

Fotografie dostępne na płycie CD

- FOT. 1. Polska Stacja Antarktyczna im. A.B. Dobrowolskiego. Zdjęcie wykonane podczas wyprawy 1978/79. Autor Andrzej Pachuta (archiwum Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk).
- FOT. 2. Prace kartograficzne w Oazie Bungera. Zdjęcie wykonane podczas wyprawy 1978/79. Autor Zbigniew Battke (archiwum Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk).
- FOT. 3. Oaza Bungera. Zdjęcie wykonane podczas wyprawy 1978/79. Autor Maciej Tałas (archiwum Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk).

Stanisław Rakusa-Suszczewski

PROBLEMY NAUKOWE ANTARKTYKI

Nawiązując do czteropunktowej strategii wypracowanej przez Polskie Konsorcjum Polarne punktem odniesienia mogą być najnowsze światowe badania w Antarktyce tu wspomniane. Pozwalają nam na wybory istotnej a nie peryferyjnej tematyki, zbliżając nas do najciekawszych prac prowadzonych przez narodowe i międzynarodowe zespoły. Samodzielny Zakład Biologii Antarktyki PAN połączono z Instytutem Biochemii i Biofizyki PAN z myślą, by po etapie opisu warunków środowiska geograficznego, klimatycznego i hydrologicznego trwającego blisko 38 lat, oraz inwentaryzacji organizmów lądowych, słodkowodnych i morskich organizmów Zatoki Admiralicji przejść na etap badań problemów: genetycznych, adaptacji do zmieniających się warunków, szybkiej oceny bioróżnorodności, genomiki czy rekonstrukcji pokrewieństw pomiędzy organizmami różnych rozpoznanych taksonów a również i biotechnologii. Taki był mój zamiar i dążenie do decyzji administracyjnych i przejścia na etap uprawiania nowoczesnej nauki oddając ją w ręce fachowców tej tematyki. Zmiana nazwy na Zakład Badań Antarktyki w IBB PAN pod kierunkiem hydrologa jeszcze tego nie wyklucza, zobaczymy?

1.Badania środowiskowe

Wierceniom Antarktydy i otrzymane tą drogą rdzenie lodowe mogą stanowić również najdłuższy nieprzerwany zapis zmian klimatycznych które zachodziły i zachodzą obecnie. W 1996 roku Rosjanie dowiercili się do 3350 m. Osiągnięto głębokości sięgające do górnej warstwy wody największego jeziora Antarktydy - Wostok o długości 240 km i szerokości 50 km. Odkrycie jeziora Wostok, gwałtownie przyśpieszyło poszukiwania i w roku 2016 potwierdzono istnienie 402 jezior podlodowych w Antarktydzie. W rejonie Ziemi Marii Byrd wykazano, że ciepło geotermalne jest odpowiedzialne za obecność jezior i strumieni podlodowych i tworzy aktywny hydrologiczny system. Niektóre z tych zjawisk obserwowaliśmy w jeziorach na stacji Molodziożnaja już w roku 1969. Aktualnie jezioro Whillans badają Amerykanie, Wostok – Rosjanie a jezioro

Ellsworth - Brytyjczycy. W rejonie wschodniej Antarktydy Amerykanie (Dome C) otrzymali próby lodu odpowiadające 800 000 lat. W bąblach powietrza uwięzionego w rdzeniach lodowych jest zawarty tlen, dwutlenek węgla, metan. Stosunek $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ i $^2\text{H}/^1\text{H}$ odzwierciedla panujące warunki z czasów ubiegłych. Stwierdzono w tym okresie 10 glacialnych i tyleż interglacialnych cykli zmian temperatury. Różnice w tych okresach były parostopniowe. Ocieplanie się klimatu Zachodniej Antarktydy nie jest więc niczym nowym, również potwierdziły to polskie obserwacje jako pierwsze sygnalizujące wzrost temperatury w oparciu o pomiary na Arctowskim i Bellingshauzenie. Warunki hydrochemiczne i hydrologiczne, zarówno Zatoki Admiralicji, jak i obszaru wokół Południowych Szetlandów, w tym pomiary i modele prądów morskich były dobrze rozpoznane w czasie czterech polskich wypraw międzynarodowego programu BIOMASS na r/v „Profesor Siedlecki”.

