym samym więcej krwi niż inne ryby (RUUD 1954, 1965; WALVING 1960). Mają one również bardziej korzystny stosunek powierzchni ciała do jej masy, dzięki niezwykłym proporcjom ciała (duża głowa, obszerne płetwy). U ryb białokrwistych nie zachodzi proces aktywnego wychwytywania tlenu z wody przez hemoglobinę krwi i w tej sytuacji każda powierzchnia ciała stykająca się z wodą, będąc odpowiednio dobrze unaczynioną, może równie dobrze spełniać funkcje oddechowe. Jest to możliwe w wodach Antarktyki dzięki dobremu natlenieniu wody (70–90%).

Niska temperatura wody od -1.91°C do $+5^{\circ}\text{C}$ nie wydaje się stwarzać problemów dla ryb morskich, natomiast obecność lodu jest ekologiczną przeszkodą wymagającą nowych, fizjologicznych przystosowań. Istnieje szczególnie dużo niebezpieczeństwo zamarznięcia w Zatoce Mc Murdo, gdzie temperatura kolumny wody pozostaje blisko punktu zamarzania (-1.91°C), a woda zawiera małe kryształki lodu oraz występuje gruby lód na powierzchni i na dnie na

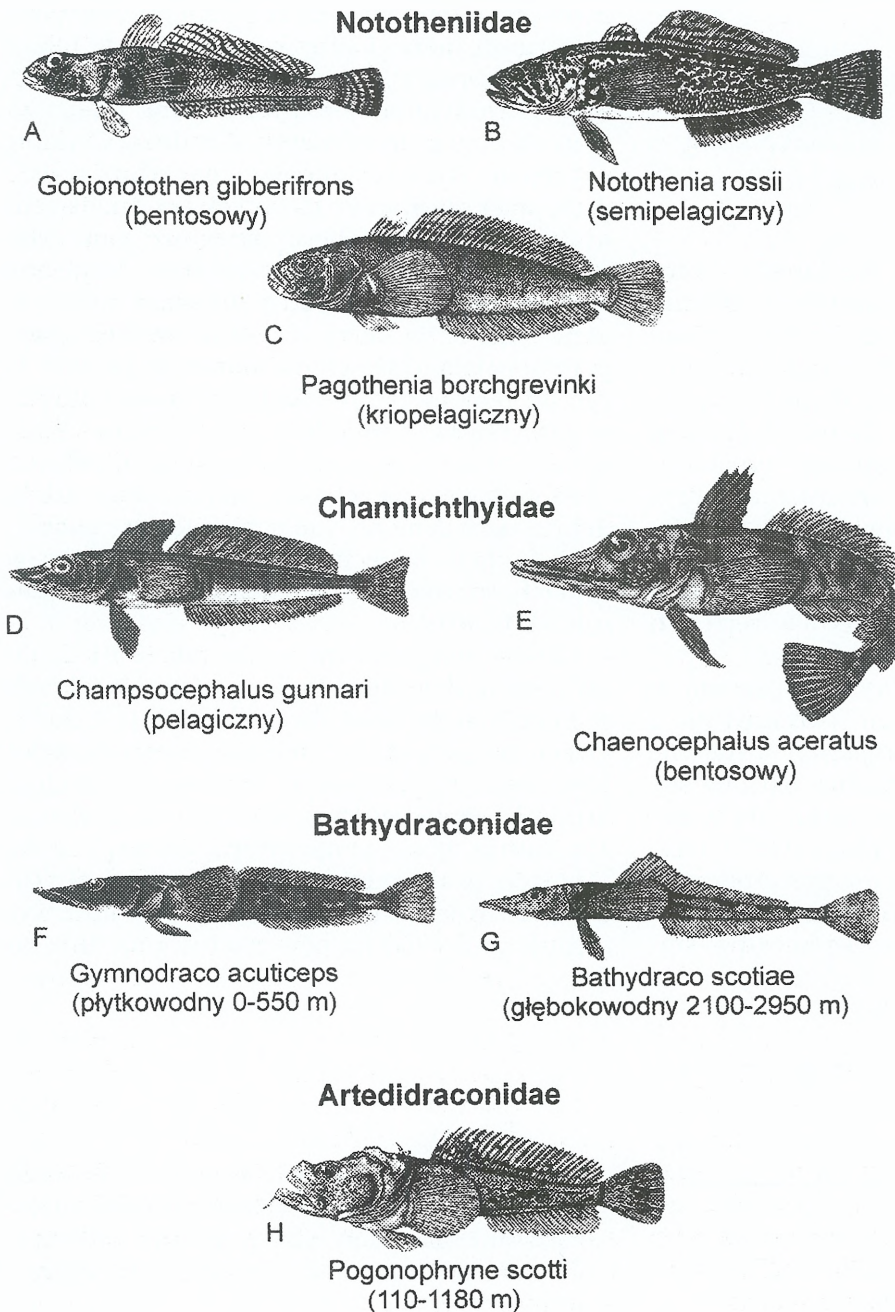


Ryc. 3. Dendrogram podobieństw faunistycznych subregionów Antarktyki Zachodniej oparty na występowaniu gatunków ryb endemicznych dla Oceanu Południowego (GON i HEEMSTRA 1990, SKÓRA i NEYELOV 1992).

głębokości 30 m. Niezbędne dla wielu ryb żyjących w wodzie o temperaturach ujemnych było wykształcenie glikopeptydów, substancji zapobiegających zamarzaniu ich płynów ustrojowych. Do gatunków kriopelagicznych, które mają zwiększony poziom substancji chroniących je przed zamrażaniem, mniejszą pływalność w porównaniu do gatunków bentosowych, zwiększony poziom aktywności i zapotrzebowania na tlen (WELLS 1987) należą żyjące w warstwie podlodowej *Pagothenia borchgrevinki* (Ryc. 4) i *P. brachysoma* z rodziny Nototheniidae (ANDRIASHEV 1968, 1970).

Ichtyofauna Krainy Antarktycznej, pomimo odkrywania coraz większej liczby nowych gatunków ryb jest mniej różnorodna niż w innych

rejonach świata. Z około 22 tys. gatunków ryb należących do 445 rodzin (Nelson 1984) zanotowanych na świecie gatunki antarktyczne stanowią około 1%. W wodach Antarktyki przeważają gatunki bentosowe występujące przy dnie oceanu stanowiące 63,2% całej ichtyofauny tego rejonu (174 gatunki) (BALUSHKIN 1990, 1991; GON i HEEMSTRA 1990; EASTMAN 1993). Mniej jest gatunków mezopelagicznych, występujących na głębokości pomiędzy 200 i 1000 m (71 gatunków — 26.1%). Gatunki bentopelagiczne występujące przy dnie na większych głębokościach, poza szelfem kontynentalnym, stanowią 5.9% (16 gatunków). Gatunki epipelagiczne/pelagiczne i epibentosowe, zasiedlające kolumny wód kilka metrów od dna stanowią po



Ryc. 4. Ryby głównych rodzin antarktycznych:

(A) *G. gibberifrons* i (B) *N. rossii* (rysunki D. P. Voorvelta według DEWITTA i współaut. 1990), (C) *P. borchgrevinki* (według BOULENGERA 1902), (D) *Ch. gunnari*, (E) *Ch. aceratus* i (G) *B. scotiae* (według REGANA 1913), (F) *G. acuticeps* i (H) *P. scotti* (według REGANA 1914).

