

Prof. dr hab. Mariola Staniak  
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB  
w Puławach

Puławy, 30.12.2022 r.

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej Pani mgr Natalii Iwanickiej**

**pt.: „Agronomiczne, jakościowe i ekonomiczne efekty stosowania wybranych biostymulatorów w uprawie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany Orzeł”**

Podstawą formalną wykonania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 26.10.2022 r. oraz pismo nr RDRiO/5100/os/2022, z dnia 28.10.2022 r.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Anny Kociry, prof. PANS (promotor) oraz dr inż. Rafała Kornasa (promotor pomocniczy), w Instytucie Nauk o Żywieniu Człowieka i Rolnictwie, Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Chełmie.

### 1. Ocena wyboru problematyki badawczej

Doktorantka podjęła w pracy ważne i aktualne zagadnienie dotyczące stosowania stymulatorów wzrostu w uprawie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany Orzeł.

Niekorzystne warunki pogodowe powodują duże straty w produkcji rolniczej. Rośliny strączkowe są szczególnie wrażliwe na czynniki stresowe, zwłaszcza stresy abiotyczne. Do tej grupy roślin należy fasola, która z gospodarczego punktu widzenia jest bardzo ważnym gatunkiem uprawnym, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Pod względem powierzchni uprawy, spośród bobowatych zajmuje drugie miejsce na świecie po soi, na co wpływa, przede wszystkim wysoka wartość odżywcza nasion. Plonowanie fasoli jest jednak silnie skorelowane z temperaturą oraz ilością i rozkładem opadów w okresie wegetacji, zwłaszcza w okresach krytycznych (wschody, kwitnienie i zawiązywanie strąków). Odpowiedzią na to wyzwanie, w dobie zmian klimatu i coraz częściej pojawiających się niekorzystnych warunków uprawy może być wykorzystanie stymulatorów wzrostu.

Biostymulatory to stosunkowo nowa grupa produktów, wykorzystywanych w celu zwiększenia wydajności i jakości plonu. Preparaty te stymulują wzrost i rozwój roślin

przyczyniając się do poprawy plonowania, m.in. poprzez zwiększanie intensywności procesów życiowych, usprawnianie pobierania składników pokarmowych z gleby czy przyspieszanie regeneracji roślin po wystąpieniu czynników stresowych. Literatura przedmiotu donosi, że działanie biostymulatorów może być wielokierunkowe, ale głównym efektem ich działania jest poprawa procesów metabolicznych bez zmiany ich naturalnej ścieżki. Preparaty te postrzegane są jako bezpieczne dla człowieka i środowiska, a ich stosowanie przyczynia się do zmniejszenia ilości substancji chemicznych stosowanych w rolnictwie, co ma duże znaczenie w kontekście bezpieczeństwa żywnościowego i żywieniowego.

Badania nad wykorzystaniem biostymulatorów prowadzone były w dość szerokim zakresie w uprawie warzyw, owoców i roślin ozdobnych, a w ostatnim czasie także zbóż, kukurydzy, ziemniaku i niektórych gatunkach strączkowych (fasola, soja, ciecierzycy), choć zakres tych ostatnich badań jest znacznie węższy i fragmentaryczny. Istnieje więc pilna potrzeba ich kontynuacji i rozszerzania o nowe wątki badawcze, zwłaszcza w zakresie takich gatunków, jak strączkowe, które są niezwykle ważne z gospodarczego punktu widzenia.

Uwzględniając powyższe stwierdzenia uważam, że podjęcie badań przez mgr Natalię Iwanicką nad wpływem naturalnych i syntetycznych biostymulatorów na wartość produkcyjną fasoli jest w pełni uzasadnione. Tematyka jest aktualna i ważna, zwłaszcza w kontekście coraz częściej pojawiających się niekorzystnych warunków pogodowych związanych z ekstremalnymi temperaturami i deficytem wody w glebie. Oceniana praca spełnia warunek oryginalności, a problematykę badawczą w prezentowanej dysertacji uznaję za interesującą zarówno w aspekcie poznawczym, jak i aplikacyjnym.

