

dr hab. Piotr Kraska prof. Uczelni  
Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin  
Zakład Ekologii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lubnie

Lublin, 28.01.2021 r.

## RECENZJA

### **rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Angeliki Sobczak pt.: „Ocena wpływu adiuwantów wielofunkcyjnych na skuteczność działania herbicydów stosowanych w uprawie kukurydzy i buraka cukrowego”**

Podstawą formalną wykonania recenzji jest uchwała Rady Wydziału Rolnictwa i Bioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 26 kwietnia 2019 r. oraz pismo RND RiO- 29/4000/20 z dnia 7 grudnia 2020 r.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska została wykonana w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, pod kierunkiem naukowym Prof. UPP dr hab. Roberta Idziaka.

#### **Uwagi ogólne**

Podstawę rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Angeliki Sobczak stanowią wyniki badań polowych, szklarniowych i laboratoryjnych przeprowadzonych w latach 2017-2019. Badania zrealizowano w ramach projektu NCBiR pt. „*Opracowanie efektywnych i bezpiecznych dla środowiska adiuwantów o wielokierunkowym mechanizmie działania jako istotnego elementu optymalizacji chemicznej ochrony roślin*”, dofinansowanego z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, nr wniosku POIR.01.01.01-00-1881/15. Doświadczenia szklarniowe i laboratoryjne przeprowadzono w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Z kolei doświadczenia polowe przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Gorzyń z filiami w Brodach i Złotnikach.

Tematyka podjętych badań jest bardzo ważna i aktualna zarówno z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia. Skuteczność działania herbicydów w łanie roślin uprawnych zależy od doboru i dawki substancji aktywnej, terminu i sposobu stosowania oraz techniki aplikacji. Ważnym aspektem związanym ze stosowaniem herbicydów jest ograniczenie ich negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze. Wykorzystanie adiuwantów

wielofunkcyjnych może zwiększyć skuteczność działania środków ochrony roślin stosowanych w zmniejszonych dawkach, co z punktu widzenia ochrony środowiska przyrodniczego agrocenoz jest bezcenne.

Dobór właściwego adiuwanta do odpowiedniego herbicydu w celu uzyskania wysokiej skuteczności zabiegu, przy zredukowanych kosztach i zmniejszeniu niekorzystnego oddziaływania środków ochrony roślin na środowisko jest bardzo aktualny i w konsekwencji może decydować o ilości i jakości plonu, a także opłacalności produkcji. Stosowanie adiuwantów stwarza możliwość redukcji dawki herbicydu z zachowaniem jego wysokiej skuteczności działania.

Badania zawarte w pracy dostarczają informacji odnoszących się do wpływu ocenianych adiuwantów eksperymentalnych na działanie wybranych substancji aktywnych herbicydów w zależności od odczynu wody użytej do przygotowania cieczy opryskowej. Jednocześnie badania uzupełniono o pomiary właściwości fizykochemicznych cieczy opryskowych zawierających adiuwanty i herbicydy (kąąt przylegania kropeł do powierzchni, napięcie powierzchniowe kropeł, przewodność elektrolityczna, pH). Niezwykle cennych informacji dostarczają wyniki badań dotyczące toksyczności eksperymentalnych adiuwantów w odniesieniu do organizmów wodnych, pszczół, a także stopnia ich biodegradacji.

W pracy udowodniono, że stosowanie eksperymentalnych adiuwantów zwiększa skuteczność chwastobójczą stosowanych herbicydów w zredukowanych dawkach i są one bezpieczne dla środowiska przyrodniczego.

### **Ocena poprawności struktury rozprawy**

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Angeliki Sobczak jest poprawnie skonstruowana i posiada wszystkie wymagane i niezbędne elementy pracy naukowej. W ocenianej pracy doktorskiej wykorzystano wyniki eksperymentu polowego, szklarniowego i laboratoryjnego. Praca obejmuje 126 strony maszynopisu i została podzielona na następujące rozdziały: *wstęp, metodyka badań, warunki prowadzenia doświadczeń, wyniki badań, dyskusja, stwierdzenia i wnioski, streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz literatury*. Rozdziały „Metodyka badań”, „Warunki prowadzenia doświadczeń”, „Wyniki badań” są podzielone na podrozdziały pierwszego, a niektóre także drugiego rzędu. To sprawia, że praca jest przejrzysta i uporządkowana. Przyjęta kolejność rozdziałów jest właściwa dla tego typu opracowań i nie budzi większych zastrzeżeń. Uważam jednak, że pierwszy rozdział ze względu na treści w nim prezentowane powinien zostać zatytułowany „Wstęp i przegląd piśmiennictwa”. Ponadto dla większej przejrzystości opracowania w mojej

ocenie hipoteza badawcza i cel badań mógł zostać wydzielony ze wstępu i przedstawiony jako oddzielny rozdział. W pracy zawarto 244 pozycje literatury w tym 139 obcojęzyczne, co stanowi 57%, 43 tabele, 6 rycin, 1 fotografię.

