

Autoreferat

przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych

dr Jerzy Robert Smykla

Zakład Bioróżnorodności

Instytut Ochrony Przyrody, Polskiej Akademii Nauk

al. A. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków

1. Imię i nazwisko:

Jerzy Robert Smykla

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

(z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej).

Doktor Nauk Biologicznych w dziedzinie Ekologii

Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, listopad 2001.
Tytuł rozprawy doktorskiej: Zmiany składu gatunkowego i strategii życiowych roślin w gradiencie oddziaływania kolonii pingwinów (Wyspa Króla Jerzego, Antarktyka Morska).
Promotor: dr hab. Jerzy Wołek.

Magister Geografii

Instytut Geografii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, czerwiec 1995.

Magister Biologii

Zakład Ekologii Ekosystemów, Instytut Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, czerwiec 1991.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

od 2010	Department of Biology and Marine Biology, University of North Carolina at Wilmington, Wilmington NC, USA. Assistant Professor (stanowisko honorowe).
od 2006	Instytut Ochrony Przyrody, Polskiej Akademii Nauk, Kraków. Adiunkt, biolog.
1999–2006	Zakład Ekologii, Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polskiej Akademii Nauk, Kraków. Asystent.
2001–2002	Zakład Biologii Antarktyki, Polskiej Akademii Nauk. XXVI Wyprawa Antarktyczna PAN. Biolog.
1997–2001	Instytut Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków. Doktorant.
1995–1997	Zakład Biologii Antarktyki, Polskiej Akademii Nauk. XX Wyprawa Antarktyczna PAN. Biolog.

4. Osiągnięcie naukowe zgłoszone do postępowania habilitacyjnego

a) Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym zgłoszonym do postępowania habilitacyjnego stanowi cykl 6 oryginalnych publikacji naukowych na temat:

Różnorodności biologiczna antarktycznych ekosystemów lądowych strefy przybrzeżnej – wybrane abiotyczne i biotyczne uwarunkowania rozmieszczenia gatunków.

b) Lista publikacji składających się na główne osiągnięcie naukowe

(autor/autorzy, rok wydania, tytuł/tytuły publikacji, nazwa wydawnictwa)

Convey P., Cook Y., **Smykla J.**, Alias S.A., Wong C.M.V.L., Wan Omar W.M., Hii S.Y., Chenoli S.N. & Nor M.F.F.M. 2013. The Continent. Chapter 2. pp: 38–93. – W: Abu Samah A., Convey P., Alias S.A. & **Smykla J.** (eds). *Antarctica, Malaysia's journey to the ice*. National Antarctic Research Centre, Kuala Lumpur, Malaysia. 275 pp. ISBN: 9789839934687

Smykla J., Wołek J. & Barcikowski A. 2007. Zonation of vegetation related to penguin rookeries on King George Island, Maritime Antarctic. – *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 39(1): 143–151. DOI: 10.1657/1523-0430(2007)39[143:ZOVRTP]2.0.CO;2 (IF 1.429, liczba cytowań 27, MNiSW 25 ptk.).

Smykla J., Krzewicka B., Wilk K., Emslie S.D. & Śliwa L. 2011a. Additions to the lichen flora of Victoria Land, Antarctica. – *Polish Polar Research* 32(2): 123–138. DOI: 10.2478/v10183-011-0009-5 (IF 0.875, liczba cytowań 6, MNiSW 20 ptk.).

Smykla J., Drewnik M., Szarek-Gwiazda E., Hii S.Y., Knap W. & Emslie S.D. 2015. Variation in the characteristics and development of soils at Edmonson Point due to abiotic and biotic factors, northern Victoria Land, Antarctica. – *Catena* 132: 56–67. DOI: 10.1016/j.catena.2015.04.011 (IF 2.612, liczba cytowań 3, MNiSW 35 ptk.).

Smykla J., Porazinska D., Iakovenko N.S., Devetter M., Drewnik M., Hii Y.S. & Emslie S.D. 2018a. Geochemical and biotic factors influencing diversity and distribution patterns of soil metazoans across ice-free coastal habitats in northern Victoria Land, Antarctica. – *Soil Biology and Biochemistry* 116: 265–276. DOI: 10.1016/j.soilbio.2017.10.028 (IF 4.857, liczba cytowań 0, MNiSW 45 ptk.).

Iakovenko N.S., **Smykla J.**, Convey P., Kašparová E., Kozeretka I.A., Trokhymets V., Dykyy I., Plewka M., Devetter M., Duriš Z. & Janko K. 2015. Antarctic bdelloid rotifers: diversity, endemism and evolution. – *Hydrobiologia* 761(1): 5–43. DOI:10.1007/s10750-015-2463-2 (IF 2.051, liczba cytowań 3, MNiSW 30 ptk.).

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Znaczenie celu naukowego.

Problematyka dotycząca różnorodności biologicznej oraz czynników warunkujących rozmieszczenie gatunków znajdują się w centrum zainteresowania ekologii. W ostatnim okresie zainteresowanie tym problemem zyskało szczególnie na znaczeniu ponieważ negatywne oddziaływanie człowieka oraz zmiany klimatyczne są przyczyną drastycznych przemian środowiskowych oraz wymierania gatunków na całym globie.

Aby odpowiedzieć na pytanie, jakie mogą być skutki tych zmian, jak również w celu podjęcia praktycznych działań ochronnych konieczne jest poznanie naturalnych wzorców zróżnicowania ekosystemów oraz procesów kształtujących występowanie i liczebność gatunków w różnych warunkach środowiskowych. Niestety, badania empiryczne dotyczące tych zagadnień prowadzone są głównie na półkuli północnej, w środowiskach kształtowanych przez wiele różnych czynników. Wyróżnienie w złożonej wielowymiarowej przestrzeni czynników mających największy wpływ na strukturę i przemiany ekosystemów jest często znacznie utrudnione. Dlatego też, bardzo cenne są badania ekosystemów ekstremalnych, gdyż wówczas można z dużym prawdopodobieństwem wytypować czynniki krytyczne. Uzyskane rezultaty mogą ułatwić poznanie i zrozumienie procesów kształtujących znacznie bardziej skomplikowane ekosystemy w innych rejonach geograficznych.

Antarktyka nigdy nie była zamieszkała, oddalona i izolowana od innych kontynentów pozostaje jednym z najbardziej naturalnych obszarów Ziemi. Z tego powodu relatywnie proste ekosystemy antarktyczne mają szczególne znaczenie zarówno w poznaniu naturalnych procesów jak i w dyskusji dotyczącej globalnych przemian środowiskowych. W ciągu ostatnich kilku dekad znacznie zintensyfikowano badania ekosystemów antarktycznych. Jednak ze względu na szczególnie trudne warunki pracy, większość projektów dotyczy jedynie lokalnych aspektów, pojedynczych procesów lub grup organizmów. Natomiast prace obejmujące szeroką skalę geograficzną i łączące różne grupy organizmów, czy też różne, uzupełniające się, aspekty ekosystemu należą do rzadkości. Ponadto prace badawcze koncentrują się głównie na łatwo dostępnych terenach w Antarktyce Morskiej. Natomiast na kontynencie Antarktydy ograniczone są niemal wyłącznie do okolic nielicznych tu stacji naukowych. Z tego powodu wiedza na temat ekosystemów tego regionu Ziemi, jest nadal bardzo fragmentaryczna.

Zakres tematyczny i cele prac badawczych.

Biorąc pod uwagę szczególne znaczenie Antarktyki w poznaniu przemian środowiskowych, a przy tym nadal bardzo fragmentaryczną wiedzę, moje zainteresowania badawcze ukierunkowałem na poznanie różnorodności biologicznej antarktycznych ekosystemów lądowych. Przy czym w badaniach podjąłem próbę analizy szerokiego spektrum organizmów, w tym roślin naczyniowych, mszaków, porostów, mikro-grzybów, glonów i sinic, oraz bezkręgowców glebowych. Jak również poznanie uwarunkowań rozmieszczenia i liczebności gatunków, w szczególności poznanie roli lokalnych procesów biogeochemicznych, ale także pośrednich i bezpośrednich oddziaływań biotycznych oraz uwarunkowań biogeograficznych.

Badania te zapoczątkowałem w trakcie XX Wyprawy Antarktycznej PAN, w latach 1995-97, na Stację Antarktyczną PAN im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego w Antarktyce Morskiej. Przeprowadzone prace zaowocowały serią publikacji oraz kolejnych projektów realizowanych początkowo ponownie na Stacji Arctowskiego, a później również w innych rejonach Antarktyki Morskiej, na kontynencie Antarktydy, a nawet w Arktyce i Subantarktyce.

Ze względu na surowe warunki klimatyczne i ograniczenia logistyczne realizacja badań terenowych w warunkach polarnych jest często trudna i nieprzewidywalna. Z tego powodu wykonanie wszystkich zadań jakie planowałem nie było możliwe. Skromne środki przeznaczane na realizację projektów często ograniczały możliwość wykonania wszystkich analiz, których pełny zakres czasami był trudny do wcześniejszego przewidzenia. Ograniczenia te wielokrotnie utrudniały lub opóźniały opracowanie wszystkich materiałów i publikację wyników. Niemniej efektem moich prac jest szereg publikacji, które wniosły istotny wkład w poznanie różnorodności biologicznej oraz zrozumienie procesów warunkujących egzystencje gatunków w ekstremalnych warunkach ekosystemów polarnych. Pozostałe materiały są dalej opracowywane i analizowane, ich wyniki będą podstawą kolejnych publikacji. Chciałbym podkreślić, że szeroki zakres moich prac i osiągnięte wyniki możliwy był jedynie dzięki szerokiemu wsparciu wielu osób i instytucji oraz współpracy ze specjalistami z wielu różnych dziedzin.

Zaprezentowany poniżej cykl moich publikacji, zgłoszonych jako główne osiągnięcie naukowe do postępowania habilitacyjnego, prezentuje część najważniejszych osiągnięć oraz sukcesywny rozwój moich projektów badawczych koncentrujących się na antarktycznych ekosystemach lądowych. Przy czym pierwsza praca, "*The Continent*" (rozdział monografii napisanej przy współudziale zespołu różnych specjalistów z kilku krajów), prezentuje ogólny stan obecnej wiedzy na temat Antarktydy. W tym wiedzę na temat geografii, geologii, klimatu oraz różnorodności biologicznej Antarktydy. W rozdziale tym jest również omówiona problematyka dotycząca uwarunkowań biogeograficznego zróżnicowania Antarktydy oraz współczesnych przemian środowiskowych. Tym samym praca ta prezentuje ogólną wiedzę leżącą u podstaw moich prac badawczych na Antarktydzie.

(1) "*The Continent*"

(patrz: Convey P., Cook Y., **Smykla J.**, Alias S.A., Wong C.M.V.L., Wan Omar W.M., Siang H.Y., Chenoli S.N. & Nor M.F.F.M. 2013. *The Continent*. Chapter 2, pp: 38–93. – W: abu Samah A., Convey P., Alias S.A. & **Smykla J.** (red.). 2013. *Antarctica, Malaysia's journey to the ice*. National Antarctic Research Centre, Kuala Lumpur, Malaysia. 275 pp. ISBN: 9789839934687).

Antarktyda oraz otaczające ją wyspy, w porównaniu z innymi rejonami Ziemi, jest wielką osobliwością. Jest to bowiem jedyny kontynent prawie całkowicie pokryty lodem i śniegiem. Od czasu rozpadu kontynentu Gondwany, przeszło 30 milionów lat temu, Antarktyda oraz otaczające ją wyspy nie mają lądowego połączenia z innymi kontynentami. Seria zlodowaceń, które swoim zasięgiem objęły cały kontynent Antarktydy oraz wyspy zlokalizowane wokół tego kontynentu, doprowadziła do całkowitego zniszczenia niegdyś bogatej flory i fauny tego obszaru. Współcześnie, z całkowitego obszaru Antarktydy, stanowiącego około 14 milionów km², zaledwie mniej niż 0.35% stanowią ekosystemy lądowe sezonowo wolne od lodu i śniegu. Tereny te, w większości relatywnie niewielkie fragmenty wybrzeża oraz nunataki, oddalone i odizolowane od siebie przez lodowce stanowią swego rodzaju wyspy ekologiczne. Bariery geograficzne oraz surowe warunki klimatyczne – niskie temperatury, częste huraganowe wiatry, krótki i chłodny sezon wegetacyjny, małe średnioroczne nasłonecznienie oraz długie okresy całkowitego braku oświetlenia – sprawiają, że kontynent ten stanowi najbardziej niegościnnie i ekstremalny dla wszelkich form życia obszar naszego globu. Z tego powodu antarktyczne ekosystemy lądowe odznaczają się ubóstwem flory i fauny. Cecha ta wyróżnia Antarktykę nawet w porównaniu ze strefą polarną na półkuli północnej.

