

Załącznik 2

Autoreferat

Dr Piotr Osyczka

Uniwersytet Jagielloński
Wydział Biologii i Nauk o Ziemi
Instytut Botaniki
ul. Kopernika 27
31-501 Kraków

Kraków, marzec 2014

Informacja o wykształceniu i przebiegu zatrudnienia

Posiadane dyplomy i stopnie naukowe:

2003 - doktor nauk biologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

1999-2003 – Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Środowiskowe Studium Doktoranckie, studia doktoranckie, obrona rozprawy doktorskiej pt.: „Gatunki rodzaju *Cladonia* Hill ex Browne w rejonie Spitsbergenu (Arktyka) - chemotaksonomia i rozmieszczenie”, promotor: Prof. dr hab. Maria Olech.

1999 - magister biologii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

1994-1999 – Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, studia magisterskie (kierunek biologia), obrona pracy magisterskiej pt.: „Porosty jako bioindykatory zanieczyszczeń metalami ciężkimi środowiska Zatoki Admiralicji (Antarktyka)”, promotor: Prof. dr hab. Maria Olech.

Praca zawodowa, miejsca zatrudnienia i zajmowane stanowiska:

od 10.2005 do chwili obecnej – Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Instytut Botaniki, Zakład Badań i Dokumentacji Polarnej, stanowisko: adiunkt

od 10.2003 do 09.2005 – Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Instytut Botaniki, Zakład Badań i Dokumentacji Polarnej, stanowisko: asystent

od 10.2006 do 09.2007 – Małopolska Wyższa Szkoła Zawodowa im. J. Dietla w Krakowie, stanowisko: starszy wykładowca

od 10.2007 do 09.2011 – Małopolska Wyższa Szkoła Zawodowa im. J. Dietla w Krakowie, stanowisko: docent

od 21.10.2007 do 31.01.2008 – Zakład Biologii Antarktyki PAN (0,25 wymiarze godzin pracy), stanowisko: adiunkt, uczestnik XXXII Wyprawy Antarktycznej

Osiągnięcie naukowe zgłoszone do postępowania habilitacyjnego

Cykl ośmiu publikacji wyszczególniono poniżej jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego¹. Publikacje objęto wspólnym tytułem: „Taksonomia, ekologia, zmienność wewnątrzgatunkowa i adaptacje środowiskowe porostów z rodzaju *Cladonia* (lichenized Ascomycota)”.

1. **Osyczka P.** 2011. The genus *Cladonia*, group *Cocciferae*, in Poland. *Herzogia* 24(2): 231–249.
2. **Osyczka P.**, Skubała K. 2011. Chemical races of *Cladonia cariosa* and *C. symphylicarpa* (lichenized Ascomycota) - a Polish case study in a worldwide context. *Nova Hedwigia* 93(3-4): 363–373.
3. **Osyczka P.** 2012. The lichen of *Cladonia*, 'supergroup' *Perviae*, in Poland. *Herzogia* 25(1): 15–30.
4. **Osyczka P.** 2013. A morphometric evaluation of the *Cladonia chlorophaea* group and allied taxa (Cladoniaceae, Ascomycota). *Herzogia* 26(1): 49–64.
5. **Osyczka P.**, Rola K. 2013. Phenotypic plasticity of primary thallus in selected *Cladonia* species (lichenized Ascomycota: Cladoniaceae). *Biologia* 68(3): 365–372.
6. **Osyczka P.**, Rola K. 2013. *Cladonia* lichens as the most effective and essential pioneers in strongly contaminated slag dumps. *Central European Journal of Biology* 8(9): 876–887.
7. **Osyczka P.**, Rola K. 2013. Response of the lichen *Cladonia rei* Schaer. to strong heavy metal contamination of the substrate. *Environmental Science and Pollution Research* 20(7): 5076–5084.
8. **Osyczka P.**, Rola K., Lenart-Boroń A., Boroń P. 2014. High intraspecific genetic and morphological variation in the pioneer lichen *Cladonia rei* colonising slag dumps. *Central European Journal of Biology* 9(5): 579–591.

¹ wykaz chronologiczny

Omówienie celu naukowego prac zgłoszonych do postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników

Moje zainteresowania naukowo-badawcze od dawna w sposób szczególny koncentrowały się na porostach (grzyby zlichenizowane) z rodzaju *Cladonia*. Jest to duża, rozpowszechniona na całym świecie grupa porostów, z reguły dualnych pod względem morfologicznym. Występują w postaci zazwyczaj łuseczkowatej plechy pierwotnej oraz różnorodnie wykształconej, krzaczkowatej plechy wtórnej (tzw. podcja). Ze względu na rozmiar plech i bogactwo ich form, rodzaj *Cladonia* postrzegany jest jako atrakcyjna grupa porostów. Z drugiej jednak strony ogromne zróżnicowanie i zmienność morfologiczna w połączeniu z produkcją różnorodnych metabolitów wtórnych stawiają badany przeze mnie rodzaj w gronie jednych z bardziej problematycznych i dyskutowanych w literaturze światowej. Powszechność występowania przedstawicieli *Cladonia* świadczy o tym, że porosty te nie są pasywnym elementem bioty, lecz pełnią ważną rolę w wielu ekosystemach lądowych, chociażby jako pionierskie organizmy w rejonach polarnych czy też obszarach dotkniętych ludzką działalnością. Dlatego też właśnie ten rodzaj porostów wzbudził moje zainteresowanie i stał się głównym tematem moich prac badawczych. Badania te postanowiłem prowadzić na wielu płaszczyznach i stosując różne metody badawcze, tak aby poruszyć rozmaite interesujące i ważne zagadnienia związane z pozycją chrobotków w środowisku przyrodniczym. Celem było pełniejsze poznanie i zrozumienie różnorodności, zmienności, rozmieszczenia geograficznego, preferencji ekologicznych oraz możliwości adaptacyjnych poszczególnych przedstawicieli rodzaju. W moich badaniach ważny okazał się nie tylko poziom pojedynczego gatunku. Zwróciłem również uwagę na specyficzne kompleksy gatunków tworzących regularne zbiorowiska i pełniących określone funkcje ekologiczne. Wybrane prace zgłoszone przeze mnie do postępowania habilitacyjnego prezentują zatem wyniki wieloaspektowych badań nad rodzajem *Cladonia* w Polsce. Dotyczą one: taksonomii, rozmieszczenia, ekologii, właściwości chemicznych taksonów należących do nieopracowanych dotąd w kraju i problematycznych grup - *Cocciferae* (Osyczka 2011, *Herzogia*) oraz *Perviae* (Osyczka 2012, *Herzogia*); chemicznego spektrum szczególnie zróżnicowanych pod tym względem gatunków *C. cariosa* i *C. symphyocarpa* w odniesieniu do światowej zmienności chemicznej (Osyczka i Skubała 2011, *Nova Hedwigia*); plastyczności fenotypowej łusek plechy pierwotnej na przykładzie wybranych gatunków (Osyczka i Rola 2013, *Biologia*); ewaluacji cech taksonomicznych z zastosowaniem wielowymiarowych metod statystycznych w grupie *C. chloropaea* s. lat. i skoligaconych z nią taksonów (Osyczka 2013, *Herzogia*); ekologicznego znaczenia niektórych *Cladonia* w spontanicznej sukcesji skażonych obszarów antropogenicznych oraz odpowiedzi poszczególnych gatunków na niekorzystne warunki siedliskowe (Osyczka i Rola 2013, *Central European Journal of Biology*); akumulacji metali ciężkich w plechach gatunków zdolnych do zasiedlania ekstremalnie skażonych siedlisk oraz zależności pomiędzy akumulacją pierwiastków w plechach pionierskiego gatunku *C. rei* i ich koncentracją w korespondującym substracie (Osyczka i Rola 2013, *Environmental Science and Pollution Research*); zmienności genetycznej i morfologicznej w obrębie pojedynczej populacji *C. rei* zasiedlającej skażony obszar (Osyczka i in. 2014, *Central European Journal of Biology*). Poniżej przedstawiam cele naukowe tych prac oraz najważniejsze wyniki uzyskane dzięki realizacji podjętych badań.