2,2% (po 6 gatunków). Znany jest jeden gatunek abysosopelagiczny (0,4%), zaś gatunków batypelagicznych dotąd nie stwierdzono. Wiele gatunków ryb antarktycznych ma larwy pelagiczne, które w miarę dojrzewania przechodzą do przydennej trybu życia (EASTMAN 1993).

Interesująco przedstawia się rozmieszczenie pionowe ryb w rejonie szelfu. Największym bogactwem gatunkowym charakteryzują się głębokości od 200–300 do 500–600 m (ANDRIASHEV 1964, 1965, 1987; DEWITT 1971). Powyżej i poniżej tej głębokości liczba występujących gatunków ryb maleje. Najbardziej różnorodną fauną ryb rdzennie antarktycznych charakteryzuje się platforma antarktyczna. Szelf jest tu o 200–300 m głębszy niż w innych rejonach świata; za dolną granicę szelfu antarktycznego uważa się głębokość 500–600 m, przy czym średnia głębokość szelfu wynosi 400–500 m (ANDRIASHEV 1965, 1987; DEWITT 1971).

Najlepiej poznany jest skład i rozmieszczenie fauny ryb dennych, związanych z szelfem (ANDRIASHEV 1986, TARGETT 1981, FISCHER i HUREAU 1985, SOSIŃSKI i SKÓRA 1985, SKÓRA 1988b, TIEDTKE i KOCK 1989, EKAU 1990, GON i HEEMSTRA 1990). W wodach szelfowych spotykamy między innymi rodzinę Bathydraconidae z 15 gatunkami, Rajidae z 7 gatunkami, Harpagiferidae z 6 gatunkami, Achiropsettidae z 5 gatunkami, Muraenolepididae z 4 gatunkami, Congiopodidae z 1 gatunkiem. Wśród 15 gatunków rodziny Channichthyidae większość to gatunki bentosowe, są też gatunki pelagiczne lub semipelagiczne odżywiające się w kolumnie wody (EASTMAN 1993). Należą do nich *Cryodraco antarcticus* (REGAN 1913), *Champscephalus gunnari* (Ryc. 4) (NYBELIN 1947, OLSEN 1955) oraz *Pseudochaenichthys georgianus* (EASTMAN 1993), które odżywiają się krylem i rybami jak pelagiczne lub semipelagiczne gatunki. Większość gatunków rodziny Nototheniidae również związana jest z szelfem, są także mniej licznie gatunki pelagiczne i kilka kriopelagicznych. Do gatunków pelagicznych należą *Pleurogramma antarcticum* i *Aethotaxis mitopteryx*. Gatunek *Cryothernia peninsulae* występujący na głębokości 50–400 m u zachodnich wybrzeży Półwyspu Antarktycznego jest pelagiczny albo epibentosowy (występujący kilka metrów nad dnem) (DANIELS 1981). Zawartość żołądka *Gvozdarus svetovidovi* (kryl) może wskazywać, że jest to gatunek pelagiczny ale, jak wykazały polskie badania, kryl będąc gatunkiem pelagicznym, potrafi występować blisko dna na dużych głębokościach, dlatego też zawartość żołądka nie może być wystarczającym dowodem do określenia strefy występowania. Rzadko notowana w połowach dennych *Paranotothenia magellanica*,

występująca na głębokości od 0–255 m, prawdopodobnie jest również gatunkiem pelagicznym. Dwa gatunki należące do omawianej rodziny *Pagothenia borchgrevinki* i *Pagothenia brachysoma* (Ryc. 4) są kriopelagiczne (ANDRIASHEV 1968, 1970). Pozostałych 25 gatunków należących do rodziny Nototheniidae związanych jest ze strefą przydenną.

Z liczącej 32 gatunki rodziny Liparididae, *Paraliparis incognita* występujący na głębokości mniejszej niż 560 m, jest prawdopodobnie pelagiczny. Gatunki *Genioliparis lindbergi* i *Paraliparis eltanini* są pelagiczne albo bentopelagiczne. Pozostałych 19 gatunków należących do rodziny Liparididae, to gatunki denne.

Wśród 22 gatunków należących do rodziny Zoarcidae aż 17 jest związanych ze strefą przydenną, a 5 to gatunki pelagiczne, do których należy rodzaj *Lycodapus* z 2 gatunkami (*L. antarcticus* i *L. pachysoma*) i *Melanostigma* z 3 gatunkami (*M. bathium*, *M. gelatinosum* i *M. vitiazii*). Z wyjątkiem rodziny Myctophidae słabo poznana jest różnorodność i ekologia innych mezopelagicznych rodzin takich, jak między innymi Alepocephalidae, Bathylagidae, Gonostomatidae, Stomiidae, które występują na głębokości między 200 i 4000 m (między meso- a batypelagialem) (HUREAU 1994). Niewiele również wiadomo o rybach głębokowodnych.

W wodach Antarktyki są również gatunki semipelagiczne, które przechodzą ewolucyjną adaptację do życia pelagicznego (EASTMAN 1993). Są one ekologicznie plastyczne, a ich połączenie ze środowiskiem pelagicznym wynika ze sposobu odżywiania. Żerują równie dobrze na dnie, jak i w kolumnie wody. Należą do nich *Cryothernia peninsulae*, *Lepidonotothen larseni*, *Notothenia coriiceps*, *N. rossii* (Ryc. 4), *Paranotothenia magellanica*, *Patagonotothen guntheri* i *Trematomus newnesi*.

Występowanie poszczególnych gatunków w danym środowisku nie zawsze jest wytłumaczalne. Wiele jest gatunków pelagicznych, które trafiają się w połowach dennych. Są też gatunki plastyczne o szerokim zakresie głębokości występowania, które równie dobrze odżywiają się na dnie, jak i w kolumnie wody. To powoduje, że niektóre gatunki podawane są przez różnych autorów z odmiennych habitatów.

Większość gatunków ryb spotykanych w wodach Antarktyki (około 60%) ma od 10 do 40 cm całkowitej długości. Do najmniejszych ryb łowionych w wodach Antarktyki należy gatunek *Argyropelecus hemigymnus* z rodziny Sternoptychidae, dochodzący maksymalnie do 2,8 cm — samce i 3,9 cm — samice. Gatunek ten występuje na granicy konwergencji antarktycznej, w rejonie Falklandów i w wodach cie-

plejszych. Wśród mniejszych ryb łowionych w wodach Antarktyki jest również *Protomyctophum tenisoni* z pelagicznej rodziny Myctophidae osiągający maksymalnie 5.4 cm. Gatunek ten występuje w rejonie wysp Georgii Południowej, Sandwichu Południowego, Szetlandów Południowych i w wodach subantarktycznych. Inny gatunek, *Helcogrammoides antarcticus*, należący do rodziny Tripterygiidae, znany tylko z rejonu Półwyspu Antarktycznego, osiąga maksymalną długość 5.9 cm. Do największych ryb spotykanych w wodach Antarktyki należy rekin *Lamna nasus* z rodziny Lamnidae, osiągający około 3 m. Spotykany jest on w rejonie Georgii Południowej, w wodach subantarktycznych i w wodach tropikalnych. Do gatunków większych należy również *Dissostichus eleginoides* z rodziny Nototheniidae, osiągający około 215 cm. Występuje on w południowo-zachodniej części Atlantyku (rejon od Patagonii do Georgii Południowej) i w rejonie subantarktycznym Oceanu Indyjskiego. Do gatunków związanych z wodami Antarktyki (endemicznych) należy *Dissostichus mawsoni*, którego maksymalne odnotowane do tej pory wymiary wynosiły: 175 cm długości i 80 kg wagi (YUKHOV 1971).

