

Warszawa 18.03.2025 r.

Dr hab. Dariusz Gozdowski, prof. SGGW
Instytut Rolnictwa
Katedra Biometrii
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ocena

rozprawy doktorskiej Pana mgr Filipa Patryka Dawidziaka pt. „*Wykrywanie agrofagów w produkcji młodych roślin ozdobnych z użyciem spektroskopii odbiciowej*” wykonanej w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu pod kierunkiem promotorów: dr hab. Henryka Ratajkiewicza oraz prof. UAM dr hab. inż. Jana Piekarczyka.

Recenzję wykonano przyjmując zlecenie zgodnie z Uchwałą Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu podjętą w dniu 14 lutego 2025 roku.

Ocena problematyki rozprawy

Tematyka rozprawy dotyczy wykorzystania odbiciowej charakterystyki spektralnej roślin w klasyfikacji roślin zdrowych i poddanych oddziaływaniu agrofagów oraz abiotycznych czynników stresowych. W pracy sformułowano cztery cele badawcze dotyczące: określenia zakresu długości fal przydatnych do klasyfikacji roślin zdrowych i narażonych na czynniki stresowe biotyczne i abiotyczne; uwzględnienia specyfiki związanej z gatunkami roślin i długością ekspozycji czynników stresowych; określenia przydatności diagnozowania roślin poddanych presji *Botrytis cinerea* i abiotycznych czynników stresowych; określenia przydatności dwóch metod transformacji danych, tj. Baseline Alignment (BA) oraz Savitzky-Golay (SG) do klasyfikacji roślin zdrowych i narażonych na czynniki stresowe biotyczne i abiotyczne.

Tematykę pracy można uznać za wysoce nowatorską ze względu na wykorzystanie nowoczesnych metod pomiarowych, szeroki zakres przeprowadzonych badań obejmujący 8 różnych gatunków (15 odmian), ocenę 3 różnych agrofagów oraz wykorzystanie zaawansowanych metod analizy danych. Ponadto uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań mogą mieć duży potencjał aplikacyjny, gdyż wykrywanie agrofagów przy produkcji młodych roślin ozdobnych jest szczególnie ważne.

Ocena formalna rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska zgodnie z wymogami o stopniach i tytule naukowym ma postać monotematycznej dysertacji. Składa się z 180 stron tekstu zawierającego wiele rysunków i tabel, co znacząco ułatwia zrozumienie przedstawionych problemów. Treść rozprawy została podzielona na 7 głównych rozdziałów (od Wstępu do Wniosków), z których trzy najbardziej obszerne, tj. Przegląd literatury, Materiały i metody badań oraz Wyniki, mają wydzielone wiele podrozdziałów. Układ jest typowy dla prac badawczych, opierających się o przeprowadzone doświadczenia, analizę danych z tych doświadczeń oraz wnioskowanie w oparciu o uzyskane wyniki.

Pracę rozpoczyna „Wstęp”, który obejmuje około jednej strony. Wstęp zawiera wprowadzenie do tematyki pracy, m.in. przedstawia znaczenie roślin ozdobnych i ich zagrożenie agrofagami, ogólny opis stosowania spektroskopii odbiciowej w zastosowaniu do detekcji czynników stresowych roślin, w tym agrofagów.

Drugim rozdziałem pracy jest „Hipoteza i cele pracy” w którym w zwięzły sposób przedstawiono hipotezę badawczą dotyczącą możliwości wykorzystania spektroskopii odbiciowej w odróżnianiu roślin zdrowych od poddanych oddziaływaniu agrofagów i czynników stresowych abiotycznych. Ponadto w tym rozdziale zawarte są cztery główne cele pracy, tj. (1) określenie zakresów długości fal użytecznych w odróżnianiu roślin zdrowych od narażonych na wybrane stresowe biotyczne i abiotyczne; (2) określenie dokładności odróżniania roślin zdrowych od narażonych na wybrane stresowe w zależności od taksonu rośliny, kombinacji taksonów i długości ekspozycji na czynnik stresowy; (3) określenie trafności diagnozowania roślin poddanych presji *Botrytis cinerea* i abiotycznych czynników stresowych oraz (4) określenie przydatności dwóch metod transformacji, Baseline Alignment oraz Savitzky-Golay, do odróżniania roślin zdrowych od narażonych na wybrane stresowe.