Warto podkreślić, że pod względem stylistycznym praca napisana jest bardzo starannie, poprawnym językiem naukowym i nie budzi też zastrzeżeń pod względem edytorskim. Reasumując stwierdzam, że przyjęty układ pracy jest właściwy, a opracowanie spełnia formalne wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

### **Ocena formalna i merytoryczna rozprawy**

W rozdziale pierwszym (**Wstęp**) Autorka przedstawiła wprowadzenie w zagadnienia będące przedmiotem opracowania oraz uzasadnienie podjęcia tematu. Wskazuje na duże znaczenie gospodarcze gatunków, które wybrała do badań (kukurydza i burak cukrowy) oraz krótko naświetla przesłanki, które skłoniły ją do podjęcia badań. W tym rozdziale Doktorantka przedstawiła charakterystykę adiuwantów i możliwości ich stosowania w ochronie roślin uprawnych. Autorka zwróciła uwagę na korzyści wynikające ze stosowania adiuwantów wielofunkcyjnych, których nowo opracowane formułacje były przedmiotem przedstawionej do oceny pracy. Pierwszy rozdział liczy 12 stron. Jest to dobrze udokumentowany cytowaną literaturą przegląd stanu wiedzy, który wskazuje na bardzo dobre rozpoznanie tematu i dużą wiedzę Doktorantki w zakresie prowadzonych badań.

Na końcu rozdziału Doktorantka w sposób przejrzysty określiła hipotezę badawczą oraz cel podjętych badań. W badaniach laboratoryjnych Doktorantka oceniała wpływ nowo opracowanych formułacji adiuwantów wielofunkcyjnych na właściwości fizykochemiczne cieczy opryskowej zawierającej nikosulfuron oraz mieszaninę nikosulfuronu z rimsulfuronem i dikambą oraz fenmedifam z etofumesatem i metomitron. Dodatkowo w badaniach szklarniowych oceniano wpływ adiuwantów na ich działanie w warunkach zróżnicowanego odczynu wody wykorzystanej do przygotowania cieczy opryskowej zawierającej herbicydy Nisshin 040SC oraz Hector Max 66,5 WG. Z kolei w badaniach polowych oceniano wpływ nowo opracowanych formułacji adiuwantów na skuteczność chwastobójczą i fitotoksyczność w odniesieniu do roślin uprawnych herbicydów zawierających fenmedifam, etofumesat i metomitron oraz nikosulfuron i jego mieszaninę z rimsulfuronem i dikambą. Oceniano również wpływ adiuwantów i herbicydów na plon i polaryzację korzeni buraka cukrowego oraz plon ziarna kukurydzy i wybrane parametry jakości ziarna.

Rozdział **Metody badań** składa się z pięciu podrozdziałów dotyczących opisu doświadczenia szklarniowego, badań laboratoryjnych oraz doświadczeń polowych

z kukurydzą i burakiem cukrowym. Doktorantka bardzo szczegółowo przedstawiła charakterystykę substancji aktywnych herbicydów wykorzystanych w doświadczeniach oraz wykaz i charakterystykę adiuwantów eksperymentalnych i standardowych. W podrozdziale dotyczącym doświadczeń szklarniowych Doktorantka przedstawiła metodykę oceny wpływu adiuwantów eksperymentalnych i porównawczych na działanie nikosulfuronu oraz mieszaniny nikosulfuronu z rimsulfuronem i dikambą w zależności od odczynu wody użytej do przygotowania cieczy użytkowej (pH 4, pH 7, pH 9). Rośliną testową w tych badaniach była chwastnica jednostronna. W tym podrozdziale wystąpiła pewna nieścisłość, a mianowicie na str. 22 Autorka podaje, że jednym z adiuwantów eksperymentalnych zastosowanych w tych badaniach jest AGR-07a. Jednak schemat badań przedstawiony w tabelach 2 i 3 oraz dane zawarte w wynikach badań wskazują, że w tej ocenie ten adiuwant nie był brany pod uwagę. W kolejnym podrozdziale Doktorantka bardzo precyzyjnie przedstawiła metodykę badań laboratoryjnych, która obejmowała pomiary właściwości fizykochemicznych cieczy opryskowych (kąąt przylegania kropeł do powierzchni, napięcie powierzchniowe kropeł, przewodność elektrolityczna, pH) zawierających adiuwanty i herbicydy. W podrozdziale dotyczącym badań polowych Pani mgr inż. Angelika Sobczak przedstawiła opis doświadczeń polowych dotyczących kukurydzy i buraka cukrowego. Autorka przedstawiła szczegółowe schematy i układ doświadczeń polowych przeprowadzonych w ZDD Brody i ZDD Złotniki. W dwóch doświadczeniach polowych z kukurydzą przeprowadzonych w ZDD Brody Doktorantka oceniała wpływ adiuwantów eksperymentalnych na skuteczność chwastobójczą nikosulfuronu i mieszaniny nikosulfuronu z rimsulfuronem i dikambą zastosowanych w dawkach pełnych i zredukowanych bez adiuwantów i z dodatkiem adiuwantów. W doświadczeniu wykorzystano kukurydzę odmiany PR39H32. W tej lokalizacji w roku 2017 wykorzystano adiuwanty eksperymentalne AGR-02 i AGR-06a, z kolei w latach 2018-2019 adiuwanty AGR-02a, AGR-02b i AGR-06a. Dodatkowo w celach porównawczych wykorzystano adiuwanty Atpolan Bio 80 EC i Trend 90EC. Dokonano oceny fitotoksyczności i skuteczności działania zastosowanych kombinacji doświadczalnych wizualnie (po 2 i 4 tygodniach po zabiegu) oraz przeprowadzono ocenę wagową 5-6 tygodni po zabiegu, polegającą na ustaleniu składu gatunkowego zbiorowiska chwastów oraz świeżej masy chwastów. Skuteczność chwastobójczą przedstawiono jako procentową redukcję świeżej masy poszczególnych gatunków chwastów na poletkach doświadczalnych w porównaniu do obiektu kontrolnego. W odniesieniu do kukurydzy ustalono plon ziarna przy 15% wilgotności oraz podano masę hektolitra i masę 1000 ziaren.