We wczesnych latach 70-tych rodzina Nototheniidae podzielona była na 6 rodzajów (*Aethotaxis*, *Dissostichus*, *Notothenia*, *Pagothenia*, *Pleuragramma* i *Trematomus*) (DEWITT 1962, 1964; ANDRIASHEV i JAKUBOWSKI 1971). Po rewizji systematyki rodzaj *Notothenia* dodatkowo podzielono na 4 rodzaje (*Gobionotothen*, *Lepidonotothen*, *Paranotothenia* i *Patagonotothen*) (DEWITT i współaut. 1990). Opisano dwa nowe

rodzaje *Gvozdarus* i *Cryothernia* należące do rodziny Nototheniidae (DANIELS 1981). Rodzina Harpagiferidae rozdzielona została na dwie rodziny. Cztery rodzaje włączono do rodziny Artedidraconidae, a 1 rodzaj *Harpagifer* został w rodzinie Harpagiferidae.

SOSIŃSKI i SKÓRA (1985), opierając się na opracowaniach REGANA (1913, 1914, 1916), NORMANA (1930, 1935, 1937a, b, 1938), ANDRIASHEVA (1964, 1965) i na obserwacjach własnych, wydali przewodnik ryb Antarktyki obejmujący 38 najpospolitszych gatunków. W tym samym roku opracowano poszerzony o nowe gatunki spis ichtiofauny i ssaków morskich rejonu Antarktyki (220 gatunków), przy udziale Komisji Konwencji o Ochronie Żywych Zasobów Antarktyki (CCAMLR) (FISCHER i HUREAU 1985). Rewizja HENSLEYA (1986) przeniosła gatunki umieszczone przez SOSIŃSKIEGO i SKÓRĘ (1985) oraz FISCHERA i HUREAU (1985) w rodzinie Bothidae do rodziny Achiropsettidae. *Notothenia nybelini* i *Notothenia larseni* podawane przez SOSIŃSKIEGO i SKÓRĘ (1985) jako dwa odrębne gatunki zostały zaklasyfikowane przez GONA i HEEMSTRĘ (1990) jako jeden gatunek *Lepidonotothen larseni*. Najnowszy spis ichtiofauny Antarktyki uwzględniający biologię i rozmieszczenie zoogeograficzne ryb tego rejonu obejmuje 272 gatunki należące do 49 rodzin (GON i HEEMSTRA 1990). Do tego spisu należy obecnie włączyć jeszcze dwa nowe gatunki opisane przez BALUSHKINA (1990, 1991) i jeden opisany przez SKÓRĘ (1995); stanowi to łącznie 275 gatunków stwierdzonych w wodach Oceanu Południowego.

POLSKI WKŁAD W BADANIA ICHTIOFAUNY W ANTARKTYCE

Zainteresowanie polskich ichtiologów skoncentrowane było na rybach głównie Zachodniej Antarktyki obejmującej rejon Morza Scotia (rejon Georgii Południowej, Orkadów Południowych i Szetlandów Południowych) i Półwyspu Antarktycznego (Ryc. 2) (LINKOWSKI i REMBISZEWSKI 1978, REMBISZEWSKI i współaut. 1978, LINKOWSKI i ŻUKOWSKI 1980, MUCHA 1980, 1984, RAKUSA-SUSZCZEWSKI i ŻUKOWSKI 1980, REMBISZEWSKI 1980, REMBISZEWSKI i ZIELIŃSKI 1980, SKÓRA 1980, 1988a, b, 1995 ŻUKOWSKI 1980, CHOJNACKI i PALCZEWSKI 1981, DREWA i JACKOWSKA 1981, ŚMIAŁOWSKA i KILARSKI 1981, ŚLÓSARCZYK i REMBISZEWSKI 1982, LINKOWSKI i współaut. 1983, SKÓRA i SOSIŃSKI 1983, ŚLÓSARCZYK i współaut. 1984, ŚLÓSARCZYK i CIELNIA-SZEK 1985, KREFT i SZYNAKA 1987, MUCHA i ŚLÓSARCZYK 1988, SKÓRA 1988a, b, SKÓRA i NEYELOV 1992, SAPOTA 1993, SOSIŃSKI i PACIOR-

KOWSKI 1993, KOMPOWSKI i ROJAS 1994, KULESZ 1994, KULESZ i ZADRÓŻNY 1996, ZADRÓŻNY 1996).

Prace prowadzone w tym rejonie miały na celu ustalenie składu gatunkowego, biologii i stanu populacji głównie gatunków ryb poławianych przemysłowo.

W wodach Zachodniej Antarktyki największą liczbę gatunków (104 z 20 rodzin) stwierdzono w rejonie Szetlandów Południowych (FISCHER i HUREAU 1985, SKÓRA 1988a, b, 1995, TIEDTKE i KOCK 1989, GON i HEEMSTRA 1990, SKÓRA i NEYELOV 1992). Nieco mniej gatunków (91), ale więcej rodzin (29) było w rejonie Georgii Południowej (LINKOWSKI i REMBISZEWSKI 1978, FISCHER i HUREAU 1985, GON i HEEMSTRA 1990, NORTH i MURRAY 1992). W rejonie Orkadów Południowych i Półwyspu Antarktycznego stwierdzono 74 i 71 gatunków należących od-

powiednio do 18 i 19 rodzin (FISCHER i HUREAU 1985, SINGUE i współaut. 1986, KELLERMANN 1989, GON i HEEMSTRA 1990, KELLERMANN i SCHADWINKEL 1991, LOEB 1991, MORALES-NIN i współaut. 1995). Znacznie mniej gatunków (44) należących do 17 rodzin stwierdzono w rejonie Sandwich Południowych (REMBISZEWSKI i współaut. 1978; TARGETT 1981, FISCHER i HUREAU 1985, GON i HEEMSTRA 1990). W rejonie Falklandów występuje już subantarktyczna ichtiofauna (EASTMAN 1993); nie ma typowych antarktycznych gatunków takich, jak na przykład gatunki rodzaju *Trematomus*, występują tu natomiast inne gatunki charakterystyczne dla Falklandów, między innymi gatunki rodzaju *Patagonotothen* (GON i HEEMSTRA 1990).

Po założeniu w 1977 roku Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego w rejonie Zatoki Admiralicji (Zachodnia Antarktyka) badaniami ichtiologicznymi objęto również ten rejon (LINKOWSKI i ŻUKOWSKI 1980, RAKUSA-SUSCZEWSKI i ŻUKOWSKI 1980, ŻUKOWSKI 1980, DREWA i JACKOWSKA 1981, ŚMIAŁOWSKA i KILARSKI 1981, LINKOWSKI i współaut. 1983, SKÓRA 1992, SKÓRA i NEYELOV 1992, SAPOTA 1993, KULESZ 1994, SKÓRA 1995, KULESZ i ZADRÓŻNY 1996, ZADRÓŻNY 1996). Wykonane prace dotyczyły biologii, fizjologii i anatomii ryb.