## **2. Formalna ocena pracy**

Rozprawa doktorska mgr Natalii Iwanickiej w swojej konstrukcji składa się z 9 logicznie następujących po sobie rozdziałów: 1. *Wstęp*, 2. *Przegląd literatury*, 3. *Hipoteza badawcza i cel pracy*, 4. *Materiał i metody badań*, 5. *Wyniki badań i dyskusja*, 6. *Podsumowanie i wnioski*, 7. *Literatura*. Na końcu maszynopisu dołączono 8. *Spis tabel* i 9. *Spis rysunków*, które w mojej ocenie nie powinny być wyodrębnione jako oddzielne rozdziały, natomiast na początku dysertacji zamieszczono *Streszczenia* w języku polskim i angielskim. Ponadto, większe rozdziały Autorka podzieliła jeszcze na podrozdziały pierwszego, a niektóre także drugiego rzędu, co sprawia, że praca jest przejrzysta i uporządkowana. Dysertacja liczy 190 stron maszynopisu, na których zamieszczono 32 tabele, 58 rysunków oraz 3 zdjęcia. Autorka przytoczyła 353 pozycje literatury, w tym 299 anglojęzycznych (85%) oraz 9

odnośników do źródeł internetowych. Są to najczęściej publikacje drukowane w poważnych periodykach naukowych i co ważne prace aktualne (58% pozycji ukazało się w ciągu ostatnich 10 lat). Ten imponujący zestaw prac jest wiarygodnym dowodem przygotowania Autorki do podjęcia prac badawczych. Pod względem redakcyjnym spis literatury wykonany jest bardzo poprawnie i starannie, podobnie zresztą jak cała praca, którą czyta się z dużym zainteresowaniem, co świadczy o dużej łatwości pisania mgr Natalii Iwanickiej. Warto też podkreślić, że zamieszczony wykaz tabel i rysunków bardzo ułatwia śledzenie tekstu rozprawy i analizę uzyskanych wyników, ponieważ w tekście pracy materiał dokumentacyjny nie jest zamieszczony obok wyników, ale na ogół kilka stron dalej.

Przyjęty układ pracy jest właściwy, a opracowanie spełnia formalne wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

### 3. Merytoryczna analiza pracy

Tytuł rozprawy doktorskiej mgr Natalii Iwanickiej, który brzmi: „*Agronomiczne, jakościowe i ekonomiczne efekty stosowania wybranych biostymulatorów w uprawie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany Orzeł*” jest właściwie sformułowany i w pełni oddaje jej treść.

W pierwszym rozdziale – *Wstęp* Autorka wprowadza czytelnika w tematykę badawczą i krótko naświetla przesłanki, które skłoniły ją do podjęcia badań. Wskazuje na bezpieczeństwo żywnościowe jako jedno z najważniejszych zagadnień XXI w., wymienia zagrożenia środowiskowe oraz wskazuje na możliwości zapobiegania ich negatywnym skutkom. Uzasadnia tym samym konieczność podjęcia badań nad biostymulatorami, które wspomagają regenerację roślin po wystąpieniu czynników stresowych oraz stymulują ich wzrost i rozwój, co w konsekwencji korzystnie wpływa na plonowanie roślin.

Rozdział drugi – *Przegląd literatury*, liczący 32 strony, został podzielony na 6 podrozdziałów, w których w sposób uporządkowany i przejrzysty Doktorantka opisuje zagadnienia związane z tematyką podjętych badań, dając należyłą podbudowę teoretyczną pracy. Obszerny przegląd stanu badań, szeroko udokumentowany cytowaną literaturą, głównie zagraniczną wskazuje na dobre rozpoznanie tematu i dużą wiedzę Doktorantki w zakresie prezentowanej tematyki.

*Podrozdziały pierwszy i drugi*, które w mojej opinii powinny być połączone, dotyczą znaczenia i roli bobowatych w rolnictwie. Autorka przedstawiła w nich systematykę bobowatych, znaczenie gospodarcze tej grupy roślin, ich rolę w płodozmianie, korzyści z

symbiotycznego wiązania azotu oraz zwiększania bioróżnorodności. Szczegółowo opisała też skład chemiczny nasion fasoli, ich wartość odżywczą oraz wpływ na zdrowie człowieka. Wspomniała również o składnikach antyżywniowych. Kilka drobnych uwag do tego podrozdziału dotyczy:

- nomenklatury łacińskiej bobowatych, w której do nazwy gatunkowej Doktorantka czasem dodaje inicjały odkrywcy, a czasem nie. Należałoby to ujednoczyć.

