

Dr hab. Ewa Król, prof. uczelni

Lublin, 17.09.2024 r.

Katedra Ochrony Roślin

Zakład Fitopatologii i Mykologii

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

## RECENZJA

**Rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Pawła Kukuły**

**pt.: "Charakterystyka grzyba *Valdensia heterodoxa* (Peyr.) sprawcy brunatnej  
plamistości borówki wysokiej "**

wykonanej w Katedrze Ochrony Roślin, Zakładzie Fitopatologii, Instytucie Nauk  
Ogrodniczych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem dr  
hab. Ewy Mirzwy-Mróż, prof. SGGW oraz Promotora pomocniczego dr inż. Marcina Wita.

### **Uzasadnienie wykonania recenzji**

Podstawą wykonania recenzji jest pismo Dyrektora Instytutu Nauk Ogrodniczych dr  
hab. Dariusza Wrony, prof. SGGW z dnia 22.07.2024 r., w którym zwrócił się w imieniu  
Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie o zrecenzowanie w/w pracy  
doktorskiej.

### **Zasadność podjęcia tematu pracy doktorskiej**

W literaturze krajowej niewiele jest informacji na temat biologii i szkodliwości  
*Valdensia heterodoxa* oraz epidemiologii brunatnej plamistości borówki wysokiej, którą  
powoduje. Wprawdzie grzyb ten od dawna występuje powszechnie w polskich lasach  
powodując plamistość liści borówki czarnej, ale jego obecność na krzewach borówki  
wysokiej stwierdzono po roku 2011. Fakt ten przyczynił się do zapoczątkowania badań przez  
pracowników Zakładu Fitopatologii SSGW, których wyniki zostały opublikowane w latach  
2014-2017 w 3 pracach naukowych, a w 2 z nich mgr inż. Wojciech Kukuła jest pierwszym  
autorem. Obiecujące wyniki badań pilotażowych zainspirowały Doktoranta do kontynuacji i  
rozszerzenia badań nad tym patogenem. Jest to uzasadnione ze względu na systematyczny  
wzrost powierzchni plantacji borówki wysokiej w Polsce, co skutkuje narastaniem zagrożenia

chorobowego ze strony *V. heterodoxa*. Problematyka badań podjętych przez Doktoranta jest zatem bardzo aktualna i odpowiada zarówno na potrzeby nauki jak i praktyki. Wykonane i opisane przez mgr inż. Wojciecha Kukułę badania są w dużej mierze nowatorskie.

### **Charakterystyka pracy z podziałem na rozdziały**

Przedstawiona do oceny rozprawa stanowi kompleksowe i kilkuwątkowe opracowanie badań dotyczących *Valdensia heterodoxa*, mało znanego w warunkach Polski patogena borówki wysokiej. Podczas badań własnych przeprowadzonych w warunkach polowych mgr inż. Wojciech Kukuła skoncentrował się na analizie występowania *V. heterodoxa* w wybranych rejonach Polski, zarówno na plantacjach towarowych borówki wysokiej jak i na wybranych gatunkach drzew, krzewów i bylin rosnących w sąsiedztwie plantacji oraz na terenach oddalonych od nich. W laboratorium wykonał badania dotyczące identyfikacji i charakterystyki izolatów grzyba z wykorzystaniem metod klasycznych i techniki PCR, reakcji patogena na wybrane fungicydy, oceny uwalniania się konidiów na różne wysokości oraz zdolności do tworzenia apotecjów w warunkach laboratoryjnych i naturalnych.