Trzecim rozdziałem jest „Przegląd literatury”, w którym wydzielono 3 podrozdziały: 5.1 Rynek roślin ozdobnych; 5.2 Techniki spektroskopowe; 5.3 Właściwości spektralne roślin. W ramach podrozdziału 5.2 wydzielono 4 podrozdziały przedstawiające różne techniki spektroskopowe, w tym w podrozdziale 5.2.2. przedstawiono informacje na temat spektroskopii odbiciowej, co jest bezpośrednio związane z przeprowadzonymi badaniami w ramach pracy doktorskiej.

W ramach podrozdziału 5.3 wydzielono 3 podrozdziały, w tym w podrozdziale 5.3.2 przedstawiono wpływ stresu biotycznego (owady, grzyby) na właściwości spektralne, natomiast w podrozdziale 5.3.3. przedstawiono wpływ stresu abiotycznego na właściwości spektralne roślin.

Kolejnym rozdziałem jest „Materiały i metody badań”. W rozdziale tym opisane zostały: materiał badawczy, w tym rośliny i agrofagi, metody stosowane przy pomiarach spektralnych, charakterystyki spektralne różnych gatunków roślin poddanych różnym stresom biotycznym oraz metody analizy danych z podziałem na wstępne przetwarzanie danych oraz różne metody statystyczne.

Najbardziej obszernym rozdziałem pracy są Wyniki, które liczą aż 100 stron, w tym zawierają liczne ryciny i tabele. W ramach tego rozdziału wydzielone zostały trzy główne podrozdziały, tj. „Wykrywanie agrofagów na podstawie charakterystyk spektralnych”, „Charakterystyka spektralna i odróżnianie symptomów występowania stresów abiotycznych na podstawie pomiarów proksymalnych” oraz „Ocena trafności diagnozowania roślin z szarą pleśnią przez *Botrytis cinerea* Pers. i symptomów stresu abiotycznego”. W rozdziale Wyniki znajduje się aż 50 tabel, z których wiele jest bardzo obszernych oraz 17 rysunków, z których wiele są to ryciny wieloczęściowe. Praca zawiera zatem bardzo dużą ilość różnych wyników doświadczalnych.

Kolejnym rozdziałem pracy jest „Dyskusja”, w której zwrócono uwagę na najważniejsze wyniki badań własnych i porównano uzyskane wyniki badań własnych z podobnymi badaniami przeprowadzonymi przez innych autorów. Rozdział ten liczy 10 stron.

Ostatnim rozdziałem pracy są „Wnioski”, w których zawarto w 16 punktach najważniejsze wyniki wraz z określeniem potrzeb kontynuacji badań.

Dodatkowymi elementami pracy doktorskiej są: bibliografia składająca się z ponad 250 pozycji literatury, spis rysunków (21 rysunków) oraz spis tabel (52 tabele). Praca doktorska zawiera również na samym początku streszczenie w języku polskim i angielskim.

Cała praca została przygotowana starannie, co ułatwia jej odbiór. Nieco nietypowa w pracy jest forma tytułów rysunków i tabel, np. „rys. 1” lub „tab. 1”. Powszechnie używa się zapisów „Rysunek 1.” lub „Tabela 1.”, czyli z wielkiej litery, w formie nie skróconej i z kropką po numerze rysunku lub tabeli.

W spisie literatury nie jest zachowany jednorodny standard cytowania, np. przy części pozycji literatury podawane są tylko nazwiska i inicjały imion, a przy części podawane są

pełne imiona, np. Olewnicki Dawid i Cichocka Kinga. W całym spisie literatury powinienem być zachowany jeden standard cytowania. W pracy zdarzają się drobne błędy językowe, np. „innich” na stronie 22; zbędny przecinek po ostatniej cytowanej publikacji na stronie 25, wiersz 2. Drobne zmiany są wskazane przy prezentacji wykresów. Porównanie krzywych spektralnych dla roślin zdrowych i poddanych różnego typu stresom byłoby łatwiejsze przy zachowaniu tych samych zakresów wartości dla osi pionowej, co nie zawsze jest zachowane, np. dla rysunków 15A i 15B lub 16A i 16B są nieco inne zakresy wartości.

Mimo pewnych drobnych niedociągnięć praca jest dobrze przygotowana pod względem formalnym. Liczba różnego typu drobnych błędów jest niewielka i nie wpływa na jakość merytoryczną pracy.

