

Lublin 30.01.2025

dr hab. Justyna Bohacz, prof. uczelni
Katedra Mikrobiologii Środowiskowej
Wydział Agrobiotechnologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Leszczyńskiego 7
20-069 Lublin

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Roberta Wiczorka

pt. „Wpływ roślin fitosanitarnych na właściwości biochemiczne gleby i wzrost jabłoni (*Malus Mill.*) w szkółce po replantacji”

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Roberta Wiczorka wykonana została w Katedrze Roślin Ozdobnych, Dendrologii i Sadownictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod kierunkiem Pani Promotor, prof. UPP dr hab. Zofii Zydlik.

Recenzja przedłożonej rozprawy doktorskiej sporządzona została w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Pana Prof. UPP dr hab. Piotra Rybackiego z dnia 26.11.2024 r., w którym poinformował mnie, że decyzją Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w dniu 20.11.2024 r. zostałam powołana na recenzenta ww. rozprawy.

Podstawowe dane o Kandydacie

Pan mgr inż. Robert Wiczorek 10.07.2017 ukończył niestacjonarne studia drugiego stopnia na kierunku Ogrodnictwo na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z wynikiem bardzo dobrym i otrzymał tytuł zawodowy magistra inżyniera w obszarze nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych. W tym samym roku rozpoczął Niestacjonarne Studia Doktoranckie prowadzone na ww. Wydziale, których przebieg, przez Kierownika Studiów Doktoranckich Panią prof. dr hab. Monikę Jakubas, został wysoko oceniony i pozytywnie zaopiniowany do dalszego postępowania w sprawie nadania stopnia doktora. Według przedłożonej dokumentacji sprawy



Kandydat nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora. Nie jest zatrudniony na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. Od wielu lat prowadzi swoją działalność gospodarczą o specjalizacji: produkcja drzew, krzewów i róż.

1. Znaczenie i aktualność podjętej problematyki badawczej

Branża sadownicza jest jednym z ważniejszych sektorów gospodarki krajowej, w której duże znaczenie ma produkcja jabłek. Polska od wielu lat zaliczana jest do światowych liderów w produkcji tych owoców. Utrzymanie tak znaczącego udziału naszego kraju w tym sektorze globalnej gospodarki stawia przed sadownikami wiele wyzwań, mających na celu sprostanie rosnącym wymaganiom rynkowym i środowiskowym, przy jednoczesnym zachowaniu opłacalności produkcji. Jednym z takich wyzwań jest zapobieganie pojawiającym się chorobom drzewek owocowych podczas ich intensywnej produkcji, co wymaga m.in. dużej ilości wysokiej jakości materiału szkółkarskiego. O ile przygotowanie bardzo dobrej jakości materiału szkółkarskiego jest możliwe do wykonania przez profesjonalistów w tym zakresie, to fakt dotyczący nabycia nowych gruntów, pod nowe nasadzenia szkółkarskie i produkcję sadowniczą, jest trudnym do przezwyciężenia ograniczeniem. Sprawia to, że część dotychczas użytkowanych gleb jest wyeksploatowana i wykazuje oznaki zmęczenia, wynikające z zaburzonej równowagi gleby, co przyczynia się do pojawiania różnych chorób drzewek jabłoni w tym choroby replantacyjnej - ARD (z ang. Apple Replant Disease). W literaturze przedmiotu są doniesienia dotyczące metod łagodzenia skutków tej choroby, jednakże w większości odnoszą się do badań prowadzonych na plantacjach jabłoni a rzadziej w szkółkach. A to właśnie ten etap produkcji jabłek tj. materiału szkółkarskiego jest najważniejszym etapem zapewniającym wytworzenie mocnego systemu korzeniowego, a tym samym zdrowej rośliny i wysokiej jakości plonu. Wśród proponowanych metod mających na celu przeciwdziałanie chorobie replantacyjnej jabłoni wymieniane są skuteczne metody fizyczne i chemiczne, jednakże ich wpływ na środowisko nie pozostaje obojętny a ponadto generują one dodatkowe nakłady ekonomiczne. Metody te, chociaż przyczyniają się do zredukowania liczby biologicznych czynników sprawczych choroby ARD to wpływają niekorzystnie na pożyteczny mikrobiom i mykobiom gleby a nawet go całkowicie eliminują. Ważne staje się więc poszukiwanie skutecznych sposobów przeciwdziałających chorobie replantacyjnej podczas intensywnej produkcji jabłek, przy jednoczesnym dbaniu o środowisko. Takimi metodami łączącymi te dwa aspekty jest przykładowo stosowanie biopreparatów, zawierających różne pożyteczne mikroorganizmy albo biofumigacja polegająca na wykorzystaniu związków naturalnie występujących w roślinach wykazujących