W pracy uwzględniono wszystkie formalnie wymagane dla rozprawy doktorskiej części, tzn. Streszczenia w języku polskim i angielskim, Spis treści, Wstęp, Cel pracy i hipotezy badawcze, Przegląd literatury, Materiały i metody, Wyniki, Dyskusję, Podsumowanie i wnioski, Bibliografię oraz Aneks. W większości wymienionych rozdziałów Doktorant wydzielił podrozdziały, co jest bardzo trafne, bowiem przedstawione treści są usystematyzowane i przejrzyste. Opracowanie obejmuje 141 stron, w tym 28 tabel, 26 fotografii, 4 wykresy, 16 rycin oraz 45 stron aneksu, w którym Autor zamieścił dodatkową tabelę i 19 rycin. W różnych miejscach pracy Doktorant powołuje się na 123 pozycje literatury, w tym na 7 stron internetowych.

**Streszczenie** zawiera syntetyczne omówienie celu i zakresu pracy, zastosowanych metod badawczych i otrzymanych wyników oraz najważniejsze wnioski uzyskane z przeprowadzonych doświadczeń.

We **Wstępie**, obejmującym 2 strony, mgr inż. Wojciech Kukuła wskazał na rosnącą popularność i zwiększający się areal uprawy borówki wysokiej w naszym kraju, co prowadzi do pojawiania się nowych patogenów, jak *V. heterodoxa*, powodujący brunatną plamistość. Jednocześnie Doktorant zasygnalizował, że w Polsce, poza opisem objawów chorobowych, brakuje informacji o szkodliwości tej choroby i możliwości ograniczania rozwoju patogena. Tym samym wskazał na potrzebę podjętych badań w celu dokładnego poznania biologii i epidemiologii *V. heterodoxa*, oraz jego wrażliwości na wybrane substancje aktywne, co może



być pomocne w opracowaniu i doskonaleniu metod ochrony borówki wysokiej przed tym patogenem.

Kolejny, obejmujący 1 stronę rozdział „**Cel pracy i hipotezy badawcze**” zawiera 5 poprawnie sformułowanych hipotez badawczych, jasno sprecyzowany cel pracy oraz 7 zadań badawczych służących ich weryfikacji.

W rozdziale „**Przegląd literatury**”, obejmującym 11 stron, Autor bardzo wnikliwie przeanalizował literaturę polską oraz zagraniczną i w logiczny sposób przedstawił syntezę informacji naukowych, które bardzo dobrze wprowadzają w tematykę badań prezentowanych w dysertacji. W tej części pracy Doktorant wydzielił 6 podrozdziałów poświęconych różnym aspektom dotyczącym *V. heterodoxa*. Na początku scharakteryzował historię nazewnictwa i stanowisko systematyczne tego grzyba. Następnie opisał dotychczasowy stan wiedzy na temat biologii i epidemiologii patogena, jego występowania i zakresu roślin gospodarzy. W kolejnych podrozdziałach Doktorant przedstawił objawy chorobowe i szkodliwość brunatnej plamistości borówki wysokiej oraz możliwości ochrony tej rośliny przed *V. heterodoxa* na świecie i w Polsce.

Całość tej części rozprawy doktorskiej wskazuje, że mgr inż. Wojciech Kukula posiada bardzo dobre rozeznanie w literaturze fachowej dotyczącej zagadnień związanych z tematyką Jego pracy doktorskiej. Przegląd literatury jest bardzo dobrze napisany, a informacje w nim zawarte mogą być z powodzeniem wykorzystane do przygotowania wartościowej pracy przeglądowej. Na uwagę zasługuje fakt, że opisując historię grzyba Doktorant dotarł do prac źródłowych z końca XIX i początku XX wieku. Zabrakło mi jednak zasygnalizowania w tym rozdziale informacji na temat metod molekularnych stosowanych w badaniach nad *V. heterodoxa*, które stanowią istotną część badań własnych Autora i byłoby dobrym wprowadzeniem do tej tematyki.

W rozdziale „**Materiał i Metody**” Autor na 20 stronach zaprezentował materiał badawczy i zastosowane metody. W tym miejscu także wydzielił liczne podrozdziały odpowiadające podjętej tematyce badawczej, co przy tak szerokim zakresie prowadzonych doświadczeń porządkuje przedstawione treści i ułatwia ich analizę.