Kompleksowa rewizja krajowych materiałów zielnikowych pozwoliła mi na całościowe opracowanie grupy *Cocciferae* w Polsce. Do tej nieopracowanej wcześniej grupy należy wiele zbliżonych morfologicznie (czasem również chemicznie) i problematycznych taksonów, zatem realizacja takiego opracowania wydała mi się potrzebna. Z dostępnych kolekcji (zielniki: BDPA, GPN, KRA, KRAM, KRAP, KTC, LBL, LOD, POZ, PPN, UGDA, WA, WRSL, kolekcje prywatne), z zastosowaniem klasycznych metod taksonomii, przebadłem łącznie około 3300 okazów. W materiale wyróżniłem siedemnaście taksonów (*C. aff. anitae*, *C. bellidiflora*, *C. borealis*, *C. botrytes*, *C. carneola*, *C. coccifera*, *C. deformis*, *C. digitata*, *C. diversa*, *C. floerkeana*, *C. incrassata*, *C. macilenta*, *C. metacorallifera*, *C. norvegica*, *C. pleurota*, *C. polydactyla*, *C. sulphurina*), nie potwierdziłem występowania w kraju dwóch wcześniej notowanych gatunków (*C. bacilliformis* i *C. cyanipes*). Dla wszystkich stwierdzonych taksonów sporządziłem oryginalną charakterystykę, przedyskutowałem ich powiązania taksonomiczne, zebrałem i przeanalizowałem dane dotyczące ekologii i rozmieszczenia w kraju. Większość gatunków to porosty pospolite bądź rozpowszechnione w Polsce tylko nieliczne prezentują przywiązanie do określonego siedliska lub regionu geograficznego. Przykładowo gatunki *C. bellidiflora*, *C. borealis* i *C. metacorallifera* zakwalifikować można jako typowo górskie, przeciwnie *C. diversa* występuje szczególnie w północnej Polsce z pominięciem obszarów górskich. *Cladonia carneola*, *C. norvegica*, *C. polydactyla* i *C. sulphurina* są porostami bardzo rzadkimi lub rzadkimi w skali kraju. Wszystkie objęte rewizją okazy przebadane były pod względem właściwości chemicznych, dzięki czemu możliwa była szczegółowa analiza chemizmu poszczególnych gatunków, co stanowi ważną część opracowania. Niektóre gatunki wykazują pod tym względem duże zróżnicowanie i reprezentowane są przez kilka odmian chemicznych. Najbardziej zróżnicowanym gatunkiem jest *C. macilenta*, posiada pięć głównych odmian chemicznych, w tym jeden rzadko spotykany na świecie z kwasem skwamatowym. Opracowanie zakończone jest kluczem do oznaczania stwierdzonych gatunków. W celu swobodniejszego korzystania klucz podzieliłem na dwie części, dla porostów z podcjami typowo sztydłowato i tępo zakończonymi i z podcjami typowo kieliszkowatymi. Opisy gatunków uzupełniłem fotografiami, które przedstawiają ich typowych przedstawicieli.

Drugim kompleksem pokrewnych i często morfologicznie bardzo podobnych gatunków, którego opracowania się podjąłem była grupa ('supergroup') *Perviae*. W ramach studium przebadłem około 1700 okazów zdeponowanych w krajowych kolekcjach (zielniki: BDPA, GPN, KRA, KRAM, KRAP, KTC, LBL, LOD, POZ, PPN, UGDA, WRSL, zbiory własne), z czego około 1200 okazów należało do *Perviae*, reszta do dwóch gatunków nie wchodzących w skład grupy lecz morfologicznie często bardzo zbliżonych do niektórych taksonów z *Perviae* i przez to niekiedy mylnie diagnozowanych (*C. caespiticia*, *C. scabriuscula*). W rezultacie stwierdziłem obecność sześciu taksonów z grupy *Perviae* w Polsce: *C. cenotea*, *C. crispata* var. *crispata*, *C. crispata* var. *cetrariiformis*, *C. glauca*, *C. parasitica* i *C. squamosa*; nie potwierdziłem występowania dwóch wcześniej podawanych gatunków *C. strepsilis* i *C. subfurcata*. Opracowanie zostało wykonane i przedstawione w sposób analogiczny do wcześniejszego opracowania grupy *Cocciferae*; dla wszystkich stwierdzonych taksonów, również tych spoza grupy, sporządziłem oryginalną charakterystykę morfologiczną i chemiczną, przedyskutowałem ich powiązania taksonomiczne, zebrałem i przeanalizowałem dane dotyczące ekologii i rozmieszczenia w kraju. Omawiane gatunki to porosty generalnie pospolite lub rozpowszechnione w kraju, aczkolwiek *C. crispata* var. *cetrariiformis* jest

odmianą typowo wysokogórską z centrum występowania w wyższych partiach Tatr. Odmiana chemiczna *C. squamosa* z kwasem tamnoliowym (= *C. squamosa* var. *subsquamosa*) również wykazuje przywiązanie do południowej części Polski. Jeden okaz *C. crispata* var. *crispata* z Bieszczad należał do ciekawego chemotypu i zawierał kwas tamnoliowy zamiast kwasu skwamatowego. W rewidowanym materiale znalazłem dwa okazy tego taksonu z pasma Gorganów, które miały identyczny skład chemiczny. Świadczyć to może o geograficznym przywiązaniu tej rzadkiej odmiany chemicznej. Opracowanie zawiera klucz do oznaczania stwierdzonych w Polsce taksonów z grupy *Perviae*, fotografie wybranych przedstawicieli taksonów oraz mapki rozmieszczeń w kraju wszystkich rozważanych gatunków.

Taksonomia rodzaju *Cladonia* jest oparta przede wszystkim na cechach morfologicznych oraz właściwościach chemicznych poszczególnych taksonów. Niejednokrotnie nadawano im rangę gatunku opierając się głównie na cechach chemicznych, z pominięciem cech morfologicznych i określonych preferencji ekologicznych. Niektórzy lichenolodzy negowali takie podejście i gatunki takie traktowali jedynie jako specyficzne odmiany chemiczne. Takim problematycznym do dnia dzisiejszego i zróżnicowanym chemicznie kompleksem taksonów jest sekcja *Helopodium*. Typowymi przedstawicielami tej grupy są *C. cariosa* i *C. symphycarpa*, gatunki obecne w biocie porostowej Polski. Ponieważ *C. symphycarpa* zazwyczaj nie tworzy podców oraz ze względu na duże podobieństwo łusek plechy pierwotnej gatunki te mogą być trudno rozróżnialne. Zarówno *C. cariosa* jak i *C. symphycarpa* wykazują wyjątkowo dużą zmienność chemiczną, co nie ułatwia prawidłowej klasyfikacji okazów do konkretnego gatunku. Postanowiłem sprawdzić w jakim zakresie zmienne są pod względem chemicznym oba gatunki w Polsce i jak ta zmienność przedstawia się na tle zmienności ogólnoświatowej. W rezultacie przeglądu i analizy krajowych i światowych materiałów zielnikowych stwierdziłem występowanie na świecie aż dziewięciu głównych odmian chemicznych *C. cariosa* i sześciu *C. symphycarpa*. Pierwszy gatunek jest w Polsce reprezentowany przez pięć chemotypów, drugi wykazuje jednolitość chemiczną i występuje w kraju tylko w postaci najbardziej rozpowszechnionego na świecie chemotypu. Niestety oba gatunki występują niekiedy w tej samej postaci chemicznej, toteż chemiczna determinacja obu taksonów nie zawsze jest możliwa. *Cladonia cariosa* wykazuje największe zróżnicowanie chemiczne w Ameryce Północnej, lecz żadna odmiana chemiczna nie jest tam dominująca. W Europie natomiast zróżnicowanie jest mniejsze i dwie odmiany chemiczne wyraźnie dominują (z samą atranoryną i z atranoryną razem z kwasem rangiformowym). W przypadku *C. symphycarpa* odmiana z atranoryną i kwasem norstiktowym jest zdecydowanie najczęstsza na świecie, aczkolwiek zróżnicowanie chemiczne gatunku wzrasta wraz ze wzrostem stopnia północnej szerokości geograficznej. Artykuł (Osyczka i Skubała 2011, *Nova Hedwigia*) dostarcza dokładną specyfikację wszystkich stwierdzonych odmian chemicznych obu gatunków, informacje dotyczące ich częstości i miejsca występowania w Polsce i na świecie oraz dyskusję na temat geografizmu poszczególnych odmian. Publikacja zawiera również schematy chromatogramów obrazujące odmiany chemiczne gatunków.