Flora zdominowana jest przez kryptogamy (mszaki, porosty, mikrogrzyby, glony, sinice oraz bakterie). Natomiast rośliny naczyniowe ograniczone są do dwóch gatunków, występujących jedynie w Antarktyce Morskiej. Całkowicie brak tu lądowych kręgowców, aczkolwiek na lądzie okresowo pojawiają się morskie ssaki (płetwonogie) i ptaki (pingwiny oraz ptaki latające). Dla zwierząt tych środowisko morskie jest miejscem zdobywania pokarmu, natomiast na lądzie znajdują się miejsca ich rozrodu i schronienia w okresie pierzenia lub linienia. Zwierzęta te transportując z morza na ląd olbrzymie ilości materii organicznej, pełnią ważną rolę w kształtowaniu ubogich ekosystemów lądowych. Fauna ograniczona jest do mikroskopijnych bezkręgowców, jak: pierwotniaki (*Protozoa*), wrotki (*Rotifera*), niesporczaki (*Tardigrada*), nicienie (*Nematoda*), roztocze (*Acarii*) oraz skoczogonki (*Collembola*). Pomimo mikroskopijnych rozmiarów, zwierzęta te są bardzo istotnym elementem biosfery antarktycznych ekosystemów lądowych i w swojej funkcji porównywane są do słońi i lwów. Niezależnie od izolacji geograficznej oraz surowości warunków klimatycznych egzystencja flory i fauny antarktycznej jest wypadkową działania szeregu różnych, często podlegających wzajemnym interakcjom, lokalnych czynników środowiskowych. Szczególnie istotne są czynniki edaficzne, takie jak: warunki mikro- i topoklimatyczne, struktura i stabilność gleby, zasolenie, oraz dostępność wody i biogenów. Specyficzna ich kombinacja kształtuje mozaikowość środowiska, a tym samym determinuje wzorce występowania i liczebności gatunków w skali lokalnej.

Do niedawna powszechne było przekonanie, że współczesną florę i faunę Antarktydy tworzą gatunki, które zasiedliły ją z terenów innych lądów po ostatnim maksimum zlodowacenia (tj. w ciągu ostatnich 20 tysięcy lat). Jednak badania ostatnich lat coraz częściej wskazują, że przynajmniej część gatunków mogła przetrwać katastrofę ekologiczną, jaką były zlodowacenia po rozpadzie kontynentu Gondwany, na wolnych od lodu refugiach. Efektem długotrwałej izolacji jest wysoki stopień endemizmu wśród niektórych taksonów. Co więcej obserwacje regionalnego endemizmu wskazują na wysoki stopień izolacji pomiędzy różnymi rejonami. Badając to zróżnicowanie można próbować odtworzyć ewolucyjną historię i mechanizmy, które ukształtowały współczesne wzorce występowania gatunków i różnorodności biologicznej Antarktyki.

Biorąc pod uwagę wyjątkowy charakter tego rejonu Ziemi, ważnego dla zrozumienia obserwowanych globalnych przemian środowiskowych, poznanie szeroko rozumianej zmienności ekosystemów antarktycznych uważane jest za bardzo ważne zadanie badawcze. Bez dobrego poznania tego zagadnienia nie można zrozumieć uwarunkowań występowania gatunków i różnorodności biologicznej tych ekosystemów oraz przewidzieć potencjalnych skutków dalszych przemian środowiskowych. Nie jest również możliwe podjęcie skutecznych działań praktycznych mających na celu ich ochronę.

(2) Rola kolonii pingwinów w kształtowaniu składu gatunkowego i wzorców zróżnicowania zbiorowisk roślinnych (patrz: Smykla i in. 2007).

Od dawna zwracano uwagę, że w warunkach ubogich ekosystemów lądowych Antarktyki najbujniejsza i najbardziej różnorodna roślinność rozwija się w pobliżu kolonii pingwinów, natomiast rejony oddalone od kolonii i nie wzbogacane "nawożeniem" przez te zwierzęta cechuje bardzo uboga roślinność. Transportując olbrzymie ilości biogenów z morza na ląd pingwiny pełnią ważną rolę w kształtowaniu ubogich ekosystemów lądowych oraz warunków egzystencji wielu organizmów. Z tego powodu moje zainteresowania badawcze w pierwszej kolejności skoncentrowałem na poznaniu znaczenia kolonii tych ptaków w kształtowaniu składu gatunkowego oraz wzorców rozmieszczenia i różnorodności zbiorowisk roślinnych. Prace terenowe w celu zbadania tego zagadnienia realizowałem w rejonie Zatoki Admiralicji na

Wyspie Króla Jerzego (Antarktyka Morska) w latach 1995-97 oraz 2001-02 podczas pobytu na Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego.

Wyniki moich badań wykazały, że wokół kolonii pingwinów, w rezultacie intensywnego nawożenia i depozycji guana, kształtuje się powiązana z gradientem stężenia biogenów charakterystyczna zonacja roślinności. W obrębie kolonii pingwinów oraz w ich bezpośrednim sąsiedztwie występują jedynie nitrofilne glony i sinice (na podłożu skalnym również porosty ornitokoprafilne). W kolejnej strefie dominują prawie jednolite murawy *Deschampsia antarctica*, następnie mchy dywanowe, a strefy o najniższym wpływie kolonii zdominowane są przez różnorodne zbiorowiska makroporostów, porostów skorupiastych oraz drobnych mchów darniowych i kępkowych. Kolejne strefy, w miarę jak zmniejsza się intensywność oddziaływania pingwinów, są słabiej wyodrębnione i bardziej zróżnicowane. W warunkach tych istotnymi czynnikami są również dostępność wody i zaburzenia. Powstała w ten sposób mozaika roślinności charakteryzuje się nie tylko specyficznym składem florystycznym, ale również zróżnicowaną strukturą i stanem biomasy.

Istotną cechą tego gradientu florystycznego jest stopniowy spadek udział gatunków nitrofilnych, charakteryzujących się szybkim tempem wzrostu i produkcji, przy równoczesnym zwiększaniu się udziału gatunków charakteryzujących się coraz wolniejszym tempem tych procesów oraz zróżnicowaniem form wzrostu. Modele teoretyczne wskazują, że u podstaw takiego zróżnicowania roślinności leżą procesy fizjologiczne i biochemiczne determinujące strategie alokacji energii pomiędzy różne funkcje życiowe. Jednym z kluczowych są, w tym przypadku, procesy fizjologiczne warunkujące asymilację związków azotowych.

Podobne wzorce, powiązane z obecnością i oddziaływaniem kolonii pingwinów, opisywane były już podczas wcześniejszych badań, jednak były to jedynie ogólne opisy. Nowością w mojej pracy było zaprezentowanie modelu w oparciu o dane ilościowe dla poszczególnych gatunków i analizy numeryczne oraz powiązanie obserwowanej zonacji roślinności ze zmianami stężenia biogenów i zaburzeń. Istotnym osiągnięciem było również powiązanie gradientu florystycznego z procesami asymilacji związków azotowych oraz z modelami strategii życiowych. Problematyka ta była przedmiotem moich badań oraz opracowań, które zaprezentowałem w mojej rozprawie doktorskiej (Smykla 2001) oraz w kilku kolejnych publikacjach (patrz Barcikowski i in. 2001, 2003, 2005; Smykla 2002, 2008; Smykla i in. 2006, 2007; Krzywult i in. 2013).

Jak sugerują niektóre prace podobne wzorce zróżnicowania roślinności, powiązane z obecnością kolonii pingwinów, są przypuszczalnie typowe również dla innych rejonów Antarktyki jak i Subantarktyki (Smykla i in. 2007 i cytowana literatura). Jednak, w Subantarktyce murawy *Deschampsia antarctica* zastępują inne gatunki traw, a w miejscach ubogich w biogeny formują się zbiorowiska roślinne z większym bogactwem roślin naczyniowych. Z kolei na kontynencie Antarktydy, gdzie brak jest roślin naczyniowych, strefa nitrofilnych glonów i sinic sąsiaduje bezpośrednio z mozaiką zbiorowisk porostów i mszaków. Natomiast na podłożu skalnym, gdzie brak gleby powoduje szybki spływ biogenów i nawet w miejscach intensywnego nawożenia ich dostępność jest znacznie ograniczona, rozwijają się jedynie zbiorowiska porostów. Zbiorowiska te, także w znacznym stopniu kształtowane są dostępnością ornitogennych biogenów. Podobnie obserwacje sukcesji roślinności na terenie opuszczonych kolonii pingwinów, pomimo braku analiz ilościowych, wskazują na podobne wzorce zmian w czasie.

W celu weryfikacji powyższych hipotez oraz zebrania materiałów porównawczych opracowałem projekt kolejnych badań. Przy czym w projekcie tym podjąłem próbę analizy większego spektrum elementów badanych ekosystemów lądowych, w tym poza roślinnością również faunę glebową oraz szeroki zakres biogeochemicznych parametrów gleby. Badania terenowe

przeprowadziłem na Ziemi Wiktorii (rejon Morza Rossa kontynentu Antarktydy) w trakcie pięciu sezonów antarktycznego lata pomiędzy 2003/4 i 2011/12 w ramach projektów badawczych Amerykańskiego Programu Antarktycznego (US Antarctic Program NSF), oraz przy logistycznym wsparciu ze strony Włoskiego Programu Antarktycznego (Italian National Program for Antarctic Research), w ramach międzynarodowego programu Evolution and Biodiversity in the Antarctic (EBA).

Badania te obejmowały 17 stanowisk, z czego 7 zlokalizowanych w północnej i 10 w południowej Ziemi Wiktorii. Projekt koncentrował się głównie na aktywnych i reliktowych koloniach pingwinów, jednak tam gdzie było możliwe również ich najbliższe okolice. Geograficzne rozmieszczenie badanych stanowisk obejmowało 7° szerokości geograficznej, od 71° do 78° S, wzdłuż wybrzeża Ziemi Wiktorii. Wyniki tych badań, dotychczas zaprezentowane zostały w szeregu publikacji, w tym wszystkich omówionych poniżej w ramach głównego osiągnięcia naukowego zgłoszonych do postępowania habilitacyjnego.

(3) *Zróżnicowanie roślinności w warunkach ekosystemów lądowych Ziemi Wiktorii* (patrz: Smykla i in. 2011a).

Flora Ziemi Wiktorii ograniczona jest do kryptogamów (tj.: mszaki, porosty, mikrogrzyby, glony, sinice oraz bakterie). Podobnie jak w innych rejonach kontynentu Antarktydy całkowicie brak tu roślin naczyniowych. Niektóre badania sugerują, że występowanie zbiorowisk roślinnych jest głównie związane z parametrami gleby, w tym woda oraz biogeny pochodzenia ornitogenne wydają się mieć największe znaczenie. Na stanowiskach wzbogaconych w ornitogenne biogeny występują relatywnie bogate gatunkowo zbiorowiska nitrofilnych porostów, natomiast występowanie mszaków związane jest głównie z obecnością wody.

Flora stanowisk, które badałem w ramach mojego projektu, była bardzo uboga, a mszaki i porosty nie tworzyły zwartych zbiorowisk lecz najczęściej występowały w formie pojedynczych plech lub kępek. Na dodatek wiele stanowisk było całkowicie pozbawionych jakiegokolwiek roślinności. Badane stanowiska należą do najbardziej na południe wysuniętych wolnych od lodu przybrzeżnych terenów na Antarktydzie. Z tego powodu, w stosunku do Antarktyki Marskiej a nawet obszarów przybrzeżnych pozostałych rejonów Antarktydy, odznaczają się szczególnie ekstremalnymi warunkami środowiskowymi. Niestabilna gleba, z dużą zawartością materiału szkieletowego pochodzenia wulkanicznego i piroklastycznego (tj., silnie porowata scoria, tuf wulkaniczny i pumeks) dodatkowo tłumaczy wyjątkowo ubogą roślinność tego rejonu.

Mszaki w badanym terenie związane były z nielicznymi ciekami wodnymi i zazwyczaj występowały w miejscach odległych od kolonii pingwinów. Niestety ograniczenia logistyczne i zasady bezpieczeństwa nie pozwalały na objęcie badaniami bardzo rozległego terenu. Ponadto flora mszaków badanego rejonu ograniczona jest do 7 gatunków, szeroko rozpowszechnionych na całym obszarze Ziemi Wiktorii oraz znanych z innych rejonów Antarktydy i innych kontynentów. Z powyższych powodów mszaków nie uwzględniłem w analizach wzorców rozmieszczenia i różnorodności gatunkowej zbiorowisk roślinnych.