- stwierdzenia na str. 13, cyt. „zawartość tłuszczu w nasionach większości bobowatych waha w granicach 0,5-2,5% (...), a typowo oleistymi gatunkami jest soja i łubin andyjski z zawartością tłuszczu na poziomie 12-22%”. W przypadku naszych krajowych gatunków łubinów, których uprawia się najwięcej spośród strączkowych, zawartość tłuszczu wynosi: w łubinie białym ok. 10,7%, a w łubinach wąskolistnym i żółtym, odpowiednio 5,9 i 5,5%. Należałoby to więc doprecyzować.

- na str. 18 cyt. „mieszaniny nasion bobowatych i rzepaku mogą z powodzeniem zastępować śrutę sojową w żywieniu świń (...)” – chyba chodzi o śrutę rzepakową, a nie nasiona rzepaku.

*Podrozdział trzeci* w tytule dotyczy wpływu czynników abiotycznych i biotycznych na wzrost, rozwój i plonowanie fasoli. Doktorantka krótko charakteryzuje gatunek, który wybrała do badań, a następnie prezentuje jego wymagania agrotechniczne, glebowe, potrzeby termiczne i wodne. Analizuje rolę i znaczenie poszczególnych makro- i mikroelementów oraz wskazuje na skutki stresu związanego z niedostateczną ich dostępnością w glebie. W rozdziale tym zwracam uwagę na drobne przejęzyczenie na str. 20, cyt. „Znanych jest około 200 gatunków fasoli zwykłej, z czego uprawianych jest 20 gatunków”. Rozumiem, że chodzi o odmiany, bo gatunek fasola zwykła jest jeden. Poza tym w tytule tego podrozdziału powinny znaleźć się tylko stropy abiotyczne, ponieważ o biotycznych Doktorantka nie wspomina.

*W podrozdziale czwartym* mgr Natalia Iwanicka charakteryzuje nawożenie dolistne, jako alternatywną formę dostarczania roślinom składników odżywczych, natomiast w *podrozdziale piątym* wskazuje na rolę biostymulatorów w uprawie roślin strączkowych. Wychodzi od definicji biostymulatorów, poprzez ich charakterystykę, metody otrzymywania, a następnie określa ich wpływ na metabolizm i procesy życiowe roślin. Wskazuje też na kluczową rolę biostymulatorów w zmniejszaniu negatywnego wpływu niekorzystnych warunków siedliskowych i przebiegu pogody na wzrost i rozwój roślin, a także na skład chemiczny nasion. Jest to ciekawe kompendium wiedzy na temat biostymulatorów pochodzenia naturalnego (Kelpak SL, Terra Sorb Complex i Fylloton) i syntetycznego (Asahi SL i Tytanit) oraz reakcji różnych gatunków roślin na te preparaty. Analizie poddano plon i jego strukturę, skład chemiczny nasion, składniki bioaktywne (m.in. aminokwasy, fitohormony, enzymy,

polifenole, witaminy, antocyjany, alkaloidy), a także aktywność antyoksydacyjną nasion, biosyntezę barwników czy produkcję metabolitów wtórnych.

Przegląd literatury kończy *podrozdział szósty*, który dotyczy wpływu stosowania biostymulatorów na opłacalność uprawy roślin.

Reasumując, przedstawiony przegląd literatury wskazuje na bardzo dobre rozpoznanie tematu przez Autorkę. Daje należyłą podbudowę teoretyczną pracy i uzasadnia potrzebę badań nad reakcją fasoli na różne stymulatory wzrostu.

Na podstawie szeroko zakrojonego przeglądu literatury krajowej i zagranicznej w rozdziale trzecim Doktorantka precyzyjnie i logicznie sformułowała **Cel pracy**, który dotyczy oceny wpływu stosowania biostymulatorów pochodzenia naturalnego i syntetycznego w formie jednokrotnej lub dwukrotnej aplikacji dolistnej w różnych stężeniach (w zależności od preparatu) na cechy kształtujące plon oraz wielkość i jakość plonu fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany Orzeł oraz na ekonomiczną opłacalność ich stosowania. Dla jego realizacji pomocna była weryfikacja 3 hipotez roboczych, dla których przyjęto plan doświadczeń, odpowiedni materiał i metody badań. Cel badań i hipotezy nie budzą zastrzeżeń.