Cechy morfologiczne i anatomiczne porostów, w szczególności tych z rodzaju *Cladonia*, często wykazują znaczącą zmienność wewnątrzgatunkową i w dużym stopniu mogą być modyfikowane przez warunki siedliskowe. Ponieważ taksonomia *Cladonia* opiera się na cechach morfologicznych, rzeczywiste cechy diagnostyczne dla

poszczególnych taksonów są niejednokrotnie trudne do znalezienia i określenia. Niektóre gatunki *Cladonia* zdefiniowane są głównie przez cechy łusek plechy pierwotnej, gdyż tylko, lub głównie, w tej formie występują. Wytyczenie taksonomicznych granic dla takich gatunków jest więc dodatkowo utrudnione. Zdecydowałem zbadać w jakim stopniu warunki siedliskowe modyfikują cechy morfologiczne/anatomiczne łusek plechy pierwotnej u wybranych taksonów: *Cladonia cariosa*, *C. cervicornis* subsp. *verticillata*, *C. foliacea*, *C. phyllophora*, *C. symphycarpa*. W tym celu zbadałem i porównałem morfologię i anatomię wraz z ultrastrukturą górnej warstwy korowej łusek w dwóch różnych populacjach wszystkich rozważanych gatunków. Populacje te zasiedlały obszary o odmiennych parametrach siedliskowych i określone zostały jako 'zacienione' i 'nasłonecznione'. W efekcie ustaliłem kilka istotnych korelacji pomiędzy typem siedliska i organizacją łusek. Znaczące różnice dotyczyły przede wszystkim cech anatomicznych, w szczególności obecności warstwy epinekralnej i grubości warstwy korowej. W przeciwieństwie do tego, niezależnie od typu populacji, a nawet w obrębie pojedynczej łuseczki, zaobserwowałem cały zakres zmienności ultrastruktury warstwy korowej. Świadczyć to może o tym, że charakter ultrastruktury zależny jest od wieku i stanu rozwoju poszczególnej łuseczki. Ponadto spękania warstwy korowej tłumaczyłem tzw. „efektem karbu”. Rezultaty moich badań jednoznacznie zaprzeczają nawet aktualnym doniesieniom w branżowej literaturze światowej jakoby warstwa epinekralna tudzież ultrastruktura warstwy korowej mogły być pewnymi cechami taksonomicznymi rozgraniczającymi niektóre gatunki *Cladonia*. Dlatego też tak ważne jest badanie obiektywnymi metodami wpływu czynników środowiska na kształtowanie określonych cech. Plastyczność fenotypowa musi być zatem brana pod uwagę w pracach taksonomicznych i w ewaluacji cech diagnostycznych.

Jako że wewnątrzgatunkowa zmienność morfologiczna i chemiczna u wielu *Cladonia* może być rzeczywiście olbrzymia i ponieważ jest to jeden z najbogatszych w gatunki rodzajów porostów na świecie, wytyczenie ewidentnych i obiektywnych granic taksonomicznych poszczególnych gatunków jest często bólem nawet dla współczesnej lichenologii. Problematyczne pod tym względem, szeroko dyskutowane i różnie ujmowane są taksony z grup *C. chlorophaea* s. lat. i *C. humilis* s. lat. W obrębie tych grup właściwości chemiczne często były uważane za podstawowe kryterium delimitacji gatunku. Koncepcja taka jednakże często była negowana ze względu na brak jednoznacznych korelacji cech chemicznych z cechami morfologicznymi, geograficznymi bądź siedliskowymi. Obecnie wiele nadziei w rozwiązywaniu problemów taksonomicznych pokłada się w badaniach genetycznych i coraz więcej informacji na temat pokrewieństwa okazów/taksonów jest dostarczanych w literaturze światowej. Jednak takie badania często nie dają jednoznacznej odpowiedzi czy i do jakiego stopnia rzeczywista zmienność morfologiczna i chemiczna koreluje z uzyskanymi wynikami analiz molekularnych. Choć analizy morfologiczne opierające się na wielowymiarowych analizach statystycznych są z powodzeniem i szeroko stosowane w ewaluacji cech diagnostycznych w obrębie skomplikowanych taksonomicznie grup organizmów, to jednak zadziwiająco niemal w ogóle nie są stosowane w taksonomii porostów. Ponieważ metody numeryczne dają szansę na obiektywne oszacowanie cech pod względem ich ważności i przydatności taksonomicznej postanowiłem zastosować te metody w odniesieniu do przedstawicieli z grup *C. chlorophaea* s. lat. i *C. humilis* s. lat. oraz *C. fimbriata*. Przede wszystkim chciałem odpowiedzieć na pytania: 1) czy i w jakim stopniu chemicznie zdefiniowane taksony różnią się pod względem morfologicznym; 2) które

cechy morfologiczne różnicują taksony w najbardziej wiarygodny sposób i mogą zatem być uznane za diagnostyczne; 3) które taksony tworzą spójne morfologicznie grupy i ze względu na jakie cechy. Analizie poddałem blisko 300 okazów z Polski reprezentujących następujące taksony: *C. asahinae*, *C. chlorophaea*, *C. conista*, *C. cryptochlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. grayi*, *C. humilis*, *C. merochlorophaea* i *C. novochlorophaea*. Wszystkie okazy traktowane były jako operacyjne jednostki taksonomiczne (w kontekście ich morfologii) i zostały zdefiniowane na podstawie cech jakościowych i ilościowych. Dane przeanalizowałem stosując różne fundamentalne metody statystyczne: analizę wariancji (ANOVA) lub test Kruskala-Wallisa wraz z testami post-hoc analizę skupień, analizę głównych współrzędnych (PCoA), analizę korespondencji (CA). W efekcie analizy wykazały, że: 1) okazy tworzą tylko cztery różne pod względem morfologicznym grupy, które nawiązują do czterech taksonów *C. asahinae*, *C. chlorophaea*, *C. fimbriata* i *C. humilis*; 2) chemicznie zdefiniowane taksony z grupy *C. chlorophaea* są bardzo zróżnicowane i żaden z nich nie posiada wyraźnie różnicującej cechy morfologicznej; 3) *C. asahinae* jest prawdopodobnie znacznie częstszym gatunkiem niż dotychczas sądzono, jednakże najczęściej reprezentowanym przez odmianę chemiczną bez kwasu rangiformowego; 4) niektóre okazy z kwasem burgenikowym morfologicznie silnie korespondują do *C. fimbriata*, zatem można przypuszczać, że gatunek ten występuje również w takiej postaci chemicznej; 5) charakter sorediów jest słabą i niewystarczającą cechą diagnostyczną; 6) wysoki współczynnik wysokości podcejum do szerokości kieliszka najbardziej różnicuje *C. fimbriata* od innych taksonów; i wreszcie 7) *C. conista* i *C. humilis* wykazują duże podobieństwo morfologiczne w Polsce i nie mogą być rozróżniane z zastosowaniem morfologicznych kryteriów. Wyniki moich badań są ważnym odniesieniem do istniejących i przyszłych badań genetycznych, morfologicznych i chemicznych dotyczących tej zawilej taksonomicznie grupy porostów. Ponadto praca miała na celu wykazanie przydatności i potrzebę stosowania analiz morfometrycznych w ewaluacji cech diagnostycznych w taksonomii porostów.

Porosty, ze względu na swoją kryptogamiczną i symbiotyczną naturę, znane są jako efektywne organizmy pionierskie, zarówno w rejonach naturalnych jak i antropogenicznych. Porosty epigeiczne odgrywają ważną rolę w naturalnych procesach formowania gleby, konsolidacji wierzchniej warstwy substratu i stabilizacji gruntu. Niektóre *Cladonia* wykazują duże zdolności do kolonizowania zdegradowanych i skażonych obszarów. Mając na uwadze ich krzaczkową formę wzrostu a przez to stosunkowo dużą biomasę, porosty te okazują się być naprawdę kluczowymi kolonizatorami zdegradowanych i najbardziej dotkniętych ludzką działalnością miejsc. Szczególnie zainteresował mnie przypadek spontanicznej i dynamicznej kolonizacji przez niektóre gatunki *Cladonia* pahunicznych hałd żużlowych utworzonych w wyniku przeróbki rud cynku i ołowiu w rejonie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Hałdy te są całkowicie sztucznym wytworem i cechują się bardzo niekorzystnymi warunkami siedliskowymi. Ekstremalne skażenie metalami ciężkimi, słabo wykształcony profil glebowy, niska żyzność substratu oraz szybki spływ powierzchniowy nie sprzyjają rozwojowi roślinności, toteż zwałowiska pomimo upływu wielu lat od zakończenia głównej eksploatacji w wielu miejscach pozostają w inicjalnym stadium sukcesji. Niektóre *Cladonia* zaskakująco dobrze sobie radzą w tych ekstremalnych warunkach i stanowią fundamentalny składnik roślinności. Zdając sobie sprawę z ekologicznego znaczenia *Cladonia* w naturalnej regeneracji hałd, zbadałem różnorodność gatunkową porostów epigeicznych, częstość i stałość oraz stopień pokrycia występujących tam

