

Poznań, 29.07.2025 r.

Prof. UPP dr hab. Łukasz Sobiech

Nauki rolnicze, dyscyplina rolnictwo i ogrodnictwo

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Katedra Agronomii

ul. Dojazd 11

60-632 Poznań

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pana mgra inż. Wojciecha Biszczaka

**pt. „Biotyczne i abiotyczne elicytory indukujące mechanizmy obronne roślin jako
sposób biofortyfikacji żywności pochodzenia roślinnego”**

**“Biotic and abiotic elicitors inducing plant defence mechanisms as a method of
biofortification of plant-based foods”**

wykonanej na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie,
na Wydziale Agrobioinżynierii, w Katedrze Herbologii i Technik Uprawy Roślin

pod kierunkiem naukowym

dr. hab. Krzysztof Różyło, profesora uczelni, promotora

Niniejsza recenzja została napisana w odpowiedzi na pismo Pani dr hab. Sylwii Andruszczak, profesor uczelni, Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 02.07.2025 r.

Ocena wyboru problematyki badawczej

Tematyka badawcza podjęta przez Doktoranta wpisuje się w aktualne trendy badawcze oraz potrzeby rolnictwa. Wybrane do badań gatunki roślin są ważne zarówno pod względem gospodarczym, jak i naukowym. Przez cały okres wegetacji są one jednak narażone na różnego rodzaju stresy, zarówno biotyczne, jak i abiotyczne. Wybór odpowiednich elicytorów może pozwolić na wzrost ich plonowania oraz poprawę jakości zbieranych płodów rolnych.

Coraz większym wyzwaniem dla praktyki rolniczej jest konieczność dostosowania technologii uprawy roślin do zmieniających się realiów środowiskowych, prawnych oraz społecznych. Stresy abiotyczne, takie jak susza notowana zwłaszcza w miesiącach wiosennych, są zjawiskami coraz częściej obserwowanymi. Coraz większy nacisk kładzie się na zmniejszenie zużycia chemicznych środków ochrony roślin, a z rynku Unii Europejskiej wycofywane są kolejne substancje aktywne. Aspekty te motywują do poszukiwania nowych, bezpiecznych dla środowiska naturalnego rozwiązań, które zwiększą odporność roślin na stresy abiotyczne i biotyczne oraz pozwolą na uzyskanie odpowiednio wysokich plonów o odpowiedniej jakości. Rozwiązaniem może być wykorzystanie odpowiednich elicytorów.

Ważnym aspektem produkcji żywności nie jest tylko uzyskanie odpowiednio wysokich plonów, ale i jakość zbieranych płodów rolnych. Jest to szczególnie ważne teraz, w czasie dużej konkurencji globalnej w zakresie zbytu podstawowych produktów rolnych. Odpowiednia jakość oferowanego ziarna może okazać się decydująca. Należy zwrócić jednak uwagę również na aspekt nieekonomiczny podejmowanej tematyki. Poprawa wartości odżywczej i prozdrowotnej produktów roślinnych oznacza troskę o zdrowie konsumentów. Jest to jedna z kluczowych kwestii w dobie wzrostu występowania wielu chorób cywilizacyjnych.

Tematyka badań podejmowanych przed Doktoranta ma duże znaczenie zarówno dla nauki, jak i praktyki rolniczej. Przedstawione wyniki badań polowych nad skutecznością działania różnych elicytorów mogą być inspiracją dla rolników do podjęcia niestandardowych do tej pory w szerszej skali rozwiązań. Doświadczenia wykonano na ważnych gospodarczo gatunkach roślin, dlatego wielu producentów rolnych może być zainteresowanych wnioskami przedstawionymi w rozprawie. Dwuletnie badania pozwalają na przeanalizowanie efektywności określonych rozwiązań w określonych warunkach meteorologicznych. Liczne analizy laboratoryjne umożliwiają ponadto na pogłębienie wiedzy dotyczącej efektywności elicytorów w poprawie jakości wielu parametrów ziarna pszenicy jarej oraz kukurydzy.