Na badanych stanowiskach porosty były dominującym, a przy ograniczonym występowaniu mszaków, często nawet jedynym elementem flory. Łącznie stwierdziłem występowanie 40 gatunków, co stanowi około 70% flory porostów Ziemi Wiktorii. Spośród stwierdzonych gatunków cztery były nowymi gatunkami dla Antarktyki (*Caloplaca erecta*, *C. soropelta*, *C. tominii* i *Phyrcia tenella*), a dwa kolejne nowymi dla Ziemi Wiktorii (*Lecania nylanderiana* i *Lecanora polytropa*). Moje obserwacje wskazują więc na ciągle słabe poznanie flory porostów tego rejonu.

Całkowita liczba gatunków porostów stwierdzonych w północnej i południowej Ziemi Wiktorii była podobna (odpowiednio 32 i 29), w tym większość (21) była szeroko rozpowszechniona w obu rejonach. Dane te wskazują na duże podobieństwo florystyczne obu regionów. Przy czym poszczególne stanowiska odznaczały się dużym zróżnicowaniem zbiorowisk. Jednak różnice te były związane z intensywnością oddziaływania pingwinów oraz z historią kolonii a nie ich lokalizacją geograficzną. Stanowiska pod silnym wpływem współczesnych kolonii oraz relatywnie niedawno opuszczone reliktywne kolonie miały bardzo ubogą florę lub całkowicie były pozbawione porostów. W miejscach umiarkowanego oddziaływania kolonii często występowały zbiorowiska z relatywnie dużą liczbą gatunków. Natomiast tereny najstarszych reliktywnych kolonii pingwinów odznaczały się najbardziej bogatymi i różnorodnymi zbiorowiskami. Reliktywne kolonie pingwinów stanowią więc ważny "hot-spot" różnorodności biologicznej tego rejonu. Rezultaty moich badań są również zgodne z obserwacjami innych autorów z Ziemi Wiktorii sugerującymi, że lokalne zróżnicowanie środowisk ma istotniejszy wpływ na występowanie gatunków i różnorodność ich zbiorowisk niż gradient geograficzny.

(4) Zróżnicowanie parametrów biogeochemicznych oraz procesów glebowych (patrz: Smykla i in. 2015).

Jak napisałem powyżej, lokalne zróżnicowanie warunków środowiskowych wydaje się mieć większe znaczenie w kształtowaniu wzorców występowania gatunków i różnorodności biologicznej ekosystemów lądowych Ziemi Wiktorii niż gradient geograficzny. Dlatego też kolejne analizy skoncentrowałem na dokładniejszym poznaniu wzorców lokalnego zróżnicowania ekosystemów lądowych. Spośród wszystkich stanowisk na których realizowałem badania największym zróżnicowaniem warunków środowiskowych wyróżniał się Edmonson Point w północnej Ziemi Wiktorii (74°20'S, 165°08'E). Edmonson Point jest jednym z największych wolnych od lodu przybrzeżnych terenów lądowych Ziemi Wiktorii. Ponadto odznacza się relatywnie łagodnymi warunkami klimatycznymi, dużą liczbą potoków i różnej wielkości zbiorników wodnych. Obecność kolonii pingwinów oraz lęgowych wydrzyków, poprzez depozycje odchodów, zapewnia wzbogacanie ekosystemów w biogeny. Dlatego teren ten jest modelowy dla Ziemi Wiktorii do badań biogeochemicznych wzorców zróżnicowania ekosystemów lądowych strefy przybrzeżnej.

Gleby badanego terenu są relatywnie młode geologicznie. Podobnie jak w innych rejonach Antarktydy, charakteryzują się dużą ilością materiału szkieletowego, brakiem wykształconego profilu i generalnie słabym zaawansowaniem procesów glebotwórczych. Niemniej analizy danych, które przeprowadziłem wykazały istotne zróżnicowanie fizycznych, chemicznych oraz biologicznych parametrów gleby. Najistotniejsze różnice powiązane były z obecnością i aktywnością życiową pingwinów, tj. z obecnością aktywnych i reliktywnych kolonii tych ptaków.

Obecność kolonii pingwinów, przekraczająca na terenie Edmonson Point 1600 lat, oraz depozycja guana doprowadziły do uformowania się gleb ornitogennych. Gleby te odznaczają się specyficzną strukturą profilu oraz parametrami fizykochemicznymi, w szczególności bardzo dużą zawartością materii organicznej, związków azotu i fosforu oraz szeregu makro- i mikroelementów pochodzenia morskiego. Zasolenie, toksyczne stężenia biogenów oraz mała dostępność wody są w tych warunkach czynnikami ograniczającymi występowanie mszaków i porostów (Smykla i in. 2015) oraz egzystencję fauny glebowej (patrz Smykla i in. 2010, 2012, 2018a). Dla odmiany obfitość glonów, sinic i bakterii częstokroć była wielokrotnie większa niż w glebach poza terenem kolonii. Również struktura funkcjonalna i taksonomiczna ich populacji była odmienna. Podobnie, wyniki moich badań z południowych rejonów Ziemi Wiktorii (patrz Omar i in. 2009; Alias i in. 2013) wykazały, że populacje mikrobrzybów w glebach ornitogennych w porównaniu do gleby ubogiej tundry są znacznie liczniejsze, odznaczają się

zróźnicowaniem funkcjonalnym oraz większą różnorodnością taksonomiczną. Należy podkreślić, że brak wody oraz ograniczona roślinność w istotny sposób wpływa na odmienność reliktowych glebach ornitogennych Ziemi Wiktorii i Antarktyki Morskiej (patrz Smykla i in. 2015, i cytowana literatura). Aczkolwiek czasowe wzorce biogeochemiczne oraz obfitość bakterii wskazują, że procesy dekompozycji i mineralizacji materii organicznej w glebach ornitogennych Ziemi Wiktorii również są bardzo aktywne.

Biogeochemiczne zróźnicowanie gleb kriogenicznych poza obszarem bezpośredniego oddziaływania kolonii pingwinów warunkowane jest odmiennością procesów hydrologicznych. Najslabiej zaawansowane procesy glebotwórcze charakteryzowały gleby suchych fellfields. Gleby te odznaczały się największą zawartością części szkieletowych, a ich parametry chemiczne odzwierciedlały skład mineralogiczny i chemiczny skał tworzących materiał glebowy. Ze względu na brak roślinności oraz bardzo ubogą florę i faunę glebową procesy biologiczne nie miały istotnego wpływu na parametry gleby. Jednak lokalnie cyrkulacja wody i jej zwiększona obfitość (np. ze względu na morfologię terenu lub bliskość źródeł wody roztopowej) stymuluje procesy wietrzenia fizycznego i chemicznego skał oraz rozwój zróźnicowanych zbiorowisk kryptogamów oraz bogatej flory i fauny glebowej. W tych warunkach parametry gleby kształtowane są nie tylko charakterystykami skały macierzystej, ale również bilansem ługowania i depozycji uwolnionych elementów oraz zróźnicowaniem procesów biologicznych. Powstała w tych warunkach mozaika środowisk charakteryzuje się znacznym zróźnicowaniem parametrów fizykochemicznych gleby, a także specyficznym składem i strukturą zespołów organizmów. Należy podkreślić, że wyniki moich badań wskazują na aktywne procesy wietrzenia chemicznego skał oraz intensywne procesy przemiany materii organicznej w glebach Edmonson Point. Znaczenie tych procesów wydaje się być znacznie większe w stosunku do dotychczasowej wiedzy na ten temat w warunkach ekosystemów lądowych Ziemi Wiktorii. Ich odmienny obraz może wynikać z tego, że wcześniejsze badania koncentrowały się głównie na obszarze Suchych Dolin McMurdo i Gór Transantarktycznych, gdzie szczególnie ekstremalne warunki klimatyczne oraz brak wody ograniczają te procesy w większym stopniu niż w warunkach Edmonson Point.

Ze względu na szczególne zróźnicowanie ekosystemów lądowych, teren Edmonson Point był już wielokrotnie badany (patrz Smykla i in. 2015, 2018a, 2018b, i cytowana literatura). Jednak dotychczasowe badania biogeochemiczne koncentrowały się głównie na jeziorach i ciekach wodnych, relatywnie niewiele prac uwzględniało również środowiska glebowe. Analizując szeroki zakresu geochemicznego zróźnicowania gleby, moje badania są istotnym osiągnięciem w poznaniu procesów kształtujących zróźnicowanie środowisk oraz lokalnych uwarunkowań wzorców występowania gatunków i różnorodności biologicznej ekosystemów lądowych Ziemi Wiktorii, a także w innych rejonach kontynentu Antarktydy.

(5) Geochemiczne i biotyczne uwarunkowania wzorców występowania i różnorodności gatunkowej mikrofauny glebowej (patrz: Smykla i in. 2018a).

Wcześniejsze opracowania wskazywały, że duże zróźnicowanie warunków abiotycznych, w tym obfitość wody i biogenów, stwarza warunki do egzystencji na terenie Edmonson Point bogatych i różnorodnych zespołów organizmów glebowych. Jednak dotychczasowe badania obejmowały głównie mikrogrzyby, glony i sinice, a w przypadku bezkręgowców głównie roztocze (*Acarii*) i skoczogonki (*Collembola*). Natomiast poznanie innych grup taksonomicznych ograniczone było do fragmentarycznych raportów. W rezultacie, pomimo obserwacji wskazujących na obecność dużych populacji, ugruntowało się przekonanie o małej różnorodności gatunkowej mikrofauny glebowej. Z tego powodu, jednym z celów moich badań była próba poznania wzorców rozmieszczenia i różnorodności gatunkowej zespołów tych organizmów.

a) Skład i różnorodność gatunkowa.

Już podczas wstępnych analiz zaobserwowałem w glebach z Edmonson Point występowanie bogatych i różnorodnych zespołów mikrofauny, jak również duże siedliskowe zróżnicowanie ich występowania (patrz Smykla i in. 2010, 2012). Moje dalsze analizy i udokumentowanie 24 gatunków, w tym 18 wrotków (17 Bdelloidea i 1 Monogononta), 4 nicieni oraz 2 niesporczaków, wykazały że gleby Edmonson Point, w porównaniu do innych rejonów Ziemi Wiktorii, odznaczają się wyjątkowym bogactwem gatunkowym mikrofauny.

Gatunki nicieni, które stwierdziłem rozpowszechnione są na całej Ziemi Wiktorii. Aczkolwiek na terenie Suchych Dolin McMurdo i Gór Transantarktycznych występowało nie więcej niż 3, a często dominował tylko 1 gatunek. Warto podkreślić, że dane literaturowe podają występowanie na Edmonson Point kolejnych 2-3 gatunków nicieni. Przy czym gatunki te są relatywnie rzadkie, ponadto ich występowanie ograniczone jest głównie do mszaków i środowisk wodnych, co tłumaczy ich brak w glebie. Jednak moje dane w połączeniu z tymi obserwacjami wskazują, że na Edmonson Point występuje 6, a być może nawet wszystkie spośród 7 gatunków nicieni znanych z całego obszaru Ziemi Wiktorii.

Fauna wrotków Bdelloidea również wydaje się być najbogatsza w całym rejonie Morza Rossa. Aczkolwiek fragmentaryczne dane oraz wątpliwości dotyczące poprawności wcześniejszych oznaczeń uniemożliwiają obiektywne porównania. Dla odmiany, różnorodność gatunkowa wrotków Monogononta, ograniczona do 1 gatunku, jest bardzo mała. Należy jednak podkreślić, że występowanie Monogononta generalnie ograniczone jest do środowisk wodnych. Podobnie w przypadku niesporczaków, stwierdzenie jedynie 2 gatunków (spośród 16 znanych z całego rejonu Morza Rossa), sugeruje małą lokalną różnorodność gatunkową tego taksonu. Wynik ten jest jednak zgodny z innymi badaniami ekosystemów antarktycznych wskazującymi, że niesporczaki związane są głównie ze środowiskiem wodnym oraz z mszakami, natomiast liczba gatunków występujących w glebie jest bardzo ograniczona.

Pełne poznanie bogactwa gatunkowego Edmonson Point wymaga dalszych badań, w szczególności ukierunkowanych na mikrofaunę środowisk wodnych i mszaków. Wyniki moich badań, choć ograniczone do mikrofauny glebowej, wskazują na wyjątkowo dużą różnorodność biologiczną ekosystemów lądowych Edmonson Point, i dodatkowo uzasadniają szczególną jego ochronę w ramach ustanowionego na tym terenie ASPA 165 (Antarctic Specially Protected Area no. 165).

b) Geochemiczne i biotyczne uwarunkowania wzorców rozmieszczenia gatunków.