Pokrywa lodowa Antarktydy nie jest stabilna. Lodu ubywa głównie w rejonie Półwyspu Antarktycznego, który to obszar w okresie lat 1992–2017 utracił 2720 +/- 1390 miliardów ton, co odpowiada wzrostowi poziomu oceanu o 7.6 +/- 3.9 mm. Ubytek lodu powoduje zwiększanie się powierzchni skalnej nunataków, grzbietów górskich, stref przybrzeżnych, lagun powstających po cofaniu się lodu. Zmienia się klimat powstają warunki do zasiedlania, zarówno w wodzie, jak i na lądzie.

2.Elementy biotyczne

Jedne z najbardziej fascynujących są badania życia w jeziorach podlodowych. Stwierdzone tam Archeony - archebakterie, żyjące w ciemności uzyskują energię z minerałów i osadów i same stają się pokarmem dla bakterii. Powstał więc bardzo prosty ekosystem – producentów i konsumentów. Te odkrycia zwiększają przypuszczenia o możliwości życia na Marsie, Enceladusie czy Europie, satelicie Jowisza. Antarktyda jest laboratorium dla badań życia podlodowego i w kosmosie. Badania bakterii i grzybów żyjących wewnątrz skał, czy w lodowcowych kriokonitach, jest kolejną tematyką pracy nad ekstremofilami między innymi prowadzoną na Arctowskim od wielu lat na wysokim poziomie. W Antarktyce zaledwie 1% powierzchni było wolne od pokrywy lodowej. Jednym z najbardziej znanych jest rejon Suchych Dolin na Ziemi Wiktorii w rejonie Morza Rossa.

Obszar ten ma szczególnie surowe warunki i jedynie latem przez okres 25-75 dni temperatury gruntu osiągają 0°C . Powstaje wtedy cienka warstwa biologicznie czynnej gleby zasiedlonej przez cyjanobakterie produkując proste cukry w drodze fotosyntezy pierwsze kolonizujące glebę i dominujące w Antarktyce. Ich sukces jest związany z produkcją polimerów na powierzchni komórek, co chroni przed przesuszeniem.

Procesy deglacji obserwowane w rejonie Zachodniej Antarktydy i archipelagu wysp Szetlandów Południowych powodują intensywne zasiedlanie dwoma gatunkami roślin kwiatowych oraz porostami i grzybami. Proces sukcesji obserwowano w rejonie wyspy King George i stacji Arctowskiego. Pojawienie się w tym obszarze *Poa* - trawy może być skutkiem również działalności człowieka i zawleczenie tego gatunku z obszarów położonych dalej na północ. Polskie badania na Arctowskim były pierwsze sygnalizujące ten problem, a badania genetyczne częściowo wyjaśniły pochodzenie tego gatunku.

Po cofnięciu się spływających do morza lodowców jako efektu ocieplania się powstają przybrzeżne laguny badane w Zatoce Admiralicji z słonawą wodą na powierzchni i słona przy dnie. Obszary te zasiedlają zespoły flory i fauny tolerującej zmienność warunków hydrologicznych i hydrochemicznych.

W ekosystemie morskim Antarktyki występują gatunki o dużej liczebności, które są wskaźnikami nie tylko w sferze zainteresowań procesów zmian klimatu, ale i plastyczności oraz adaptacji do zmian na poziomie genetycznym, fizjologicznym czy biochemicznym.

Euphausia superba zwany krylem jest kluczowym dla funkcjonowania ekosystemu Antarktyki i ciągle budzi duże zainteresowanie komercyjne. Między innymi dotyczy to zawartości omega-3, techniki ekstrakcji, rozpoznania fosfolipidów stanowiących 20-30% lipidów (64-77%) i trójglicerydów (1-3%). Te zasoby interesują głodny świat patrzący na nie jako potencjalne źródło do wykorzystania.