Do pięcioletnich badań (2013-2017) nad występowaniem *V. heterodoxa* Doktorant wytypował 13 plantacji towarowych borówki wysokiej. Dziewięć z nich znajdowało się w Polsce centralnej, w województwach mazowieckim i łódzkim. Pozostałe 4 plantacje zlokalizowane były w Polsce wschodniej, w województwach lubelskim i podlaskim. W tych miejscach Autor objął badaniami także wybrane gatunki drzew, krzewów i bylin, zarówno sąsiadujące z plantacjami borówki jak i oddalonymi od nich. Dodatkowo, mgr inż. Wojciech

Kukuła prowadził obserwacje w 8 lasach oddalonych od plantacji borówki wysokiej, z których 3 zlokalizowane były w Polsce północnej, w województwie pomorskim, 2 w Polsce wschodniej, w województwie lubelskim, a kolejne 3 w Polsce południowej, w województwie małopolskim. Wytypowanie do obserwacji tak licznych stanowisk badawczych, położonych w sumie na terenie 6 województw i 21 miejscowości oraz różnych gatunków roślin gospodarzy pozwoliło na zebranie rzetelnych informacji, a jednocześnie świadczy o dużej pracowitości i systematyczności Doktoranta.

W badaniach laboratoryjnych mgr inż. Wojciech Kukuła uwzględnił izolaty *V. heterodoxa* pozyskane w trakcie obserwacji polowych. Dokładnie opisał procedury związane z identyfikacją *V. heterodoxa* przy zastosowaniu metod klasycznych oraz sprawdzenie postulatów Kocha w celu potwierdzenia patogeniczności i wyjaśnienia zjawiska specjalizacji patogenicznej. Następnie szczegółowo przedstawił metodykę badań nad identyfikacją i charakterystyką *V. heterodoxa* z wykorzystaniem techniki PCR, przy zastosowaniu markerów molekularnych opartych na sekwencji ITS rDNA oraz genów kodujących białko  $\beta$ -tubuliny i czynnik transkrypcyjny 1 alfa. Uzyskane amplikony poddał sekwencjonowaniu, a otrzymane sekwencje izolatów porównał z sekwencjami pokrewnymi znajdującymi się w dostępnych bazach danych za pomocą algorytmu BLASTn.

Następnie Doktorant dokładnie opisał doświadczenia nad wpływem temperatury i światła na rozwój wybranych kolonii *V. heterodoxa*. Na tym etapie badań uwzględnił 4 zakresy temperatury, 2 warianty dostępu światła, 6 izolatów grzyba (po 3 z borówki wysokiej i borówki czarnej) oraz 2 izolaty referencyjne. Ważnym zagadnieniem była szczegółowa analiza morfologii i dynamiki wzrostu kolonii, gdzie Autor uwzględnił 8 podłoży hodowlanych, tj. pożywki PDA i WOA z dodatkiem wywarów z liści borówki wysokiej, borówki czarnej lub konwalii oraz 3 różne warunki inkubacji. Doktorant przeanalizował także zdolność do zarodnikowania wszystkich 115 izolatów *V. heterodoxa*, uwzględniając 2 pożywki i 3 warianty dostępu światła. W kolejnym podrozdziale opisał metodykę badań dotyczących reakcji *V. heterodoxa* na wybrane fungicydy, z uwzględnieniem 6 izolatów grzyba, po 3 z borówki wysokiej i czarnej, 2 izolatów wzorcowych oraz 9 substancji aktywnych reprezentujących różne grupy chemiczne.

Na zakończenie rozdziału Doktorant szczegółowo przedstawił procedurę badań nad charakterystyką struktury genetycznej populacji *V. heterodoxa* w oparciu o metodę losowej amplifikacji polimorficznego DNA – RAPD oraz przedstawił metody oceny cech fenotypowych wszystkich uzyskanych izolatów *V. heterodoxa*, uwalniania konidiów patogena



na różne wysokości oraz występowania apotecjów w warunkach naturalnych i laboratoryjnych.

