

Warszawa, 14.06.2024 r.

Prof. dr hab. Marta Aleksandrowicz-Trzcńska
Instytut Nauk Leśnych
SGGW w Warszawie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Durskiej

**„Struktura zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych w gradiencie środowiskowym”
wykonanej pod kierunkiem prof. ID PAN dr hab. Joanny Muchy i dr hab. Przemysława
Kurka**

Podstawa: Pismo WB-184-2023/2024 Dziekana Wydziału Biologii prof. UAM dr hab. Beaty Messyasz z dnia 7.05.2024. Zgodnie z §13 ust. 1 Uchwały nr 133/2020/2021 Senatu Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 28 czerwca 2021 r. dotyczącej określenia sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora oraz uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicz z dnia 23 czerwca 2023 roku.

Wstęp

W obliczu zmian klimatycznych, dotyczących naszą planetę, przetrwanie gatunków będzie związane z ich zdolnościami adaptacyjnymi. W przypadku drzew leśnych takich jak sosna zwyczajna i buk zwyczajny, ważną częścią ich potencjału adaptacyjnego jest dostosowanie korzeni drobnych i ich partnera mykoryzowego, umożliwiające pozyskanie zasobów glebowych w określonych warunkach środowiskowych. W tym kontekście podjęcie przez Panią mgr Annę Durską badań nad zbiorowiskami grzybów ektomykoryzowych w gradiencie środowiskowym warunków klimatycznych i zasobności gleby wydaje się jak najbardziej zasadne.

Ocena pracy

Pani mgr Anna Durska przedstawiła jako rozprawę doktorską maszynopis zatytułowany „Struktura zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych w gradiencie środowiskowym”.

Tytuł rozprawy został poprawnie sformułowany, jest zrozumiały lecz nie całkowicie adekwatny do treści i zakresu pracy. Zakres pracy jest szerszy niż wynikałoby to z tytułu. Znaczna jej część poświęcona jest analizie zmienności korzeni drobnych w gradiencie środowiskowym, co również znalazło odzwierciedlenie we wnioskach: pierwszym, drugim,

trzecim i częściowo szóstym. Bardziej adekwatny tytuł mógłby brzmieć na przykład „Zmienność korzeni drobnych i struktura zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych w gradiencie środowiskowym”.

Praca doktorska mgr inż. Anny Durskiej stanowi opracowanie liczące 169, w oryginalny sposób ponumerowanych stron. Strony od 99 do 153 nie zostały ponumerowane i zawierają załączniki. Numerów brakuje również na niektórych stronach właściwego tekstu pracy np. 43, 47. Wydaje się, że lepszym rozwiązaniem byłoby umieścić spis literatury po wnioskach przed załącznikami, których strony pozostałyby nie ponumerowane.

Praca zawiera 29 rycin, których numeracja jest wspólna dla tych w tekście i w załącznikach, przy czym 28 z nich zostało oznaczonych jako „Fig.” (skrót od „Figure”), a jedna w załącznikach jako rycina 1. W pracach napisanych w języku polskim najczęściej używa się określenia rycina. Numeracja tabel jest również wspólna dla tych w tekście i załącznikach i oddzielna dla każdego podrozdziału. Przyjęty przez Doktorantkę sposób numeracji tabel i rycin jest w jakiś sposób logiczny i ciągły więc trudno oceniać go jako błędny. Najczęściej jednak w przyrodniczych pracach naukowych numeracja tabel i rycin jest oddzielna dla tych w tekście i w załącznikach.

Właściwy tekst dysertacji, bez stron tytułowych, streszczeń, spisów: treści i literatury liczy 97 stron. Jest to typowa objętość dla prac doktorskich. Wskazuje na umiejętność zwięzłego i precyzyjnego prezentowania wyników badań naukowych oraz właściwego oceniania wagi zamieszczanych informacji.