Jak wspomniałem powyżej, już podczas wstępnych analiz (patrz Smykla i in. 2010, 2012) zaobserwowałem istotny związek rozmieszczenia oraz różnorodności gatunkowej mikrofauny z wilgotnością gleby i oddziaływaniem koloni pingwinów. Największą różnorodnością gatunkową odznaczały się wilgotne gleby porośnięte mszakami, ale największe zagęszczenia bezkręgowców stwierdziłem w bardzo mokrych glebach z matami sinic. Natomiast fauna z suchych "fellfields" oraz gleb ornitogennych ograniczona była do nielicznych ilościowo populacji nicieni.

Statystyczne analizy danych, w oparciu o szeroki zakres parametrów geochemicznych wykazały, że najistotniejszymi czynnikami warunkującymi wzorce rozmieszczenia mikrofauny jest wilgotność, zasolenie, pH oraz C/N. Wniosek ten jest generalnie zgodny z wynikami innymi badaniami, które wskazywały, że specyficzna kombinacja tych parametrów oraz zróżnicowane adaptacje fizjologiczne warunkują występowanie różnych gatunków mikrofauny glebowej. W przypadku nicieni moje analizy wykazały specyficzne gatunkowo preferencje siedliskowe

zgodne z wcześniejszymi badaniami. Niektóre z wcześniejszych prac zwracały również uwagę na związek występowania wrotków i niesporczaków z wilgotnością gleby oraz obecnością mszaków lub glonów. Dlatego też, istotnym osiągnięciem wyróżniającym moje badania było wykazanie również dla tych taksonów specyficznego gatunkowo zróżnicowania preferencji siedliskowych.

Nowością w mojej pracy było również wykorzystanie w analizach miar różnych zasobów pokarmowych (obfitości glonów i bakterii) oraz wykazanie istotnego związku wzorców rozmieszczenia gatunków mikrofauny ze zróżnicowaniem potencjalnej bazy pokarmowej. Dotychczasowe badania koncentrowały się na analizach czynników abiotycznych. Takie podejście wynikało z powszechnego przekonania, że w ekstremalnych warunkach antarktycznych ekosystemów lądowych czynniki abiotyczne (tj., klimat czy geochemia gleby) w największym stopniu kształtują egzystencje organizmów i strukturę ich zespołów. Natomiast do czynników biotycznych (tj., zależności troficzne) nie przywiązywano istotnego znaczenia ponieważ uważano, że specjalizacja pokarmowa w środowisku ekstremalnym nie byłaby korzystna. Należy jednak podkreślić, że istnienie preferencji pokarmowych nie wyklucza zdolności do wykorzystania różnego rodzaju pokarmu. Strategia taka może zwiększać prawdopodobieństwo przetrwania w warunkach ograniczonych zasobów. Analiza publikowanych danych sugeruje, że taka strategia może być typowa dla nicienia *Eudorylaimus antarcticus*. Można jednak oczekiwać, że odżywianie się gorszym pokarmem powinno skutkować redukcją tempa wzrostu, obniżeniem zdolności reprodukcji oraz zwiększoną śmiertelnością. Dalsze badania ukierunkowane na weryfikację mojej hipotezy mogą więc w istotny sposób zmienić wiedzę na temat adaptacji umożliwiających egzystencję w ekosystemach antarktycznych, a być może również w innych środowiskach ekstremalnych.

(6) Biogeograficzne zróżnicowanie i pochodzenie antarktycznych organizmów (patrz: Iakovenko N.S., **Smykla J.**, Convey P., i in. 2015).

Istotnym osiągnięciem wyróżniający mój projekt były analizy wszystkich grup taksonomicznych mikrofauny na poziomie gatunkowym. Dotychczasowe prace koncentrowały się na pojedynczych taksonach, głównie nicieniach. Natomiast dla pozostałych (tj., wrotków i niesporczaków) zazwyczaj oceniano jedynie całkowitą liczebność. Jak wskazywali niektórzy autorzy, podstawowym ograniczeniem jest skupienie w ramach jednego projektu specjalistów od różnych grup taksonomicznych, jak również brak opracowań taksonomicznych. Bardzo słaba znajomość taksonów antarktycznych, niespójność i fragmentaryczność opublikowanych danych oraz problemy metodyczne utrudniające równoczesne oznaczenie kilku taksonów, były kolejnymi wyzwaniami które również musiałem pokonać.

Najbardziej problematyczną grupą mikrofauny okazały się wrotki Bdelloidea, których oznaczenie wymaga analizy osobników aktywnych. Identyfikacja osobników martwych lub zwiniętych w wyniku stresu, jakim może być ich ekstrakcja z gleby, jest bardzo utrudnione lub wręcz niemożliwe. Z tego powodu dotychczas tylko w nielicznych pracach ekologicznych podejmowano próby ich identyfikacji. Ponadto dosyć powszechnie przyjmowano, że gatunki Bdelloidea są kosmopolityczne, dlatego ich oznaczanie opierano na opracowaniach europejskich. Jednak już wstępne analizy taksonomiczne wykonane w ramach mojego projektu (Smykla i in. 2010) wskazały, że gatunki Bdelloidea z terenu Edmonson Point są odmienne od fauny innych rejonów geograficznych. Dalsze, bardziej szczegółowe analizy porównawcze potwierdziły te spostrzeżenia. Spośród stwierdzonych gatunków niemal wszystkie okazały się endemitami lub gatunkami dotychczas nieopisanymi (Smykla i in. 2018a).

Solidna wiedza taxonomiczna jest fundamentem w poznaniu różnorodności biologicznej. Dlatego też, w dalszych pracach poświęciłem badaniom fauny Bdelloidea szczególną uwagę. Badania te kontynent Antarktydy oraz Antarktykę Morską, co było możliwe jedynie dzięki szerokiej współpracy oraz uzyskania materiałów z wielu różnych projektów. Analizy i opisy gatunków oparto nowatorskie połączenie metod klasycznej taksonomii oraz analiz morfometrycznych i molekularnych. Uzyskane wyniki wykazały bardzo wysoki stopień endemizmu antarktycznej fauny Bdelloidea. Spośród 60 wyróżnionych gatunków ("morpho-species") jedynie 2 mają szerokie rozmieszczenie kosmopolityczne, 13 jest endemitami z zasięgiem obejmującym zarówno kontynent, jak i Antarktykę Morską, natomiast pozostałe są przypuszczalnie regionalnymi endemitami. Rezultatem analiz taksonomicznych było również opisanie 12 gatunków nowych dla nauki. Wiele spośród pozostałych "morpho-species" również wykazuje cechy wyraźnie odmienne od gatunków znanych z innych rejonów, jednak ich opisanie wymaga dalszych analiz porównawczych.

Należy podkreślić, że rezultatem tej zespołowej pracy jest pierwsza kompleksowa analiza ekologii, taksonomii, i biogeografii antarktycznych Bdelloidea, wykonana z wykorzystaniem zebranych materiałów oraz wszystkich dotychczasowych publikacji. Gruntowna zmiana obrazu biogeografii oraz różnorodności gatunkowej antarktycznych Bdelloidea jest szczególnie istotnym osiągnięciem. Reprezentowane przez dużą liczbę gatunków charakteryzujących się bardzo wysokim stopniem regionalnego endemizmu organizmy te mogą ułatwić w zidentyfikowaniu regionalnych "hots-pots" różnorodności biologicznej, a tym samym potencjalne refugia okresów glacialnych. Wyniki tych badań mogą więc być fundamentem w działaniach mających na celu ochronę różnorodności biologicznej, ale mogą również gruntownie zmieć naszą wiedzę na temat biogeografii oraz pochodzenia organizmów zasiedlających współczesne ekosystemy lądowe Antarktyki.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.

5a) Osiągnięcia naukowo-badawcze przed osiągnięciem stopnia doktora.

Prace naukowo-badawcze w Polsce.

Moje zainteresowanie różnorodnością biologiczną i jej ochroną ukształtowało się jeszcze przed rozpoczęciem studiów biologicznych na Uniwersytecie Jagiellońskim. W pierwsze prace badawcze, realizowane w ramach międzynarodowych programów, również włączyłem się jeszcze będąc uczniem szkoły średniej.

W 1984 roku uczestniczyłem w IV Ogólnoeuropejskim Monitoringu Bociana Białego. W Polsce program ten koordynowany był przez Pracownię Biologii Ptaków Instytutu Biologii Środowiskowej UJ (gdzie w okresie późniejszym realizowałem studia biologiczne) oraz przez Zakład Ochrony Przyrody PAN (obecny Instytut Ochrony Przyrody PAN, gdzie od 2006 roku jestem zatrudniony i realizuje moje projekty badawcze). W tym samym czasie włączyłem się również w prowadzony przez Stację Ornitologiczną w Gdańsku ogólnopolski program obrączkowania bociana białego, którego celem były badania wędrówek tych ptaków. Od początku wykazywałem się dużym zaangażowaniem w realizację prac badawczych. Badania monitoringowe przeprowadziłem na obszarze ponad 400 km² i zaobrączkowałem ponad 100 bocianów (największą liczbą spośród wszystkich osób uczestniczących w tym programie). Za to szczególne zaangażowanie w realizację prac badawczych otrzymałem wyróżnienie od koordynatorów tych projektów. Mój udział w obrączkowaniu bocianów kontynuowałem przez kilka kolejnych lat. Wyniki tych badań zostały wykorzystane w opracowaniach opublikowanych przez koordynatorów tych programów.

W początkowym okresie studiów brałem również udział w pracach mających na celu poznanie rozmieszczenia płazów i gadów. Szczególnym moim osiągnięciem podczas realizacji tych prac było odkrycie dwóch stanowisk nowego dla Polski gatunku żaby (żaba zwinka *Rana dalmatina*). Wyniki te, łącznie z analizą porównawczą wszystkich gatunków żab z rodzaju *Rana* występujących w Polsce, zostały opublikowane w pracy mojego współautorstwa w czasopiśmie *Przegląd Zoologiczny* (Rafiński i in. 1987).

Jednak większość prac badawczych, w których uczestniczyłem w okresie studiów, koncentrowała się na ptakach. Rozpoczętą jeszcze przed studiami współpracę ze Stacją Ornitologiczną w Gdańsku i udział w badaniach z wykorzystaniem obrączkowania ptaków kontynuowałem przez wiele lat. W ramach tej współpracy uczestniczyłem wielokrotnie w Akcji Bałtyckiej (program badania wędrówek ptaków wróblowatych realizowany przez Stację Badania Wędrówek Ptaków Uniwersytetu Gdańskiego) oraz w programie Stacji Ornitologicznej w Gdańsku badania biologii lęgowej oraz wędrówek ptaków siewkowatych. Wyniki tych badań zostały wykorzystane w wielu opracowaniach publikowanych przez koordynatorów tych programów. W okresie tym prowadziłem również samodzielne badania. Część tych wyników wykorzystałem w ramach mojej pracy magisterskiej z biologii "*Wpływ zasobów pokarmowych samicy na wielkość składanych jaj u czajki *Vanellus vanellus* L. 1758*" (Zakład Ekologii Ekosystemów, Instytut Biologii Środowiskowej UJ) oraz w pracy opublikowanej w czasopiśmie *Notatki Ornitologiczne* (Smykla i Czerwiński 1991).

Przez cały okres studiów kontynuowałem również współpracę z Pracownią Biologii Ptaków (Instytut Biologii Środowiskowej UJ). Jednym z głównych celów tych badań było opracowanie Atlasu Ptaków Małopolski oraz uzyskanie danych ważnych dla ochrony ptaków i ich środowisk. Część wyników wykorzystałem w kilku niepublikowanych opracowaniach wykonanych na potrzeby wyznaczenia Ostoi Ptaków (*Important Bird Areas*) oraz opracowaniu mojej pracy

magisterskiej z geografii "*Ostoje ptaków wodno-błotnych w Małopolsce i ich perspektywy wykorzystania dla potrzeb kwalifikowanej turystyki ornitologicznej*" (Instytut Geografii UJ).

Szczególnie istotnym osiągnięciem tych badań było opracowanie dwóch monografii, których jestem współautorem, opublikowanych nie tylko po polsku ale również po angielsku: (1) Walasz i Mielczarek (red.). 1992. *Atlas ptaków lęgowych Małopolski. (The Atlas of Breeding Birds in Małopolska.)* oraz (2) Walasz (red.). 2000. *Atlas ptaków zimujących Małopolski. (The Atlas of Wintering Birds in Małopolska.)*. W ramach prac nad tymi monografiami wykonywałem badania terenowe, uczestniczyłem w koordynacji badań oraz w opracowaniu danych i pisaniu tekstu obu monografii. Poza opracowaniem tekstu dla wielu gatunków ptaków opracowałem również charakterystyki przyrodniczo-geograficzne oraz klimatu Małopolski.