Na uznanie zasługuje fakt, że mgr inż. Wojciech Kukuła bardzo dokładnie opisał sposoby przeprowadzania poszczególnych etapów badań, powołując się na dobrze dobrane, ogólnie przyjęte i stosowane metodyki badawcze lub własne, autorskie rozwiązania. Szeroki i interdyscyplinarny zakres badań oraz ich pracowitość wskazują na duży nakład pracy włożony przez Doktoranta w przeprowadzenie opisanych doświadczeń oraz potrzebę opanowania różnych metod badawczych, które następnie umiejętnie zastosował w swojej pracy. Po przeczytaniu tego rozdziału nasuwają się drobne wątpliwości, które powinny być doprecyzowane w trakcie przygotowywania publikacji naukowych do druku:

- Na ilu plantacjach towarowych borówki wysokiej prowadzono obserwacje? W tabeli 2 (str. 15) Autor wymienia 13 lokalizacji plantacji towarowych. Jednocześnie, omawiając wyniki badań pisze o 18 plantacjach (str. 37), podobnie jak podczas dyskusji wyników (str. 78). Skąd te rozbieżności? Jeżeli wynikają z faktu, że w niektórych lokalizacjach prowadzono obserwacje na więcej niż 1 plantacji, to należałoby uwzględnić te dane w tabeli 2.
- Szkoda, że do oceny oddziaływania fungicydów na patogena Autor nie włączył do badań wybranego preparatu naturalnego pochodzenia zamiast np. wycofanego po 2021 roku tiofanatu metylu. Byłaby to dodatkowa, bardzo cenna informacja dla właścicieli plantacji ekologicznych oraz działkowców i hobbystów.
- Doprecyzowania wymaga liczba izolatów użytych do sprawdzenia postulatów Kocha (str. 19). Autor podaje, że do badań wybrano izolaty różniące się morfologią kolonii, a w przypadku izolatów o podobnej morfologii wybierano losowo po 10 izolatów (str. 19) – zatem ile izolatów łącznie uwzględniono w tej części badań i czy wykonywano inokulacje krzyżowe?
- W różnych miejscach tego rozdziału, a także w dalszej części dysertacji (Wyniki oraz Dyskusja) Autor kilkakrotnie wymienia izolat VhBg1z/16, uwzględniany na różnych etapach badań (np. str. 20, 23, 27, 49, 50, 55, Tab. 18, Ryc. A.8, A.9, A.10), jednak brakuje go w szczegółowym wykazie badanych izolatów zamieszczonym w Aneksie, Tabela A.1.

**Wyniki** kompleksowych i pracowitych badań zostały szczegółowo omówione na 42 stronach (plus dodatkowa dokumentacja na 45 stronach aneksu) i stanowią wnikliwą

analizę uzyskanych danych. W rozdziale tym Autor wyodrębnił podrozdziały, odnoszące się do doświadczeń przeprowadzonych na poszczególnych etapach badań. Zamieścił także liczne fotografie, w tym spod skaningowego mikroskopu elektronowego, tabele i ryciny, które ułatwiają studiowanie uzyskanych danych. Taki układ pozwolił na przejrzyste przedstawienie wyników, pomimo ich obfitości, a Doktorant wykazał się umiejętnością starannej dokumentacji oraz poprawnej interpretacji uzyskanych danych. Ponadto, wyniki z poszczególnych etapów doświadczeń poddał analizie statystycznej, co podniosło ich wiarygodność oraz pozwoliło na precyzyjne określenie zależności między analizowanymi parametrami.