Ryby antarktyczne od wczesnych lat 70-tych łowione komercyjnie również przez Polskę były i są również obiektem badań biochemicznych w związku z szczególną adaptacją pozwalającą im żyć w temperaturze ujemnej wody nawet do -2°C , dzięki produkcji makromolekularnych białek antyfrizów. Poza naukowym interesem zwrócono uwagę na możliwość syntezy i ich komercyjne wykorzystanie w krioprezerwacji żywności, zastosowanie w przechowywaniu tkanek i organów, tworzenia odporności roślin.

Badania genetyczne pingwinów z grupy *Pygoscelis papua*, których liczebność określa się na 380 tys. par, wykazały dużą zmienność pozwalającą na wyróżnienie 2-4 gatunków rozmieszczonych na Falklandach, Półwyspie Antarktycznym oraz Południowej Georgii, i archipelagu Kergulen. Populacja tej grupy w ciągu ostatnich 40 lat wzrosła 6 krotnie, co tłumaczy się wzrostem miejsc lęgowych w efekcie deglacji, ale i różnych genetycznych uwarunkowań wzorców sukcesu lęgowego. Kolejny *Pygoscelis adalae* jest gatunkiem najbardziej południowym cirkumantarktycznym, w ciągu ostatnich 25 lat jego liczebność spadła o 65%, a w niektórych koloniach nawet o 80%, i wydaje się być wrażliwy na zmiany klimatu. Badania bakterii guana tych pingwinów prowadzo-

no na Arctowskim wykazały wielkie bogactwo filogenetyczne i morfologiczne. Trzeci z gatunków: *Pygoscelis antarctica*, jego liczebność była oceniana z satelitarnych obserwacji na 3.42 mil. par w 375 koloniach. W latach 80-tych spadła nawet o 50%. Gatunek ten i dynamika populacji jest słabo poznana, a jego wędrówki były również badane przez zespół stacji Arctowskiego.

Płetwonogie. Na Południowej Georgii w ciągu ostatnich 3 dekad zaobserwowano spadek liczebności uchatk antarktycznych (*A.gazella*). Uważa się, że raczej genetyczne przyczyny a nie klimatyczne są tego powodem. Cechy najbardziej heterozygotycznych osobników są najlepiej dostosowane i przeżywają. Monitoring tego gatunku na stacji Arctowskiego był prowadzony ponad 10 lat, i wykazał związek pomiędzy *El Niño* odpowiedzialnego za dopływ kryła na Poł. Georgię a migracją uchatk na południe w poszukiwaniu kryła i liczne pojawianie się ich w rejon Zatoki Admiralicji.

3.Aktywność człowieka

Negatywne skutki działalności człowieka to trwające połowy, skażenie środowiska, introdukcja gatunków obcych dla tego ekosystemu, przyspieszenie procesów ocieplania w skali globalnej, wzrost poziomu morza. Antarktyda nie ma stałych mieszkańców na stacjach badawczych, nieliczne ekipy pozostają na okres jednego, niekiedy dwóch lat. Latem ilość ludzi gwałtownie wzrasta. Najliczniejsze są grupy Amerykańskie, nawet parę tysięcy, Argentynczyści mają ponad 660 osób, Brazylia około 40, Ukraina 24, Rosja ponad 400. Na polskiej stacji bywa kilkadziesiąt pracowników latem, kilkunastu zimą. Badania psychologiczne ekip zimujących i przebywających w długotrwałej izolacji są częścią programów naukowych. Na stacji Arctowskiego prace te były prowadzone już w latach 1979 i w latach 90-tych przez Amerykanów zainteresowanych wpływem odmiennych kultur na izolację i stres w długotrwałym odosobnieniu. Badając zespoły zimujące przez trzy lata, stwierdzono szereg różnic kulturowych w ekipach amerykańskiej, rosyjskiej, polskiej czy hinduskiej, co może mieć wpływ na dobór przyszłych załóg lotów międzyplanetarnych. Amerykanie ze stacji na biegunie południowym zgłaszali znaczny wzrost zmęczenia i niepokoju, oraz spadek wigoru w okresie zimowym. Rosjanie zaś odnotowali znaczny spadek depresji i ilości przyjmowanych leków. Obserwowano spadki interakcji społecznych. W oparciu o dane z Arctowskiego wnioskowano, że lepszym jest w zespole obecność dwóch kobiet niż jednej. Badania tego typu mogą mieć znaczenie w zrozumieniu i zaradaniu skutków stresu wywołanego długotrwałą izolacją, kwarantanną czy samotnością w okresie pandemii.