działanie antagonistyczne wobec szkodników i patogenów roślin oraz wspomagających rozwój korzystnych mikroorganizmów. Zawartość związków bioaktywnych występujących w roślinach fitosanitarnych przekłada się na szereg cennych właściwości takich jak właściwości przeciwbakteryjne, przeciwgrzybowe, przeciwnicieniowe, które są bardzo pożądane w leczeniu gleby zmęczonej intensywną produkcją sadowniczą lub szkółkarską.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska analizuje zagadnienie potencjału trzech roślin fitosanitarnych w przeciwdziałaniu chorobie replantacyjnej jabłoni a tym samym możliwości ich zastosowania celem poprawy wzrostu drzewek jabłoni w szkółce i zwiększeniu wysokiej jakości plonów. Badania podjęte w pracy wchodzi także w zakres działań mających na celu zmniejszenie chemizacji uprawy jabłoni i ograniczenie niekorzystnego wpływu chemicznych środków ochrony roślin na stan środowiska naturalnego oraz stanowią wkład w ochronę bioróżnorodności gleb. Praca ta wpisuje się w cele rolnictwa regeneratywnego.

W związku z powyższym, recenzowana rozprawa doktorska nie tylko przedstawia aktualną i niezwykle interesującą tematykę z punktu widzenia badań podstawowych, ale przede wszystkim praktycznych zastosowań, co niewątpliwie wskazuje na użyteczny charakter badań.

2. Ocena pod względem struktury i formalnej strony pracy

Podstawą ocenianej dysertacji są trzy oryginalne, anglojęzyczne, współautorskie artykuły naukowe oraz poprzedzające je, także anglojęzyczne, opracowanie przeglądu literatury. Przedstawione do oceny publikacje stanowią cykl powiązanych tematycznie artykułów, opatrzonych opracowaniem, które ukazały się w latach 2023 i 2024 w recenzowanych, międzynarodowych czasopismach, indeksowanych w bazie JCR (Journal Citation Reports) oraz umieszczonych w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW). Sumaryczna wartość współczynnika wpływu (IF, impact factor) czasopism, w których opublikowano artykuły wynosi 11, natomiast suma punktów MNiSW wynosi 370.

Praca przeglądowa została opublikowana w 2024 w czasopiśmie *Journal of Elementology*, druga praca w cyklu publikacji w 2023 roku w czasopiśmie *Agronomy*, kolejna w tym samym czasopiśmie w roku 2024 roku, czwarta praca w roku 2024 w czasopiśmie *Agriculture*.

Publikacje składające się na cykl są bardzo starannie przygotowane i zawierają przejrzystą, odpowiednio dobraną do określonego typu wyników dokumentację graficzną.

Cykl prac stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Roberta Wieczorka



poprzedzony jest opracowaniem liczącym 37 stron i obejmującym takie rozdziały jak: 1. Wykaz artykułów stanowiących rozprawę doktorską, 2. Wykaz skrótów, 3. Streszczenie i słowa kluczowe, 4. Abstract (streszczenie w języku angielskim) i keywords, 5. Wprowadzenie, 6. Cel pracy i hipoteza badawcza, 7. Materiały i metody badań, 8. Wyniki i ich omówienie, 9. Podsumowanie i wnioski, 10. Bibliografia. Na tym etapie oceny formalnej pracy wspomnę, że kolejność artykułów przedstawiona w rozdziale „Wykaz artykułów stanowiących rozprawę doktorską” nie pokrywa się z ich kolejnością załączoną do opracowania. W dalszej części znajdują się Oświadczenia współautorów określające ich wkład w przygotowanie pracy oraz wydruki publikacji stanowiących rozprawę doktorską. Udział poszczególnych współautorów w proces powstania prac, w ogólnym ujęciu, obejmował współuczestnictwo w doborze literatury, opracowaniu koncepcji, metodyki i wyników badań, opracowaniu statystycznym i graficznym wyników badań oraz redagowaniu manuskryptu. Zabrakło deklaracji Doktoranta. Jednakże, we wszystkich pracach Doktorant jest pierwszym autorem, co wskazuje na Jego wiodący wkład w ich powstanie a także informacje o udziale Doktoranta są zaznaczone na końcu każdego artykułu. Tytuł rozprawy zawiera główne założenia pracy, ale nie odzwierciedla całkowicie podjętych analiz. W pracy, bowiem nie zajmowano się tylko właściwościami biochemicznymi gleby i wzrostem jabłoni. Trzy prace wchodzące w cykl przedłożonych publikacji jako rozprawa doktorska, prezentują obszerne, bardzo dobrze opracowane wyniki nowoczesnych badań mikrobiomu i mykobiomu gleby, składu gatunkowego i liczebności nicieni oraz klasycznych metod oznaczania liczebności mikroorganizmów i ich aktywności oraz parametrów fizyko-chemicznych gleby. Stąd moim zdaniem wystarczyłoby zamienić słowo „biochemiczne” na „biologiczne” oraz dodać słowo „fizyko-chemiczne” a uwzględnione by były wszystkie omawiane parametry gleby. Na początku rozprawy znajduje się także Spis treści. Trzy rozdziały tj. „Wprowadzenie”, „Materiały i metody badań” oraz „Wyniki i ich omówienie” podzielone są na podrozdziały, co czyni te części pracy bardziej przejrzystymi i ułatwia analizowanie dużej liczby omawianych zagadnień oraz całościową ocenę problematyki pracy. Wykorzystana do przygotowania opracowania literatura przedmiotu w 96% jest piśmiennictwem anglojęzycznym a 65 % stanowią prace z ostatnich 10 lat. Przyjęta kolejność rozdziałów jest właściwa dla tego typu opracowań. Poszczególne rozdziały tworzą logiczną całość, co sprawia, że podjęta w pracy problematyka jest rozwiązywana w sposób kompleksowy i jest ciekawym studium wiedzy dotyczącym przyjaznych środowisku sposobów zapobiegania chorobie replantacyjnej jabłoni. Rozprawa doktorska wyróżnia się rozbudowaną częścią