Ocena formalna pracy

Praca doktorska Pana mgr inż. Wojciecha Biszczaka pt.: „Biotyczne i abiotyczne elicytory indukujące mechanizmy obronne roślin jako sposób biofortyfikacji żywności pochodzenia roślinnego” liczy sumarycznie 123 strony maszynopisu. Obejmuje on tekst, 35 tabel, 9 wykresów, 9 rysunków oraz spis piśmiennictwa. Tytuł rozprawy jest syntetyczny i zwraca uwagę na najbardziej poznawcze aspekty podejmowanych badań, choć według mnie warto byłoby w nim uwzględnić aspekt plonowania roślin będących przedmiotem badań. Układ pracy został logicznie zaplanowany i podzielony na 7 głównych rozdziałów: „Wstęp”, „Cel i hipoteza badań”, „Metodyka badań”, „Wyniki badań”, „Dyskusja”, „Wnioski” oraz „Literatura”. Rozdziały główne zostały podzielone na podrozdziały, co jest korzystne pod kątem czytelności rozprawy. Przed wstępem zamieszczono „Streszczenie” oraz „Summary” wzbogacone o słowa kluczowe. W rozdziale „Literatura” zawarto zestawienie bibliograficzne 234 pozycje literaturowe, powiązane z podejmowaną tematyką przedłożonej pracy. Wśród cytowanych pozycji około 90% stanowią materiały obcojęzyczne. Przedłożona do recenzji rozprawa została napisana w poprawny sposób, tekst pracy zawiera nieliczne błędy językowe i stylistyczne, które nie obniżają wartości merytorycznej dysertacji.

Ocena merytoryczna pracy

Streszczenia w języku polskim oraz angielskim zostały napisane w odpowiedni sposób, zawierały wszystkie niezbędne elementy – krótki wstęp, syntetyczny cel pracy i hipotezę, skróconą metodykę oraz opis najważniejszych wyników. Wymienienie słów kluczowych podkreśliło najważniejsze aspekty rozprawy.

W rozdziale „Wstęp” Doktorant zamieścił najważniejsze informacje na temat aspektów ochrony roślin, które są współcześnie podejmowane, typów odporności roślin, opisał kwestie dotyczące elicytacji i elicytorów z uzasadnieniem ich wyboru. Zamieścił również najbardziej istotne informacje na temat roślin będących przedmiotem badań, a także najważniejszych kwestii związanych z ich agrotechniką. We wstępie dysertacji wiele fragmentów tekstu dotyczy podziałów, między innymi typów odporności czy rodzajów elicytorów. Według mnie dobrym pomysłem było wzbogacenie tekstu w tych miejscach o opracowane przez Doktoranta rysunki. Ułatwiają one czytającemu lepsze zrozumienie opisanych podziałów. We wstępie powołano się na wiele pozycji literaturowych, co pokazuje dogłębne przeanalizowanie podjętej tematyki przez Pana magistra. Profesjonalne podejście do opisu najważniejszych zagadnień sprawiło, że po przeczytaniu wstępu czytelnik ma świadomość złożoności niektórych procesów, przy

jednoczesnym wskazaniu najważniejszych punktów dotyczących opisywanej tematyki. W mojej opinii w rozdziale tym można byłoby wprowadzić kilka zmian. Podrozdział 1.6. powinien być umieszczony po podrozdziale 1.3., aby zachować ciągłość tematyczną opisywanych fragmentów. Na wykresie 1. brakuje jednostki osi y. Według mnie oprócz danych dotyczących sprzedaży pestycydów, warto byłoby również pogłębić kwestie dotyczącą udziału elicytorów/biostymulatorów w rynku, czy są to dane łatwo dostępne, jak wyglądają kwestie formalne związane z ich wprowadzaniem do obrotu w Unii Europejskiej oraz urzędowe definicje związane z tego typu preparatami.

W rozdziale „Cel i hipoteza badań” sformułowano cele oraz hipotezę dotyczące zarówno badań polowych, jak i analiz biochemicznych. W mojej opinii cele są poprawne i odpowiednio odnoszą się do podejmowanych badań. Według mnie warto jednak przeredagować fragmenty „Ocena ta obejmowała wpływ elicytorów na parametry ilościowe i jakościowe plonowania pszenicy jarej i kukurydzy.” oraz „W czasie wegetacji badany był stopień porażenia patogenami oraz poziom ekspresji genów kodujących kluczowe enzymy biorące udział w mechanizmach odporności rośliny.”, ponieważ w obecnym brzmieniu bardziej przypominają metodykę. Zdanie „W założeniu powinno to skutkować ograniczeniem działalności patogenów i zwiększeniem wartości żywieniowej i funkcyjnej ziarna bez istotnego negatywnego wpływu na ilość plonu użytkowego.” w mojej opinii powinno zakończyć się słowami „wysokość plonu”, ponieważ oprócz ilości zbieranego ziarna w badaniach uwzględniono również masę słomy.