gatunków. Jednocześnie analizie poddałem korespondujący substrat aby określić jego pH, zawartość węgla organicznego i azotu całkowitego, stosunek C/N oraz stężenia ołowiu, cynku, kadmu i arsenu. Pozwoliło mi to na zbadanie odpowiedzi poszczególnych gatunków na konkretne czynniki środowiska. Lista porostów epigeicznych na hałdach składa się głównie z przedstawicieli *Cladonia*: *C. cariosa*, *C. chlorophaea*, *C. cryptochlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. conista*, *C. pyxidata* i *C. rei*. Ostatni gatunek jest bez wątpienia dominujący i posiada zdecydowanie największą częstość i największy indeks porycia. Wraz z pozostałymi *Cladonia* tworzy on na hałdach rozległe i gęste murawki. Oprócz *Cladonia* tylko dwa porosty epigeiczne *Baeomyces rufus* i *Diploschistes muscorum* są w stanie zasiedlać tak wysoce skażony substrat, ale ich udział jest na ogół mniej znaczący. Najbardziej odporne (lub niewrażliwe) na skażenie substratu są *C. cryptochlorophaea* and *C. rei*, gatunki *Cladonia cariosa*, *C. conista* and *D. muscorum* występują na nieco mniej skażonych hałdach, jednakże często pojawiają się w miejscach najmniej żyznych. Obecność *Cladonia pyxidata* związana jest przede wszystkim z hałdami mocno skażonymi kadmem. Stosunkowo najbardziej wrażliwe na wysokie koncentracje metali ciężkich w podłożu są *C. chlorophaea* i *C. fimbriata*. Badania wykazały, że stwierdzone gatunki *Cladonia* są dobrze zaadaptowane do zanieczyszczonego substratu i że ich obecność na hałdach nie jest przypadkowa. Pełnią one kluczową rolę w naturalnej sukcesji ekologicznej hałd pohutniczych. Kryptogamicznemu zbiorowisku *Cladonietum rei*, które jest charakterystyczne i uniwersalne dla zdegradowanych obszarów antropogenicznych w Europie, poświęcona została odrębna praca (Rola, Osyczka i Nobis, *Herzogia* – zaakceptowana do publikacji). Najważniejsze rezultaty badań omówiłem w końcowej części autoreferatu.

Zjawisko masowego występowania *Cladonia rei* na ekstremalnie skażonych hałdach pohutniczych szczególnie mnie zainteresowało i chciałem dociec co jest powodem wysokiej zdolności adaptacyjnej tego porostu do tak niekorzystnych warunków siedliskowych. Dlatego też dwie kolejne prace zadedykowałem głównie temu gatunkowi. W pierwszej z nich oszacowałem zależność akumulacji pierwiastków (Zn, Cd, Pb i As) w plechach od ich stężenia w korespondującym substracie. Projekt zakładał badanie w szerokim spektrum zawartości pierwiastków w podłożu toteż analizie poddano materiał z różnie skażonych hałd i z obszaru mniej zanieczyszczonego. W celach porównawczych do badań włączyłem również *Diploschistes muscorum*, który jest znanym hiperakumulatorem metali ciężkich oraz wybrane inne gatunki *Cladonia* występujące na hałdach. Zadałem sobie dwa główne pytania: 1) jaka jest zdolność *C. rei* do akumulacji metali ciężkich w porównaniu do innych gatunków; czy *C. rei* jest hiperakumulatorem?, oraz 2) czy jest jakiś model, który opisywałby zależność pomiędzy akumulacją w plechach i koncentracją pierwiastków w podłożu? Jest wiele prac dotyczących tego typu zależność w odniesieniu do różnych organizmów żywych. Podstawowymi i najczęściej stosowanymi miarami w tego typu pracach są współczynniki korelacji liniowej. W rzeczywistości proste zależności liniowe bardzo rzadko zachodzą w przyrodzie. Postanowiłem więc problem zbadać nieco głębiej. Stosując metody atomowej spektrometrii absorpcyjnej i atomowej spektrometrii emisyjnej określiłem stężenia elementów w substracie i w próbkach plech porostów. Następnie uzyskane dane empiryczne poddałem dokładnej analizie statystycznej. W przypadku cynku i kadmu różne modele regresji opisujące zależność pomiędzy koncentracją w plechach i substracie były wzięte pod uwagę (funkcja liniowa, funkcja eksponencjalna, funkcja potęgowa, funkcja semilogarytmiczna, funkcja hiperboliczna). Okazało się, że zależności

te są odzwierciedlane przez funkcje potęgowe w najbardziej wiarygodny sposób. Odkrycie to jest kluczowe, oznacza to, że wraz ze wzrostem stężenia cynku i kadmu w substracie zdolność akumulacji *C. rei* w relacji do tych pierwiastków spada w przybliżeniu zgodnie z wyznaczoną przez nas funkcją ($y=28.0156 \times x^{0.2602}$, $y=0.2224 \times x^{0.5613}$, odpowiednio dla Zn i Cd). Innymi słowy *C. rei* wykazuje wzorzec ograniczonej akumulacji cynku i kadmu co może w znaczący sposób przyczyniać się do sukcesu kolonizacyjnego tego porostu w obszarach skażonych. Analizy nie pozwoliły na wyznaczenie wyraźnego modelu zależności stężenia arsenu w substracie i plechach, jednakże możliwe do przeprowadzenia testy wykazały, że dodatnia zależność istnieje. Całkiem inaczej wygląda sytuacja w przypadku ołowiu, gdzie żadnej istotnej zależności nie udało się wykazać, a w niektórych przypadkach stężenie Pb w plechach było większe niż w substracie. Świadczy to o innym niż substrat istotnym źródłem pochodzenia tego pierwiastka w plechach. Tym źródłem jest najprawdopodobniej opad atmosferyczny. Analizy stężeń pierwiastków w plechach pozostałych gatunków porostów wykazały, że badane *Cladonia* charakteryzują się stosunkowo niskim poziomem akumulacji, biorąc pod uwagę ogromne skażenie podłoża na którym rosną i porównując ze zdolnościami akumulacyjnymi *Diploschistes muscorum*. Cecha ta może być istotnym argumentem tłumaczącym duże zdolności adaptacyjne niektórych *Cladonia* do zasiedlania skażonych obszarów.

Drugą moją pracą dotyczącą potencjału adaptacyjnego *Cladonia rei* do skażonego siedliska było zbadanie oraz określenie zmienności genetycznej i morfologicznej w obrębie gatunku, szczególnie w odniesieniu do pojedynczej populacji zasiedlającej hałdę pohutniczą. Populacja posiadała pewne charakterystyczne parametry: zasiedlała niewielki, izolowany od naturalnych stanowisk i jednolity pod względem warunków siedliskowych fragment hałdy, okres kolonizacji nie trwał dłużej niż 25 lat, osobniki występowały w zwarcu, większość osobników było w stanie płonym, okazy obficie produkowały wegetatywne propagule. Mając na uwadze takie atrybuty hipotetycznie założyliśmy, że stosunkowa niska zmienność genetyczna powinna charakteryzować tego typu populację. Taka też hipoteza została postawiona w pracy. Ponadto praca miała na celu sprawdzenie czy masowe występowanie *C. rei* na hałdach związane jest z istnieniem specyficznego ekotypu/haplotypu, który jest odporny lub niewrażliwy na skrajnie niekorzystne warunki siedliskowe oraz czy zmienność morfologiczna i/lub chemiczna gatunku ma odzwierciedlenie w właściwościach genetycznych. Analiza genetyczna obejmowała okazy *C. rei* z rozpatrywanej populacji oraz z innych obszarów Polski, okazy gatunków skoliigaconych oraz zewnętrzne sekwencje przedstawicieli z sekcji *Cladonia* dostępne w bazie GenBank. Analiza porównawcza sekwencji ITS ujawniła występowanie ogółem 19 haplotypów *C. rei*, z czego aż 12 z nich było obecne w badanej populacji. Niektóre haplotypy były powtarzalne, niemniej jednak aż 11 haplotypów okazało się unikalnych i reprezentowanych tylko przez pojedyncze okazy. Analiza filogenetyczna wykazała trzy silnie poparte monofiletyczne kłady *C. rei* i każdy z nich zawierał okazy z różnych regionów świata. Co ciekawe, okazy z rozważanej populacji obecne były we wszystkich trzech kładach. Podejście *C. rei*, które były przeznaczone do badań genetycznych, przeanalizowałem chemicznie oraz precyzyjnie scharakteryzowałem pod względem morfologiczno-anatomicznym. Analiza morfometryczna wykazała znacząco zmienność fenotypową w obrębie ujawnionych kładów genetycznych. Na skażonych hałdach, oprócz wszystkich znanych dotychczas form morfologicznych *C. rei*, występuje dodatkowo specyficzna odmiana (określona ogólnie jako krzepka i przysadzista), charakterystyczna dla tego typu siedliska. Jednakże przedstawiciele tej morfologicznej

odmiany nie tworzą grupy monofiletycznej. Podobnie właściwości chemiczne poszczególnych okazów nie korelują z analizą filogenetyczną. Uważa się, że duża zmienność genetyczna w obrębie populacji zwiększa szanse gatunku do zaadoptowania się i przetrwania w nowych warunkach środowiskowych. Ogromna zmienność genetyczna w badanej populacji *C. rei* świadczy o wielkiej sile i zdolności gatunku do kolonizacji antropogenicznych obszarów. Atrybut ten podkreśla pionierskie znaczenie tego porostu w początkowych stadiach naturalnej regeneracji zdegradowanych obszarów.