badawczą, obejmującą materiał badawczy, metody analityczne i opis wyników. Uzyskane, wyniki zostały opracowane statystycznie, co zaznaczono jedynie w publikacjach oraz skonfrontowane z literaturą przedmiotu, przez co opracowanie jest wiarygodne naukowo. Poza nielicznymi błędami językowymi i stylistycznymi, praca napisana jest zrozumiałym i poprawnym językiem.

3. Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej

Praca doktorska Pana mgr inż. Roberta Wieczorka w ogólnym ujęciu dotyczy oceny sposobu przeciwdziałania chorobie replantacyjnej jabłoni za pomocą przyjaznych środowisku metod biologicznych. Założenia pracy oraz koncepcja ich realizacji dowodzą bardzo dobrej znajomości i przygotowania warsztatowego do realizowanej problematyki. Świadczy o tym dobór oraz zakres omawianych zagadnień, przedstawionych w rozdziale „**Wprowadzenie**”, który jest przeglądem literatury przedmiotu. Rozdział ten został podzielony na trzy główne podrozdziały. W pierwszym podrozdziale, na początku Doktorant odniósł się do gleby, podał jej definicje i funkcje. Zwrócił uwagę na znaczenie wyboru odpowiedniego stanowiska glebowego do produkcji szkółkarskiej, co jest szczególnie ważne dla wzrostu i plonowania drzew owocowych oraz przedstawił przyczyny ograniczeń związanych z wyborem nowych stanowisk. W tej części Doktorant nakreślił także powody wystąpienia choroby replantacyjnej jabłoni. W kolejnym podrozdziale Doktorant przedstawił czynniki biotyczne i abiotyczne mogące mieć wpływ na występowanie ARD. W szczególności w ich omawianiu skupił się na czynnikach biologicznych. Podkreślił zasadnicze znaczenie naruszenia równowagi pomiędzy zespołami organizmów glebowych tj. pomiędzy bakteriami, grzybami i nicieniami oraz wymienił te, które są uznawane za sprawców ARD. Jednocześnie podkreślił mało poznana rolę bakterii w wywoływaniu choroby replantacyjnej. Zwrócił także uwagę na zmiany aktywności enzymatycznej i oddechowej gleby, będących miarodajnymi wskaźnikami aktywności mikroorganizmów glebowych, na pogorszenie tempa mineralizacji materii organicznej oraz ograniczenie pobierania składników pokarmowych z gleby przez uszkodzony system korzeniowy roślin w warunkach występowania ARD. Podkreślił, że przekłada się to na słabszy wzrost drzew owocowych w sadach a także w szkółkach. Trzecią, najważniejszą w kontekście badań własnych kwestią, którą poruszył Doktorant w tej części opracowania, jest przedstawienie jednego ze sposobów ograniczania choroby replantacyjnej poprzez stosowanie odpowiednich przedplonów, ze szczególnym uwzględnieniem roślin fitosanitarnych, z uwagi na wytwarzanie przez te rośliny specyficznych związków i w wyniku wzbogacania gleby w biomasę, dostarczającą materię organiczną. Podkreślił, że takie zabiegi



mają znaczenie nie tylko w produkcji sadowniczej, ale zwłaszcza w szkółkarskiej.

Przedstawione we „Wprowadzeniu” zagadnienia zostały omówione w publikacji 1, będącej pracą przeglądową w cyklu publikacji stanowiących rozprawę doktorską oraz poruszane, w różnym stopniu, w „Introduction” każdej z publikacji. W tej pracy (Publikacja 1) zostały omówione szczegółowo zagadnienia związane z zastosowaniem biofumigacji w sadach jabłoniowych. Przedstawione zostały informacje na temat choroby replantacyjnej, biotycznych i abiotycznych czynników sprawczych tej choroby oraz konsekwencje jej występowania w sadach. Opisano metody rolnicze, chemiczne i biologiczne mające na celu poprawę fizyko-chemicznych i biologicznych właściwości gleby replantowanej. Wśród biologicznych metod omówione zostały rośliny fitosanitarne i produkty ich metabolizmu, mające znaczenie w walce z patogenami i szkodnikami roślin oraz sposoby ich aplikacji. Umieszczone w publikacji 1 fotografie nie tylko wzbogaciły dokumentację wyników badań w tym zakresie, ale przede wszystkim podkreśliły znaczenie prowadzonych działań w przeciwdziałaniu chorobie replantacyjnej jabłoni.