Prace naukowo-badawcze w strefach polarnych.

Rejony polarne dosyć wcześnie stały się przedmiotem moich zainteresowań i planów badawczych. Jeszcze w trakcie studiów magisterskich wziąłem udział w dwóch wyprawach poznawczych do Arktyki (w rejony północnej Norwegii). Natomiast po ukończeniu studiów magisterskich podjąłem pracę w Zakładzie Biologii Antarktyki PAN, i w latach 1995-97 wziąłem udział w wyprawie naukowej do Polskiej Stacji Antarktycznej PAN im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego w Antarktyce Morskiej. Cele naukowe wyprawy koncentrowały się na ekologicznych badaniach roślinności, w ramach koordynowanego przez Zakład Biologii Antarktyki PAN międzynarodowego programu *Zmienność antarktycznych ekosystemów strefy przybrzeżnej (Variability of the Antarctic Coastal Ecosystem)*. Badania realizowane przez uczestników wyprawy, oraz ich wstępne wyniki, omówione zostały na spotkaniu naukowym zorganizowanym przez Zakład Biologii Antarktyki PAN oraz skrótowo zaprezentowane w pracy mojego współautorstwa opublikowanej w czasopiśmie *Wiadomości Ekologiczne* (Barcikowski i Smykła 1999).

Prace badawcze, które realizowałem podczas wyprawy, obejmowały różne aspekty zmienności ekosystemów lądowych Zatoki Admiralicji. Jednak biorąc pod uwagę znaczenie ptaków (szczególnie pingwinów) w kształtowaniu tych ekosystemów, moje badania skoncentrowałem na poznaniu tego zagadnienia. Uzyskane wyniki były podstawą mojej rozprawy doktorskiej *Zmiany składu gatunkowego i strategii życiowych roślin w gradiencie oddziaływania kolonii pingwinów (Wyspa Króla Jerzego, Antarktyka Morska)* (Instytut Botaniki PAN im. W. Szafera, Kraków).

5a) Osiągnięcia naukowo-badawcze po uzyskaniu stopnia doktora.

Jak wspomniałem powyżej, moje prace badawcze realizowane podczas wyprawy na Stację "Arctowskiego" obejmowały różne aspekty zmienności ekosystemów lądowych Zatoki Admiralicji. Badania te były podstawą mojej rozprawy doktorskiej oraz szeregu prezentacji i publikacji naukowych, a także kolejnych projektów realizowanych początkowo ponownie na Stacji Arctowskiego, a później również w innych rejonach Antarktyki Morskiej, na kontynencie Antarktydy, a nawet w Arktyce i Subantarktyce. Poniżej przedstawiałem zakres i cele tych badań oraz uzyskane wyniki, z podziałem na główne zagadnienia tematyczne.

Zmienność ekosystemów lądowych Zatoki Admiralicji.

Badania zmienności ekosystemów lądowych Zatoki Admiralicji realizowane podczas wyprawy na Stację "Arctowskiego" w latach 1995-97 kontynuowałem również w trakcie kolejnej wyprawy w latach 2001-02. Prace badawcze które realizowałem podczas obu tych wypraw dotyczyły różnych aspektów szeroko pojętej zmienności ekosystemów oraz obejmowały szerokie spektrum organizmów, w tym rośliny naczyniowe, mszaki, porosty oraz glony i sinice. Projekty realizowane przez poszczególnych uczestników wypraw były często powiązane tematycznie. Dlatego wiele spośród prac badawczych realizowałem we współpracy z innymi uczestnikami tych wypraw, a opracowanie materiałów również ze specjalistami zajmującymi się podobnymi zagadnieniami oraz badanymi grupami taksonomicznymi. W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań opublikowałem szereg prezentacji naukowych i publikacji. Publikacje te prezentują szczegółowe analizy wielu zagadnień, w tym zróżnicowania:

- przestrzennych (zonacja) i czasowych (sukcesja) wzorców rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych (Barcikowski i in. 2001, 2005; Smykla 2005; Smykla i in. 2006, 2007),
- różnorodności gatunkowej i wzorców rozmieszczenia zbiorowisk słodkowodnych glonów i sinic (Mrozińska i in. 2007, 2008),
- flory oraz biogeografii porostów (Krzewicka i Smykla 2004),
- rozmieszczenia oraz morfologicznej, anatomicznej i funkcjonalnej charakterystyki różnych populacji *Deschampsia antarctica* (Barcikowski i in. 2001, 2003, 2005; Parnikoza i in. 2009, 2013, 2015),
- strategii życiowych roślin (Barcikowski i in. 2001, 2003, 2005; Smykla 2008),
- procesów asymilacji azotu (Krywult i in. 2013),
- stężenia metali ciężkich w plechach porostów (Smykla i in. 2005).

Zróżnicowanie populacji antarktycznych roślin naczyniowych

(patrz Barcikowski i in. 2001, 2003, 2005; Smykla 2005; Smykla i in. 2006, 2007; Smykla 2008; Parnikoza i in. 2009, 2013, 2015; Krywult i in. 2013).

W odróżnieniu od kontynentu Antarktydy istotnym elementem flory Antarktyki Morskiej są rośliny naczyniowe: śmiałek antarktyczny *Deschampsia antarctica* oraz kolobant antarktyczny *Colobanthus quitensis*. W rejonie Zatoki Admiralicji na Wyspie Króla Jerzego występują szczególnie duże populacje obu tych gatunków, występuje tu również największa na całym obszarze Antarktyki Morskiej zwarta populacja *Deschampsia antarctica*. Obserwowane w Antarktyce Morskiej zmiany klimatyczne są przyczyną znacznego wzrostu wielkości populacji obu gatunków. Dlatego też, prace mające na celu poznanie czynników kształtujących występowanie oraz zróżnicowanie lokalnych populacji roślin naczyniowych, były istotnym elementem badań roślinności realizowanych na Stacji "Arctowskiego".

Na stanowiskach które badałem w ramach mojego projektu występują liczne populacje obu tych gatunków. Materiały i wyniki jakie uzyskałem, w połączeniu z materiałami zebranymi przez inne zespoły, pozwoliły na szczegółowe poznanie rozmieszczenia obu gatunków w rejonie Zatoki Admiralicji oraz ich preferencji siedliskowych. Przeprowadzone badania pozwoliły również na wykonanie i publikację opracowań dotyczących morfologicznej, anatomicznej i funkcjonalnej charakterystyki różnych populacji *Deschampsia antarctica* (Barcikowski i in. 2001, 2003, 2005; Parnikoza i in. 2009, 2013, 2015), zróżnicowania strategii życiowych (Barcikowski i in. 2001, 2003, 2005; Smykla 2008) oraz procesów asymilacji azotu (Krywult i in. 2013).

Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują, że występowanie *Deschampsia antarctica* powiązane jest z występowaniem i działalnością życiową ptaków morskich. Najbardziej

optymalne warunki do wzrostu *D. antarctica* znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie kolonii pingwinów oraz na reliktowych glebach ornitogennych. W warunkach tych *D. antarctica* odznacza się dużym tempem wzrostu i produkcji, w rezultacie często tworzy zwarte duże populacje. Przy czym *D. antarctica* jest szeroko i występuje również w wielu innych, często bardzo zróżnicowanych siedliskach. Analiza morfologicznej, anatomicznej i ekologicznej charakterystyki różnych populacji tego gatunku wykazały istotne zróżnicowanie związane z odmiennością lokalnych warunków siedliskowych. Istotnym przejawem tego zróżnicowania są zmiany tempa wzrostu i alokacji biomasy, które można interpretować jako przejaw zróżnicowania strategii życiowych, polegający na optymalizacji alokacji energii na różne funkcje życiowe. Analizy procesów asymilacji azotu również wykazały istotne zróżnicowanie siedliskowe, które również może odzwierciedlać optymalizację budżetu energetycznego. W optymalnych warunkach *D. antarctica* odznacza się dużym tempem wzrostu i produkcji, w rezultacie często tworzy zwarte duże populacje. Wraz z pogarszaniem się warunków następuje zmniejszenie tempa wzrostu i równoczesne zwiększenie alokacji energii na reprodukcję generatywną, strategia taka umożliwia przetrwanie i dyspersję. Obserwacje te wskazują, że duży zakres tolerancji ekologicznej i egzystencja w szerokim zakresie warunków siedliskowych są przypuszczalnie przejawem dużej plastyczności tego gatunku. Cechy te mogą również leżeć u podstaw sukcesu *D. antarctica* w kolonizacji i szerokim rozmieszczeniu tego gatunku w ekosystemach lądowych Antarktyki Morskiej.

Colobanthus quitensis również jest szeroko rozpowszechniony w rejonie Zatoki Admiralicji. Zazwyczaj spotykany jest razem z *Deschampsia antarctica*, jednak jego populacje są znacznie mniej liczne a występowanie ograniczone do węższego zakresu warunków środowiskowych. Niestety wyniki dotychczasowych badań nie wskazały mechanizmów, które mogą warunkować jego występowanie w Antarktyce Morskiej.

Różnorodność gatunkowa i zróżnicowanie zbiorowisk słodkowodnych glonów i sinic (patrz Mrozińska i in. 2007, 2008).

Moje badania wpływu kolonii pingwinów na zmienność ekosystemów lądowych koncentrowały się na zbiorowiskach roślinnych, w tym głównie na roślinach naczyniowych, mszakach, porostach oraz naziemnych glonach i sinicach. Przy czym badania te obejmowały również słodkowodne glony i sinice. Opracowanie zebranych materiałów i analizy danych realizowałem we współpracy z algologami. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w dwóch pracach (Mrozińska i in. 2007, 2008).

W badanych zbiornikach i ciekach wodnych stwierdzono występowanie 59 taksonów glonów i sinic. Wśród zidentyfikowanych taksonów dominowały okrzemki (*Bacillariophyceae*) – 38 gatunków oraz sinice (*Cyanophyta*) – 9 taksonów. Natomiast zielenice (*Chlorophyceae*) reprezentowane były przez 5, a desmidie (*Conjugatophyceae*) przez 7 taksonów (Mrozińska i in. 2008). W oparciu o zebrane materiały zostały wykonane również szczegółowe redeskrpcje desmidii, spośród opisanych gatunków dwa (tj., *Actinotaenium cucurbitinum* oraz *Cosmarium pseudopiramidatum*) dotychczas nie były znane z tego terenu (Mrozińska i in. 2007).

Analizy zmian składu gatunkowego wskazują, że w badanym terenie wzorzec przestrzennego zróżnicowania zbiorowisk słodkowodnych glonów i sinic ma wyraźny układ strefowy, związany z obecnością kolonii pingwinów. Zbiorowiska glonów i sinic z miejsc na stanowiskach oddalonych od kolonii odznaczały się odmiennym składem gatunkowym oraz większą różnorodnością gatunkową niż tereny kolonii oraz tereny zlokalizowane w bezpośrednim ich sąsiedztwie (Mrozińska i in. 2008). W warunkach tych, głównym czynnikiem limitującym występowanie wielu gatunków jest toksyczne oddziaływanie guana. Wzorzec ten w znacznym

stopniu odzwierciedla opisaną w tym terenie zonację roślinności wokół kolonii tych ptaków (patrz Smykla 2005; Smykla i in. 2006, 2007).

Wcześniejsze badania flory słodkowodnej w rejonie Zatoki Admiralicji koncentrowały się głównie na okrzemkach oraz sinicach i jedynie wyjątkowo uwzględniały również inne grupy taksonomiczne. Wyniki moich prac są więc istotnym uzupełnieniem wiedzy na temat flory oraz czynników kształtujących wzorce zróżnicowania zbiorowisk słodkowodnych glonów i sinic w tym rejonu.

Różnorodność i bogactwo gatunkowe flory porostów

(patrz Krzewicka i Smykla 2004; Smykla 2005; Smykla i in. 2006, 2007).

Porosty są dominującym, a w wielu rejonach jedynym, składnikiem makroflory antarktycznych ekosystemów lądowych. W zbiorowiskach roślinnych, które badałem stanowiły najliczniejszą i najbardziej zróżnicowaną grupę taksonomiczną. Na podłożu skalnym w obrębie kolonii pingwinów oraz w ich bezpośrednim sąsiedztwie występowały specyficzne zbiorowiska porostów ornitokopofilnych. Jednak najbogatsze i najbardziej różnorodne zbiorowiska porostów związane były ze stanowiskami z relatywnie niewielkim oddziaływaniem kolonii pingwinów (Smykla 2005; Smykla i in. 2006, 2007).