Rozdział czwarty – **Materiał i metody badań**, przedstawiony na 10 stronach maszynopisu, opracowany został właściwie. Dysertację przygotowano w oparciu o ściśle doświadczenie polowe, realizowane w latach 2016-2018 na polu doświadczalnym Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka i Rolnictwie w gospodarstwie rolnym, w miejscowości Strupin Duży w powiecie Chełmskim (woj. lubelskie). Przyjęto układ doświadczalny losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, choć mam wątpliwości czy nie jest to pomyłka w zapisie i czy nie chodzi o losowane podbloki (doświadczenie 2-czynnikowe).

Czynnikiem pierwszego rzędu był rodzaj zastosowanego biostymulatora: kontrola – oprysk wodą (K), Kelpak SL (Ke), Terra Sorb Complex (Te), Fylloton (Fy), Asahi SL (As), Tytanit (Ty), zaś II rzędu: stężenie i liczba aplikacji regulatora wzrostu – 1-krotny oprysk niższym (1N) i wyższym (1W) stężeniem oraz 2-krotny oprysk niższym (2N) i wyższym (2W) stężeniem preparatu. Rośliny opryskiwano biostymulatorami w jednej fazie rozwojowej (BBCH 12-13) lub w dwóch (BBCH 12-13 i BBCH 61). Do badań wybrano fasolę zwykłą odmianę Orzeł, ale nie znalazłam w pracy informacji, jakie było kryterium wyboru tej odmiany? W tabeli 1 w sposób bardzo przejrzysty przedstawiono szczegółową charakterystykę preparatów, stężenia i terminy stosowania.

W rozdziale tym Doktorantka w sposób wyczerpujący przedstawiła warunki prowadzenia doświadczenia (glebowe i pogodowe), szczegółową agrotechnikę, metody pomiarów i analiz laboratoryjnych oraz analizy statystyczne zastosowane w opracowaniu

wyników badań. Dodatkowo Doktorantka zamieściła zdjęcia strąków i nasion fasoli oraz widok doświadczenia - łan fasoli. Warto tu zaznaczyć w jakiej fazie rozwojowej była wtedy fasola. Swoistym podsumowaniem jest uproszczona analiza ekonomiczna, w której Doktorantka obliczyła opłacalność stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli.

W badaniach określono liczbę strąków i nasion z powierzchni 1 m<sup>2</sup>, masę 1000 nasion, plon nasion i białka. Oznaczono skład chemiczny nasion: zawartość białka ogólnego, frakcji włókna (NDF, ADF, ADL, celuloza, hemicelulozy), makroelementów (P, K, Mg, Ca, S) oraz mikroelementów (Cu, Fe, Zn, Al, Mn, Mo, Ni, Se). Oznaczono także zawartość fenoli ogółem, flawonoidów i antocyjanów oraz aktywność przeciwrodnikową i siłę redukcji. Metodykę do wszystkich analiz podano bardzo szczegółowo, co zasługuje na podkreślenie i pozytywną ocenę. Charakterystykę przebiegu pogody przeprowadzono w oparciu o średnie miesięczne temperatury powietrza (ze wskazaniem wartości minimalnych i maksymalnych) oraz miesięczne sumy opadów, które odniesiono do wartości wieloletnich z lat 2005-2015. Mam jednak wątpliwości czy okres ten można nazwać wielolecieciem czy raczej dekadą?

Reasumując, metody badawcze zostały zastosowane poprawnie, adekwatnie do postawionych zadań i świadczą o umiejętnym planowaniu przez Doktorantkę warsztatu naukowego. Niepodważalnym walorem recenzowanej rozprawy jest szeroki zakres przeprowadzonych badań, zwłaszcza analiz chemicznych.