Wyniki obserwacji polowych wykazały, że objawy brunatnej plamistości borówki wysokiej występowały tylko w jednej lokalizacji, tj. miejscowości Prażmów, w woj. mazowieckim, w latach 2014, 2015 i 2017. Jednocześnie w latach 2015-2017 chorobę obserwowano na krzewach borówki czarnej we wszystkich 8 lasach mieszanych objętych badaniami, a w roku 2015 także na liściach borówki brusznicy w miejscowości Witków, woj. małopolskie. Doktorant uzyskał w sumie 115 izolatów *V. heterodoxa*, z których 35 pochodziło z borówki wysokiej, a 80 z borówki czarnej. Podczas klasycznej identyfikacji grzyba, Autor opisał typowe dla gatunku *V. heterodoxa* zarodniki konidialne, a jednocześnie stwierdził widoczne różnice w ich rozmiarach. Okazało się, że długość zarodników wyizolowanych z borówki brusznicy była istotnie mniejsza niż tych pochodzących z borówki wysokiej, a ich szerokość istotnie mniejsza od szerokości konidiów uzyskanych z borówki wysokiej i czarnej, co jest cennym spostrzeżeniem z mykologicznego punktu widzenia. Za ważną cechę badanych izolatów *V. heterodoxa* należy także uznać ich uzdolnienia patogeniczne dla borówki wysokiej odm „Bluecrop” i borówki czarnej.

W wyniku identyfikacji molekularnej patogena z wykorzystaniem techniki PCR Doktorant stwierdził wysokie podobieństwo sekwencji nukleotydowych izolatów własnych do sekwencji referencyjnych gatunku *V. heterodoxa* zamieszczonych w Banku Genów. Wykazał także, że spośród 4 metod izolacji genomowego DNA istotnie najwydajniejsza okazała się metoda C-tab, którą można polecać do stosowania w przyszłości. Analiza sekwencji genu kodującego  $\beta$ - tubulinę wykazała wysokie podobieństwo *V. heterodoxa* do sekwencji pozostałych przedstawicieli grzybów z rodziny *Sclerotiniaceae*, a analiza sekwencji nukleotydowych fragmentu genu kodującego czynnik transkrypcyjny TEF-1 $\alpha$  izolatów tego grzyba wykazała występowanie 2 kładów. Sekwencje izolatów *V. heterodoxa* pochodzące z liści borówki wysokiej (woj. mazowieckie) znalazły się w jednym z nich, a te pochodzące z borówki czarnej (woj. pomorskie) w drugim.



Ważnym wątkiem recenzowanej pracy była analiza genetycznej struktury populacji izolatów *V. heterodoxa* metodą RAPD – PCR, której poddano łącznie 115 izolatów własnych oraz 2 szczepy referencyjne. Punktem wyjścia było przetestowanie 31 starterów, co pozwoliło na wybranie 10, generujących wyraźne i powtarzalne profile amplifikacyjne. Stwierdzono niski poziom zróżnicowania genetycznego zarówno wewnątrz populacji jak i pomiędzy populacjami *V. heterodoxa* pochodzącymi z różnych rejonów Polski, co jak słusznie zauważył Doktorant, wynika z braku występowania stadium doskonałego tego grzyba. Jednocześnie zaobserwowano wyższy poziom zmienności genetycznej u izolatów uzyskanych z borówki wysokiej niż tych z borówki czarnej.