W trakcie badań terenowych moją szczególną uwagę zwróciło duże bogactwo gatunkowe porostów z rodzaju *Umbilicaria*. Dlatego też, w trakcie prac terenowych zebrałem materiały okazy porostów tego rodzaju z kilku różnych środowisk. Szczegółowe analizy porównawcze potwierdziły moje obserwacje terenowe. Spośród 11 gatunków *Umbilicaria* znanych z całego terenu Antarktydy, w rejonie Zatoki Admiralicji stwierdziłem występowanie aż 9 gatunków. Warte jest podkreślenia, że stwierdzenie *U. aprinana* było pierwszym udokumentowaniem występowania tego gatunku w Antarktyce Morskiej, z kolei stwierdzenie *U. kappeni* było pierwszą obserwacją z Wyspy Króla Jerzego. Ponadto zebrane materiały potwierdziły występowanie *U. aprina*, *U. cristata* i *U. umbilicarioides*, gatunków których występowanie w tym terenie było kwestionowane we wcześniejszych opracowaniach flory i biogeografii porostów Antarktydy. Analizy porównawcze moich materiałów oraz materiałów z innych zielników pozwoliły na opracowanie klucza do oznaczania wszystkich antarktycznych gatunków z tego rodzaju (Krzewicka i Smykla 2004).

Oznaczenie wielu gatunków, w szczególności porostów skorupiastych nie posiadających owocników, jest często trudna i wymaga taksonomicznych analiz porównawczych we współpracy z odpowiednimi specjalistami. Analizy te pozwoliły na stwierdzenie w badanym materiale czterech gatunków (tj., *Buellia falclandica*, *Cladonia galindezii*, *Lecanora flotowiana* oraz *Rinodina olivaceobrunnea*), które dotychczas nie były podawane z Wyspy Króla Jerzego (Smykla 2005; Smykla i in. 2006). Dane te były więc istotnym uzupełnieniem wiedzy na temat flory tego terenu.

Roślinność w rejonie Zatoki Admiralicji uważana jest za wyjątkowo bogatą pod względem florystycznym. W szczególności ze względu na florę mszaków, która jest najbogatsza w całej Antarktyce, ale flora porostów również jest bardzo bogata. Moje stwierdzenia nowych gatunków były więc cennym uzupełnieniem wiedzy na temat bogactwa gatunkowego tego terenu. Należy również podkreślić, że bogata flora porostów z rodzaju *Umbilicaria* (Krzewicka i Smykla 2004) potwierdza wyjątkowe bogactwo florystyczne ekosystemów lądowych Zatoki Admiralicji, oraz ich szczególną wartość naukową stanowiącą podstawę ochrony tego terenu w ramach ustanowionego na wniosek Polski ASPA 128 (Antarctic Specially Protected Area no. 128).

Antropogeniczne skażenia oraz naturalne zróżnicowanie geochemii pierwiastków śladowych (patrz Smykla i in. 2005).

Antarktyka nigdy nie była zamieszkała przez człowieka, ponadto dzięki oddaleniu oraz specyficznej cyrkulacji mas powietrza nie docierają tu zanieczyszczenia atmosferyczne z innych kontynentów. Dlatego też, Antarktyka pozostaje jednym z najbardziej naturalnych obszarów Ziemi gdzie nadal można badać naturalne procesy i cykle geochemiczne. W ciągu ostatnich dziesięcioleci, znaczny wzrost zainteresowania i aktywności ludzkiej są skutkiem coraz większych przeobrażeń środowiska Antarktyki, w tym zanieczyszczeń gleby, wody i powietrza. Największe przeobrażenia i skażenia powstały w rezultacie działania stacji naukowych, szczególnie w czasie gdy nie przywiązywano znacznej uwagi na ochronę środowiska Antarktyki. Na Wyspie Króla Jerzego zlokalizowanych jest łącznie 8 całorocznych stacji naukowych oraz kilka mniejszych stacji użytkowanych głównie w sezonie letnim. Tak duże zagęszczenie stacji jest wyjątkiem w skali całej Antarktydy i budzi spore obawy związane z degradacją lokalnego środowiska.

Prace badawcze mające na celu ocenę emisji elementów śladowych na skażenia środowiska były jednym z zadań jakie realizowałem podczas pracy na Stacji "Arctowskiego", w ramach programu koordynowanego przez Zakład Biologii Antarktyki PAN. Większość materiałów, które zebrałem została wykorzystana w ramach opracowań innych uczestników wypraw. Opracowanie, która ja wykonałem obejmowało ocenę stężenia elementów śladowych w plechach porostów z rodzaju *Usnea* oraz syntezę wyników wcześniejszych badań na Wyspie Króla Jerzego (Smykla i in. 2005).

Wyniki mojej pracy wykazały na bardzo duże zróżnicowanie zawartości elementów śladowych w plechach porostów. Znacznie podwyższone wartości stężeń stwierdziłem jedynie na kilku stanowiskach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł potencjalnego skażenia. W późniejszych badaniach wielu innych autorów również wykazało, że na Antarktydzie skażenia środowiska metalami ciężkimi mają charakter lokalny i ograniczane są do terenów stacji oraz ich bezpośredniego otoczenia. Moje analizy wykazały również, że poziom stężenia elementów śladowych w plechach porostów jest zróżnicowany gatunku. Obserwowana zmienność stężenia metali ciężkich może być również rezultatem naturalnego zróżnicowania lokalnych procesów biogeochemicznych. W szczególności odległości od morza i kolonii pingwinów (które mogą być istotnym źródłem wielu elementów śladowych), jak również zróżnicowania składu chemicznego lokalnych skał (Smykla i in. 2005). Niestety wcześniejsze badania na Wyspie Króla Jerzego przy interpretacji wyników nie uwzględniało potencjalnego wpływu tych czynników.

Bardziej szczegółowe analizy procesów biogeochemicznych kształtujących cykle i stężenia elementów śladowych w antarktycznych ekosystemach lądowych podjąłem podczas realizacji prac badawczych na Ziemi Wiktorii. Analizy danych wykazały, bardzo duże naturalne zróżnicowanie zawartości elementów śladowych oraz istotne lokalne zróżnicowania, które musi być uwzględniane przy interpretacji wyników badań środowiskowych. Wyniki tych badań były podstawą opracowania pracy magisterskiej, której byłem opiekunem pomocniczym (Krawczyk 2016, Politechnika Gdańska) oraz jednej publikacji (Smykla i in. 2018b).

Adaptacje ekofizjologiczne organizmów w ekstremalnych warunkach klimatycznych
(patrz Barták i in. 2007; Omar i in. 2009; Ali i in. 2013; Alias i in. 2013; Rasol i in. 2014; Krishnan i in. 2018).

Jak wspomniałem powyżej, w flora Antarktyczna odznacza się dominacją i dużą różnorodnością gatunkową porostów. W warunkach ekosystemów antarktycznych jednym z najistotniejszych czynników ograniczających egzystencję organizmów są bardzo niskie temperatury, limitujące dostępność wody a tym samym przebieg procesów życiowych. Niektóre prace wskazują na wysoką tolerancję porostów na niskie temperatury. W celu lepszego poznania tych adaptacji podjąłem laboratoryjne badania ekofizjologicznej tolerancji antarktycznych porostów. Badania te przeprowadziłem przy współpracy z Uniwersytetem Masaryka (Brno, Republika Czeska), w oparciu o materiały zebrane w Antarktyce Morskiej. Wyniki opublikowane zostały we wspólnej pracy w czasopiśmie *Polar Biology* (Barták i in. 2007).

Szczegółowym celem badań była ilościowa ocena zmian aktywności fotosyntetycznej porostów antarktycznych w zależności od temperatury, oraz określenie minimalnych temperatur ograniczających te procesy. Badania te przeprowadziliśmy na dwóch, szeroko rozpowszechnione w Antarktyce gatunkach porostów, tj. *Umbilicaria antarctica* oraz *Xanthoria elegans*. Wyniki eksperymentu wykazały intensywny przebieg procesów fotosyntezy od temperatury -10°C . W niższych temperaturach następował znaczny spadek intensywności tych procesów, przy czym oba badane gatunki utrzymywały aktywność fotosyntetyczną nawet w temperaturze -15°C . Wyniki te potwierdzają, że antarktyczne porosty są dobrze zaadaptowane do niskich temperatur i czynnik ten nie jest istotnym ograniczeniem ich egzystencji. Adaptacje te przypuszczalnie tłumaczą duże bogactwo gatunkowe flory porostów w obu strefach polarnych.

Podobnie glebowe mikrogrzyby stref polarnych odznaczają się dużym bogactwem taksonów. Dlatego też, w dalszych badaniach podjąłem próbę analizy ekofizjologicznych adaptacji tej grupy organizmów. Badania te prowadzę przy współpracy mikologów z National Antarctic Research Centre University of Malaya w Malezji. W badania zaangażowani są studenci i doktoranci (których jestem opiekunem pomocniczym). Dotychczasowe rezultaty były podstawą dwóch prac magisterskich (zakończenie kolejnej pracy magisterskiej oraz dwóch doktorskich planowane jest w 2018 roku), oraz kilku publikacji. Prace te, prezentujące wstępne wyniki dotyczące tego zagadnienia, wykonane zostały w oparciu o materiały z moich projektów realizowanych na Ziemi Wiktorii (Omar i in. 2009; Alias i in. 2013) oraz na Svalbardzie (Ali i in. 2013; Rasol i in. 2014). Rezultaty wykazały dominację taksonów aktywnych metabolicznie w temperaturach bliskich 0°C , jedynie relatywnie niewielka część taksonów była w stanie utrzymywać wzrost również w wyższych zakresach temperatur. Podobne wyniki uzyskaliśmy również przy analizie bakterii glebowych (Rasol i in. 2014). Nasze najnowsze analizy aktywności enzymatycznej i wzrostu mikrogrzybów z szerokiego gradientu geograficznego, od stref polarnych po tropiki, wykazały istotne różnice wpływu temperatury na wzrostu populacji z różnych rejonów geograficznych. Taksony polarne największe tempo wzrostu miały w niskich temperaturach, natomiast wyższe zakresy temperatur całkowicie hamowały ich wzrost. Taksony z ciepłych stref klimatycznych wykazywały odwrotny wzorzec wzrostu. Dane te wskazują na specyficzne adaptacje ekofizjologiczne oraz odrębność flory mikrogrzybów stref polarnych (Krishnan i in. 2018). Jednak, ze względu na generalnie bardzo ograniczoną wiedzę taksonomiczną, porównania biogeograficzne oraz analizy różnorodności gatunkowej tych organizmów wymagają dalszych badań.

Wpływ antropogenicznych przemian środowiska na ekofizjologię roślin stref polarnych (patrz Turunen i in. 2006; Krywult i in. 2008, 2013)

Jak wspomniałem powyżej, jednym z moich zadań badawczych realizowanych na Antarktydzie było poznanie wpływu antropogenicznych przemian środowiskowych na ekosystemy polarne. Prace te obejmowały ocenę skażeń środowiska pierwiastkami śladowymi (Smykla i in. 2005), ale także badania sukcesji roślinności oraz zmiany rozmieszczenia roślin naczyniowych w rezultacie zmian klimatycznych (Barcikowski i in. 2005; Parnikoza i in. 2015) oraz badania wpływu na ekofizjologię roślin dziury ozonowej i wzrostu promieniowania UV (Krywult i in. 2013). W celu szerszego poznania wpływu przemian środowiskowych w strefach polarnych na ekofizjologię roślin wziąłem udział w międzynarodowym projekcie Unii Europejskiej "Lapbiat" (Lapland Atmosphere-Biosphere Facility). Projekt ten realizowany był w Finlandii w oparciu o sieć stacji i instytucji naukowych zlokalizowanych poza północnym kręgiem polarnym, w tym Arctic Centre University of Lapland w Rovaniemi, Arctic Research Centre Finnish Meteorological Institute w Sodankylä, Kolari Research Station Finnish Forest Research Institute oraz Subarctic Research Institute w Kevo.

