

Kielce, dn. 21.01.2019 r.

dr hab. Joanna Czerwik-Marcinkowska prof. UJK  
Zakład Botaniki, Instytut Biologii, UJK w Kielcach

### Recenzja

pracy doktorskiej Pani mgr Natalii Kochman-Kędziory pt. „**Zbiorowiska okrzemek rozwijające się na glebach odsłoniętych przez wycofujący się lodowiec Ekologii (Wyspa Króla Jerzego, Antarktyka)**” przygotowanej w Podkarpackim Centrum Innowacyjno-Badawczym Środowiska na Wydziale Biologiczno-Rolniczym, Uniwersytetu Rzeszowskiego pod kierunkiem prof. dr hab. Marii Olech i promotora pomocniczego dr Teresy Nogi

Przedłożona do recenzji praca doktorska Pani mgr Natalii Kochman-Kędziory, przygotowana pod kierunkiem Promotora, Pani prof. dr hab. Marii Olech i promotora pomocniczego dr Teresy Nogi, wpisuje się w nurt ważnych badań taksonomicznych mających na celu szczegółową identyfikację zbiorowisk okrzemek glebowych Antarktyki i Subantarktyki przy użyciu nowoczesnych metod mikroskopowych umożliwiających określenie zmienności cech morfologicznych, związanych z fenotypową plastycznością okrzemek zarówno w obrębie populacji jak i pomiędzy nimi. Dysertacja zawiera także pogłębione informacje na temat rozmieszczenia geograficznego i charakterystyki autekologicznej okrzemek, a ponadto badania diatomologiczne gleb na przedpolu lodowca Ekologii wpisują się w nurt weryfikacji taksonomicznej okrzemek Antarktyki w aspekcie nadal słabo poznanych siedlisk glebowych.

Gwałtowne zmiany klimatu obserwowane na przestrzeni ostatnich lat w Antarktyce wpływają bezpośrednio lub pośrednio na funkcjonowanie ekosystemów lądowych. Zmiany te są regularnie monitorowane i sukcesywnie dokumentowane, a najbardziej widoczną formą topnienia lodowców stanowią odsłonięcia nowych terenów stanowiące „doskonały przykład do studiów nad chronosekwencją gleb oraz zasiedlania ekosystemów w procesie sukcesji

pierwotnej”. Jak podkreśla Olech i in. (2013) „proces recesji lodowców Arktyki i Antarktyki jest uważany za jedną z najważniejszych konsekwencji zmian klimatu”. Surowy klimat Antarktyki powoduje, że ekosystemy lądowe charakteryzują się wyraźną przewagą kryptogamów tj. porostów, mszaków a zwłaszcza glonów, które przystosowują się do niskiej temperatury w krótkim okresie wegetacyjnym, długich okresów zalegania śniegu i ubogiego w substancje odżywcze lub jałowego podłoża. Struktura i funkcjonowanie antarktycznych ekosystemów lądowych uwarunkowana jest m.in. produkcją ekosystemów morskich oraz transportem materii organicznej z morza na ląd. Najważniejszą rolę w tym procesie odgrywają ptaki, szczególnie dominujące tutaj ilościowo pingwiny. Obecność kolonii pingwinów w znaczący sposób modyfikuje przebieg procesów ekologicznych oraz kształtuje strukturę

i wzorce rozmieszczenia przestrzennego roślinności, w tym również glonów i sinic na badanym terenie. Dlatego wykrywanie i śledzenie kierunków oraz tempa zachodzących przemian możliwe jest dzięki długoterminowym i systematycznym badaniom.

Wybór tematu został dokonany bardzo dobrze, zarówno ze względu na istotność i doniosłość badań dotyczących identyfikacji okrzemek glebowych Antarktyki połączonych ze szczegółową rewizją taksonomiczną w oparciu o cechy morfologiczne prowadzone metodami tradycyjnymi a także ze względu na wyzwanie intelektualne, jakim jest zastosowanie nowoczesnych metod analiz ekologicznych w badaniach środowiskowych. Identyfikacja gatunków okrzemek oparta tylko na różnicach morfologicznych (z użyciem mikroskopu świetlnego) byłaby niekompletna i obciążona błędem natomiast zastosowanie skaningowego mikroskopu elektronowego jest kluczowe do prawidłowego diagnozowania taksonomicznego. Metody badawcze wykorzystane w projekcie Doktorantki są znane, niemniej postęp badawczy notowany w ostatnich dekadach i oryginalna koncepcja Autorki stały się podstawą postawienia pytań i hipotez oraz zrealizowania ciekawego projektu badawczego.