Tematykę i obszar badań przedstawionych powyżej prac starałem się dobrać w ten sposób aby w możliwie szeroki sposób poruszyć i rozwikłać ważne problemy związane z porostami z rodzaju *Cladonia*. Badania prowadziłem głównie na materiale krajowym, aczkolwiek wiele wyników ma szerszy wymiar i nie dotyczy jedynie polskiej bioty. Podsumowując, do najważniejszych osiągnięć zaliczam: kompleksowe opracowanie grup *Cocciferae* i *Perviae* w Polsce; wykazanie na przykładzie *C. cariosa* oraz *C. symphylicarpa* szczególnego zróżnicowania chemicznego niektórych przedstawicieli *Cladonia* i wykazanie zależności pomiędzy stopniem zmienności chemicznej i rozmieszczeniem geograficznym; określenie plastyczności fenotypowej łusek plechy pierwotnej wybranych gatunków i udowodnienie w sposób obiektywny wpływu warunków środowiska lub stadium rozwoju osobnika na organizację plechy; zastosowanie wielowymiarowych analiz statystycznych do waloryzacji cech diagnostycznych oraz morfometryczną ewaluację cech w obrębie grupy *C. chlorophaea* s. lat. i skoliaganych taksonów; określenie roli porostów *Cladonia* jako najbardziej efektywnych i kluczowych organizmów pionierskich w obszarze ekstremalnie skażonych siedlisk, zdefiniowanie odpowiedzi poszczególnych gatunków na niekorzystne parametry habitatu; wykrycie specyficznych wzorców ograniczonej akumulacji u *C. rei* w stosunku do kadmu i cynku oraz opisanie ich algorytmem funkcji potęgowej, określenie gatunków *Cladonia* zdolnych do występowania na ekstremalnie skażonym substracie jako słabych akumulatorów metali ciężkich; ujawnienie ogromnej wewnątrzgatunkowej zmienności genetycznej i morfologicznej w pojedynczej populacji *C. rei* zasiedlającej hałdę pohutniczą, potwierdzenie znaczenia dużej zmienności genetycznej jako ważnego atrybutu przystosowawczego do kolonizacji obszarów charakteryzujących się niekorzystnymi warunkami siedliskowymi. Sądzę, że wyniki moich badań wnoszą wiele istotnych informacji dotyczących natury i charakterystyki porostów z rodzaju *Cladonia* oraz ich znaczenia w środowisku przyrodniczym. W przyszłości zamierzam kontynuować badania naukowe nad tym interesującym i ciągle problematycznym rodzajem.

Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Moja kariera naukowa, począwszy od okresu przygotowywania pracy magisterskiej, stale związana była z Zakładem Badań i Dokumentacji Polarnej Instytutu Botaniki UJ. W Zakładzie tym wykonałem pracę magisterską oraz przygotowałem i obroniłem z wyróżnieniem rozprawę doktorską. Zaraz po uzyskaniu stopnia doktora nauk biologicznych zostałem zatrudniony w tej jednostce, najpierw na stanowisku asystenta (od 10.2003), a po dwóch latach na stanowisku adiunkta (od 10.2005 do chwili obecnej). W tym czasie opublikowałem 32 oryginalne artykuły naukowe (2 przed doktoratem), 1 monografię (praca wieloautorska), 3 rozdziały w książkach (1 przed

doktoratem), 15 doniesień konferencyjnych (2 przed doktoratem) oraz 5 publikacji popularno-naukowych/sprawozdań konferencyjnych (1 przed doktoratem). Jestem pierwszym i korespondencyjnym autorem znakomitej większości artykułów naukowych. Spośród tych publikacji, 19 ukazało się w czasopismach z *Thomson Reuters Master Journal List* („Lista Filadelfijska”, zgodnie z rokiem w którym ukazała się dana publikacja), takich jak: *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, *Biologia*, *Biological Invasions*, *Central European Journal of Biology*, *Environmental Science and Pollution Research*, *Herzogia*, *Lichenologist*, *Mycotaxon*, *Nova Hedwigia*, *Polar Biology*, *Polish Journal of Ecology*. Mój dotychczasowy dorobek naukowy to przede wszystkim efekt wieloletnich i różnorodnych badań lichenologicznych dotyczących bioty porostów Polski i obszarów polarnych.

Badania dotyczące obszarów polarnych

Zagadnienia związane z obszarami polarnymi, zarówno Arktyką jak i Antarktyką, od początku były w centrum moich zainteresowań badawczych. Po obronie doktoratu opublikowałem dwa autorskie artykuły prezentujące wyniki moich badań nad rodzajem *Cladonia* na Spitsbergenie (Svalbard). Zbiór materiałów zielnikowych i prace terenowe wykonałem podczas samodzielnej wyprawy naukowej na Spitsbergen w sezonie letnim 2002 roku. Ponadto opracowałem wszystkie dostępne kolekcje lichenologiczne z wcześniejszych polskich wypraw. Pierwszy artykuł dotyczy taksonów nowych (*C. stygia*, *C. trassii*, *C. cervicornis* subsp. *verticillata*) oraz bardzo rzadko (*C. crispata* var. *cetrariiformis*, *C. coccifera*, *C. merochlorophaea*, *C. symphycarpa*) notowanych na Spitsbergenie (Osyczka 2005, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*). Drugi artykuł jest całościowym opracowaniem rodzaju na Spitsbergenie (Osyczka 2006, *Polish Polar Research*). W artykule tym przedstawiłem oryginalną charakterystykę morfologiczną i właściwości chemiczne wszystkich 27 stwierdzonych taksonów, przedyskutowałem ich powiązania taksonomiczne, zebrałem i przeanalizowałem dane dotyczące ekologii i rozmieszczenia na wyspie. Ważną część opracowania stanowi klucz do oznaczania, który oprócz stwierdzonych przeze mnie taksonów uwzględnia również wszystkie gatunki stwierdzone w rejonie całego archipelagu Svalbard. Opisy morfologiczne uzupełnione są fotografiami wybranych przedstawicieli taksonów.

Podczas pobytu na Spitsbergenie zainteresowałem się porostami występującymi tam na drewnie. Region ten jest pozbawiony typowo drzewiastej roślinności, jednakże różne rodzaje drewna docierają do archipelagu, chociażby drewno dryftowe i drewno budowlane. Materiał do badań pobrałem z wybrzeży dwóch oddalonych od siebie fiordów Hornsund (rejon Hyttevika) i Isfjorden (rejon Petuniabukta). Stwierdziłem występowanie 18 gatunków z 11 rodzajów, w tym *Lecanora mughicola*, gatunek który wcześniej nie był notowany na Svalbardzie (Osyczka i Węgrzyn 2008, *Biologia*). Niektóre porosty były podawane sporadycznie, tj.: *Caloplaca holocarpa*, *C. spitsbergensis*, *Protothelenella sphinctrinoidella*, *Rinodina archaea*. Tylko trzy ze stwierdzonych gatunków (*Caloplaca spitsbergensis*, *Lecanora mughicola*, *L. orae-frigidae*) można zakwalifikować jako typowe porosty epiksyliczne. Reszta nie wykazuje szczególnego przywiązania do określonego rodzaju podłoża, aczkolwiek w tej grupie porostów często zauważalne są silne modyfikacje morfologiczne u okazów porastających drewno. Podczas następnej wyprawy na Spitsbergen oraz dzięki współpracy z innymi ośrodkami naukowymi organizującymi wyprawy w różne rejony wyspy, zgromadziłem obszerną

kolekcję różnorodnego drewna do dalszych badań lichenologicznych. W niedalekiej przyszłości planuję całościowe opracowanie tego tematu.