Treść dysertacji posiada klasyczny układ tekstu dla prac przyrodniczych o charakterze eksperymentalnym. Składa się z 8 ponumerowanych rozdziałów: Wstęp, Cele pracy i hipotezy badawcze, Materiały i metody, Wyniki, Dyskusja, Podsumowanie i wnioski, Załączniki i Bibliografia. Cztery rozdziały: Wstęp, Materiały i metody, Wyniki i Dyskusja zostały trafnie z merytorycznego punktu widzenia podzielone na podrozdziały drugiego i trzeciego rzędu, co ułatwia studiowanie pracy. Proporcje pomiędzy poszczególnymi rozdziałami zostały w zasadzie właściwie wyważone. Najobszerniejszym rozdziałem, liczącym 28 stron, jest wstęp i można go nieco skrócić bez uszczerbku dla zawartych tam informacji.

Spis literatury zawiera 353 pozycje. Większość cytowanych prac została napisana w języku angielskim (141). Pozostałe 12 pozycje to literatura polska. Na tej podstawie można wnioskować, że Autorka ma nie tylko, dobrą znajomość literatury przedmiotu, ale również

dobrze poradziła sobie z doborem niezwykle bogatej literatury dotyczącej korzeni drobnych ich budowy, fizjologii, funkcji jak również ektomykoryzy, gatunków ektomykoryzowych i tworzonych przez nie zbiorowisk, uwzględniając również wpływ środowiska.

Odnoszę wrażenie, że koncepcja pracy nie powstała przed jej rozpoczęciem tylko rozwijała się stopniowo w trakcie prowadzenia badań w różnych projektach. Badania były bardzo rozciągnięte w czasie. Próby do pierwszych doświadczeń pobrano w 2012, a do ostatnich w 2021 roku. Przyjęto różne metody badawcze do analiz chemicznych gleby i mikoryz. W różnym zakresie analizowano korzenie pochodzące z poszczególnych lokalizacji. Być może było to związane z koniecznością pozyskiwania środków na badania. Taki sposób prowadzenia badań w żaden sposób nie umniejsza wartości uzyskanych w nich wyników, ale powoduje poczucie braku spójności, a miejscami nawet chaosu.

W rozdziale Wstęp Doktorantka wprowadza czytelnika w zagadnienia dotyczące funkcjonowania korzeni drobnych drzew, związków ektomykoryzowych i ich zmienności w gradiencie środowiska. Ta część wstępu napisana została przejrzysto i zwięźle.

Kolejny podrozdział wstępu, liczący 6 stron, zatytułowany „Kształtowanie się zasobności gleby” jest zbyt rozbudowany biorąc pod uwagę tytuł dysertacji. Doktorantka opisuje w nim: procesy glebotwórcze, wpływ klimatu, wody, typu roślinności i odczynu gleby na formowanie się i żyzność gleby. Autorka zagłębiając się tak szczegółowo te zagadnienia nie wiąże bezpośrednio zawartych tu informacji z glebą w miejscu badań. Na przykład, nie wiemy na jakich rodzajach gleb rosły badane w pracy drzewostany. Jeden z podrozdziałów tej części został nazwany „pH” - to zbyt duży skrót. Lepiej zatytułować go „Odczyn gleby”.

W kolejnym podrozdziale na, 4,5 stronach, Pani mgr Anna Durska opisuje „Zasobność gleby leśnej w pierwiastki biogenne: węgiel i azot”. W mojej ocenie, w pracy badającej korzenie drobne i zbiorowiska grzybów ektomykoryzowych, rozdział ten jest zbyt rozbudowany.

Podrozdział 6 Wstępu „Wpływ ukształtowania terenu na zasobność gleby”, podobnie jak podrozdział 1, 2 i 3 został napisany jasno i zwięźle.

Wstęp kończy podrozdział traktujący o warunkach klimatycznych i glebowych półwyspu Fennoskandzkiego. W mojej ocenie informacje tu zawarte powinny stanowić część metodyki, w której charakteryzuje się miejsce badań.