W projekcie "Lapbiat" uczestniczyłem w latach 2002-07. Badania, które realizowałem prowadzone były w oparciu o długoterminowy eksperyment terenowy i koncentrowały się na poznaniu wpływu wzrostu promieniowania UV oraz ocieplenia klimatu na ekofizjologię roślin. Rezultaty badań wykazały istotny wpływ zmian temperatury oraz promieniowania UV na procesy asymilacji związków azotowych, produkcję aminokwasów oraz wzrost roślin (Turunen i in. 2006; Krywult i in. 2008). Przy czym wyniki wykazały również, że większy poziom promieniowania UV indukuje wzrost grubości warstw epi- i endodermi oraz wzrost w komórkach stężenia substancji blokujących promieniowanie UV. Mechanizmy te mogą w znacznym stopniu niwelować negatywne efekty, związane z dziurą ozonową, wzrostu poziomu promieniowania UV (Turunen i in. 2006). Zadania badawcze, które realizowałem obejmowały również wpływ promieniowania UV na mikrogrzyby. W przypadku tych organizmów wyższe dawki promieni UV skutkowały zmianą składu gatunkowego. Przy czym całkowita obfitość mikrogrzybów nie ulegała zmianie, co wskazuje na zróżnicowane reakcje gatunkowe (Turunen i in. 2006).

Wyniki tych badań przeprowadzonych w środowiskach Subarktyki i Arktyki, mogą mieć bezpośrednie przełożenie na zrozumienie potencjalnego wpływu globalnych przemian środowiskowych na florę Antarktydy. Analogiczny wpływ promieniowania UV na asymilację związków azotowych i wzrost roślin wykazały również badania, które realizowałem na Wyspie Króla Jerzego (patrz Krywult i in. 2013). Przy czym należy podkreślić, że efekt oddziaływania UV na *Deschampsia antarctica* uzależniony był od warunków siedliskowych, w szczególności od wilgotności oraz całkowitej ilości dostępnych związków azotu w glebie. U roślin rosnących w mało korzystnych warunkach siedliskowych (tj. suchych i ubogich w biogeny) większy poziom promieniowania UV w istotny sposób wpływał na przebieg procesów metabolizmu azotu, co może niekorzystnie wpływać na ich bilans energetyczny. Natomiast u roślin rosnących w optymalnych warunkach siedliskach rezultaty nie wykazały istotnych różnic, co może wynikać z większych możliwości tych roślin do alokacji zasobów w mechanizmy obronne.

Różnorodność gatunkowa oraz wzorce przestrzennego zróżnicowania mikrofauny Svalbardu (patrz Smykla i in. 2011b; Kaczmarek i in. 2012; Zawierucha i in. 2015a, 2015b).

Wyniki moich badań antarktycznej mikrofauny (patrz Smykla i in. 2010, 2012, 2018a; Iakovenko i in. 2015) zainspirowały mnie do przeprowadzenia badań porównawczych w Arktyce. W tym celu opracowałem projekt badawczy mikrofauny Svalbardu (RIS 5326), a następnie przygotowałem i przeprowadziłem badania terenowe w rejonie Polskiej Stacji Polarnej w Horsundzie. Badania terenowe w ramach tego projektu obejmowały dwa sezony w latach 2010-11. W trakcie pierwszego sezonu badań wyznaczyłem transekty i stanowiska reprezentujące zróżnicowanie lokalnych warunków środowiskowych, w tym gradient odległości od morza i wysokości oraz gradient oddziaływania kolonii ptaków morskich (alczyka i mewy trójpalczastej) oraz zabrałem próby do analiz laboratoryjnych w Polsce. W trakcie drugiego sezonu, ze względu na mój wyjazd i pracę na Uniwersytecie Północnej Karoliny w Wilmington (USA), zbiór materiałów kontynuowany był przez innych uczestników mojego projektu. Rezultaty tych badań zostały wykorzystane do opracowania pracy licencjackiej i magisterskiej uczestniczącego w moim projekcie studenta (Zawierucha 2011, 2013; UAM Poznań) oraz zaowocowały publikacją kilku artykułów, w tym Smykla i in. (2011b), Kaczmarek i in. (2012) oraz Zawierucha i in. (2015a, 2015b).

Wstępne analizy, ukierunkowane na niesporczaki, wskazują na bardzo bogatą mikrofaunę ekosystemów lądowych w rejonie Horsundu. W próbach z poszczególnych transektów oznaczono 25-33 gatunków niesporczaków (Kaczmarek i in. 2012; Zawierucha i in. 2015b), w tym opisano 2 gatunki nowe dla nauki (tj., *Bryodelphax parvuspolaris* i *Isohypsibius coulsoni*) oraz stwierdzono 3 gatunki wcześniej nie notowane na Svalbardzie. Analizy gradientów środowiskowych wykazały, że wysokość nad poziomem morza oraz oddziaływania kolonii ptaków w największym stopniu różnicują skład gatunkowy, jednak gradienty te nie miały wpływu na całkowitą różnorodność gatunkową zespołu niesporczaków. Rezultaty wskazują, że umiarkowany dopływ biogenów z kolonii ptaków, poprzez wzrost dostępnych zasobów pokarmowych, może pozytywnie wpływać na dostosowanie i przeżywalność niesporczaków (Zawierucha i in. 2015a). Niemniej, zaobserwowane zmiany składu gatunkowego mogą być również rezultatem toksycznego działania w przypadku części gatunków lub w sytuacji nadmiernych ilości odchodów, analogicznie do sytuacji jaką zaobserwowałem w warunkach zróżnicowania oddziaływania kolonii pingwinów na Antarktydzie. Wpływ gradientu wysokości wydaje się być powiązany ze zróżnicowaniem mikroklimatycznym, co wskazuje że zmiany klimatyczne mogą w istotny sposób wpłynąć na występowanie niektórych gatunków (Zawierucha i in. 2015b). Wpływ zmian klimatycznych może być również powiązany z ekspansją morskiego niesporczaka *Halobiotus crispae*, który został prawdopodobnie przetransportowany w rejon Svalbardu przez ciepłe wody Prądu Zachodniospitsbegręńskiego (Smykla i in. 2011b). Chociaż przeprowadzone prace ograniczone były do niesporczaków w rejonie Horsundu, zainicjowane przeze mnie badania dostarczyły istotnych danych dotyczących bogactwa gatunkowego oraz czynników kształtujących wzorce rozmieszczenia mikrofauny Svalbardu.

Taksonomia i biogeografia

Brak opracowań taksonomicznych oraz fragmentaryczna wiedza na temat występujących na Antarktydzie gatunków, było problemem który często musiałem pokonać w trakcie realizacji prac badawczych. Realizacja projektów, które uwzględniały wiele bardzo odmiennych grup taksonomicznych możliwa była jedynie dzięki współpracy z wieloma różnymi specjalistami. Przeprowadzone analizy taksonomiczne dostarczyły nowych danych geograficznego rozmieszczenia dla wielu gatunków, tym samym uzupełniły wiedzę biogeograficzną. Większość spośród tych danych dotyczyło obserwacji nowych gatunków w Antarktyce, w tym porostów (Krzewicka i Smykla 2004; Smykla 2005; Smykla i in. 2006, 2011a), glonów (Mrozińska i in. 2007), mikrogrzybów (Alias i in. 2013) oraz mikrofauny (Smykla i in. 2010, 2012, 2018a; Kaczmarek i in. 2014; Iakovenko i in. 2015). Prace te dostarczyły również nowych danych geograficznego rozmieszczenia mikrofauny w Arktyce (Smykla i in. 2011b; Kaczmarek i in. 2012; Zawierucha i in. 2015b), ale także w innych rejonach Ziemi (Shrubovych i Smykla 2012; Shrubovych i in. 2014, 2015). Ponadto rezultatem tych prac były również analizy biogeograficznego zróżnicowania morfologii niesporczaków z Ziemi Wiktorii wykonanych w ramach pracy magisterskiej uczestniczącego w moim projekcie studenta (Erdmann 2014; UAM Poznań).

Moje prace badawcze były również podstawą szczegółowych analiz porównawczych i redeskrpcji gatunków, w tym porostów (Krzewicka i Smykla 2004), glonów (Mrozińska i in. 2007) oraz mikrofauny (Shrubovych i Smykla 2012; Shrubovych i in. 2014, 2015), a także opisanie 16 gatunków nowych dla nauki, w tym: 1 gatunku protura (Shrubovych i Smykla 2012), 3 niesporczaków (Kaczmarek i in. 2012, 2014) oraz 12 wrotków bdelloidea (Iakovenko i in. 2015). Warto podkreślić, że wiele spośród wyodrębnionych w próbach z Antarktydy gatunków ("morpho-species") bdelloidea wykazuje cechy morfologiczne odmienne od znanych gatunków i najprawdopodobniej reprezentuje dotychczas nieopisane taksony (Iakovenko i in. 2015, Smykla i in. 2018a). Ich taksonomiczną odrębność potwierdzają wyniki analiz molekularnych (Iakovenko i in. 2015). Dlatego też, dalsze analizy materiałów zebranych w ramach realizacji moich projektów z pewnością dostarczą kolejnych danych oraz opracowań taksonomicznych i biogeograficznych, które będą pogłębiać naszą wiedzę na temat różnorodności biologicznej naszej planety.

Na zakończenie, chciałbym zwrócić jeszcze uwagę na moje osiągnięcie w poznanie filogeografii ryb z rodzaju *Trematomus*. Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują na ekologiczne podłoże zróżnicowania genetycznego populacji ryb, tym samym podważają dotychczasowy obraz uwarunkowań zróżnicowania biogeograficznego w Oceanie Antarktycznym (Van de Putte i in. 2012). Praca ta wykonana została w oparciu o materiały zebrane przez wiele osób w ramach różnych projektów, dzięki czemu możliwa była analiza danych z obszaru 5000 km wzdłuż wybrzeża Antarktydy. Realizacja prac badawczych na tak rozległym obszarze jest generalnie poza możliwościami indywidualnych projektów. Sukces realizacji tego projektu uwidacznia szczególne znaczenie w badaniach polarnych szerokiej współpracy, bez której – co chciałbym podkreślić – realizacja moich prac oraz ich osiągnięcia również nie byłyby możliwe.

Spis publikacji

1. Abu Samah A., Convey P., Alias S.A. & **Smykla J.** 2013. Antarctica, Malaysia's journey to the ice. National Antarctic Research Centre, Kuala Lumpur, Malaysia. 275 pp. ISBN: 9789839934687
2. Ali S.H., Alias S.A., Hii S.Y., **Smykla J.**, Pang K.-L., Guo S.-Y. & Convey P. 2013. Studies on diversity of soil microfungi in the Hornsund area, Spitsbergen. – *Polish Polar Research* 34(1): 39–54. DOI: 10.2478/popore-2013-0006
3. Alias S.A., **Smykla J.**, Ming C.Y., Rizman-Idid M. & Convey P. 2013. Diversity of microfungi in ornithogenic soils from Beaufort Island, continental Antarctic. – *Czech Polar Reports* 3(2): 144–156. DOI: 10.5817/CPR2013-2-15
4. Barcikowski A. & **Smykla J.** 1999. I Spotkanie Antarktyczne (Warszawa, 6 V 1999r.). – *Wiadomości ekologiczne* 45(4): 371–374. (in Polish)
5. Barcikowski A., Łyszkiwicz A., Loro P., Rektoris L., **Smykla J.**, Wincenciak A. & Zubeł P. 2005. Keystone species and ecosystems functioning: The role of penguin colonies in differentiation of the terrestrial vegetation in the Maritime Antarctic. – *Ecological questions* 6: 117–128.
6. Barcikowski A., Czaplewska J., Loro P., Łyszkiwicz A., **Smykla J.** & Wojciechowska A. 2003. Ecological variability of *Deschampsia antarctica* in the area of Admiralty Bay (King George Island, Maritime Antarctic). – In: Frey L. (ed.). *Problems of grass biology*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. pp: 393–407.
7. Barcikowski A., Czaplewska J., Gielwanowska I., Loro P., **Smykla J.** & Zarzycki K. 2001. *Deschampsia antarctica* (Poaceae) – the only native grass from Antarctica. – In: Frey L. (ed.). *Studies on grasses in Poland*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. pp: 367–377.
8. Barták M., Váci P., Hájek J. & **Smykla J.** 2007. Low-temperature limitation of primary photosynthetic processes in Antarctic lichens *Umbilicaria antarctica* and *Xanthoria elegans*. – *Polar Biology* 31(1): 47–51. DOI: 10.1007/s00300-007-0331-x
9. Iakovenko N.S., **Smykla J.**, Convey P., Kašparová E., Kozeretska I.A., Trokhymets V., Dykyy I., Plewka M., Devetter M., Duriš Z. & Janko K. 2015. Antarctic bdelloid rotifers: diversity, endemism and evolution. – *Hydrobiologia* 761(1): 5–43. DOI: 10.1007/s10750-015-2463-2
10. Kaczmarek Ł., Janko K., **Smykla J.** & Michalczyk Ł. 2014. Soil tardigrades from the Antarctic Peninsula with a description of a new species and some remarks on the genus *Ramajendas* (Eutardigrada: Isohypsibiidae). – *Polar Record* 50(2): 176–182. DOI: 10.1017/S0032247413000168
11. Kaczmarek Ł., Zawierucha K., **Smykla J.** & Michalczyk Ł. 2012. Tardigrada of the Revdalen (Spitsbergen) with the descriptions of two new species: *Bryodelphax parvuspolaris* (Heterotardigrada) and *Isohypsibius coulsoni* (Eutardigrada). – *Polar Biology* 35(7): 1013–1026. DOI: 10.1007/s00300-011-1149-0
12. Khan Z., Wan Omar W.M., Merican F.M.M.S., Azizan A.A., Foong P.C., Convey P., Najimudin M.N.M., **Smykla J.** & Alias S.A. 2017. Identification of phenotypic plasticity of *Pseudanabaena catenata* from Svalbard archipelago. – *Polish Polar Research* 38(4): 445–458. DOI: 10.1515/popore-2017-0022
13. Krishnan A., Convey P., Gonzalez M., **Smykla J.** & Alias S.A. 2018. Effects of Temperature on Extracellular Hydrolase Enzymes from Soil Microfungi. – *Polar Biology* 41: (in press).
14. Krywult M., **Smykla J.** & Wincenciak A. 2013. The presence of nitrates and the impact of ultraviolet radiation as factors that determine nitrate reductase activity and nitrogen concentrations in *Deschampsia antarctica* Desv. around penguin rookeries on King George Island, Maritime Antarctica. – *Water Air and Soil Pollution* 224(5): 1563 (12pp.). DOI: 10.1007/s11270-013-1563-8
15. Krywult M., **Smykla J.**, Kinnunen H., Martz F., Sutinen M-L., Lakkala K. & Turunen M. 2008. Influence of solar UV radiation on the nitrogen metabolism in needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). – *Environmental Pollution* 156(3): 1105–1111. DOI: 10.1016/j.envpol.2008.04.009
16. Krzewicka B. & **Smykla J.** 2004. The lichen genus *Umbilicaria* from the neighbourhood of Admiralty Bay (King George Island, maritime Antarctic), with a proposed new key to all Antarctic taxa. – *Polar Biology* 28(1): 15–25. DOI: 10.1007/s00300-004-0638-9