W sezonie letnim 2008 roku brałem udział w wyprawie na Sørkapland, południowy półwysep Spitsbergenu. Celem wyprawy i projektu badawczego finansowanego przez MNiSW było wszechstronne oszacowanie zmian w środowisku przyrodniczym Zachodniego Sørkaplandu pod wpływem globalnego ocieplenia i działalności człowieka w ostatnim 25-leciu. Wyniki kompleksowych badań geograficznych i botanicznych zawarte zostały w odrębnej monografii (Ziaja i in. 2011, Jagiellonian University Press). Głównym zadaniem botanicznego zespołu badaczy, w skład którego wchodziłem, było opracowanie aktualnej struktury roślinności i określenie przekształceń zbiorowisk roślinnych i kryptogamicznych jakie zaszły w ciągu ostatnich dziesięcioleci. Najważniejszym elementem tej części opracowania było sporządzenie dokładnej aktualnej mapy struktury roślinności i na podstawie wcześniejszych danych fitosocjologicznych mapy obrazującej stan jaki miał miejsce w połowie lat 80-tych zeszłego stulecia. Porównując obie mapy można zauważyć duże różnice w strukturze i zasięgach zbiorowisk. Zauważalny spadek bioróżnorodności prowadzi do bardziej ujednoczonej roślinności. Proces ten szczególnie dotyczy siedlisk suchych, w obszarach podmokłych zmiany nie są aż tak bardzo znaczące. Najbardziej spektakularnym znakiem zmian jest całkowita degradacja zbiorowiska *Flavocetraria nivalis* – *Cladonia rangiferina* w wielu rejonach Zachodniego Sørkaplandu. Zbiorowisko to zostało zastąpione przez mszystą tundrę z *Racomitrium lanuginosum* jako dominującym gatunkiem. Szczególnym powodem zmian w strukturze roślinności jest drastyczny wzrost populacji renifera, wywołany zmianami klimatycznymi (deglacja i ułatwienie migracji) oraz prawną ochroną. Oprócz zgryzania i wydeptywania tundry, renifery w znacznym stopniu przyczyniają się do użyźnienia podłoża. Rezultaty badań prowadzonych podczas wyprawy i przedstawione w monografii jednoznacznie wskazują na bardzo szybko zachodzące procesy transformacji środowiska wywołane zmianami klimatycznymi. Opublikowane mapy (krajobrazu, roślinności, zasięgów lodowców) z pewnością będą stanowić ważny punkt odniesienia w kolejnych badaniach nad oceną stanu środowiska południowego Spitsbergenu.

Moje badania dotyczące Antarktyki można podzielić na trzy główne nurty, które dotyczą: bioty porostów, lokalnego skażenia środowiska pierwiastkami śladowymi oraz przypadkowego transportu gatunków obcych w rejon Antarktyki. Badania lichenologiczne prowadziłem głównie w oparciu o materiał zielnikowy zebrany przez Prof. Marię Olech podczas jej wielu wypraw w różne rejony Antarktyki, z kontynentalną częścią włącznie. Bazując na tej bogatej kolekcji opracowałem rodzaj *Cladonia* w rejonie Wyspy Króla Jerzego (Osyczka i Olech 2004, Polish Polar Studies; Osyczka i Olech 2005, Polish Polar Research). Druga cytowana praca jest kompleksowym studium, zawiera charakterystykę morfologiczną i chemiczną wszystkich 14 stwierdzonych taksonów, dyskusję dotyczącą ich powiązań taksonomicznych, ekologii i rozmieszczenia na wyspie. Opracowany przeze mnie klucz do oznaczania, oprócz stwierdzonych w badanym materiale taksonów, uwzględnia wszystkie gatunki występujące w rejonie Sztetlandów Południowych. Opisy morfologiczne uzupełnione są fotografiami wybranych przedstawicieli taksonów.

Wiedza na temat faktycznego rozmieszczenia porostów z rodzaju *Tephromela* oraz ich częstości występowania była bardzo ograniczona. Większość gatunków podano tylko z pojedynczych stanowisk. Korzystając z okazji dostępu do bogatego antarktycznego zielnika porostowego dokonałem rewizji okazów należących do tego rodzaju. W materiale wyróżniłem sześć gatunków, przeanalizowałem ich rozmieszczenie i częstość występowania w rejonie antarktycznym i subantarktycznym (Osyczka i Olech 2005, *Polish Polar Studies*). Gatunek *T. eatoni* traktowany był jako subantarktyczny endemit, rewizja wykazała, że występuje również w Antarktyce. Stwierdziłem również, że *Tephromela variabilis* charakteryzuje się znacznie większą częstością występowania niż wcześniej sądzono.

Ważne opracowanie dotyczyło porostów z rodzaju *Lepraria*, wykonane na podstawie materiałów pochodzących z tzw. morskiej (Szetlandy Południowe) oraz kontynentalnej (oazy Schirmacher i Bunger) części Antarktyki (Osyczka i in. 2010, *Polar Biology*). Cztery gatunki zostały wyróżnione, trzy wcześniej opisane (*L. alpina*, *L. caerulescens*, *L. straminea*) oraz jeden przypuszczalnie nowy dla nauki takson, tymczasowo określony jako *Lepraria* sp. AO. Wykazuje on morfologiczne podobieństwo do przedstawicieli z grupy *L. neglecta*, natomiast chemicznie różni się obecnością jednego lub dwóch nieznanymi kwasów tłuszczowych. *Lepraria caerulescens* została wyłączona z synonimów *L. alpina*. Rewizja wykazała również, że wcześniejsze doniesienia o występowaniu *L. caesioabla* na Wyspie Króla Jerzego bazowały na niepoprawnym oznaczeniu materiału. Artykuł zawiera informacje na temat morfologicznych i chemicznych cech diagnostycznych taksonów, ich rozmieszczenia i właściwości ekologicznych oraz zaktualizowany klucz do oznaczania wszystkich antarktycznych gatunków.

Podjąłem się również rewizji antarktycznych okazów należących do rodzaju *Porpidia* i wyselekcjonowanej kolekcji lecideowych porostów nawiązujących do tego rodzaju. W wyniku tej rewizji nowy dla nauki gatunek *Porpidia submelinodes* Osyczka & Olech został wyróżniony i opisany (Osyczka i Olech 2011, *Lichenologist*). Wcześniej jedynie dwa endemiczne gatunki *Porpidia* były rozpoznane w Antarktyce. Nowy gatunek *Porpidia* opisany został na podstawie okazów z Szetlandów Południowych, jednakże dokładne badania dwóch krytycznych okazów pochodzących z Orkadów Południowych i podanych domyślnie z tego regionu jako *Miriquidica atrofulva* wykazały, że w rzeczywistości należą one do nowo opisanego gatunku. Cechami morfologicznymi oraz typem soraliów *Porpidia submelinodes* wykazuje spore podobieństwo do *P. melinodes*, porostu występującego na półkuli północnej. Artykuł przedstawia różnice pomiędzy *P. submelinodes* i *P. melinodes* oraz pozostałymi przedstawicielami *Porpidia* znanymi z Antarktyki.

W okresie studiów magisterskich zaangażowany byłem w badania monitoringowe dotyczące zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi środowiska Antarktyki. Badania prowadzone były w ramach programu BIOTAS (Biological Investigation of Terrestrial Antarctic System) przy współpracy z Instytutem Fizyki Jądrowej. Polegały one na analizie metodą PIXE (Particle Induced X-ray Emission) pierwiastków zakumulowanych w plechach porostów i mchów zebranych (lub transplantomowanych) w sąsiedztwie antarktycznych stacji badawczych. Moja praca magisterska dotyczyła lokalnego zanieczyszczenia metalami ciężkimi środowiska w rejonie Zatoki Admiralicji. Jako

bioindykatory posłużyły porosty *Usnea antarctica*, *U. aurantiaco-atra* oraz mech *Sanionia uncinata*. Opublikowane najistotniejsze wyniki badań (Olech, Osyczka, Dutkiewicz 2000, *Polish Polar Studies*) wskazują, że południowo-wschodnie rejony stacji im. H. Arctowskiego są najbardziej narażone na zanieczyszczenia. Przyczyną tego może być przewaga na tym terenie wiatrów zachodnich i północno-zachodnich oraz wiatry spadowe wiejące z masywów górskich w kierunku zatoki. Symptomatyczny był również duży wzrost stężenia ołowiu wraz z upływem czasu w plechach *U. aurantiaco-atra* transplantowanych w rejon stacji. Po kilku latach kontynuowałem badania monitoringowe (rekomendowane wówczas przez SCAR, Scientific Committee on Antarctic Research) wykorzystując te same bioindykatory i analizując w ich plechach poziom koncentracji jedenastu pierwiastków śladowych również metodą PIXE. Badaniami objętych było osiem stacji antarktycznych (całorocznych i sezonowych) zlokalizowanych na Wyspie Króla Jerzego. Pomiar wykazały, że maksymalne koncentracje pierwiastków w próbkach zebranych w obrębie stacji były zazwyczaj zdecydowanie wyższe (w przybliżeniu od 120 aż do 3800%) w porównaniu z grupą kontrolną (Osyczka i in. 2007, *Polish Journal of Ecology*). Artykuł zwrócił uwagę na problem lokalnego skażenia Antarktyki spowodowanego wzmożoną aktywnością człowieka w rejonach stacji badawczych.