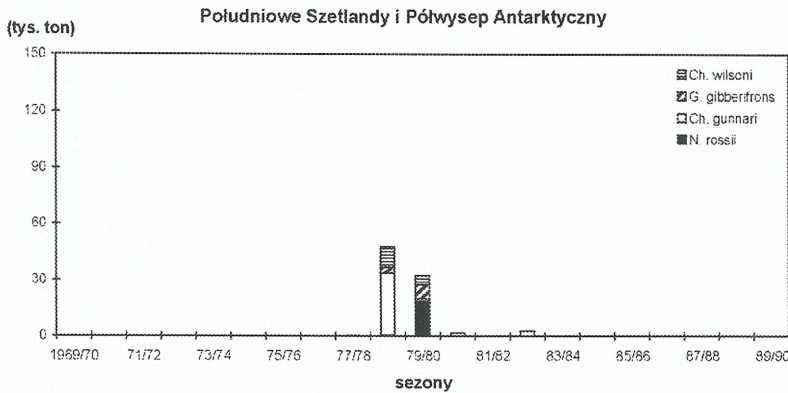
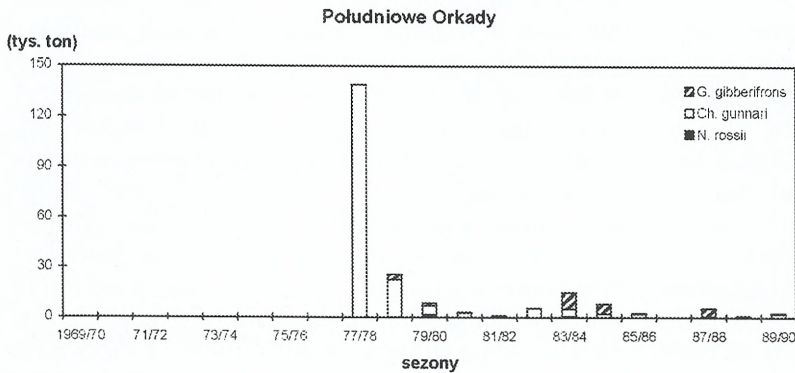
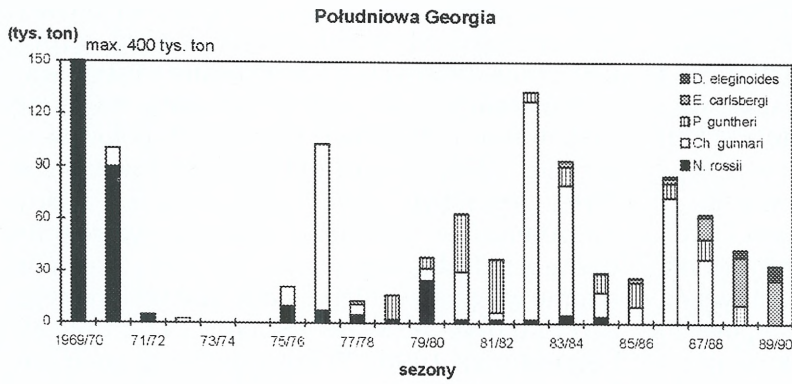
Wieloletnie badania wokół Szetlandów Południowych dają możliwość porównania ichtiofauny szelfu z ichtiofauną fiordu jakim jest Zatoka Admiralicji. Spośród 104 gatunków należących do 20 rodzin stwierdzonych na szelfie Południowych Szetlandów we fiordzie Zatoki Admiralicji wystąpiło 39 gatunków należących do 10 rodzin (ŻUKOWSKI 1980, SKÓRA 1992, 1995, SKÓRA i NEYELOV 1992, KULESZ 1994, ZADRÓŻNY 1996). Gatunki ryb, które dominują wśród starszych stadiów rozwojowych zasiedlających ten fiord nie są tymi, które przeważają w ichtioplanktonie Zatoki Admiralicji. Zatoka jest dla wielu z nich tylko miejscem czasowego bytowania pomiędzy fazą życia pelagiczną i demersalną (LINKOWSKI i ŻUKOWSKI 1980, KULESZ 1994). Z 39 gatunków ryb łowionych w Zatoce Admiralicji tylko 20 występowało w stadiach larwalnych, postlarwalnych i juwenilnych w ichtioplanktonie (SKÓRA 1992). Najliczniej reprezentowanymi wśród wczesnych stadiów rozwoju w Zatoce Admiralicji były gatunki: *Lepidonotothen kempi*, *Lepidonotothen nudifrons*, *Notothenia nybelini*, *Pleuragramma antarcticum* i *Trematomus hansonii* z rodziny Nototheniidae, z rodziny Harpagiferidae: *Harpagifer anatarcticus*, a z rodziny Bathydraconidae: *Parachaenichthys charcoti*. Młociące stadia z rodzin Channichthyidae i Myctophidae występowały we fiordzie bardzo rzadko.

Pod koniec lat 60-tych rozpoczęto połowy przemysłowe ryb w Antarktyce. Wśród gatunków antarktycznych tylko nieliczne występowały masowo nadając się do połowów na skalę przemysłową. W okresie pierwszych połowów w sezonie 1969/70 gatunkiem występującym w dużej ilości była *Notothenia rossii* z rodziny Nototheniidae. Złowiono wówczas w rejonie Georgii Południowej około 400 tys. ton, a w rejonie wyspy Kergulena około 200 tys. ton tego gatunku (Ryc. 5) (SCAR /SCOR/ 1979; HUREAU i ŚLÓSARCZYK 1990). W kolejnych sezonach połowy *N. rossii* zdecydowanie obniżyły się na korzyść nowego gatunku *Champscephalus gunnari* z rodziny Channichthyidae, którego połowy w połowie lat 70-tych zrównały się z połowami *N. rossii*, a w kolejnych sezonach przewyższyły je. W rejonie Georgii Południowej pod koniec lat 70-tych skład gatunków połowowych ulegał dalszym zmianom. Do gatunków poławianych przemysłowo w rejonie Georgii Południowej wszedł między innymi *Patagonotothen guntheri* z rodziny Nototheniidae, a w latach 80-tych dołączyły między innymi *Dissostichus eleginoides* z rodziny Nototheniidae i *Electrona carlsbergi* z rodziny Myctophidae, które stopniowo wyparły wcześniej dominujące gatunki (*N. rossii* i *Ch. gunnari*).

W ciągu całego okresu 1969/70–1989/90 w połowach w rejonie Georgii Południowej największe znaczenie przemysłowe miały rodziny Nototheniidae, głównie ze względu na początkowo wysokie połowy *N. rossii*, a później *P. guntheri* oraz Channichthyidae ze względu na połowy *Ch. gunnari* (Ryc. 6) (ANONYMOUS 1988, 1990a, b).

W sezonie 1977–78 rozszerzono połowy o rejon Orkadów Południowych (HUREAU i DUHAMEL 1980; ŚLÓSARCZYK i współaut. 1985). W pierwszym sezonie połowowym najwięcej złowiono *Ch. gunnari*, a w kolejnych sezonach połowy tego gatunku zdecydowanie obniżyły się. W skład gatunków połowowych w sezonie 1978/79 wszedł *Gobionotothen gibberifrons* (Ryc. 4), który w latach 80-tych przewyższył połowy wcześniej wspomnianego *Ch. gunnari* (ANONYMOUS 1990a, b). W mniejszej ilości łowiona była także *N. rossii*, której połowy w ciągu całego sezonu 1969/70–1989/90 nie przekroczyły 5 tys. ton.