Rozdział „Cel pracy i hipotezy badawcze” jest napisany wzorowo. Oprócz, właściwie postawionego celu pracy i trzech celów szczegółowych, zostały postawione 3 hipotezy badawcze. Doktorantka podaje na podstawie jakich wyników badań hipotezy zostały

postawione, cytując odpowiednią literaturę oraz jakie badania zostaną przeprowadzone w celu zweryfikowania postawionych hipotez.

W rozdziale Materiały i metody Autorka wyczerpująco opisała, poprawnie dobrane metody badawcze, zamieszczając również ryciny ułatwiające zrozumienie opisów. Jednak w mojej ocenie, układ i kolejność podrozdziałów, a także kolejność i treść podawania części informacji należałoby skorygować. Opis metod badawczych rozpoczyna podrozdział 3.1 zatytułowany „Zmienność zawartości pierwiastków w funkcjonalnie różnych korzeniach drobnych *Pinus sylvestris* wzdłuż transektu szerokości geograficznej”. Podrozdział ten (pierwszego rzędu) został podzielony na 6 podrozdziałów 2 rzędu. Pierwszy z nich „Opis układu eksperymentalnego”, charakteryzuje stanowiska badawcze wspólne dla badań korzeni drobnych i zbiorowisk grzybów mykoryzowych. Natomiast metody badania zbiorowisk grzybów mykoryzowych zostały opisane w podrozdziale 3.2. W związku z tym praca zyskałaby na przejrzystości gdyby pierwszy podrozdział charakteryzował miejsce badań i opis układu eksperymentalnego wspólny dla badań korzeni drobnych i zespołów grzybów mykoryzowych.

Opis powierzchni, na których pobierano próby jest zbyt skąpy. Doktorantka napisała, że „W badaniach wykorzystano 30 stanowisk badawczych...” Nie mam pewności czy słusznie się domyślam, że były to drzewostany sosnowe lub z udziałem sosny. Na skład zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych ma wpływ między innymi: wiek drzewostanu, jego skład gatunkowy, występowanie drugiego piętra, podrostu, podszytu i skład runa leśnego. Takiej charakterystyki drzewostanów, z których pobierano próby do badań brakuje. Nie wiadomo również, o czym wspominałam wcześniej, na jakiej glebie rosły badane drzewostany sosnowe. Dla prawidłowej interpretacji wyników istotna jest znajomość warunków drzewostanowych ponieważ mogły one mieć wpływ na uzyskane wyniki.

W metodyce badań nie wyjaśniono dlaczego analiza prób pobranych na terenie Polski i Finlandii była wykonywana wspólnie i oddzielnie dla prób pobranych w Szwecji. Nie jest to błędem, ale Doktorantka powinna wskazać powód.

W podrozdziale 3.3 „Zmienność zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych *Fagus sylvatica* w gradiencie zasobności gleby” również brakuje charakterystyki drzewostanu. Znamy jedynie wiek drzew w drzewostanie i zbiorowisko roślinne. W „Opisie powierzchni badawczej należałoby również podać informacje dotyczące liczby i rozmieszczenia transektów. W obecnej wersji, najpierw dowiadujemy się o istnieniu transektu II (podrozdział „Analizy

chemiczne gleby”), a dopiero w kolejnym rozdziale „Pobór i przygotowanie prób” ile było transektów i jak rozmieszczone. Takie rozwiązanie utrudnia studiowanie dysertacji.

Autorka zgromadziła olbrzymi materiał empiryczny i bardzo dobrze poradziła sobie z jego analizą (również statystyczną) i interpretacją. W rozdziale Wyniki nie uniknęła jednak drobnych błędów i niedociągnięć. Tytuł podrozdziału 4.1 (pierwszego rzędu) „Zmiany zawartości pierwiastków w funkcjonalnie różnych korzeniach drobnych *Pinus sylvestris* w zależności od szerokości geograficznej” jest niezgodny z tytułami i zawartością podrozdziałów II rzędu, w których przedstawiane są wyniki dotyczące zawartości pierwiastków w glebie, cechy morfologiczne korzeni drobnych, a także szerokość muflki grzybniowej.