Rozdział piaty – *Wyniki badań i dyskusja* przedstawiony został na 90 stronach i podzielony na 3 podrozdziały główne i 8 niższego rzędu. Materiał badawczy zawarto w formie 28 tabel i 58 rysunków. Analizę uzyskanych wyników przeprowadzono w sposób uporządkowany, logiczny, korzystając z wyników analizy statystycznej i skupiając się na wskazywaniu potwierdzonych statystycznie różnic. Tabele z wynikami przedstawiono w sposób staranny, przejrzysty i łatwy w odbiorze przez czytelnika. Wyniki opracowano metodą analizy wariancji. W oddzielnych tabelach przedstawiono średnie dla czynników głównych i lat badań, a w oddzielnych interakcje czynników głównych. Na rysunkach zaś przedstawiono zależności badanych cech od czynników doświadczalnych w poszczególnych latach badań, co znacznie ułatwiło analizę i interpretację uzyskanych wyników. W mojej opinii opis wyników jest jednak dość ogólny, ponieważ Doktorantka skupiała się głównie na wskazaniu najwyższych wartości danej cechy, a często pomijała inne istotne różnice. Należy też zwrócić uwagę, aby średnie obiektowe dotyczące działania jakiegoś czynnika porównywać do obiektu kontrolnego, a nie do obiektu z innym czynnikiem.

W podrozdziale pierwszym *5.1 Cechy kształtujące plon* Doktorantka wykazała istotny wpływ badanych czynników na liczbę strąków i nasion oraz MTN fasoli. Istotny wzrost liczby

strąków fasoli zanotowano pod wpływem jednokrotnego zastosowanie niższego stężenia (1N) preparatu Ke oraz dwukrotnego, niższą dawką (2N) Te, As i Ty. W przypadku liczby nasion istotny wzrost tej cechy zanotowano w przypadku zastosowania 1N preparatów Ke i Fy oraz 2N – Te, As i Ty. Masa 1000 nasion zwiększyła się tylko w przypadku zastosowania biostymulatora Te w dawce 1N.

W podrozdziale drugim 5.2. *Plon nasion, zawartość i wydajność białka* udowodniono, że dolistna aplikacja biostymulatorów pozytywnie wpływała na plon nasion i białka fasoli, przy czym uzyskane efekty zależały głównie od rodzaju biostymulatora, natomiast w mniejszym stopniu od dawki i liczby wykonanych zabiegów. Biorąc pod uwagę wartości średnie z lat 2016-2018 wykazano, że już jednokrotne zastosowanie niższego stężenia (1N) wszystkich badanych biostymulatorów (z wyjątkiem Tytanitu) powodowało istotny wzrost plonu fasoli: o 26,9% w przypadku zastosowania Ke, o 22,6% - Te, o 20,4% - Fy i o 15% - As. Zwiększenie dawki i liczby oprysków nie powodowało istotnego wzrostu plonu pod wpływem żadnego z badanych preparatów. Jednokrotne zastosowanie niższej dawki (1N) naturalnych biostymulatorów Ke, Te i Fy powodowało też istotny wzrost plonu białka, odpowiednio o 24,4%, 37,3% i 21,6%. W przypadku syntetycznych preparatów nie wykazano takiej zależności niezależnie od dawki i liczby aplikacji.

Wyniki badań przedstawione w podrozdziale trzecim 5.3. *Skład chemiczny i wartość nutraceutyczna nasion* wykazały, że zastosowanie wybranych biostymulatorów w dawce 1N powodowało istotny wzrost zawartości antocyjanów (Ke, Te, Fy, As, Ty), flawonoidów (Ke, Te, Fy, Ty) i polifenoli (Ty) oraz istotnie zwiększyło aktywność antyoksydacyjną i siłę redukcji (wszystkie biostymulatory) w nasionach fasoli, co jest korzystne z punktu widzenia zdrowia człowieka. Biostymulatory na ogół korzystnie wpływały także na strawność i wartość żywieniową nasion fasoli, poprzez wzrost zawartości NDF (1N – Ke, Te, Fy, As, 2N – Ty), hemicelulozy (1N – Te, Fy, 2N - Ke) i celulozy (1N – As, Ty) oraz spadek zawartości frakcji ADF (1N – Te, Fy) i ADL (1N – Ke, Te, Fy, As), które są mało i bardzo mało strawne. Niezależnie od dawki i liczby aplikacji, wszystkie badane biostymulatory istotnie zwiększały zawartością P w nasionach fasoli, natomiast wszystkich z wyjątkiem Ke – zawartość K, Mg, Ca i S. Badane stymulatory wzrostu na ogół nie różnicowały zawartości mikroelementów.