Ocena merytoryczna rozprawy

Praca zawiera bardzo dużo różnorodnych wyników uzyskanych poprzez przeprowadzenie bardzo dużej liczby pomiarów spektralnych wielu gatunków i odmian roślin ozdobnych narażonych na różnego rodzaju stresy biotyczne i abiotyczne. Wyniki pomiarów pochodzą z pomiarów kontaktowych oraz proksymalnych. Przeprowadzone zostało porównanie nie tylko odrębne dla występowania pojedynczych typów stresów, ale również ocena jednoczesnego występowania stresów biotycznych i abiotycznych, na przykład stresów wywołanych występowaniem szarej pleśni przy jednoczesnym niedoborze lub nadmiarze wody. Pozwoliło to na pełniejszą ocenę wpływu różnych typów stresów, jak również ich interakcji, na charakterystyki spektralne roślin. Pozyskane wyniki doświadczalne poddano wszechstronnym analizom statystycznym oraz przedstawiono w różnorodnej formie, zarówno w formie graficznej, jak i tabelarycznej. Najczęściej wyniki przedstawiano w formie krzywych spektralnych dla zakresów długości fal od 350 nm do 2500 nm dla roślin zdrowych i poddanych stresom. Na podstawie takich charakterystyk spektralnych oceniano różnice z wykorzystaniem analizy wariancji określając statystyki F dla poszczególnych długości fal. W kolejnym etapie na podstawie tych statystyk F wskazywano wybrane długości fal dla których wartości F były najwyższe. Analizy takie przeprowadzano przy dwóch różnych podejściach, tj. wykorzystując dane transformowane z wykorzystaniem transformacji BA i SG. Wykorzystując wybrane długości fal przeprowadzano analizę dyskryminacyjną (QDA). Dokładność klasyfikacji określano w procentach i przedstawiano w formie tabelarycznej. W związku z tym, że sposób przedstawienia wyników jest bardzo podobny dla różnych typów

stresów i różnych taksonów, możliwe jest porównanie różnych wyników i wskazanie najbardziej obiecujących z nich.

Materiał i metody oraz wyniki badań są przedstawione w sposób czytelny, pozwalający na dość łatwy odbiór przedstawionych treści. W niektórych miejscach pracy wskazane byłyby jednak pewne zmiany lub uzupełnienia. W podrozdziale 6.2, dotyczącym pomiarów spektralnych, wskazane byłoby dodanie przykładowych zdjęć roślin zdrowych i poddanych stresom biotycznym i abiotycznym. Zdjęcia mogłyby być pomocne na przykład w określeniu, czy liście roślin pokrywały 100% powierzchni, czy też pomiar odbicia dotyczył na przykład w jakiejś części podłoża na którym te rośliny rosły. Ponadto możliwa byłaby wizualna ocena różnic między roślinami zdrowymi a poddanymi różnego typu stresom, co pozwoliłoby na pełniejszy odbiór uzyskanych wyników badań.

W podrozdziale 6.4.2 znajduje się informacja, że „wartości F wahają się od 1...”, co nie jest prawdą, gdyż przy dużej zmienności losowej i jednocześnie niewielkiej zmienności między porównywanymi obiektami wartość F może być mniejsza niż 1. Zatem możliwe są dowolne wartości dodatnie, a wartością minimalną F jest 0 a nie 1. To zresztą jest widoczne na rysunkach zamieszczonych w rozdziale wyniki, np. rys. 6.

Użyte skróty we wzorze dotyczącym dokładności na stronie 44 powinny być lepiej opisane, np. czym jest TP i TN. Wyjaśnienie jest bardzo krótkie i może być nieco mylące („suma prób prawdziwie dodatnich”, „suma prób prawdziwie ujemnych”). W statystyce jako próbę często traktuje się cały zbiór danych doświadczalnych, a nie pojedynczą obserwację. W przypadku wzoru na dokładność chodzi natomiast o pojedynczą obserwację (jednostkę, przypadek) a nie zbiór danych. Również słowo „populacja” w tym przypadku nie jest do końca poprawnie użyte, gdyż populacja statystyczna jest rozumiana jako wszystkie możliwe obserwacje i zakłada się często, że liczba takich obserwacji może być nieskończona. We wzorze w mianowniku jest zatem całkowita liczba obserwacji, czyli liczebność próby a nie liczebność populacji.