W 1978–79 rozpoczęto połowy również w rejonie Szetlandów Południowych i wyspy Joinville (SOSIŃSKI i SKÓRA 1979, BECH 1082). W połowach były między innymi *Ch. gunnari*, *Ch. wilsoni*, *N. rossii*, *G. gibberifrons* i *Patagonotothen guntheri*, przy czym w zależności od sezonu zmieniał się skład gatunków dominujących. W sezonie 1978/79, kiedy połowy były największe



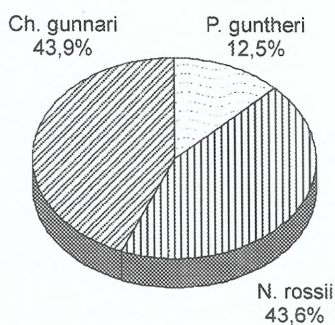
Ryc. 5. Wielkość połowów przemysłowych głównych gatunków ryb w ciągu sezonów 1969/70–1989/90 w rejonie trzech łowisk Zachodniej Antarktyki (ANONYMOUS 1990a, b).

i wynosiły około 50 tys. ton, gatunkiem dominującym był *Ch. gunnari*, mniej było *Ch. wilsoni* i *G. gibberifrons* oraz *N. rossii* (ANONYMOUS 1990a, b). Natomiast w kolejnym sezonie gatunkiem dominującym była *N. rossii*, mniej było *G. gibberifrons* i *Ch. wilsoni*, a najmniejszą ilość stanowił dominujący w poprzednim sezonie *Ch. gunnari*. W latach 80-tych *Ch. gunnari* był nadal gatunkiem łowionym na skalę przemysłową; obok niego pojawiła się łowiona w mniejszych ilościach nowa grupa ryb: pelagiczne Myctophidae oraz Rajidae (ANONYMOUS 1990a, b). W sezonie 1987–88 całkowita liczba złowionych ryb w Oceanie Południowym wynosiła 88 tys. ton (83 tys. ton złowił były Związek Radziecki, a 5 tys. ton pięć innych krajów w tym Polska, była Republika Demokratyczna Nie-

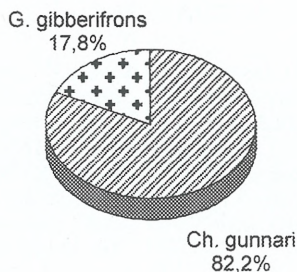
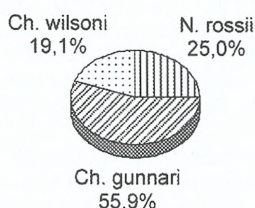
miec, Francja, Wielka Brytania i Stany Zjednoczone).

Corocznie przeprowadza się ocenę i prognozę zasobów ryb w wodach Południowego Oceanu. Zakazy i limity połowowe pozwalające na odnowienie stada wprowadzane są dla wielu gatunków ryb, jeśli ocena wskazuje na taką konieczność. Pod koniec lat 80-tych w rejonie Georgii Południowej stan zasobów uznano jako słaby (CIELNIAZSEK i SOSIŃSKI 1992). Dla *Ch. gunnari* i *D. eleginoides* ustalano corocznie limity odłowów i okresy połowów. W sezonie 1989–90 limit wynosił dla *Ch. gunnari* 8 tys. ton i został wykorzystany w całości. Wyniki badań przeprowadzonych w rejonie szelfu Georgii Południowej w styczniu 1991 roku wykazały znaczny spadek biomasy *Ch. gunnari*. W 1992 roku

Georgia Południowa



Orkady Południowe

Szetlandy Południowe
i Półwysep Antarktyczny

Ryc. 6. Całkowity procentowy udział biomasy najważniejszych gatunków przemysłowych w ciągu sezonów 1969/70–1989/90 w rejonie trzech głównych łowisk. Proporcje kół odzwierciedlają różnice w wielkościach połowów (ANONYMOUS 1988, 1990a, b).

został wprowadzony przez CCAMLR zakaz połowów tego gatunku. Przeprowadzone wówczas ponowne badania *Ch. gunnari* wykazały dwukrotny wzrost biomasy tego gatunku w stosunku do poprzedniego sezonu.

W związku z dużą ilością połowów i rozszerzaniem miejsc połowowych stało się konieczne możliwie szybkie przeprowadzenie badań dotyczących biologii intensywnie poławianych gatunków oraz podjęcie kontroli ich zasobów. Prace w tym zakresie podjął Naukowy Komitet Badań Antarktydy (SCAR), Naukowy Komitet Badań Oceanicznych (SCOR), Światowa Organizacja do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa przy ONZ (FAO) oraz Komisja Konwencji o Ochronie Żywych Zasobów Antarktyki (CCAMLR), którą Polska podpisała i ratyfikowała. Międzynarodo-

wy Program Badań Żywych Zasobów Antarktyki — „BIOMASS” Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks opracowany w 1976 roku, oprócz badań poświęconych zasobom kryla, jako potencjalnego źródła białka i kluczowego organizmu ekosystemu Antarktyki, przewidywał też wszechstronne badania ichtyofauny Antarktyki. Polscy naukowcy aktywnie włączyli się w te badania, biorąc udział w wielu rejsach badawczych i publikując liczne prace ichtiologiczne, które zostały zestawione w bibliografii opracowanej przez KULESZ I KOMPOWSKIEGO (1997). W efekcie tych intensywnych badań nasza znajomość fauny ryb antarktycznych uległa daleko idącej rewizji i uzupełnieniom, do czego realnie przyczyniły się prace polskich naukowców.

FISHES OF ANTARCTIC AREA

Summary

In Antarctic waters 275 fish species have been identified. In West Antarctic waters the largest number of species (104) belonging to 20 families was noted off the South Shetlands. The highest number of Antarctic fish species occurs at the depths of 200–300 m and 500–600 m. Among Antarctic fishes benthic species dominate (63,2%). The majority of Antarctic fish (about 60%) are 10–40 cm long. In the terms of biomass Antarctic ichthyofauna is dominated by *N. rossii*, *Ch. gunnari*, *G. gibberifrons*, *P. georgianus* and *Ch. wilsoni*. Already early investigations have revealed that Antarctic fish fauna is featured by a highly developed endemism; about 70% of genera and 95% of species are endemic. The West Antarctic region has been divided into

two areas using mathematical method of cluster analysis and basing on zoogeographic distribution of endemic fish species. The first area is South Georgia together with South Sandwich and the second one — South Orkney and South Shetlands together with Antarctic Peninsula. This division is similar to the earlier one given by ANDRIASHEV (1965, 1987). Ichthyofauna of Admiralty Bay has been thoroughly studied by Polish biologists. Among species found on the shelf of South Shetlands 39 species of 10 families occurred in the Admiralty Bay fiord. Fish species which dominate in the ichthyoplankton of the fiord are not the same that dominate older developmental stages occurring in the fiord. Admiralty Bay is a temporary habitat for many fishes

between pelagic and demersal phases of their life cycles (ex. *N. rossii* and *G. gibberifrons*). Such species like *H. antarcti-*

cus, *L. nudifrons* and *T. newnesi* complete their life cycles in the Admiralty Bay.