Ciekawym przedsięwzięciem, w którym miałem okazję uczestniczyć był projekt "Aliens in Antarctica" realizowany w ramach International Polar Year (IPY) 2007–2008 i rekomendowany przez SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) i program EBA (Evolution and Biodiversity in Antarctic). W ramach tego projektu brałem udział w XXXII Wyprawie Antarktycznej do stacji im. Henryka Arctowskiego, podczas której gromadziłem wszelkie materiały i informacje dotyczące nieumyślnego transportu obcych organizmów lub ich propagul. Inspekcji poddałem cały ekwipunek wyprawy w celu określenia jego potencjału jako wektora dla obcych gatunków, między innymi porostów, grzybów niezlichenizowanych i owadów. Okazało się, że z Polski przypadkowo przetransportowano aż 45 plech porostowych należących do 24 gatunków (Osyczka 2010, *Polar Biology*). Najczęstszym nośnikiem było różnego rodzaju drewno, rzadszym skrzynie ze świeżymi warzywami i owocami oraz kontenery transportowe. Zdecydowana większość z przywiezionych porostów to gatunki całkowicie obce dla antarktycznej bioty. W pracy oszacowałem teoretycznie potencjalne ryzyko samoistnego zadomowienia się tych gatunków w rejonie Antarktyki. Drugi artykuł związany z tym tematem dotyczył grzybów niezlichenizowanych i owadów dla których medium stanowiło surowe drewno z Polski (Osyczka i in. 2012, *Biological Invasions*). Cztery gatunki należące do *Acomycota*, 5 zidentyfikowanych i 4 niezidentyfikowane gatunki *Basidiomycota* zostały znalezione w materiale. Niektóre z tych okazów zawierały witalne spory. Oprócz grzybów, nieokorowane fragmenty drewna kryły dwa gatunki owadów należących do *Cerambycidae*, jeden z nich był w postaci larwy i imago, drugi tylko w postaci larwy. Wszystkie okazy były żywe w stanie hibernacji. Przetrwanie tych znalezionych organizmów, zarówno grzybów jak i owadów, w surowych warunkach antarktycznych wydaje się być raczej nieprawdopodobne. Jednakże oba artykuły zwracają uwagę na problem przypadkowego przywożenia obcych dla Antarktyki form życia oraz konieczność wdrożenia i przestrzegania zasad dotyczących bezpiecznego transportu.

W przyszłości zamierzam kontynuować badania związane z obszarami polarnymi. Najbliższe plany naukowe związane są z sukcesją porostową moreny Werenskiolda

(Hornsund, Spitsbergen) i porostami zasiedlającymi drewno na Spitsbergenie oraz porostami występującymi na skałach opryskiwanych lub zalewanych wodą morską w rejonie Zatoki Admiralicji i Zatoki Króla Jerzego (Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe).

Badania dotyczące obszaru Polski

Artykuły dotyczące krajowej bioty porostów dotyczyły głównie gatunków rzadkich i słabo rozpoznanych w Polsce. Wiele prac poświęciłem gatunkom górskim. Przed doktoratem uczestniczyłem w przygotowaniu rozdziału o *Umbilicaria vellea*, który zamieszczony został w Atlasie rozmieszczenia geograficznego porostów w Polsce (Krzewicka i Osyczka 2002). W tym okresie ukazała się również publikacja dotycząca *Umbilicaria aprina* (Krzewicka i Osyczka 2002, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*). Było to pierwsze doniesienie o występowaniu tego gatunku w Tatrach, jak również w Karpatach i Europie Środkowej. Prawdopodobnie wcześniej porost ten był pomijany i mylony z podobnymi gatunkami *U. crustulosa* i *U. vellea*. Artykuł zawiera dokładną charakterystykę *U. aprina* ze wskazaniem najistotniejszych cech diagnostycznych oraz dane dotyczące ekologii i rozmieszczenia w Polsce i na świecie. Po doktoracie, w czwartym zeszycie Atlasu rozmieszczenia geograficznego porostów w Polsce (2004) opublikowane zostały dwa rozdziały mojego autorstwa poświęcone dwóm arktyczno-aplejskim gatunkom *Cladonia amaurocraea* i *C. macroceras*. Pierwszy z nich, na „czerwonej liście” porostów wymarłych i zagrożonych w Polsce, zaliczany był do grupy taksonów o kategorii CR, czyli na granicy wymarcia. Dalsze badania lichenologiczne prowadzone w piętrze kosodrzewiny Tatr wykazały, że w masywie Kopy Magury, *C. amaurocraea* posiada stale zachowane stanowiska i obszar ten może stanowić ważną ostoję gatunku (Osyczka i Wegrzyn 2005, *Fragmenta Floristica Geobotanica Polonica*). W Tatrach stwierdziłem również występowanie *Cladonia metacorallifera* oraz *C. ramulosa*, gatunków wcześniej nie podawanych z polskiej części tego pasma górskiego (Osyczka i in. 2006, *Polish Botanical Journal*). Ustaliłem obecność *C. metacorallifera* także w Bieszczadach i było to pierwsze notowanie tego gatunku we Wschodnich Karpatach. Mając na uwadze wcześniejsze doniesienia o występowaniu porostu w Karkonoszach, można wnioskować że jego niewielkie populacje rozproszone są w obszarach wysokogórskich wzdłuż południowej granicy Polski (Osyczka i Kościelniak 2009, *Acta Mycologica*). W wyniku rewizji wybranych okazów zielnikowych zebranych w polskiej części Karpat udokumentowałem stanowiska *Cladonia borealis* w Beskidzie Żywieckim, Tatrach i Beskidzie Sądeckim (Osyczka 2006, *Polish Botanical Journal*). Rozmieszczenie tego gatunku nie było wcześniej rozpoznane w Polsce. Natomiast bazując na dokładnej weryfikacji danych literaturowych, szczegółowej rewizji taksonomicznej dostępnych materiałów zielnikowych oraz wynikach aktualnych badań lichenologicznych prowadzonych w Tatrach nie potwierdziłem występowania *Cladonia subfurcata* w Polsce ani obecnie, ani w przeszłości (Osyczka i Flakus 2009, *Fragmenta Floristica Geobotanica Polonica*). Gatunek ten stale figurował na współczesnych listach porostów i grzybów naporostowych Polski jako występujący w polskiej części Tatr. Podczas oznaczania i weryfikacji tatrzańskich materiałów należących do *Cladonia* natrafiłem na silnie zmodyfikowane morfologicznie okazy, w przypadku których przynależność taksonomiczna była trudna do ustalenia. Dokładne badania taksonomiczne wykazały ostatecznie, że okazy te reprezentują *C. crispata* var. *cetrariiformis*, takson mało znany i sporadycznie podawany z Tatr. Jednakże porost ten w wyższych partiach gór ma liczne

stanowiska. Ponieważ okazało się, że *C. crispata* var. *cetrariiformis* jest typowym elementem bioty porostów w wyższych piętrach roślinności, poświęciłem temu taksonowi osobny artykuł (Osyczka i in. 2007, *Biologia*). Zawiera on dokładną charakterystykę morfologiczną i chemiczną, informacje o preferencjach ekologicznych oraz globalnym i lokalnym rozmieszczeniu. Artykuł omawia również podstawowe różnice pomiędzy *C. crispata* var. *cetrariiformis* i morfologicznie oraz chemicznie podobnymi gatunkami, z którymi może być łatwo mylony. Podczas rewizji kolekcji zielnikowych należących do *C. coccifera* s. lat. zauważyłem, że wiele okazów posiada cechy morfologiczne nie do końca odpowiadające żadnemu gatunkowi znanemu z obszaru Polski. Porównanie tych okazów z typami pozwoliło mi ustalić, że należą one do *C. diversa*. Gatunek ten był wcześniej w Polsce pomijany i mylony najczęściej z *C. coccifera*. Oprócz południowej części Polski, *Cladonia diversa* dość często występuje w kraju, w szczególności w rejonie wybrzeża Bałtyckiego. W odrębnym artykule przedstawiłem dokładną charakterystykę morfologiczną i chemiczną gatunku, jego wymagania siedliskowe, stwierdzone stanowiska w kraju oraz pomocne uwagi taksonomiczne (Osyczka 2009, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*). Cztery lata temu zaangażowałem się w badania mające na celu wyjaśnienie aktualnego statusu czterech problematycznych, mało znanych i mylonych w Polsce gatunków *Lecanora*. Efektem dociekań był artykuł dotyczący taksonomii i chorologii *L. aitema*, *L. phaeostigma*, *L. ramulicola* oraz *L. cadubriae*. Pierwszy z wymienionych gatunków został po raz pierwszy podany z Polski, natomiast występowanie ostatniego nie zostało potwierdzone i wszystkie notowania dotyczyły w rzeczywistości *L. ramulicola* (Czarnota, Osyczka i Kowalewska 2010, *Mycotaxon*).