W rozdziale „Metodyka badań” szczegółowo opisano przebieg doświadczeń polowych i laboratoryjnych, a podział tego fragmentu na podrozdziały pozwolił na usystematyzowanie opisów licznych analiz. We wspomnianym rozdziale szczegółowo opisano przebieg doświadczenia polowego, uwzględniając warunki siedliskowe i meteorologiczne miejsca prowadzenia badań, charakterystyki wybranych odmian roślin oraz agrotechnikę. W dalszej części wymieniono wykorzystane elicytory oraz opisano sposób ich aplikacji, a także metodykę przygotowania proszku ze świerszczy. Opisano rodzaje parametrów plonowania pszenicy jarej i kukurydzy poddanych analizie oraz kwestie dotyczące ocen porażenia pszenicy jarej przez choroby. W pracy szczegółowo przedstawiono metodyki analiz wartości odżywczych i prozdrowotnych ziarna pszenicy i kukurydzy oraz sposób oceny ekspresji genowej enzymów antyoksydacyjnych. Analiza statystyczna uzyskanych wyników została wykonana przy użyciu programu AnalWar 5.3. autorstwa prof. F. Rudnickiego oraz Statistica 13.3 (StatSoft Polska). W celu określenia istotności wpływu badanych preparatów oraz roku prowadzenia doświadczeń, jak również ich wzajemnych interakcji, zastosowano analizę wariancji

(ANOVA). Różnice między średnimi oceniano przy użyciu testu Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. W omawianym rozdziale szczegółowo opisano podejmowane kolejno kroki, jednak według mnie warto byłoby wprowadzić do opisów kilka zmian. W Tabeli 3. w mojej opinii warto uwzględnić podział miesięcy na dekady – pozwoli to lepiej pokazać częstotliwość opadów w czasie trwania badań. Zasadne jest również wyliczenie współczynnika hydrotermicznego Sielanianowa, co umożliwi dokładniejszą klasyfikację okresów mniej korzystnych dla rozwoju roślin, zwłaszcza że do aspektu tego nawiązywano w dyskusji. W podrozdziale 3.5. dla preparatów zakupionych komercyjnie warto podać nazwę producenta. Istotne według mnie jest również podanie oprócz faz rozwojowych roślin uprawnych, dokładnych terminów wykonywania zabiegów, co umożliwi analizę otrzymanych wyników pod kątem warunków meteorologicznych panujących w trakcie wykonywania zabiegu. W mojej opinii podrozdział 3.6. powinien być umieszczony przed fragmentem opisującym aplikację elicytorów.

W rozdziale „Wyniki badań” zawarto wyniki wszystkich przeprowadzonych badań. Ilość przedstawionych danych oraz sposób ich opisu świadczą o wysokim poziomie, prowadzonych doświadczeń oraz dużych nakładach czasu i pracy włożonych w badania będące przedmiotem dysertacji. Przedstawione w tabelach oraz za pomocą wykresów dane zostały skrupulatnie opisane w tekście, a wykorzystanie skrótów elicytorów pozwoliło na syntetyczne uwzględnienie wielu wyników. Według mnie jedynie nieliczne fragmenty tego rozdziału mogłyby zostać zmienione. W podrozdziale 4.1.5. zbyt często w tekście nawiązywano do numeru Tabeli 21. Dotyczy to miejsc, gdzie kilka zdań napisanych po sobie opiera się o przedstawione w niej dane. Pod wykresami zamieszczonymi w podrozdziale 4.1.6. warto dodać zdanie zawarte na początku opisu „Wartość 1 dla kontroli oznacza, że poziom ekspresji genów w próbkach kontrolnych został uznany za punkt odniesienia.”, ponieważ ułatwi to czytelnikowi zrozumienie danych przedstawionych na poszczególnych wykresach, bez konieczności czytania całego podrozdziału.