Przedstawiona do recenzji rozprawa ma układ powszechnie stosowany w pracach badawczych, typowy dla rozprawy doktorskiej i zawiera 128 stron maszynopisu, 20 rycin, 9 tabel i 31 tablic. Praca ma logiczny układ i czyta się ją ze zrozumieniem poszczególnych wątków badawczych. Poprzedzona jest streszczeniem sformułowanym na 2 stronach zarówno w języku polskim jak i j. angielskim oraz spisem treści. Obejmuje następujące główne części: wstęp (7 stron) na który składają się 3 podrozdziały, sformułowanie celów badań (1 strona), charakterystyka terenu badań obejmująca 8 podrozdziałów (17 stron), opis stanowisk badawczych (9 stron), przedstawienie użytych materiałów laboratoryjnych i zastosowanych metod (6 stron) 5 podrozdziałów, opis uzyskanych wyników składający się z 9 podrozdziałów

(37 stron), dyskusja (24 strony), wnioski (2 strony) oraz bibliografia obejmująca 200 pozycji literaturowych (17 stron).

Pierwszy rozdział – „Wstęp”, jest właściwym wprowadzeniem do dalszych części rozprawy i dobrze integruje zarysowane cele badań. Autorka precyzyjnie przedstawiła Antarktykę, antarktyczną tundrę, organizmy kryptogamiczne nie pomijając „kolonizacji i sukcesji na przedpolach lodowca”. Z dużą starannością opisała okrzemki jako „najliczniejszą i najbardziej zróżnicowaną gatunkowo grupę glonów” i zwróciła uwagę także na „występowanie okrzemek w regionie Antarktyki” podkreślając jednocześnie, że „różnorodność zbiorowisk oraz biogeografia okrzemek antarktycznych jest nadal słabo poznana”. Mgr Natalia Kochman-Kędziora już we wstępie za Mannem i in. (2017), zauważyła, że pomimo iż „...okrzemki występują w różnych warunkach siedliskowych, to każdy gatunek posiada genetycznie określony zakres tolerancji ekologicznej i optymalnego wzrostu, który jest ograniczany poprzez konkurencję i łańcuch spasanania”. Autorka wyczerpująco opisała problemy taksonomiczne i bioregionalizm okrzemek Antarktyki w podrozdziale 1.2 na str. 13-14, podkreślając, że „obserwowane gatunki okrzemek były niepoprawnie identyfikowane i niejako „dopasowywane” do gatunków europejskich i północnoamerykańskich na podstawie dostępnych kluczy i opracowań”. Doktorantka wyszczególniła najważniejsze rodzaje w których dokonano weryfikacji gatunkowej wraz z danymi literaturowymi. Ponadto bardzo precyzyjnie przedstawiła wszystkie zawiłości podziału taksonomicznego okrzemek wykorzystując najnowszą literaturę badawczą. Czytając podrozdział 1.2 zastanawiałam się przez moment czy niektóre fragmenty tego podrozdziału nie powinny się jednak znaleźć w rozdziale – Cel badań? Np. kiedy autorka pisze o jej zdaniem najważniejszych rodzajach, w których dokonano weryfikacji gatunkowej wraz z danymi literaturowymi, itp. W podrozdziale 1.3 – Okrzemki Wyspy Króla Jerzego (King George Island) – na str. 15, Autorka zauważyła, że „opracowania dotyczące zbiorowisk okrzemek glebowych w Antarktyce i Subantarktyce „zostały opublikowane przed rewizją lub w jej trakcie, a zatem dzisiejszy stan wiedzy na temat bogactwa i struktury zbiorowisk okrzemek glebowych tego obszaru jest bardzo słaby i fragmentaryczny”. Ponadto Autorka nie odnalazła żadnych wyników badań dotyczących zbiorowisk okrzemek glebowych na przedpolach lodowców w regionie Zatoki Admiralicji oraz żadnych opracowań na temat okrzemek glebowych uwzględniających efekty rewizji taksonomicznej.