4.Elementy humanistyczne badań

Polacy mają ponad stuletnią tradycję udziału w ekspedycjach różnych państw. Polska prowadzi badania w Arktyce, od pierwszej wyprawy na Wyspę

Niedźwiedzią w 1932 roku. W 1975 r. wyruszyła pierwsza samodzielna wyprawa morska do Antarktyki, na statkach r/v „Profesor Siedlecki” i m/t „Tazar”, której kontynuacją było powstanie stacji Arctowskiego w 1977. Poza efektami badań naukowych, publikacjach, książkach, filmach będących trwałym śladem naszej działalności, wyprawy są szkołą charakterów, uruchamiając cechy ludzkiej solidarności, wzajemnej pomocy, braterstwa w sytuacjach trudnych. Działalność ta tworzy tradycję i wartości humanitarne, których pielęgnowanie jest naszym obowiązkiem. Artefakty, pamiątki z wypraw, zapisy medialne, książki, albumy, fotografie i dokumentacja wypraw powinny być z pietyzmem zachowane, co jest prawnym obowiązkiem organizatorów. Tradycja jest wartością bezcenną, szanując ją tworzymy podstawy dla kontynuacji aktywności kolejnych pokoleń i utrwalenia tych wartości humanitarnych w społeczeństwie.

Michał H. Węgrzyn¹, Paulina Wietrzyk-Pełka¹, Jakub Pełka

¹Zakład Badań i Dokumentacji Polarnej

im. Zdzisława Czepego

Instytut Botaniki

Wydział Biologii

Uniwersytet Jagielloński

ul. Gronostajowa 3

30-387 Kraków

michal.wegrzyn@uj.edu.pl

paulina.wietrzyk@gmail.com

jakubpelka@gmail.com

BADANIA NAD KOLONIZACJĄ PRZEZ KRYPTOGAMY I ROZWOJEM GLEBY NA PRZEDPOLACH SZWEDZKICH LODOWCÓW

Nie upłynęły jeszcze 2 lata od czasu dużej wyprawy na przedpola lodowców Svalbardu, kiedy otrzymaliśmy szansę na przeprowadzenie kolejnych badań terenowych w ramach programu Interact TA (Horyzont 2020). Dzięki wnioskowi aplikacyjnemu Pauliny Wietrzyk-Pełki, dostaliśmy finansowanie na kilkunastodniowy pobyt w Szwedzkiej stacji badawczej „Tarfala Research Station” (należącej do Uniwersytetu w Sztokholmie), położonej w dolinie Tarfali w rejonie najwyższego szczytu Szwecji, Laponii i europejskiej strefy polarnej - Kebnekaise (ok. 2096 m n.p.m). Celem projektu CRYPTOSOIL – *Cryptogams as the main factor influencing initial development of soil and carbon sequestration in glacier forelands in northwest Sweden* (Nr ref. 730938) były dalsze badania nad sukcesją pierwotną oraz inicjalnym rozwojem gleby, tym razem na przedpolach trzech szwedzkich lodowców: Isfallsgläciären, Storgläciären, oraz Rabots glaciär. Decyzja o wyborze tej stacji zapadła z potrzeby poszerzenia wiedzy na temat przebiegu wspomnianych procesów o obszary przedpola lo-