Oceniając ten rozdział rozprawy doktorskiej pomimo drobnych błędów stylistycznych i językowych należy podkreślić szeroki zasób wiedzy Autora w odniesieniu do zagadnień związanych z tematyką pracy.

Doktorant poprawnie sformułował cele rozprawy doktorskiej i hipotezę badawczą, które są powiązane z właściwymi etapami badań. W rozdziale „**Cel pracy i hipoteza badawcza**” Doktorant za główny cel pracy przyjął ocenę wpływu trzech roślin fitosanitarnych tj. aksamitki rozpierzchłej (*Tagetes patula* L.), gorczycy białej (*Sinapis alba* L.) i rzodkwi oleistej (*Raphanus sativus* var. *oleifera*) na właściwości biologiczne, biochemiczne i chemiczne gleby oraz parametry biometryczne drzewek jabłoni w szkółce. Ten ogólny cel Doktorant osiągnął poprzez realizację powiązanych ze sobą celów szczegółowych, które obejmowały ¹⁾ ocenę mikrobiomu i mykobiomu (Publikacja 2 i 3) oraz składu gatunkowego i liczebności nicieni w glebie spod uprawy szkółkarskiej jabłoni (Publikacja 4); ²⁾ ocenę właściwości biochemicznych i chemicznych gleby oraz liczebności populacji bakterii i grzybów (Publikacja 4); ³⁾ ocenę parametrów biometrycznych jabłoni produkowanych w szkółce (Publikacja 4). W każdej publikacji oznaczonej 2, 3 i 4, odniósł się do analiz chemicznych. Postawiona hipoteza badawcza zakładała, że biofumigacja z wykorzystaniem roślin fitosanitarnych przyczyni się do zmniejszenia liczebności nicieni i mikroorganizmów szkodliwych w glebie replantowanej i poprawi wzrost drzewek jabłoni w szkółce.

W kolejnym rozdziale zatytułowanym „**Materiały i metody badań**”, Doktorant podał



lokalizację eksperymentu, scharakteryzował warianty doświadczalne, opisał metody i stosowane procedury analityczne. Do osiągnięcia postawionych celów i weryfikacji hipotezy badawczej, Doktorant wykorzystał szereg klasycznych i nowoczesnych narzędzi badawczych oraz dobrze dobranych metod, począwszy od oznaczania liczebności mikroorganizmów glebowych a także nicieni i ich identyfikacji w badanych wariantach doświadczalnych, aktywności biochemicznej i parametrów chemicznych gleby, parametrów biometrycznych drzewek jabłoni, po zastosowanie nowoczesnej, niezwykle czulej analizy metagenomicznej populacji bakterii i grzybów glebowych tj. sekwencjonowania nowej generacji (z ang. Next Generation Sequencing - NGS), a także innych wysoko zaawansowanych technik biologii molekularnej w celu potwierdzenia przynależności gatunkowej nicieni oraz nowoczesnych narzędzi skanujących powierzchnię liści. Tak szeroki i złożony warsztat metodyczny, zasługuje na uznanie i świadczy o bardzo dużej umiejętności kompleksowego podejścia do realizacji rozwiązywanego problemu badawczego i o dużych umiejętnościach organizacyjnych, analitycznych oraz posługiwania się specjalistyczną aparaturą badawczą. Omawiane podrozdziały w sposób klarowny wskazują na określony tryb postępowania, co stanowi dobre wprowadzenie do śledzenia dalszej części pracy.

Przechodząc do najważniejszej części rozprawy doktorskiej, jaką jest rozdział „**Wyniki i ich omówienie**” należy stwierdzić, że ich omówienie prowadzone jest konsekwentnie, zgodnie z wyznaczonymi wcześniej celami, a tym samym jest spójne, co ułatwia zrozumienie treści przedstawionych w rozdziale. Zawiera także właściwą dyskusję wyników odnoszącą się do aktualnej literatury przedmiotu. W związku z tym może lepiej brzmiałby tytuł tego rozdziału jako „Wyniki i dyskusja”. W pierwszej części tego rozdziału odnoszącej się składu gatunkowego organizmów glebowych (Publikacji 2, 3 i 4) Doktorant scharakteryzował mikrobiom i mykobiom gleby zanalizowany w oparciu o przeprowadzoną analizę metapopulacyjną oraz liczebność i skład gatunkowy nicieni. Wykazał, że zabieg biofumigacji roślinami fitosanitarnymi wpłynął na zmianę struktury i liczebności mikrobiomu glebowego w szkółce drzew jabłoni i wskazał przyczyny tych zmian. Wykazał, że na zmianę liczby operacyjnych jednostek taksonomicznych (OTU) bakterii miały wpływ lata badań i zastosowane do biofumigacji gatunki roślin fitosanitarnych. Podkreślił także znaczenie istotnego zwiększenia typu *Chloroflexii* i *Cyanobacteria* w wariantach z przedplonem roślin fitosanitarnych. Temu ostatniemu przypisuje się rolę bakterii wskaźnikowej świadczącej o odbudowie gleby, gdyż bierze udział w wiązaniu azotu atmosferycznego, syntezie egzopolisacharydów, co przekłada się na poprawę żyzności gleby, jej struktury i stabilności.