Cel pracy został sformułowany rzeczowo i przedstawiony zwięźle i jasno.

Charakterystyka terenu badań została przeprowadzona bardzo szczegółowo. Autorka wyjaśniła termin „Antarktyda” oraz za Holgate (1970) uwzględniając cechy klimatyczne

i biotyczne, dokonała podziału Antarktydy na trzy strefy ekologiczne, każdą z nich opisując. Ponadto uwzględniła w opisie terenu badań także nowy biogeograficzny podział zaproponowany przez Terauds i in. (2012), wreszcie scharakteryzowała Obszar Specjalnych Zainteresowań Naukowych nr 8 a właściwie od 2002 roku Antarktyczny Obszar Specjalnej Ochrony Nr 128, w obrębie którego znajduje się sześć lodowców. Doktorantka omówiła zagadnienia związane z geologią zachodniego wybrzeża Zatoki Admiralicji i kolejnych zlodowaceń, przedstawiła obszernie kwestie klimatyczne, zwróciła uwagę na specyfikę rejonu Zatoki Admiralicji, czyli występowanie w każdym miesiącu temperatur poniżej 1<sup>0</sup>C oraz okresów z temperaturą dodatnią, powyżej +3<sup>0</sup>C, „co nawet w okresie zimy powoduje odwilże” a „powietrze jest silnie nasyconą parą wodną stąd duża wilgotność (60-100%). Oddzielny podrozdział (3.4) Doktorantka poświęciła – Recesji zlodowacenia w obszarze ASPA 128 – podkreślając, za Kostrzewskim i in. (1998) oraz Battke i in. (2001) a zwłaszcza za Pętlickim i in. (2017), że recesja zlodowacenia w latach 1979-1999 miała „charakter radykalny, powodując przekształcenia środowiska obszaru ASPA 128. Kolejne podrozdziały (3.5 i 3.6) poświęcone są hydrologii terenu i opisowi gleb morskiej Antarktyki (litosole i cryosole) ze szczególnym zwróceniem uwagi na kolonie pingwinów mających wpływ na procesy glebotwórcze tj. tworzenie gleb ornitogennych (specyficzne gleby fosforanowe na terenie kolonii, pod warstwą rozmytego guana). Kolejny podrozdział (3.7) dotyczy rozwoju roślinności na terenach „wolnych od lodu”, Doktorantka scharakteryzowała, glony, sinice, mchy, porosty i rośliny kwiatowe, natomiast w podrozdziale 3.8 zwróciła uwagę na problem fauny. Doktorantka zauważyła, że „cechą charakterystyczną Antarktyki jest całkowity brak kręgowców lądowych, ale okresowo występują ptaki i ssaki płetwonogie”.

Opis stanowisk badawczych jest poprawny, podany w sposób wyczerpujący. Warto podkreślić, że próby do badań zebrała prof. dr hab. Maria Olech już w 2002 i 2007 roku, dodatkowo w 2014/2015 roku. Dobór metod jest trafny dla realizacji zamierzonych zadań badawczych. Rozdział „Materiały i metody” został napisany zgodnie z naukowymi standardami i w sposób wystarczający, aby czytelnik mógł ocenić prawidłowość badań i wypracować własny pogląd na temat wartości naukowej uzyskanych wyników. Rozdział ten składa się z czterech podrozdziałów: pobór materiałów do badań w terenie, badania chemiczne gleby, obróbka laboratoryjna i oznaczanie materiałów (na uwagę zasługuje fakt, że Doktorantka niektóre zdjęcia wykonała przy użyciu mikroskopu świetlnego w Ogrodzie Botanicznym w Belgii, gdzie przebywała podczas stażu naukowego) oraz analizy otrzymanych wyników. Niemniej, ostatni podrozdział ma nie najlepiej dobrany tytuł, bowiem

wprowadza czytelnika w błąd sugerując interpretację wyników badań podczas gdy dotyczy metod i narzędzi statystycznych wykorzystanych do interpretacji wyników badań.