LITERATURA

- ANDRIASHEV A. P., 1964. *Obzor fauny ryb Antarktyki. Issled. Fauni Morei 2 (10), Rez. Issled. Sov. Antarkt. Eksped. 2, 335–386* (English translation published in 1965, see below.)
- ANDRIASHEV A. P., 1965. *A general review of the Antarctic fish fauna. [W:] Biogeography and ecology in Antarctica.* VAN OYE P., VAN MIEGHEM J. (red.), Monogr. Biol., 15, 491–550.
- ANDRIASHEV A. P., 1968. *Review of the plunder fishes of genus Pogonophyre Regan (Harpagiferidae) with descriptions of five new species from the East Antarctic and South Orkney Islands* (pp. 389–412). [W:] ANDRIASHEV A. P. USHAKOV P. V. (red.), Biol. Sov. Antarc. Exped. (1955–1958) 3. (w języku rosyjskim; tłumaczenie angielskie: Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1968, 399–425.
- ANDRIASHEV A. P., 1967. *The problem of the life community associated with the Antarctic fast ice. [W:] Symposium on Antarctic Oceanography.* Scott Polar CURRIE R. I. (red.), Res. Inst., Cambridge, 147–155.
- ANDRIASHEV A. P., 1970. *Cryopelagic fishes of the Arctic and Antarctic and their significance in polar ecosystems. [W:] Antarctic Ecology, 297–304.* London. HOLDGATE M. W. (red.), Academic Press.
- ANDRIASHEV A. P., 1986. *Review of the sail fish genus Paraliparis (Scorpaeniformes: Liparidae) of the Southern Ocean.* Theses Zool. 7, 204 ss.
- ANDRIASHEV A. P., 1987. *A general review of the Antarctic bottom fish fauna. [W:] Proceedings, fifth congress of European ichthyologists, Stockholm 1985, 357–372.* S. HULLANDER O., FERNHOLM B. (red.), Stockholm, Swedish Museum of Natural History.
- ANDRIASHEV A. P., JAKUBOWSKI M., 1971. *Morfologiceskoje obosnovanie rodovogo obosoblenia antarkticskich szirokolobikow (Trematomus borchgrevinki Boulenger u T. brachysoma Pappenheim) i novyj status roda Pagothernia Nichols et LaMonte (Nototheniidae).* Zool. Zh. 50, 1041–1055.
- ANONYMOUS. 1988. *Summary of fisheries data.* SC-CCAMLR-VII/BG/2/Rev. 1. Hobart, 79 ss.
- ANONYMOUS. 1990a. *Report of the Working Group on Fish Stock Assessment, Hobart, Australia, 9–18 October 1990.* CCAMLR, Report of the Ninth Meeting of the Scientific Committee, Hobart, Australia, 22–26 October 1990, Annex 5, CCAMLR, 147–280.
- ANONYMOUS. 1990b. *Statistical Bulletin.* Vol. 1 (1970–1979), 79 ss; vol. 2 (1980–1989), 109 ss. Hobart: Commission of the Conservation of Antarctic Marine Living Resources.
- BALUSHKIN A. V., 1990. *Review of blue notothenias of the genus Paranotothenia Balushkin (Nototheniidae) with description of a new species.* J. Ichthyol. (Engl. Transl. Vopr. Ikhtiol.) 30, 132–147.
- BALUSHKIN A. V., 1991. *Review of green notothenias, Gobionotothen, Balushkin (Nototheniidae) of the Antarctic and Subantarctic.* J. Ichthyol. (Engl. Transl. Vopr. Ikhtiol.) 31, 8, 42–55.
- BECH E., 1982. *Der Fangplatz Antarktis — seine Rohstoffbasis und Fangbedingungen.* Seewirtsch. 14, 443–445.
- BOULENGER G. A., 1902. *Pisces.* Report of the collection of natural history made in the Antarctic regions during the voyage of the „Southern Cross”, 5, 174–189. London, British Museum (Natural History).
- BOULENGER G. A., 1907. *Fishes.* National Antarctic Expedition 1901–1904, Natural History, 2, Zoology, 4.
- CHOJNACKI J., PALCZEWSKI P., 1981. *Age and growth rate of Pseudochaenichthys georgianus Norman, 1937 (family Chaenichthyidae) of the South Georgia region.* Pol. Polar Res. 2, 145–157.
- CIELNIASZEK Z., SOSIŃSKI J., 1992. *Ryby szelfu Georgii Południowej. [W:] Ocena i prognoza stanu zasobów dla łowisk dalekomorskich na 1993 rok.* Mor. Inst. Ryb. Gdynia, 28–33 (maszynopis).
- DANIELS R. A., 1981. *Cryothernia peninsulae, a new genus and species of nototheniid fish from the Antarctic Peninsula.* Copeia 1981, 558–562.
- DEWITT H. H., 1962. *A new Antarctic nototheniid fish with notes on two recently described nototheniiforms.* Copeia, 1962, 4, 826–833.
- DEWITT H. H., 1964. *A redescription of Pagothernia antarctica, with remarks on the genus Trematomus (Pisces, Nototheniidae).* Copeia, 1964, 4, 683–686.
- DEWITT H. H., 1971. *Coastal and deep-water benthic fishes of the Antarctic.* Antarctic Map Folio Series 15, 1–10.
- DEWITT H. H., MCCLEAVE J. D., DEARBORN J. H., 1976. *Ecological studies on fishes and echinoderms during ARA Islas Orcadas cruise 5.* Antarct. J. U.S. 11, 1, 49–53.
- DEWITT H. H., HEEMSTRA P. C., GON O., 1990. *Nototheniidae. [W:] Fishes of the Southern Ocean.* GRAHAMSTOWN J.L.B., GON O., HEEMSTRA P. C. (red.), Smith Institute of Ichthyology, 279–331.
- DOLLO L., 1904. *Poissons.* Exp. Antarct. Belge. Res. S.Y. Belgica 1897–1899, Zool. 1–240.
- DREWA G., JACKOWSKA H., 1981. *Therapylsulphatase activity (E.C.3.1.6.1) in livers of different species of Antarctic animals.* Pol. Polar Res. 2, 103–108.
- EASTMAN J. T., 1993. *Antarctic fish biology. Evolution in a unique environment.* Academic Press, San Diego, 322 ss.
- EKAU W., 1990. *Demersal fish fauna of the Weddell Sea, Antarctica.* Ant. Sci. 2, 2, 129–137.
- FISCHER W., HUREAU J. C. (red.), 1985. *FAO species identification sheets for fishery purposes. Southern Ocean (Fishing areas 48, 58 and 88) (CCAMLR Conservation Area).* Prepared and published with the support of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources. Rome: FAO; 1, 1–232; 2, 233–472.
- GON O., HEEMSTRA P. C. (red.), 1990. *Fishes of the Southern Ocean.* Grahamstown, South Africa: J. L. B. Smith Institute of Ichthyology, 462 pp.
- GORDON A. L., GOLDBERG R. D., 1970. *Circumpolar characteristics of Antarctic waters. [W:] Antarctic Map Folio Series.* BUSHNELL V. C. (red.), New York, American Geographical Society, 13, 1–5.
- GÜNTHER A., 1880. *Report on the Shore Fishes procured during the Voyage of H.M.S. „Challenger” in the Years 1873–1876.* Challenger Rep. Zool. 1, 6, 1–82.
- GÜNTHER A., 1887. *Report on the Deep-sea Fishes collected by H.M.S. „Challenger” during the years 1873–1876.* Challenger Rep. Zool. 22, XIV + 268 pp.
- HENSLEY D. A., 1986. *Bothidae. [W:] SMITH'S sea fishes.* SMITH, M. M., HEEMSTRA P. C. (red.), Johannesburg, Macmillan South Africa, 854–863.
- HUREAU J. C., 1994. *Discussant's Report: Antarctic marine stocks — fish and birds. [W:] Southern Ocean ecology: the BIOMASS perspective.* EL-SAYED S. Z. (red.) Cambridge, Univ. Press, 261–263.
- HUREAU J. C., DUHAMEL G., 1980. *Les poissons et la pche aux Iles Kerguelen (communication au me congrs europen*