Jak podkreślono w publikacji 2, a czego nie zaakcentowano wyraźnie w tej części opracowania, redukcja operacyjnych jednostek taksonomicznych bakterii będących wskaźnikami złego stanu gleby tj. *Firmicutes*, *Actinobacteriota*, *Acidobacteriota* na rzecz *Proteobacteria*, *Bacteroidota*, *Patescibacteria*, *Fatescibacteria*, *Verrucomicrobiota* i *Chloroflexi* wskazuje na ożywienie gleby replantowanej po zastosowaniu biofumigacji. Udokumentowano także zmiany w społeczności bakterii uznanych za bioindykatory żyzności gleby. Wykazano, że wprowadzenie roślin fitosanitarnych jako przedplonu spowodowało, przykładowo, obniżenie frekwencji bakterii z rodzaju *Rhodanobacter* uznawanej w literaturze przedmiotu jako wskaźnik gleb zdegradowanych przez rolnictwo a zanotowano wzrost operacyjnych jednostek taksonomicznych bakterii z rodzaju *Flavobacterium*, *Massila*, *Sphingomonas*, *Arenimonas* i *Devosia*. Rodzaje te, jak podkreślono, odgrywają znaczącą rolę w promowaniu wzrostu i odporności systemicznej roślin a tym samym wskazują na regenerację gleby replantowanej. Wykazano, że na zmianę mikrobiomu pożytecznego w głównej mierze miała wpływ aksamitka rozpierzchła.

Należy w tym miejscu podkreślić, co pominięto w tym opracowaniu, że wszystkie wyniki analiz zamieszczone w publikacjach poddano solidnej ocenie statystycznej.

Kolejny rozdział tej części opracowania dotyczy mało rozpoznanego w warunkach gleby replantowanej mikrobiomu grzybowego. Doktorant po zastosowaniu metagenomicznej analizy populacji grzybów opartej na hiperzmiennym regionie ITS wskazał najbardziej dominujące królestwa, typy, klasy, rzędy oraz rodzaje w obrębie tej grupy organizmów eukariotycznych. Wykazał, że w badanych wariantach doświadczalnych największy odsetek organizmów eukariotycznych stanowiły *Fungi* i *Viridiplantae*. Wykazał, że biofumigacja zastosowana na glebie ARD, zwłaszcza z przedplonem aksamitki rozpierzchłej, spowodowała największy wzrost operacyjnych jednostek królestwa grzybów *Fungi* i wskazał na możliwą przyczynę redukcji *Viridiplantae*, drugiej pod względem wielkości analizowanej jednostki taksonomicznej, po aplikacji roślin fitosanitarnych. Zwrócił także uwagę na do tej pory niesklasyfikowane jednostki, a stanowiące duży odsetek populacji grzybów i w związku z tym mogących mieć znaczący wpływ na zachodzące w glebie zmiany. Wykazał, że na poziomie typu największa liczba OTU należała do *Acomycota*. Drugi liczny typ należał do *Mortierellomycota* znanych ze swoich właściwości wspomagających wzrost roślin poprzez produkcję fitohormonów i dostarczania składników odżywczych, głównie fosforu. Przeprowadził także analizę metapopulacji na poziomie klas ze wskazaniem dominujących taksonów *Eurotiomycetes* i *Sordariomycetes*, w zależności od zastosowanej rośliny



fitosanitarnej. W samej publikacji 3 podkreślił znaczenie tych klas w zwalczaniu grzybów powodujących choroby roślin w glebach uprawnych i z ARD. Za przyczynę podał wydzielanie metabolitów wtórnych o właściwościach antagonistycznych wobec patogenów grzybowych roślin tj. białek o działaniu przeciwdrobnoustrojowym (AMP). Analiza zbiorowisk grzybów na poziomie rodzaju wykazała, że zastosowanie roślin fitosanitarnych w szczególności aksamitki rozpierzchłej i rzodkwi oleistej zmniejszyło populację grzybów z rodzaju *Fusarium*, wśród, których znajdują się gatunki patogenne dla roślin. Przedstawił także względną analizę różnic w liczbie operacyjnych jednostek taksonomicznych (OTU) na poziomie królestwa, typu, klasy i rzędu między badanym wariantem gleby z ARD i glebami poddanymi biofumigacji a glebą kontrolną. Wykazał, że mykobiom glebowy głównie po zastosowaniu aksamitki rozpierzchłej był najbardziej zbliżony do mykobiomu gleby kontrolnej po płodozmianie.