17. Krzewicka B., **Smykla J.**, Galas J. & Śliwa L. 2017. Freshwater lichens and habitat zonation of mountain streams. – *Limnologica* 63: 1–10. DOI: 10.1016/j.limno.2016.12.002
18. Mrozińska T., Czerwik-Marcinkowska J. & **Smykla J.** 2008. The influence of penguin rookeries on algae and cyanobacteria of soil and freshwater habitats in the neighbourhood of Admiralty Bay, King George Island, Maritime Antarctic. – In: Kowalska A., Latocha A., Marszałek H. & Pereyma J. (eds.). *Środowisko przyrodnicze obszarów polarnych*. Uniwersytet Wrocławski, Wrocław. pp: 202–207. (in Polish with English summary).
19. Mrozińska T., Czerwik-Marcinkowska J. & **Smykla J.** 2007. Desmids and associated algae of terrestrial small water bodies in the Admiralty Bay area (King George Island, maritime Antarctic). – *Oceanological and Hydrobiological Studies* 36, Supplement 1: 147–156.
20. Omar S., Alias S.A., **Smykla J.**, Moreano H., Guerra de Lourdes M. & Chin Y.M. 2009. Comparison of diversity of microfungi in ornithogenic soils from Beaufort Island, Continental Antarctica and Bariantos Island, Maritime Antarctica. – *ASM Science Journal* 3(2): 184–194.
21. Parnikoza I., Miryuta N., Ozheredova I., Kozeretska I., **Smykla J.**, Kunakh V. & Convey P. 2015. Comparative analysis of *Deschampsia antarctica* Desv., population adaptability in the natural environment of Admiralty Bay (King George Island, maritime Antarctic). – *Polar Biology* 38(9): 1401–1411. DOI: 10.1007/s00300-015-1704-1
22. Parnikoza I., Ozheredova I., Kozeretska I., **Smykla J.** & Kunakh V. 2013. The parameters of *Deschampsia antarctica* population success, comparative analyses in the region of Admiral Bay (King George Island, Maritime Antarctic). – *Ukrainian Antarctic Journal* 12: 186–198. (with English summary).
23. Parnikoza I.Y., **Smykla J.**, Kozeretska I.A. & Kunakh V.A. 2009. Peculiarities of the Antarctic tundra dynamic in two ecological gradients conditions. – *Visnyk Ukrainshoho Tovarystva Genetykiv i Selekcjoneriv* 7(2): 218–226. (with English summary).
24. Rafiński J., Szymura J.M. & **Smykla J.** 1987. Electrophoretic identification of the agile frog (*Rana dalmatina* Bonaparte) from new localities in south-eastern Poland. – *Przegląd zoologiczny* 31(4): 493–502. (in Polish with English summary).
25. Rasol R., Rashidah A.R., Siti Nur Nazuha R., **Smykla J.**, Wan Omar W.M. & Alias S.A. 2014. Psychrotrophic lipase producers from Arctic soil and sediment samples. – *Polish Journal of Microbiology* 63(1): 75–82.
26. Shrubovych J. & **Smykla J.** 2012. Review of *Paracerella* Imadaté (Protura: Acerentomidae, Nipponentominae) with identification key and description of a new species. – *Zootaxa* 3509: 69–79.
27. Shrubovych J., Rusek J., **Smykla J.** & Bernard E.C. 2015. Revision of North American *Verrucoentomon* species (Protura: Acerentomidae, Nipponentominae). – *Florida Entomologist* 98(1): 215–222. DOI: 10.1653/024.098.0137
28. Shrubovych J., Rusek J., **Smykla J.** & Bernard E.C. 2014. Review of *Alaskaentomon* (Protura: Acerentomidae, Nipponentominae). – *Annals of the Entomological Society of America* 107(4): 728–733. DOI: 10.1603/AN13161
29. **Smykla J.** 2008. Changes in the plant life strategies related to the penguin rookery impact gradient – an attempt to validate theoretical models. – In: Kowalska A., Latocha A., Marszałek H. & Pereyma J. (eds.). *Środowisko przyrodnicze obszarów polarnych*. Uniwersytet Wrocławski, Wrocław. pp: 208–217. (in Polish with English summary).
30. **Smykla J.** 2005. The role of penguin rookeries in determining species composition of plant communities and vegetation patterns in the maritime Antarctic. – *Polish Polar Studies*, Kielce: 153–165. (in Polish with English summary).
31. **Smykla J.** & Czerwiński B. 1991. Ringing of birds on fish ponds Spytkowice near Zator in the springs of 1986–1990. The purpose and methods of the project. – *Notatki ornitologiczne* 32(3–4): 161–167. (in Polish with English summary).
32. **Smykla J.**, Porazinska D., Iakovenko N.S., Devetter M., Drewnik M., Hii Y.S. & Emslie S.D. 2018a. Geochemical and biotic factors influencing diversity and distribution patterns of soil metazoans across ice-free coastal habitats in northern Victoria Land, Antarctica. – *Soil Biology and Biochemistry* 116: 265–276. DOI: 10.1016/j.soilbio.2017.10.028

33. **Smykla J.**, Szarek-Gwiazda M., Drewnik M., Knap W. & Emslie S.D. 2018b. Natural variability of major and trace elements in non-ornithogenic Gelisols at Edmonson Point, northern Victoria Land, Antarctica. – *Polish Polar Research* 39: (in press). DOI: 10.1515/popore-2018-0001
34. **Smykla J.**, Drewnik M., Szarek-Gwiazda E., Hii S.Y., Knap W. & Emslie S.D. 2015. Variation in the characteristics and development of soils at Edmonson Point due to abiotic and biotic factors, northern Victoria Land, Antarctica. – *Catena* 132: 56–67. DOI: 10.1016/j.catena.2015.04.011
35. **Smykla J.**, Iakovenko N., Devetter M. & Kaczmarek Ł. 2012. Diversity and distribution of tardigrades in soils of Edmonson Point (Northern Victoria Land, continental Antarctica). *Czech Polar Reports* 2(2): 61–70. DOI: 10.5817/CPR2012-2-6
36. **Smykla J.**, Krzewicka B., Wilk K., Emslie S.D. & Śliwa L. 2011a. Additions to the lichen flora of Victoria Land, Antarctica. – *Polish Polar Research* 32(2): 123–138. DOI: 10.2478/v10183-011-0009-5
37. **Smykla J.**, Kaczmarek Ł., Huzarska K. & Michalczyk Ł. 2011b. The first record of a rare marine tardigrade, *Halobiotus crispae* Kristensen, 1982 (Eutardigrada: Hypsibiidae), from the Svalbard Archipelago. – *Polar Biology* 34(8): 1243–1247. DOI: 10.1007/s00300-011-0986-1
38. **Smykla J.**, Porazinska D.L., Iakovenko N., Janko K., Weiner W.M., Niedbała W. & Drewnik M. 2010. Studies on the Antarctic soil invertebrates: Preliminary data on rotifers (Rotatoria) with notes on other taxa from Edmonson Point (Northern Victoria Land, Continental Antarctic). – *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 74(1–2): 135–140.
39. **Smykla J.**, Wołek J. & Barcikowski A. 2007. Zonation of vegetation related to penguin rookeries on King George Island, Maritime Antarctic. – *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 39(1): 143–151. DOI: 10.1657/1523-0430(2007)39[143:ZOVRTP]2.0.CO;2
40. **Smykla J.**, Wołek J., Barcikowski A. & Loro P. 2006. Vegetation patterns around penguin rookeries at Admiralty Bay, King George Island, Maritime Antarctic: preliminary results. – *Polish Botanical Studies* 22: 449–458.
41. **Smykla J.**, Szarek-Gwiazda E. & Krzewicka B. 2005. Trace elements in the lichens *Usnea aurantiaco-atra* and *U. antarctica* from the vicinity of the Uruguay's Artigas Research Station on King George Island, Maritime Antarctic. – *Polish Botanical Studies* 19: 49–57.
42. Turunen M., Sutinen M.-L., Derome K., Krywult M., **Smykla J.**, King S. & Lakkala K. 2005. Ecophysiological responses of subarctic Scots pine to ultraviolet (UV) radiation. – *Polish Botanical Studies* 19: 143–150.
43. Walasz K. (ed.); Cichocki W., Czerwiński B., Czyż S., Król W., **Smykla J.**, Walasz A. & Walasz K. 2000. The Atlas of Wintering Birds in Małopolska. Birds of Małopolska. Vol. 2. [*Atlas ptaków zimujących Małopolski. Monografia Ptaków Małopolski*]. – Institute of Environmental Sciences Jagiellonian University & Małopolska Ornithological Society. Kraków: 602 pp. ISBN: 83-85222-39-1 (in Polish & English).
44. Walasz K. & Mielczarek P. (eds.); Badzioch M., Cichocki W., Cierlik G., Czerwiński B., Czuchnowski R., Czyż S., Król W., Mielczarek P., Profus P., **Smykla J.**, Terakowski J. & Walasz K. 1992. The Atlas of Breeding Birds in Małopolska. Birds of Małopolska. Vol. 1. [*Atlas ptaków lęgowych Małopolski. Monografia Ptaków Małopolski*]. – Biologica Silesiae. Wrocław: 522 pp. + 3 Maps. ISBN: 83-900021-2-4 (in Polish & English).
45. Van de Putte A.P., Janko K., Kasparova E., Maes G.E., Rock J., Koubbi P., Volckaert F.A.M., Choleva L., Fraser K.P.P., **Smykla J.**, Van Houdt J.K.J. & Marshall C. 2012. Comparative phylogeography of three trematomid fishes reveals contrasting genetic structure patterns in benthic and pelagic species. – *Marine Genomics* 8: 23–34. DOI: 10.1016/j.margen.2012.05.002
46. Zawierucha K., Cytan J., **Smykla J.**, Wojczulanis-Jakubas K., Kaczmarek Ł. Kosicki J.Z. & Michalczyk Ł. 2015a. Seabird guano boosts body size of water bears (Tardigrada) inhabiting the Arctic tundra. – *Polar Biology* 38(4): 579–582. DOI: 10.1007/s00300-014-1591-x
47. Zawierucha K., **Smykla J.**, Michalczyk Ł., Gołdyn B. & Kaczmarek Ł. 2015b. Distribution and diversity of Tardigrada along altitudinal gradients in the Hornsund, Spitsbergen (Arctic) – *Polar Research* 34: 24168 (11pp). DOI: 10.3402/polar.v34.24168

Jenny Smykla