- d'Ichthyologie. Varsovie, Sept. 1979). *Cybiurn* 3, 10, 91-97.
- HUREAU J. C., ŚŁOSARCZYK W., 1990. *Exploitation and conservation of Antarctic fishes and recent ichthyological research in the Southern Ocean*. [W:] *Fishes of the Southern Ocean*. GON O., HEEMSTRA P. C. (red.). J. L. B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamston, 52-63.
- JAKUBOWSKI M., 1971. *Białokrwistość i inne osobliwości ichtiofauny Antarktyki*. *Przegl. Zool.* 15, 262-272.
- KELLERMANN A., 1989. *The larval fish community in the zone of seasonal pack-ice cover and its seasonal and inter-annual variability*. *Arch. Fischereiwiss.* 39, 81-109.
- KELLERMANN A., SCHADWINKEL S., 1991. *Winter aspects of the ichthyoplankton community in Antarctic Peninsula waters*. *Polar Biol.* 11, 2, 117-127.
- KOCK K. H., 1985. *Marine habitats — Antarctic fish*. [W:] *Key environments — Antarctica*. BONNER W. N., WALTON D. W. H. (red.), Pergamon Press, Oxford, 173-192.
- KOMPOWSKI A., ROJAS C., 1994. *On some biological characters of Parachaenichthys georgianus (FISCHER, 1885) (Pisces, Notothenioidae, Bathyracoonidae) from the shelf waters of South Georgia (Antarctica)*. *Acta Ichthyol. Piscat.* 24, 2, 61-75.
- KREFT K., SZYNAKA J., 1987. *Preliminary report on biological observations and exploratory fishing data collected in the South Georgia area during the 1985/1986 cruise of mt Carina*. SC-CAMLR Sel. Sci. Pap. 3, 65-97.
- KULESZ J., 1994. *Seasonal biology of Notothenia gibberifrons, N. rossi and Trematomus newnesi, as well as respiration of young fish from Admiralty Bay (King George, South Shetland Islands)*. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 41, 79-102.
- KULESZ J., ZADRÓŻNY T., 1996. *Biology of Trematomus newnesi Boulanger 1902 (King George Island, Antarctica)*. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 43, 355-364.
- KULESZ J., KOMPOWSKI A., 1997. *Polish Antarctic Bibliography: Ichthyology (1969-1996)*. *Pol. Polar Res.* 2, 135-148.
- LAWS R. M., 1985. *The ecology of the Southern Ocean*. *Am. Sci.* 73, 26-40.
- LINKOWSKI T. B., PRESLER P., ŻUKOWSKI C., 1983. *Food habits of nototheniid fishes (Nototheniidae) in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. *Pol. Polar Res.* 4, 79-95.
- LINKOWSKI T. B., REMBISZEWSKI J. M., 1978. *Ichthyological observations off the South Georgia coast*. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 25, 697-704.
- LINKOWSKI T. B., ŻUKOWSKI C., 1980. *Observation on the growth of Notothenia coriiceps neglecta Nybelin and Notothenia rossi marmorata Fischer in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. *Pol. Polar Res.* 2, 155-162.
- LOEB V. J., 1991. *Distribution and abundance of larval fishes collected in the western Bransfield Strait region, 1986-87*. *Deep-Sea Res.* 38, 1251-1260.
- LÖNNBERG A. J. E., 1905. *The fishes of the Swedish South Polar Expedition*. *Wiss. Erg. Swed. Sdpol. -Exp.* 5, 6, 1-69.
- MACKINTOSH N. A., 1946. *The Antarctic Convergence and distribution of surface temperatures in Antarctic waters*. *Discovery Rep.* 23, 177-212.
- MARTSINKEVICH L. D., 1958. *Cellular composition of blood in white-blooded fishes (Chaenichthyidae) of the Antarctic*. (In Russian). *Inf. Byull. Sov. Antarkt. Eksped.* 3, 67-68.
- MARTSINKEVICH L. D., 1961. *Some characteristics of blood in white-blooded fish*. (po rosyjsku, streszczenie angielskie), *Archiv Anat. Histol. Embryol.* 41, 12, 75-78.
- MORALES-NIN B., PALOMERA I., SCHADWINKEL S., 1995. *Larval fish distribution and abundance in the Antarctic Peninsula region and adjacent waters*. *Polar Biol.* 15, 143-154.
- MUCHA M., 1980. *Characteristics of South Georgia icefish (Pseudochaenichthys georgianus, Norman) from the region of South Georgia Island (Antarctic) in the years 1977-1979*. *Pol. Polar Res.* 1, 163-172.
- MUCHA M., 1984. *Biomass estimates of commercial fishes in the South Georgia region (by „swept area” method)*. *Pol. Polar Res.* 5, 107-111.
- MUCHA M., ŚŁOSARCZYK W., 1988. *Analysis of changes in biomass of fish stocks in the South Georgia area in 1976/77 - 1986/87*. SC-CAMLR Sel. Sci. Pap. 1987, 4, 185-211.
- NORMAN J. R., 1930. *Oceanic fishes and flatfishes collected in 1925-1927*. *Discovery Rep.* 2, 261-370.
- NORMAN J. R., 1935. *Coast fishes. Part I, The South Atlantic*. *Discovery Rep.* 12, 1-58.
- NORMAN J. R., 1937a. *Coast fishes. Part II. The Patagonian Region*. *Discovery Rep.* 16, 1-150.
- NORMAN J. R., 1937b. *Fishes. Rep. B.A.N.Z. Antarct. Res. Exp., 1929-31, Ser. B, I, 2, 50-88*.
- NORMAN J. R., 1938. *Coast fishes. Part III. The Antarctic Zone*. *Discovery Rep.* 18, 1-105.
- NORTH A.W., MURRAY A.W. A., 1992. *Abundance and diurnal vertical distribution of fish larvae in early spring and summer in a fjord at South Georgia*. *Antarct. Sci.* 4, 405-412.
- NYBELIN O., 1947. *Antarctic fishes*. *Sci. Results Norweg. Antarct. Exped. 1927-1928 et sqq.*, 26, 1-76.
- OLSEN S., 1955. *A contribution to the systematics and biology of chaenichthyid fishes from South Georgia*. *Nytt Mag. Zool.* 3, 79-93.
- PAPPENHEIM P., 1912. *Die Fische der Deutschen Sdpolar-Expedition 1901-1903. I. Die Fische der Antarktis und Subantarktis*. *Deutsche Sdpolar Exp.* 13, 160-182.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI S., ŻUKOWSKI C., 1980. *Blood of antarctic fishes: Notothenia rossi marmorata Fisher and Notothenia neglecta Nybelin*. *Pol. Polar Res.* 1, 103-108.
- REGAN C. T., 1913. *The Antarctic fishes of the Scottish National Antarctic Expedition*. *Trans. R. Soc. Edinb.* 49, 229-292.
- REGAN C. T., 1914. *Fishes. British Antarct. („Terra Nova”) Exp. 1910. Nat. Hist. Rep., Zool.* 1, 1-54.
- REGAN C. T., 1916. *Larval and postlarval fishes. British Antarctic („Terra Nova”) Expedition 1910. Nat. Hist. Rep. Zool.* 1, 125-156.
- REMBISZEWSKI J. M., 1980. *Raja rakusai sp. n. (Pisces, Rajidae) from the area of Elephant Island (South Shetland Islands)*. *Pol. Polar Res.* 1, 95-98.
- REMBISZEWSKI J. M., ZIELIŃSKI K., 1980. *Some interesting fish species from the area of Elephant Island (South Shetland Islands)*. *Pol. Polar Res.* 1, 99-102.
- REMBISZEWSKI J. M., KRZEPTOWSKI M., LINKOWSKI T. B., 1978. *Fishes (Pisces) as by-catch in fisheries of krill Euphausia superba Dana (Euphausiacea, Crustacea)*. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 25, 3, 677-695.
- RICHARDSON J., 1844. *The zoology of the voyage of H.M.S. „Erebus” and „Terror” under the command of Cpt. Sir James Clark Ross during the years 1839 to 1843. II. Ichthyology*. London.
- ROULE L., ANGEL F., DESPAX R., 1913. *Poissons. Deux. Exp. Antarct. Fran. 1908-1910. Paris*, 24 pp.
- RUUD J. T., 1954. *Vertebrates without erythrocytes and blood pigment*. *Nature. Lond.* 173, No 4410, 848-850.
- RUUD J. T., 1965. *The icefish*. *Scient. Am.* 213, 108-114.
- SAPOTA M. R., 1993. *Observations on embryogenesis of Notothenia neglecta Nybelin in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica)*. *National Scientific Committee on Oceanic Research PAS*, 64, 283-289.
- SCAR/SCOR. 1979. *Antarctic Bird Biology*. SCAR Working Grup on Biology. BIOMASS Rep. Ser., 8.