Doktorant uzyskał także cenne wyniki dotyczące cech fenotypowych i dynamiki wzrostu wybranych izolatów *V. heterodoxa*. Na podstawie różnic w morfologii kolonii na pożywce PDA podzielił je na 2 grupy morfologiczne. Do pierwszej z nich zaklasyfikował 55 izolatów o pofałdowanej, aksamitnej powierzchni i ciemnobrązowym lub czarnym rewersie, a do drugiej 60 izolatów, które tworzyły jasnokremowe grzybnie z dodatkiem różu i delikatnej szarości oraz kremowy rewers. Następnie mgr inż. Wojciech Kukuła wykazał, że morfologia wybranych izolatów z obu grup morfologicznych różniła się w zależności od zastosowanego dodatku do podłoża. Tylko na pożywce WOA grzyb zarodnikował i tworzył sklerocja, a największe dobowe przyrosty grzybnie zanotowano na pożywce PDA z dodatkiem wywaru ze świeżych liści borówki wysokiej. Doktorant udowodnił także zróżnicowany wpływ temperatury i światła na rozwój wybranych izolatów grzyba na podłożu agarowym. Wykazał, że kultury *V. heterodoxa* generalnie rozwijały się istotnie najlepiej w temperaturze 20°C i świetle dziennym oraz w temperaturze 19°C w dzień i 12°C w nocy, przy 12 godzinnym fotoperiodzie. Z kolei zarodnikowanie grzyba obserwowano tylko w warunkach rozproszonego światła dziennego i w temperaturze ok. 20°C na podłożu OA. W warunkach optymalnych dla tego grzyba izolaty pochodzące z borówki wysokiej zarodnikowały słabiej (mniej niż ¼ badanych) niż izolaty z borówki czarnej (prawie ¾ badanych).

Ważne i bardzo przydatne są także wyniki dotyczące oceny toksyczności wybranych substancji aktywnych wobec *V. heterodoxa* w warunkach *in vitro*. Badania tego typu stanowią zwykle pierwszy etap i są pomocne do oceny ich przydatności w praktycznej ochronie roślin. Największą skuteczność w hamowaniu wzrostu grzybnie wśród 9 testowanych substancji aktywnych odnotowano w przypadku mieszaniny boskalidu i piraklostrobiny, która jest zalecana w Polsce do ograniczania m.in. szarej pleśni i antraknozy borówki wysokiej.

Przedstawione wyniki badań z realizacji poszczególnych zadań badawczych potwierdzają, że Autor osiągnął zamierzony cel, zweryfikował postawione hipotezy badawcze i uzyskał wiele cennych informacji dla nauki i praktyki.

Po analizie tego rozdziału nasuwają się następujące uwagi:

- W mojej opinii Tabela A.1, czyli zestawienie izolatów grzyba *V. heterodoxa* uzyskanych w badaniach własnych oraz ich charakterystyka na podstawie cech morfologicznych oraz Ryciny od A.1 do A.19, obrazujące dynamikę wzrostu wybranych izolatów *V. heterodoxa* rosnących na 8 pożywkach w różnych warunkach temperatury i oświetlenia, stanowią integralną część wyników i powinny być włączone do tego rozdziału, a nie umieszczone w Aneksie.
- Autor podaje, że objawy brunatnej plamistości obserwowano tylko na 1 plantacji borówki wysokiej w miejscowości Prażmów. Proszę o informację jaki procent (w przybliżeniu) roślin wykazywał symptomy choroby?

Ważnym i bardzo interesującym rozdziałem recenzowanej pracy jest „**Dyskusja**”, która została przeprowadzona poprawnie, obejmuje 9 stron i świadczy o bardzo dobrej znajomości literatury dotyczącej problematyki pracy oraz o umiejętności wnikliwego analizowania wyników badań. Doktorant umiejętnie przedyskutował wyniki badań własnych z danymi literaturowymi. Dyskusja ma logiczny bieg, jest czytelna, spójna, przeprowadzona w sposób prawidłowy i rzetelny. Doktorant podjął w dyskusji wszystkie wątki zrealizowanych badań własnych konfrontując uzyskane wyniki z danymi dostępnymi we wcześniejszej i najnowszej literaturze przedmiotu, co świadczy o Jego dużej wiedzy i dojrzałości. Z Dyskusji wynika złożoność podjętych badań, a jednocześnie wskazanie zagadnień, które powinny być kontynuowane. W tym kontekście chciałabym podkreślić znaczenie poznawcze badań, zwłaszcza w tak ważnej dziedzinie jaką jest diagnostyka chorób i prawidłowa identyfikacja ich sprawcy. Jednak w niektórych dyskutowanych wątkach pracy, mgr inż. Wojciech Kukuła nie ustrzegł się częstego błędu polegającego na powtórzeniu w dyskusji informacji literaturowych lub wyników badań własnych omówionych we wcześniejszych rozdziałach.