W podrozdziale 5.3.6. *Oplacalność stosowania biostymulatorów*, który chyba przez pomyłkę został włączony do podrozdziału 5.3. Doktorantka przeprowadziła uproszczoną kalkulację dotyczącą oplacalności stosowania biostymulantów w uprawie fasoli zwykłej. Obliczając wskaźnik przyrostu plonu pod wpływem biopreparatów i uwzględniając koszty zakupu preparatów i wykonania zabiegu wyliczyła oplacalność stosowania biostymulantów.

Przeprowadzone analizy wykazały, że w uprawie fasoli najbardziej opłacalne było jednokrotne zastosowanie biostymulatora Ke (w obu stężeniach), natomiast najmniej – Fy w dwukrotnej aplikacji niższego stężenia.

W mojej opinii *najważniejszym osiągnięciem przeprowadzonych badań* są 3 wnioski. Pierwszy to wykazanie, że dolistnie biostymulatory korzystnie wpływały na plon nasion i wydajność białka fasoli zwykłej odmiany Orzeł, przy czym uzyskane efekty bardziej zależały od rodzaju biostymulatora niż od stężenia preparatu i liczby zabiegów dolistnej aplikacji. Korzystne efekty plonotwórcze dla większości preparatów (wyjątek Tytanit) uzyskano już przy jednokrotnej aplikacji niższego stężenia preparatu, przy czym największą zwyczaję plonu nasion uzyskano dla preparatu Kelpak SL. Jednokrotna aplikacja tego biostymulatora była też najbardziej opłacalna ekonomicznie. Drugi ważny wniosek z pracy to wykazanie, że lepsze efekty produkcyjne i jakościowe dało stosowanie biostymulatorów pochodzenia naturalnego (Kelpak SL, Terra Sorb Complex, Fylloton) niż preparatów syntetycznych (Asahi SL, Tytanit). Trzeci ważny wniosek to udowodnienie korzystnego wpływ biostymulatorów na skład chemiczny i wartość nutraceutyczną nasion fasoli.

*Dyskusja wyników* przeprowadzona została sprawnie z wykorzystaniem właściwie dobranych pozycji piśmiennictwa. Autorka umiejętnie skonfrontowała wyniki badań własnych z rezultatami uzyskanymi przez innych badaczy. Przytacza pozycje ściśle związane z omawianym problemem, ale trochę zabrakło mi próby wyjaśnienia obserwowanych zjawisk, np. poprzez analizę warunków pogodowych czy właściwości biologicznych roślin. Doktorantka wykazała się natomiast dobrą umiejętnością uogólniania zjawisk, która ułatwia wyciąganie wniosków.

Reasumując, wyniki badań w ocenianej dysertacji przedstawione są bardzo czytelnie, a ich wiarygodność potwierdzona została poprzez kompleksową analizę statystyczną. Interpretacja uzyskanych wyników jest właściwa i dobrze poprowadzona, zaś dyskusja jest rzeczowa i wyczerpująca.

Zwieńczeniem rozprawy naukowej jest rozdział szósty – *Podsumowanie i wnioski*. Autorka na 8 stronach maszynopisu podsumowała wyniki swoich badań i sformułowała 8 wniosków. Nawiązują one do celu pracy, a zawarte w nich treści są na ogół poprawne, ale głównie o charakterze podsumowującym. Moim zdaniem, przy przygotowywaniu pracy do druku należałoby je trochę przeredagować. Wnioski w sposób syntetyczny odzwierciedlają uzyskane wyniki badań i wskazują na dojrzałość naukową Doktorantki oraz umiejętność analizy całościowej przeprowadzonych badań i uzyskanych rezultatów. Wartość aplikacyjną pracy podnosi ostatni wniosek wskazujący na korzystne działanie biostymulatorów w mniej



korzystnych warunkach pogodowych (łagodzenie stresu związanego z suszą i niskim temperaturami).