W pracy brakuje dokładnej informacji, w jaki sposób były wybierane długości fal o największym znaczeniu w odróżnieniu roślin zdrowych i poddanych stresom. Czy była określona wartość progowa F, a jeśli tak to jaka?

W metodyce opisano liczebności przeprowadzonych pomiarów. W wynikach ta informacja nie jest ponownie podana, co przy czytaniu wyników wymaga wracania do metodyki. Łatwiejsze dla odbiorcy byłoby przedstawienie wraz z wynikami liczebności

obserwacji lub umieszczenie w metodyce tabeli, która w jednym miejscu przedstawiałaby liczebności dla wszystkich typów przeprowadzonych pomiarów. Jest to ważne między innymi z tego względu, że np. wartości F są w pewnym stopniu zależne od liczebności obserwacji (jest tendencja do zwiększania się wartości F wraz z zwiększaniem liczebności próby).

W tabelach przedstawiających dokładność odróżniania roślin zdrowych od roślin poddanych różnego typu stresom przedstawione są wyniki poprawności klasyfikacji nie tylko na podstawie długości fal wskazanych jako najlepsze w dyskryminacji poszczególnych obiektów zdrowych i poddanych stresom, ale również wyniki z wykorzystaniem wybranych długości fal dla innych obiektów. Moim zdaniem na przykład w tabeli 9 istotne są tylko dokładności odróżniania na przekątnej tabeli. Wskazane byłoby wyjaśnienie dlaczego również różne inne zestawy fal były brane pod uwagę przy ocenie tej dokładności.

Tabela 28 przedstawia uśrednione dokładności dla wszystkich taksonów przy porażeniu *B. cinerea*. Dla pełniejszej oceny przydałoby się podobne zestawienie oddzielnie dla każdego gatunku, najlepiej w formie wykresu, gdzie na poziomej osi byłby czas a na osi pionowej dokładność. Wyniki można byłoby ograniczyć do tych które są na przekątnej tabeli, gdyż pozostałe mają mniejsze znaczenie. Ponadto przydałaby się tabela lub wykres podsumowujący zestawy długości fal w poszczególnych dniach. Byłoby to podsumowanie pozwalające na ocenę, czy długości fal w poszczególnych dniach zmieniają się znacząco, czy też pozostają w miarę stałe. Przedstawione wyniki w pracy już umożliwiają takie porównanie, tylko ze względu na mnogość wyników i ich rozmieszczenie na różnych stronach, jest to utrudnione.

W dyskusji oraz wnioskach stwierdzono, że długości fal o potencjale dyskryminacyjnym zawierają się najczęściej w zakresie od 700 do 1440 nm. Uzyskane dokładności odróżniania roślin zdrowych i poddanych różnym typom stresów były często bardzo wysokie (bliskie 100%), co potwierdza możliwość praktycznego wykorzystania zastosowanych metod przy ocenie wielu typów stresów biotycznych i abiotycznych. Tak, jak wskazano w dyskusji, rozwój nowych technologii analizy danych, między innymi uczenia maszynowego, może pomóc w analizowaniu takich danych doświadczalnych, co może być rozwinięciem badań przeprowadzonych w ramach pracy doktorskiej.

Praca doktorska, mimo drobnych niedociągnięć, przedstawia bardzo interesujące wyniki, ze względu na bardzo kompleksowe podejście do badań. W badaniach uwzględniono bardzo dużą liczbę taksonów (gatunków i odmian) oraz oceniono wpływ wielu typów stresów

biotycznych i abiotycznych, jak również jednoczesny wpływ niektórych z nich. Uwzględniono bardzo szeroki zakres długości fal o dużej rozdzielczości spektralnej. Zebrane dane doświadczalne poddano kompleksowym analizom statystycznym co pozwoliło na ich pełne wykorzystanie. Praca jest wysoce nowatorska i ma bardzo duże walory poznawcze i naukowe.

Wniosek końcowy

W mojej ocenie rozprawa doktorska mgr Filipa Patryka Dawidziaka pt. „*Wykrywanie agrofagów w produkcji młodych roślin ozdobnych z użyciem spektroskopii odbiciowej*”, spełnia kryteria określone w Art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571).

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie mgr Filipa Patryka Dawidziaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto w związku z wysoką jakością naukową, szerokim zakresem wielodyscyplinarnych badań i dużym znaczeniem wyników badań, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Dariusz Gozdowski