Z uwagi na to, że nicienie zaliczane są do biologicznych czynników sprawczych odpowiedzialnych za ARD Doktorant podjął się także oceny ich liczebności i określenia składu gatunkowego, co przedstawił w omawianej części opracowania a szczegółowo opisał w publikacji 4. Wykazał, że biofumigacja gleby replantowanej roślinami fitosanitarnymi spowodowała istotne zmniejszenie liczebności większości nicieni i spowodowała zmianę ich składu gatunkowego. W szczególności biofumigacja aksamitką rozpierzchłą spowodowała wyeliminowanie gatunku *Pratylenhus penetrans* i znaczące zmniejszenie liczby *Tylenchorhynchus dubius*, uważanych za najważniejszych szkodników żerujących na korzeniach roślin w uprawach sadowniczych, warzywnych i ozdobnych. Najmniejszą skutecznością w redukowaniu liczby nicieni charakteryzowała się rzodkiew oleista. Na uwagę zasługuje także fakt, że efekt nicieniobójczy widoczny był już po pierwszym roku od zastosowania biofumigacji. Kolejny podrozdział tej części opracowania odnoszący się do publikacji 4 dotyczył charakterystyki parametrów fizyko-chemicznych gleby w różnych wariantach doświadczalnych oraz aktywności biochemicznej w tym enzymatycznej, będących czułymi wskaźnikami zmian właściwości gleby tj. aktywności dehydrogenaz i proteaz oraz aktywności oddechowej. Doktorant wykazał, że jakość gleby replantowanej mierzona na podstawie parametrów fizykochemicznych i biochemicznych była znacząco lepsza w wariantach z przedplonem roślin fitosanitarnych. Istotnie wzrosła aktywność dehydrogenaz, proteazy i aktywności oddechowej w stosunku do gleby z ARD i zależała od okresu wegetacji. Doktorant z powodzeniem wyjaśnił przyczynę tych zmian. Istotnie wyższa, jak uzasadnił, aktywność mikroorganizmów przełożyła się na wzrost zawartości w glebie makro-



i mikroelementów. Znacząco wzrosła zawartość próchnicy, bo ponad 50% w wariancie z gorczycą białą w stosunku do gleby kontrolnej (uprawnej), która jak podkreślił jest źródłem składników odżywczych dla roślin. Zaznaczył, że zmiany makro- i mikroelementów były szczególnie wyższe w wariancie z aksamitką rozpierzchłą i rzodkwią oleistą. Jednakże odnosząc się do danych zawartych w publikacji 4 w Tabeli 5 mam nieodparte wrażenie, że dotyczy to gorzycy białej i rzodkwi oleistej. Niemniej jednak, zawartość większości makro-i mikroelementów była istotnie wyższa w glebie replantowanej po zastosowaniu wszystkich roślin fitosanitarnych jako przedplonu. W odniesieniu do informacji zawartych w publikacji 4 Doktorat oznaczał także liczebność bakterii i grzybów, których to liczebność była wyższa w stosunku do gleby replanowanej po zastosowaniu biofumigacji roślinami fitosanitarnymi.

Odnosząc się do ważnych z punktu widzenia praktyki wyników badań Doktorant przeprowadził pomiary wysokości drzewek jabłoni 'Golden Delicious', liczby i długości pędów bocznych oraz masy i powierzchni liści. Wykazał, że po zastosowaniu wszystkich roślin fitosanitarnych poprawiły się wszystkie biometryczne parametry drzewek jabłoni w stosunku do parametrów na glebie replantowanej. Wykazał, że przedplon aksamitki rozpierzchłej i rzodkwi oleistej przyczynił się do znaczącego wzrostu liczby pędów bocznych a ich długość była istotnie większa. Natomiast do poprawy masy i powierzchni liści drzewek jabłoni w szkółce w szczególności przyczyniła się gorczyca biała. Jednakże nie była to istotna różnica w stosunku do wpływu pozostałych roślin na te parametry.

Chciałam podkreślić, że w rozdziale tym Autor wykorzystał bardzo wiele publikacji, związanych z problematyką pracy, z którymi skonfrontował wyniki badań własnych. W wielu poruszanych kwestiach Doktorant podjął się także interpretacji wyników i przedstawiał przekonujące sugestie, co wzbogaca i podnosi wartość merytoryczną rozprawy.

W trakcie opisu tego rozdziału nie uniknął drobnych uchybień. Niektóre z nich przytoczę pod koniec recenzji.

W rozdziale „**Podsumowanie i wnioski**” Pan mgr inż. Robert Wieczorek w sposób syntetyczny podsumował najważniejsze wyniki i wskazał na końcu tego rozdziału jeden ogólny wniosek, który częściowo potwierdził założoną hipotezę badawczą. W tej ostatniej części pracy doktorskiej zawsze bardziej przemawia do mnie wypunktowana forma prezentacji najważniejszych wyników i wniosków. Uważam, że pierwszym wnioskiem powinien być wniosek, który wskazałby, czy została potwierdzona hipoteza badawcza a następnie wypunktowane wnioski na podstawie uzyskanych wyników badań realizowanych



według założonych celów.