Dysertację zamyka rozdział *Literatura*. Stan wiedzy w zakresie podjętej tematyki badawczej oraz konfrontację wyników badań własnych z literaturą Autorka przeprowadziła w oparciu o 353 pozycje literatury oraz 9 odnośników do źródeł internetowych, zajmujących 31 stron maszynopisu. Bardzo szeroki wykaz piśmiennictwa wskazuje, że Doktorantka dobrze orientuje się w zakresie problematyki badawczej i umiejętnie potrafi wykorzystać je do interpretacji uzyskanych wyników badań własnych. Duży udział prac obcojęzycznych świadczy o wnikliwości w zakresie studiów, a także o lingwistycznych umiejętnościach Autorki.

Praca napisana jest komunikatywnie i rzeczowo. W tekście występują nieliczne błędy literowe lub przejęzyczenia, które zaznaczyłam odręcznie w tekście nadesłanego do recenzji egzemplarza pracy, które nie mają zasadniczego wpływu na ogólną wartość pracy. W trakcie studiowania rozprawy nasunęły mi się jednak drobne uwagi, o których wspominam poniżej:

- nie można mówić o wzroście jakiejś cechy na obiekcie kontrolnym, ponieważ nie działa tam czynnik, który badamy. Może być natomiast ujemna reakcja rośliny na dany czynnik w porównaniu do obiektu kontrolnego.

- porównywane średnie mogą być istotnie wyższe/niższe w odniesieniu do obiektu kontrolnego, a nie istotnie najwyższe/najniższe (s. 56, 119 i in.);

- w tab. 5 powinna być masa 1000 nasion, a nie liczba 1000 nasion;

- str. 67 cyt. „Analiza wariancji wykazała, że zarówno biostymulator, stężenie i liczba jego aplikacji oraz warunki pluwiotermiczne panujące w latach badań istotnie determinowały komponenty plonotwórcze fasoli zwykłej odmiany Orzeł.” Z tabeli 7. wynika, że warunki pogodowe nie wpływały na poziom plonowania fasoli, co zresztą zostało w dalszej części poprawnie opisane;

- str. 74 – błędne powołania na rysunki 11 i 12;

- dane liczbowe na wykresach i w tabelach powinny być ograniczone do 3 znaczących cyfr;

- str. 124 cyt. „Z kolei w 2016 i 2017 roku stwierdzono tendencję do zmniejszania się koncentracji żelaza w nasionach roślin, które wyrosły w obiekcie kontrolnym.” – wg rys. 48 chodzi o lata 2016 i 2018.

- str. 130 cyt: „Z kolei w ostatnim roku badań stosowanie biostymulatorów naturalnych (Ke, Te, Fy) i preparatu As istotnie zwiększyło o 18% badaną cechę w porównaniu do kontroli i aplikacji biostymulatora Ty.” – z rys. 51 wynika, że istotnych różnic nie wykazano.

Przedstawione uwagi i drobne nieścisłości nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej, którą oceniam jednoznacznie pozytywnie.

#### 4. Wniosek końcowy

Doktorantka mgr Natalia Iwanicka wykazała się dużą wiedzą w zakresie omawianej tematyki, dobrą znajomością metod badawczych oraz poprawną interpretacją wyników. Doświadczenie zostało prawidłowo zaplanowane i zrealizowane, a uzyskane wyniki pozwoliły na zweryfikowanie postawionych hipotez badawczych i osiągnięcie założonego celu pracy. Drobne uchybienia nie podważają merytorycznej wartości pracy i nie obniżają jej wysokiej wartości naukowej, a w wielu miejscach mają charakter redakcyjny. Rozprawa doktorska mgr Natalii Iwanickiej wnosi trwały ślad w wiedzę z zakresu dziedziny nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo i zasługuje na pozytywną ocenę.

**Reasumując stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr Natalii Iwanickiej pt. „Agronomiczne, jakościowe i ekonomiczne efekty stosowania wybranych biostymulatorów w uprawie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany Orzeł” została wykonana w oparciu o oryginalny materiał dowodowy i spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1668 z późn. zm.).** Składam więc wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr Natalii Iwanickiej do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Marisla Szczygiel