- SINQUE C., KOBLITZ S., COSTA L. M., 1986. *Ichthyoplankton of Bransfield Strait — Antarctica*. Neritica, Pontał do Sul, PR, 1, 3, 91–102.
- SKÓRA K. E., 1980. *Changes in composition of Notothenia gibberifrons population of the shelf of South Georgia in the years 1977–1979*. Pol. Polar Res. 4, 155–162.
- SKÓRA K. E., 1988a. *Fishes in pelagic catches in the South Shetlands area (BIOMASS III, October–November 1986 and January 1987)*. Pol. Polar Res. 9, 367–383.
- SKÓRA K. E., 1988b. *Benthic fishes of the Elephant Island shelf (BIOMASS III, October–November 1986 and February 1987)*. Pol. Polar Res. 9, 385–398.
- SKÓRA K. E. 1992. *Ryby*. [W:] *Zatoka Admiralicji - Antarktyka. Ekosystem strefy przybrzeżnej morskiej Antarktyki*. RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. (red.), Dziekanów Leśny, Oficyna Wydawnicza IE PAN, 159–168.
- SKÓRA K. E., 1995. *Acanthodraco dewitti gen. et sp. n. (Pisces, Bathydraconidae) from Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica)*. Arch. Fish. Mar. Res. 42, 283–289.
- SKÓRA K. E., SOSIŃSKI J. 1983. *Observations on the ichthyofauna distribution in the regions of the Scotia Sea and Antarctic Peninsula*. Pol. Polar Res. 4, 49–55.
- SKÓRA K. E., NEYELOV A. V., 1992. *Fish of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica)*. Pol. Biol. 12, 469–476.
- SOSIŃSKI J., PACIORKOWSKI A., 1993. *State of mackerel icefish (Champsocephalus gunnari, 1905) stock from South Georgia area based on Polish biological investigations in 1975–1992*. Pol. Polar Res. 14, 407–438.
- SOSIŃSKI J., SKÓRA K. E., 1979. *Nowe gatunki ryb przemysłowych rejonu Antarktyki*. Bull. Mor. Inst. Ryb., Gdynia, 4, 12–15.
- SOSIŃSKI J., SKÓRA K. E., 1985. *Ryby Antarktyki (Przewodnik)*. Gdynia, Wydaw. Mor. Inst. Ryb. 67 ss.
- STINTON F. C., 1957. *Teleostean otoliths from the Tertiary of New Zealand*. Trans. R. Soc. N.Z., 84, 513–517.
- ŚLÓSARCZYK W., REMBISZEWSKI J. M., 1982. *The occurrence of juvenile Notothenioides (Pisces) within krill concentrations in the region of the Bransfield Strait and the southern Drake Passage*. Pol. Polar Res. 3, 299–312.
- ŚLÓSARCZYK W., SOSIŃSKI J., MUCHA M., SKÓRA K., KOMPOWSKI A., 1984. *A review of Polish fishery and assessment of fish stock biomass off South Georgia*. SC-CAMLR Selected Scientific Papers 1982–1984, 1, 395–424.
- ŚLÓSARCZYK W., CIELNIASZEK Z., 1985. *Postlarval and juvenile fish (Pisces, Perciformes and Myctophiformes) in the Antarctic Peninsula region during BIOMASS-SIBEX, 1983/1984*. Pol. Polar Res. 6, 159–165.
- ŚLÓSARCZYK W., SOSIŃSKI J., MUCHA M., SKÓRA K., KOMPOWSKI A., 1984. *A review of Polish fishery and assessment of fish stock biomass off South Georgia*. SC-CAMLR Selected Scientific Papers 1982–1984, 1, 395–424.
- ŚMIALOWSKA E., KILARSKI W., 1981. *Histological analysis of fibres in myotomes of Antarctic fish (Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands) I. Comparative analysis of muscles fibres size*. Pol. Polar Res. 1, 109–129.
- TARGETT T. E., 1981. *Trophic ecology and structure of coastal Antarctic fish communities*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 4, 243–263.
- TIEDTKE J. E., KOCK K. H., 1989. *Structure and composition of the fish fauna around Elephant Island*. Arch. Fischereiwiss. 39 (Supplement 1), 143–169.
- VAILLANT L., 1906. *Poissons*. Expedition Antarctique Française (1903–1905) sous le commandement par le Dr J. Charcot. Paris.
- WAITE E. R., 1916. *Fishes*. Sci. Rep. Australasian Antarct. Exp. 1911–1914, Ser. C., III, 1, 1–92.
- WALVIG F., 1960. *The integument of the icefish Chaenocephalus aceratus (Lönnberg)*. Nytt. Magaz. Zool. 9, 31–37.
- WELLS R. M. G., 1987. *Respiration of Antarctic fish from McMurdo Sound*. Comp. Biochem. Physiol. 88A, 417–424.
- WOODWARD A. S., 1908. *On fossil-fish-remains from Snow Hill and Seymour Islands*. Wiss. Ergeb. Schwed. Spdpolar-Exped. 1901–1903, 3, 4, 1–4.
- YUKHOV V. L., 1971. *The range of Dissostichus mawsoni Norman and some features of its biology*. J. Ichthyol. 11, 8–18.
- ZADRÓŻNY T., 1996. *Fish from Admiralty Bay caught in 1994 (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica)*. Pol. Arch. Hydrobiol. 43, 347–354.
- ŻUKOWSKI C., 1980. *Catches of fishes of the genus Notothenia and Trematomus at Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) in the winter-spring season, 1977*. Pol. Polar Res. 2, 163–167.