Analiza składu chemicznego plech porostów jest często podstawowym narzędziem w ich prawidłowej taksonomicznej identyfikacji. W Instytucie Botaniki UJ zorganizowałem pracownię chemiczną w której przeprowadzanie podstawowych analiz metodą TLC stało się możliwe. Pracownia służyła i służy pomocą lichenologom z innych ośrodków naukowych. Posiadanie zaplecza laboratoryjnego i wiedzy na temat analiz generalnie było warunkiem koniecznym aby w sposób profesjonalny badać porosty, w szczególności należące do rodzajów obejmujących taksony bardzo podobne morfologicznie, lecz często różniące się zasadniczo pod względem chemicznym. Przykładem takiego rodzaju jest *Lepraria*. Jestem współautorem szczegółowych opracowań rodzaju *Lepraria* w rejonie Dołów Jasielsko-Sanockich (Osyczka i Stolarczyk 2005, *Fragmenta Floristica Geobotanica Polonica*) oraz w Pienińskim Parku Narodowym (Osyczka i in. 2010, *Pieniny – Przyroda i Człowiek*). W pierwszym przypadku rozpoznałem 7 gatunków w drugim 10 gatunków. Obie prace zawierają informacje na temat preferencji siedliskowych poszczególnych gatunków na badanym obszarze, mapki rozmieszczeń oraz szczegółowy wykaz stanowisk.

Najnowszy artykuł, którego jestem współautorem, zaakceptowany niedawno do publikacji (Rola, Osyczka i Nobis, *Herzogia*) dotyczy specyficznego i uniwersalnego zbiorowiska kryptogamicznego *Cladonietum rei* związanego z siedliskami antropogenicznymi. Pionierska wegetacja, wkraczająca zarówno na obszary naturalne jak i miejsca zdegradowane ludzką działalnością, często charakteryzuje się dużym udziałem organizmów kryptogamicznych. Niekorzystne warunki środowiska zazwyczaj ograniczają roślinność naczyniową natomiast faworyzują rozwój kryptogamów. Dlatego też porosty i mszaki w wielu ekosystemach lądowych stanowią główną biomasę i pełnią kluczową rolę

w rejonach polarnych, wysokogórskich, ubogich muraw. Poglądy na temat wzajemnych powiązań bioty kryptogamicznej i flory naczyniowej są często sprzeczne i ścierają się ze sobą. Kryptogamiczny poziom wegetacji w wielu przypadkach jest pomijany lub traktowany jako synuzjalna część zbiorowisk roślinnych. Jednakże kryptogamy w wielu regionach wyraźnie dominują, tworzą zwarte i jednorodne płaty, natomiast rośliny naczyniowe stanowią tylko niewielki i niekiedy przypadkowy dodatek. Dlatego też wydaje się, że charakterystyczne zbiorowiska gatunków kryptogamicznych zasługują na większą uwagę i wnikliwe badania fitosocjologiczne. Porosty i mszaki zdecydowanie przeważają w inicjalnych stadiach sukcesji na hałdach pohutniczych tworząc tam jednorodne i często rozległe murawy. *Cladonia rei* jest w takich płatach gatunkiem zazwyczaj wyraźnie dominującym. Postanowiliśmy sprawdzić czy te zbiorowiska cechują się regularnością i czy nawiązują do jakiś podobnych zbiorowisk, opisanych wcześniej z innych rejonów świata. W tym celu wykonaliśmy dokładne zdjęcia fitosocjologiczne (43) z uwzględnieniem gatunków porostów, mszaków i roślin naczyniowych. Zdjęcia porównaliśmy z dostępnymi danymi fitosocjologicznymi dotyczącymi zbiorowisk kryptogamicznych z dużym udziałem *C. rei*: zbiorowisko z zaburzonych siedlisk północno-zachodnich Niemiec opisane jako *Cladonietum rei* Paus oraz zbiorowiska z piaszczystych wydm znad Dniepru opisane jako *Placynthiello uliginosi-Cladonietum rei* Khodosovtsev i *Cladonietum subulato-fimbriatae* Khodosovtsev. Dodatkowo uwzględniliśmy binarne dane dotyczące obecności gatunków w zdjęciach reprezentujących zbiorowisko *Cladonietum nemoxynae* Looman opisane z Kanady. Łącznie statystycznej analizie porównawczej (cluster analysis, NMDS - non-metric multidimensional scaling, DCA - detrended correspondence analysis) poddaliśmy ponad sto pięćdziesiąt zdjęć fitosocjologicznych. Rezultaty analiz wykazały, że zbiorowisko *Cladonietum rei* jest regularnym i dobrze zdefiniowanym zbiorowiskiem, rozpowszechnionym w Europie i charakterystycznym dla obszarów antropogenicznych. Zbiorowisko tworzy zwarte i homogeniczne płaty na stosunkowo dużej powierzchni. Zatem nie ma jedynie charakteru synuzjalnego, ale jest dystynktywnym i pełnoprawnym z fitosocjologicznego punktu widzenia zbiorowiskiem. Zbiorowisko to może formować kilka wariantów, na najbardziej skażonych hałdach pohutniczych charakteryzuje się dużym udziałem *Diploschistes muscorum* i *Cladonia conista*. Syntaksonomia i nomenklatura zbiorowisk kryptogamicznych są obszarami bardzo zawiłymi i problematycznymi. Praca porusza problem pozycji syntaksonomicznej i nazewnictwa omawianego zbiorowiska. Intencją pracy było również zwrócenie uwagi na zasadność i potrzebę podejmowania studiów dotyczących zbiorowisk kryptogamicznych i przeprowadzania tych badań zgodnie z fitosocjologicznymi kryteriami.

Obecnie najbardziej zaangażowany jestem w realizację badań, które bezpośrednio lub pośrednio związane są z projektem badawczym „Porosty na żuźlowych zwałowiskach pohutniczych – ich zdolność do akumulacji metali ciężkich i pionierska rola w spontanicznej sukcesji” finansowanym przez NCN. Teraz w przygotowaniu są trzy artykuły. Pierwszy z nich, który powstaje przy współpracy z Uniwersytetem Śląskim i jest już na ukończeniu, dowodzi że plechy *Cladonia* stanowią schronienie dla glebowych roztoczy na silnie skażonych hałdach. Drugi artykuł dotyczyć będzie akumulacji metali ciężkich w plechach porostów epilitycznych, kolejna praca poświęcona będzie akumulacji w różnych częściach plech wybranych gatunków *Cladonia*.

Zestawienie liczbowe dotyczące publikacji naukowych

Typ publikacji	I. Przed doktoratem			II. Po doktoracie			Razem I + II		
	Liczba	IF	Punkty MNiSW	Liczba	IF	Punkty MNiSW	Liczba	IF	Punkty MNiSW
Oryginalne									
- w czasopismach z bazy JCR	1	0,222	15	18	15,659	370	19	15,881	385
- w recenzowanych czasop. anglojęzycznych spoza JCR	1	-	-	8	-	57	9		57
- w recenzowanych czasop. polskojęzycznych spoza JCR	-	-	-	4	-	14	4		14
Monografie	-	-	-	1	-	25	1		25
Rozdziały w książkach	1	-	5	2	-	10	3		15
Popularnonaukowe i inne	1	-	2	4	-	4	5		6
RAZEM	4	0,222	22	37	15,659	480	41	15,881	502
Doniesienia konferencyjne									
- konferencje międzynarodowe	2			10			12		
- konferencje krajowe				3			3		
RAZEM	2			13			15		

T. Bydka