Kolejny rozdział – „Wyniki” jest najobszerniejszy w całej rozprawie. Autorka uzyskała dużo oryginalnych wyników, które sprawnie zaprezentowała dzieląc ten rozdział na szereg podrozdziałów i punktów, dodatkowo bogato udokumentowanych 11 rycinami i 7 obszernymi tabelami. Czytając ten rozdział już na początku Czytelnik jest lekko zakłopotany, rozdział rozpoczyna się podrozdziałem: Badania chemiczne gleby (identyczny tytuł znajdował się w rozdziale „Materiały i metody”). Kolejny podrozdział – Skład gatunkowy i rozmieszczenie geograficzne okrzemek – to właściwie lista zidentyfikowanych gatunków z podziałem na poszczególne transekty oraz rozmieszczenie geograficzne. Różnorodność gatunkową zbiorowisk okrzemek Pani mgr Natalia Kochman-Kędziora opisała przy pomocy wskaźnika równomierności Pielou. Doktorantka przedstawiła także gatunki o największym udziale procentowym (Tabela 6) oraz strukturę dominacji i charakterystykę gatunków dominujących. Wśród 133 zidentyfikowanych taksonów 19 uznała za dominujące, tzn. ich liczebność w próbie przekraczała 50 okryw. Doktorantka wieloaspektowo przedstawiła poszczególne 19 taksonów z uwzględnieniem ich morfologii, ekologii i rozmieszczenia. Warto podkreślić, w tym miejscu, że analiza taksonomiczna okrzemek nie jest łatwa, wymaga absorbujących prac terenowych, żmudnego przygotowania materiału, sporządzenia preparatów i wielogodzinnej identyfikacji poszczególnych gatunków przy użyciu najnowocześniejszego sprzętu mikroskopowego. Stwarza to wprawdzie szansę na ciągłe odkrywanie okrzemek jeszcze nieznanymi i nowych dla nauki ale przynosi także szereg problemów natury taksonomicznej, o których w odniesieniu do rodzaju *Luticola* pisze Autorka w podrozdziale 6.6. „Najliczniejsze populacje *Luticola* sp. zostały poddane dodatkowej analizie porównawczej z populacjami innych gatunków z rodzaju *Luticola*”. Bardzo interesujący jest podrozdział dotyczący gatunków nowych dla nauki. Autorka wyróżniła, we współpracy z zespołem prof. Barta Van de Vijvera dwa taksony nowe dla nauki, jeden z rodzaju *Humidophila* i jeden z rodzaju *Muelleria*. Kolejny podrozdział 6.8 – Porównanie transektów badawczych. Czynniki środowiskowe a zbiorowiska okrzemek – Pani mgr Natalia Kochman-Kędziora zaobserwowała tylko niewielkie różnice w składzie i różnorodności gatunkowej zbiorowisk pomiędzy transektami badawczymi oraz znaczne różnice pomiędzy stanowiskami w obrębie transektów. Na uwagę zasługują analizy statystyczne przeprowadzone przez Doktorantkę tj. nietendancyjna analiza zgodności DCA, hierarchiczna analiza skupień, kanoniczna analiza zgodności CCA. Podczas przygotowywania manuskryptu do druku

wprowadziłabym przy poszczególnych rycinach numer 16, 17, 18, 19, 20, w rozdziale 6.9, objaśnienia.

Do najważniejszych osiągnięć mgr Natalii Kochman-Kędziory niewątpliwie należy: i) oznaczenie 133 taksonów okrzemek reprezentowanych przez 33 rodzaje i omówienie aspektów różnorodności gatunkowej potwierdzonej wskaźnikiem różnorodności Shannona ii) wyróżnienie dwóch taksonów nowych dla nauki, jeden z rodzaju *Humidophila* (*Humidophila komarekiana*) i jeden z rodzaju *Muelleria* (*Muelleria olechiae*) iii) przedstawienie struktury dominacji i charakterystyki gatunków dominujących oraz zwrócenie uwagi Czytelnika na takson *Pinnularia borealis* „w rzeczywistości kompleks”, składający się z co najmniej dziesięciu różnych gatunków iv) wykonanie szeregu analiz statystycznych v) określenie rozmieszczenia geograficznego okrzemek vi) przeprowadzenie analizy porównawczej transektów badawczych i omówienie czynników środowiskowych a zbiorowisk. Są to wyniki o dużej wartości naukowej, wnoszące cenne informacje o nowych zastosowaniach warsztatu badawczego, otwierające możliwości stosowania nowych technik, wychodzące naprzeciw oczekiwaniom współczesnej taksonomii, morfologii czy ekologii gatunku.