Na końcu pracy znajduje się bardzo starannie przedstawiony spis literatury.

W efekcie szeroko zakrojonych zadaniowo, wieloaspektowych i kompleksowych badań Doktorant otrzymał wiele ważnych i interesujących informacji.

Do oryginalnych rezultatów badań o dużej wartości poznawczej i praktycznej w szczególności zaliczam:

1. Wykazanie, że podjęcie działań i badań za pomocą przyjaznych środowisku metod, mających na celu przeciwdziałanie chorobie replantacyjnej jabłoni 'Golden Delicious' w szkółce, było słuszne i niezbędne.
2. Udowodnienie, że badane rośliny fitosanitarne tj. aksamitka rozpierzchła (*Tagetes patula* L.), gorczyca biała (*Sinapis alba* L.) i rzodkiew oleista (*Raphanus sativus* var. *oleifera*) powinny być wykorzystywane do poprawy parametrów biologicznych i chemicznych gleby z objawami ARD w szkółce produkcyjnej jabłoni, co przekłada się na istotną poprawę parametrów biometrycznych drzewek a tym samym zapewniających sukces ekonomiczny.
3. Wykazanie, że biofumigacja roślinami fitosanitarnymi poprawiała parametry fizykochemiczne gleby replantowanej w szczególności gęstości nasypowej, zawartości próchnicy oraz makro- i mikroelementów.
4. Udokumentowanie, że biofumigacja roślinami fitosanitarnymi zmieniła strukturę i liczbę bakterii w glebie replantowanej, gdyż nie tylko zanotowano ich wyższą liczebność, ale także zwiększone zostały operacyjne jednostki taksonomiczne (OTU) bakterii kluczowych w promowaniu wzrostu i indukowaniu odporności ogólnoustrojowej roślin oraz bakterii uznawanych za bioindykatory żyzności gleby.
5. Wykazanie, że biofumigacja aksamitką rozpierzchłą, gorzycą białą i rzodkwią oleistą zmodyfikowała strukturę i liczebność społeczności grzybów na korzyść pożytecznych wspomagających wzrost roślin i odgrywających ważną rolę w zwalczaniu chorób grzybowych roślin, przy jednoczesnym ograniczeniu wzrostu grzybów z rodzaju *Fusarium*, wśród, których są gatunki chorobotwórcze.
6. Wykazanie, że rośliny fitosanitarne skutecznie zredukowały liczbę nicieni, w tym te gatunki, które są uznawane za główne szkodniki systemu korzeniowego drzewek w uprawach roślin sadowniczych, warzywnych i ozdobnych, przyczyniając się do

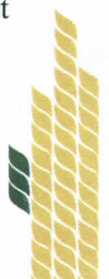


zaburzenia pobierania z gleby składników odżywczych przez rośliny.

7. Potwierdzenie na podstawie parametrów biochemicznych tj. aktywności enzymów glebowych i aktywności respiracyjnej gleby - czułych wskaźników zmian zachodzących w glebie, że testowane rośliny poprawiają aktywność biologiczną gleby, wykazującej oznaki gleby zmęczonej.
8. Udowodnienie, że zastosowanie przedplonu roślin fitosanitarnych na glebie z objawami choroby replantacyjnej zdecydowanie przełożyło się na poprawę parametrów biometrycznych drzewek jabłoni 'Golden Delicious' tj. ich wysokości, liczebności i długości pędów bocznych oraz masy i powierzchni liści.

Podczas studiowania rozprawy doktorskiej zwłaszcza wielowątkowej mogą trafić się drobne uchybienia i nieścisłości. Zwracam uwagę tylko na te, które moim zdaniem wymagają doprecyzowania, ale nie umniejszają wartości i ważności rozwiązywanego problemu badawczego i nie rzutują na merytoryczną ocenę pracy. Wynikają jedynie z dużego zainteresowania podjętymi przez Doktoranta badaniami i dotyczą:

1. W rozdziale „Cel pracy i hipoteza badawcza” (str. 14): W drugim, szczegółowym celu pracy oprócz właściwości biochemicznych wymienia Pan także w nawiasie parametry chemiczne gleby, które nie należą do parametrów biochemicznych.
2. Rozdział „Materiały i metody badań” (str. 15): Jakie rośliny stanowiły płodozmian w glebie kontrolnej?
3. Rozdział „Materiały i metody badań” (str. 15): Proszę uzasadnić, dlaczego wybrał Pan podkładkę M9 otrzymaną z zimowego szczepienia w rękę i odmianę jabłoni 'Golden Delicious'?
4. W rozdziale „Materiały i metody badań” (str. 18) wskazał Pan, że do oceny parametrów biometrycznych drzewek wykorzystał Pan pomiar średnicy drzewek, jednakże nie opisał Pan tych wyników w rozprawie doktorskiej. Czy mógłby Pan odnieść do tych danych?
5. W rozdziale „Wyniki i ich omówienie” (str. 21) Doktorant użył sformułowania „rozkładacze” w stosunku do funkcji jaką pełnią grzyby w środowisku glebowym. Proponowałabym użyć innego sformułowania.
6. W rozdziale „Wyniki i ich omówienie” (str. 21): W nomenklaturze gleboznawczej poprawnym sformułowaniem nie jest „ziemia” tylko „gleba, co rozumiem jest jednostkowym niedopatrzaniem.