Pracę zamyka rozdział „**Podsumowanie i wnioski**”, w którym Autor na 2 stronach w syntetyczny sposób streścił najważniejsze wyniki badań własnych. Jednocześnie sformułował 6 wniosków, które częściowo stanowią podsumowanie uzyskanych wyników i podkreślają najważniejsze dokonania wynikające z przeprowadzonych doświadczeń na każdym etapie badań.



Za najważniejsze osiągnięcia przedstawionej do oceny dysertacji doktorskiej uważam:

- nowatorską tematykę badań i interdyscyplinarny charakter opracowania,
- przeprowadzenie szerokiego zakresu badań polowych i laboratoryjnych oraz bardzo wartościową dokumentację wyników,
- profesjonalną identyfikację badanych izolatów *V. heterodoxa* przy zastosowaniu metod klasycznych i molekularnych,
- wskazanie substancji aktywnych ograniczających rozwój patogena w warunkach *in vitro*, co daje nadzieję na ich wykorzystanie w przyszłości do ochrony borówki wysokiej,
- naukowy i aplikacyjny charakter przeprowadzonych badań,
  - W świetle przedstawionych wyników badań proszę Doktoranta o wyrażenie opinii na temat zagrożenia borówki wysokiej przez *V. heterodoxa* w przyszłości, biorąc pod uwagę postępujące zmiany klimatu i globalne ocieplenie.
  - Jednocześnie, w oparciu o dane z literatury, proszę o informację na temat możliwości endofitycznego sposobu życia tego grzyba i ewentualnych zagrożeń / korzyści, które mogą z tego wynikać.

**Bibliografia** w przedstawionej do oceny pracy doktorskiej liczy 123 pozycje, w tym 7 stron internetowych, odpowiednio dobranych i powiązanych z tematyką pracy. Spośród nich ponad 80% stanowią prace w języku angielskim. Spis pozycji literatury został przygotowany starannie, ale nie udało się uniknąć pojedynczych nieścisłości:

- W bibliografii brakuje 2 publikacji wymienionych w tekście pracy, np. Petrak 1961 (str. 9), Shamoun i Vogelgsang 2004 (str. 13), a jednocześnie znajduje się pozycja Ruszkiewicz-Michalska i in. 2012, której nie znalazłam w tekście pracy.

Przedstawione w recenzji drobne uwagi w żaden sposób nie umniejszają wartości pracy i nie mają istotnego znaczenia dla mojej wysokiej oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Kukuły.

Reasumując pragnę podkreślić, że przedstawiona do recenzji praca doktorska stanowi oryginalne i bardzo cenne rozwiązanie problemu naukowego, jest nowatorska i wskazuje nowe obszary do dalszych badań. Została napisana starannie, ładnym językiem, a uzyskane wyniki mają zarówno aspekt naukowy jak i praktyczny, co zdecydowanie podnosi ich wartość. Przygotowanie rozprawy wymagało dużego nakładu pracy Autora i zastosowania szerokiego warsztatu metodycznego.

### **Wniosek końcowy**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Wojciecha Kukuły spełnia wymagania ustawy o stopniach i tytule naukowym i kwalifikuje Doktoranta do ubiegania się o stopień naukowy doktora w dziedzinie Nauk Rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Na tej podstawie stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie o dopuszczenie Pana mgr inż. Wojciecha Kukuły do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, z uwagi na bardzo szeroki zakres i wysoki poziom naukowy badań, ich wartość merytoryczną i aplikacyjną wnioskuję o wyróżnienie przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej stosowną nagrodą.



Dr hab. Ewa Król, prof. uczelni