Rozdział Dyskusja został podzielony na dwa podrozdziały, w których odnoszono się oddzielnie do badań prowadzonych na pszenicy jarej oraz kukurydzy. Ilość pozycji literaturowych, na które powołał się Pan Magister świadczy o sumienności w opracowaniu rozprawy oraz chęci dogłębnego wytłumaczenia zaobserwowanych efektów stosowania elicytorów. W mojej opinii przedstawione źródła literaturowe zostały właściwie dobrane, a dyskusja umiejętnie napisana. Doktorant nie tylko porównywał otrzymane wyniki do danych zebranych przez innych naukowców, ale i przeanalizował możliwe przyczyny otrzymania określonych efektów badań. Często nawiązywał do skomplikowanych przemian zachodzących

w roślinach. Według mnie lepiej byłoby, aby rozdział ten nie został podzielony na podrozdziały. Zakładam jednak, że otrzymane wyniki zostaną opublikowane w czasopismach naukowych, a taki ich sposób ułatwi Autorowi podział dysertacji na mniejsze części.

Rozdział „Wnioski” zawiera czytelne podsumowanie zebranych wyników badań. Doktorant sformułował 10 wniosków, które w syntetyczny sposób odnoszą się do zebranych wyników badań. Ilość wykonanych analiz sprawiła, że zawarcie najbardziej istotnych kwestii w kilku punktach, mogło nie być dla Autora łatwym zadaniem. Za najbardziej istotne uważam wnioski 2, 3, 8, 10. W mojej opinii w rozdziale tym warto byłoby wprowadzić jedynie niewielką poprawkę. Zdanie „Natomiast podchloryn sodu (SH), pomimo wykazanej skuteczności ochronnej wobec wybranych patogenów, istotnie obniżał plon ziarna.” w mojej opinii powinno zostać przeredagowane lub opracowane jako oddzielny wniosek, ponieważ inne aspekty tego punktu nie dotyczą poziomu plonowania.

W rozdziale „Literatura” Doktorant zawarł spis 234 pozycji literaturowych. Świadczy to o dobrym przygotowaniu naukowym oraz wnikliwym zapoznaniu się Pana magistra z podejmowaną tematyką badań. Poszczególne źródła zostały zacytowane poprawnie. W spisie pojawiły się jedynie drobne błędy. Zapis tytułów czasopism wymaga ujednolicenia, ponieważ w niektórych przypadkach zapisywano całe tytuły, innym razem ich skróty. Numery stron były poprzedzone przecinkiem lub dwukropkiem, co również wymaga zunifikowania.

Wskazane w recenzji uwagi nie świadczą o obniżeniu jakości pracy, a zawierają wskazówki do przygotowania przedłożonej rozprawy do druku w czasopismach naukowych.

Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z przedłożoną do recenzji rozprawą stwierdzam, że Pan mgr inż. Wojciech Biszczak bardzo dobrze opanował umiejętność planowania i przeprowadzania doświadczeń, opisu i analizy wyników, a także porównywania rezultatów swoich badań z danymi dostępnymi w literaturze oraz tłumaczenia możliwych przyczyn zaobserwowanych efektów działania preparatów. Tematyka pracy jest zgodna z obecnymi trendami badawczymi, które skupiają się na ograniczaniu zużycia środków ochrony roślin, przy jednoczesnej potrzebie uzyskiwania odpowiednio wysokich plonów cechujących się wysoką jakością. Rozprawa jest wartościowa nie tylko ze względu na wkład w rozwój nauki, ale i jej duży aspekt praktyczny. Uzyskane wyniki mogą pozwolić na opracowanie wytycznych dla producentów rolnych.

Uważam, że przedstawiona praca spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim według Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym u nauce (t.j. Dz. U.

z 2024 r. poz. 1571). Zwracam się zatem do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z wnioskiem o dopuszczenie Pana mgra inż. Wojciecha Biszczaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę dużą wartość poznawczą i praktyczną przedłożonej do recenzji rozprawy, szeroki zakres przedstawionych badań i ich czasochłonność, wnioskuję o wyróżnienie Pana mgra inż. Wojciecha Biszczaka stosowną nagrodą.

A handwritten signature in blue ink, reading 'Sobiech'.

prof. UPP dr hab. Łukasz Sobiech