7. Na podstawie danych zawartych w publikacjach wiadomo jest, że przeprowadził Pan analizę statystyczną wyników. Jednakże w opracowaniu pisząc o istotności różnic pomiędzy uzyskanymi danymi wystarczyłoby podać poziom istotności, co podkreśliłoby wiarygodność przedstawionych wyników.
8. W rozdziale „Wyniki i ich omówienie” (str. 22, 23 i 24) przedstawił Pan wyniki względnej analizy różnic w liczbie operacyjnych jednostek taksonomicznych (OTU) pomiędzy glebą replantowaną bez roślin fitosanitarnych i z roślinami fitosanitarnymi a glebą kontrolną, na poziomie dominujących królestw, typów i klas. Proszę o doprecyzowanie w odniesieniu do klas czy lepsze są, w kontekście pozytywnych zmian mykobiomu gleby, te największe różnice dodatnie czy największe różnice ujemne?
9. W publikacji 4 wykazał Pan zwiększenie liczebności niektórych gatunków nicieni. Czy mógłby Pan wskazać przyczynę?

Dodatkowo prosiłabym o odniesienie do następujących kwestii:

1. Które, Pana zdaniem, czynniki środowiskowe najbardziej przyczyniają się do powstawania choroby replantacyjnej jabłoni. Wspomniał Pan bowiem, że jedni autorzy podają, że są to czynniki biotyczne a inni abiotyczne.
2. Jakie są jeszcze inne, poza biofumigacją z wykorzystaniem roślin fitosanitarnych, przyjazne metody redukcji skutków choroby replantacyjnej jabłoni i jak ocenia Pan ich skuteczność.
3. Jaką funkcję pełnią proteazy w glebie i dlaczego zastosował Pan ten enzym w swoich badaniach?
4. Czy rozważa Pan w przyszłości swojej działalności naukowej i praktycznej zastosować mieszaniny tych roślin fitosanitarnych? Czy te rośliny mogą być uprawiane w jednym łanie? Wykazał Pan bowiem korzystny, ale zróżnicowany wpływ tych trzech roślin na różne parametry biologiczne i chemiczne gleby oraz biometryczne drzewek jabłoni, gdy były stosowane osobno.

4. Życiorys naukowy

Jakkolwiek dorobek publikacyjny oraz działalność organizacyjna i popularyzująca naukę, według dokumentacji załączonej do niniejszej rozprawy doktorskiej, nie jest przedmiotem oceny, to zasługuje na podkreślenie, ponieważ wskazuje na rozwój Doktoranta i



samodzielność naukową. Pan mgr inż. Robert Wieczorek posiada w swoim dorobku naukowym, łącznie 8 artykułów naukowych na sumę punktów równą 650 wg wykazu MNiSW o sumarycznym współczynniku wpływu $IF=18,249$. Jest współautorem 1 artykułu popularno-naukowego oraz 4 streszczeń opublikowanych w materiałach konferencyjnych. Uczestniczył aktywnie w konferencjach krajowych i zagranicznych. Wykazywał się także aktywnością organizacyjną i popularyzującą naukę w powiązaniu z praktyką, poprzez udział w targach, warsztatach i programach związanych z sadownictwem. Podczas studiów doktoranckich prowadził wiele szkoleń i warsztatów w szkółce, której jest właścicielem. Jest współautorem kilku projektów sadów miejskich i odtwarzania starych odmian drzew w miejscach ich występowania. Należy do Polskiego Towarzystwa Nauk Ogrodniczych oddział w Poznaniu.

5. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Roberta Wieczorka stanowi wartościowe i oryginalne pod względem naukowym opracowanie, które prezentuje nie tylko ogólną wiedzę teoretyczną w zakresie rozwiązywanego problemu i znacznym stopniu ją poszerza, ale przede wszystkim prezentuje wyniki badań aplikacyjnych.

Stwierdzam zatem, że przedstawiona do recenzji praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i stosownie do odpowiednich przepisów Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku, Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) wnioskuję do Wysokiej Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie Pana mgr inż. Roberta Wieczorka do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo oraz do publicznej obrony.

Ponadto biorąc pod uwagę aktualność podjętej problematyki, wartość poznawczą i jej znaczenie dla praktyki oraz ze względu na bardzo dobrze dobrany, kompleksowy zakres przeprowadzonych badań, z zastosowaniem nowoczesnych metod analitycznych, rzetelnie opracowaną dokumentację, umiejętność analizy i interpretacji wyników badań, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Roberta Wieczorka stosowną nagrodą.



dr hab. Justyna Bohacz prof. uczelni