W opisie wyników i w dyskusji dla stanowisk obejmujących Polskę i Finlandię Autorka używa określenia „transekt II” lub „w drugim transekanie”. Ponieważ transekty nie zostały oznaczone w ten sposób w metodyce badań to określenie jest mylące.

Na wykresach 9, 11 i 12 brakuje oznaczenia odchylenia standardowego. Być może jest to błąd, który powstał w czasie drukowania pracy. Ponieważ jednak otrzymałam do recenzji jedynie wersję papierową pracy nie jestem w stanie tego zweryfikować.

Na stronie 52 Doktorantka używa po raz pierwszy określeń „strefa klimatyczna Dfc” i „strefa klimatyczna Dfb” nie wyjaśniając co oznaczają skróty. Przeszukując tekst jedynie w formie papierowej nie udało mi się odnaleźć takich informacji we wstępie i metodyce. Dopiero w dyskusji na stronie 84 czytelnik dowiaduje się, że Dfc to strefa klimatu subarktycznego, a na 89, że Dfb to klimat kontynentalny z łagodnym latem.

Oznaczenia stref temperaturowych na wykresach 15 i 16 różnią się od oznaczeń na pozostałych wykresach np. 13, 17, 20. Z reguły przyjmuje się zasadę, że oznaczenia na wszystkich wykresach są jednolite. Na wykresach 15 i 16 pojawiają się nie wyjaśnione oznaczenia Dfb i Dfc.

Dyskusja stanowi bardzo ważną część pracy, świadczącą z jednej strony o znajomości literatury związanej z tematem rozprawy, a z drugiej pokazuje umiejętność krytycznej oceny uzyskanych wyników jako konkluzji do formułowania wniosków. Z tą częścią pracy Pani mgr Anna Durska poradziła sobie znakomicie. Rozdział został podzielony na trzy podrozdziały. W pierwszym zostały bardzo szczegółowo przeanalizowane zależności między zawartością makro- i mikroelementów w korzeniach sosny i glebie, morfologią

korzeni drobnych i temperaturą oraz korelacje między nimi. Ważnym osiągnięciem doktorantki jest znalezienie wyjaśnienia odmiennych wzorców akumulacji pierwiastków i morfologii korzeni drobnych w transektach szwedzkim i fińskim. Zmieniłabym natomiast tytuł podrozdziału 5.1. ponieważ traktuje on nie tylko o zawartości pierwiastków, ale również o cechach morfologicznych korzeni.

W podrozdziale drugim Dyskusji Doktorantka analizuje zbiorowiska grzybów ektomykoryzowych sosny w zależności od warunków klimatycznych, odrzucając postawioną hipotezę badawczą o zmniejszaniu bogactwa gatunkowego grzybów ektomykoryzowych wraz z obniżaniem się średniej rocznej temperatury. Szczegółowo wyjaśnia zaobserwowane różnice w strukturze zbiorowisk grzybów mykoryzowych, zdominowanych przez gatunki z rodzaju *Piloderma* w obszarach o niższych wartościach temperatury rocznej do zdominowanych przez grzyby z rodzaju *Suillus* przy wyższych wartościach temperatury rocznej. Co istotne Doktorantka ma pełną świadomość pewnych ograniczeń, ale również korzyści wynikających z zastosowanych metod badawczych i ich użyteczności w interpretowaniu wyników, co również znalazło odzwierciedlenie w kolejnym podrozdziale.

Ostatni podrozdział Dyskusji traktuje o korzeniach drobnych i zbiorowiskach grzybów ektomykoryzowych buka w gradiencie zasobności gleby, wynikającej z usytuowania drzewostanu na stoku. Autorka analizuje w jaki sposób topografia zbocza wpływa na właściwości fizykochemiczne gleby co z kolei kształtuje rozwój korzeni drobnych oraz skład i strukturę zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych.

Pracę kończy rozdział Podsumowanie i wnioski. Wniosków jest 6. Są one dobrze skonstruowane, a ich treść jest wynikiem przeprowadzonych badań. Natomiast usunęłabym z tytułu podrozdziału słowo „podsumowanie” ponieważ rozdział zawiera jedynie 6 wniosków.