Dyskusja jest dobrze przeprowadzona, kolejne wnioski i wyniki są omawiane krytycznie, metody i wyniki są porównane do danych z piśmiennictwa. Poszczególne etapy pracy są rzeczowo uzasadniane, a konsekwentnie i logicznie wyciągnięte wnioski z kolejnych analiz służą całościowej realizacji zamierzonego celu. Na uwagę zasługuje przeprowadzona pogłębiona analiza siedlisk w których mogą rozwijać się antarktyczne okrzemki połączona z analizą chemiczną gleb. Słuszny jest wniosek Doktorantki, że słabo rozwinięte gleby w tym regionie zazwyczaj odznaczają się wysokim pH i bardzo niską zawartością węgla i azotu ale „kolonie lęgowe ptaków i ssaków wywierają duży wpływ na otaczające środowisko”. Doktorantka zestawiała zbiorowiska okrzemek słodkowodnych w sąsiedztwie Polskiej Stacji Antarktycznej ze zbiorowiskami glebowymi i otrzymała zaskakujące wieloczynnikowe wnioski. Niemniej aby uzyskać jednoznaczną odpowiedź należy kontynuować badania rozszerzając je o nowe regiony geograficzne i odpowiednio zwiększyć liczbę prób z nowo pozyskanych transektów. Porównując strukturę badanych zbiorowisk Autorka, zauważyła, że różnorodność gatunkowa okrzemek regionu Antarktyki zmniejsza się wraz ze wzrostem szerokości geograficznej.

Praca została przygotowana bardzo starannie. Tekst jest napisany zwięzłym, przejrzystym stylem, zdania są pełne i zrównoważone. Czytanie pracy budzi zainteresowanie czytelnika. Uwagi natury redakcyjnej podane poniżej, nie mają żadnego znaczenia merytorycznego i nie

wpływają na ogólną bardzo dobrą ocenę pracy, natomiast przed wysłaniem manuskryptu do druku należy/ można je uwzględnić, a mianowicie:

- i) warto wprowadzić korektę w słowie „gelbowych” na str. 75
- ii) warto wprowadzić korektę w słowie „Przewodnictwo” na str. 83
- iii) warto wprowadzić korektę w słowie „aerycznych” na str. 98
- iv) warto wprowadzić korektę w słowie „ekskrementach” na str. 106.

Ponadto oprócz walorów czysto poznawczych, wyniki badań mgr Natalii Kochman-Kędziory mają także walor praktyczny – mogą być wykorzystane w monitoringu siedlisk, określając ich żyzność, stan ekologiczny, itp.

Reasumując, pragnę podkreślić, że praca jest wartościowa, została prawidłowo zaplanowana i zrealizowana, a ponadto wnosi nowe elementy do wiedzy o morfologii, taksonomii, ekologii i biologii okrzemek rozwijających się na glebach odsłoniętych przez wycofujący się lodowiec Ekologii. Doktorantka wykazała się znajomością piśmiennictwa, które jest właściwie wykorzystane, co dowodzi swobodnego poruszania się w omawianym zagadnieniu. Ponadto dorobek naukowy Pani mgr Natalii Kochman-Kędziory jest solidny i jednoznacznie wskazuje na bardzo dobre kwalifikacje Doktorantki. Na uwagę zasługują zarówno uzyskane oryginalne wyniki jak i odwaga badawcza oraz naukowa inwencja Doktorantki.

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Natalii Kochman-Kędziory zawiera oryginalny materiał doświadczalny, została wykonana i zredagowana zgodnie z przyjętym kanonem, stanowi nowość naukową i spełnia wszystkie wymagania formalne Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. z 2003 r. nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami Dz. U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365, Dz. U. z 2011 r. nr 84, poz. 455). Wnoszę zatem do Rady Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie Pani mgr Natalii Kochman-Kędziory do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Pozwolę sobie złożyć Wysokiej Radzie wniosek o wyróżnienie tej pracy ze względu na dużą wartość merytoryczną i bardzo dobre wykonanie rozprawy.

*Joanna Czerwik-Marcinkowska*  
Dr hab. Joanna Czerwik-Marcinkowska prof. UJK

Kielce, 21.01.2019 r.