Pod względem redakcyjnym i stylistycznym praca została przygotowana starannie. Poniżej wymieniłam drobne błędy, głównie edytorskie i niezręczności językowe.

Str. 48. „...średnie stężenie miedzi, sodu, fosforu, azotu i węgla w korzeniach absorpcyjnych nie różni się od siebie.” Być może Autorce chodziło o brak różnic między strefami temperaturowymi. Podobne stwierdzenie znalazło się również na stronie 74.

Str. 49. „Pierwiastki, które wykazują przeciwne tendencje w korzeniach I rzędu pobranych z transektów wytyczonych przez terytoria Szwecji oraz Finlandii i Polski to mangan, miedź i potas”. Bez zapoznania się z ryciną nie byłam w stanie zrozumieć tego zdania.

Doktorantka wielokrotnie używa określeń: ilość końcówek ECM, ilość korzeni I rzędu, ilość wierzchołków korzeniowych, ilość symbiontów grzybowych, ilość genotypów. Jeżeli rzeczownik jest policzalny należy używać słowa liczba. Jednocześnie na stronie 94 zostało prawidłowo użyte „liczba wierzchołków”.

Str. 68. Zamiast *T. sublilacina* powinno być *T. stuposa*.

Str.70. Jest *zasobnoś* powinno być *zasobność*.

Str. 80. Jest *efejtywnego* powinno być *efektywnego*

Str. 85. „Scleroderma o owocnikach bulwiastych” takie owocniki nazywamy gastralnymi lub angiokarpicznymi, chociaż nazwa bulwiaste też jest spotykana w literaturze.

Str. 85. „Natomiast różnorodność grzybów kształtuje się przeciwieństwie, odnotowano rosnąca bioróżnorodność grzybów w klimacie umiarkowanym, a regiony cechujących się największym bogactwem odnotowano na dużych szerokościach geograficznych.” Nagromadzenie błędów uniemożliwia zrozumienie tego zdania.

Str.85. Jest *danym* powinno być *danych*.

Str. 86. Doktorantka używa określenia „siedliska większej sezonowości” - uważam, że to zbyt duży skrót myślowy.

Str. 90. Polska nazwa *Fagus sylvatica* to buk zwyczajny.

Wniosek końcowy

Praca Pani mgr Anny Durskiej „Struktura zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych w gradiencie środowiskowym”. przedstawiona jako rozprawa doktorska stanowi samodzielny dorobek naukowy z zakresu nauk biologicznych. Doktorantka poprawnie przedstawiła problem badawczy, zaprojektowała i zrealizowała badania, wykazała się umiejętnością interpretacji otrzymanych wyników i znajomością literatury. Zrealizowanie badań świadczy o dobrym przygotowaniu teoretycznym jak również posiadaniu kwalifikacji praktycznych wymaganych do prowadzenia badań naukowych.

Samodzielnym osiągnięciem naukowym Autorki jest wykazanie, że:

- ✓ zróżnicowanie genetyczne sosny na półwyspie Fennoskandzkim jest źródłem przeciwstawnych wzorców akumulacji niektórych pierwiastków oraz zmian cech morfologicznych korzeni w Szwecji i Finlandii;

- ✓ czynniki środowiskowe takie jak ilość opadów i długość sezonu wegetacyjnego mają większy wpływ na strukturę zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych sosny niż zasobność gleby w makro- i mikroelementy;
- ✓ przystosowaniem buka zwyczajnego do wzrostu w ubogim środowisku jest zwiększenie liczby korzeni krótkich mykoryzowych, a odpowiedzią gatunku na warunki fizykochemiczne gleby jest zmiana składu i struktury symbiontów grzybowych.

Przedstawione w recenzji usterki nie umniejszają merytorycznej wartości pracy i można je bez trudu usunąć, przygotowując rozprawę do druku.

Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Anny Durskiej „Struktura zbiorowisk grzybów ektomykoryzowych w gradiencie środowiskowym” spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r., poz. 742, z późn. zm.) i stanowi podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Mysau dui a