W doświadczeniu polowym z burakiem cukrowym przeprowadzonym w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Złotniki oceniano wpływ adiuwantów na mieszaninę herbicydów Powertwin 400 SC (fenmedifam+etofumesat) oraz Goltix 700 SC (metamitron) stosowanych w pełnej zalecanej dawce oraz zredukowanej bez adiuwantów i z dodatkiem adiuwantów. Wysiewano buraki odmiany Gellert (lata 2017 i 2019) oraz Piast (2018 r.). W pierwszym roku badań wykorzystano adiuwanty eksperymentalne AGR-02 i AGR-07, natomiast w latach 2018-2019 adiuwanty AGR-02a, AGR-02b i AGR-07a. W celach porównawczych zastosowano adiuwanty Atpolan Bio 80 EC i Slippa. Oceny wizualne fitotoksyczności i skuteczności chwastobójczej wykonano 7, 14 i 28 dni po ostatnim zabiegu oraz po zakryciu międzyrzędzi. Ostateczną ocenę skuteczności chwastobójczej, metodą wagową, wykonano w terminie 6-8 tygodni po ostatnim zabiegu. Określono także plon korzeni buraka cukrowego, obsadę roślin i oznaczono polaryzację.

W dalszej części pracy Autorka omówiła metodykę prowadzenia badań dotyczących toksyczności adiuwantów w odniesieniu do organizmów wodnych, pszczół i stopnia ich biodegradacji. W ostatnim podrozdziale Doktorantka przedstawiła metody wykorzystane do weryfikacji statystycznej uzyskanych wyników badań.

Rozdział Metodyka badań został przygotowany bardzo starannie i przejrzysto. Bardzo dobrze wprowadza czytelnika w zakres i metodologię podjętych badań. Metody badawcze zostały zastosowane poprawnie, adekwatnie do postawionych zadań, pozwalając na realizację postawionych celów i świadczą o umiejętnym planowaniu przez Doktorantkę warsztatu naukowego.

Rozdział **Warunki prowadzenia doświadczeń** składa się z czterech podrozdziałów w których Doktorantka szczegółowo opisuje warunki pogodowe, jakie panowały w trakcie realizacji doświadczeń w ZDD Brody i ZDD Złotniki. Ocenę warunków pogodowych przedstawiono w oparciu o średnie temperatury powietrza i sumy opadów w ujęciu dekadowym i miesięcznym w odniesieniu do warunków z wielolecia. Warunki meteorologiczne uzupełniono o dane odnoszące się do okresu przed, w trakcie i po zabiegach herbicydami. W celu dokładnej charakterystyki warunków pogodowych wyliczono współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa. W podrozdziale dotyczącym warunków glebowych przedstawiono charakterystykę gleb na których założono doświadczenia polowe. Z kolei w podrozdziale opisującym agrotechnikę kukurydzy i buraka cukrowego podano wykaz zabiegów agrotechnicznych, przedplony oraz poziom nawożenia mineralnego.

W tym rozdziale Doktorantka nie ustrzegła się kilku drobnych błędów, które jednak nie wpływają w żaden sposób na wartość merytoryczną tego rozdziału. W tabelach 11 (str. 36) i 13 (str. 39) odnoszących się do opadów błędnie określono sumę opadów jako średnią. Ponadto opis warunków pogodowych w trakcie wegetacji buraka cukrowego dla miesiąca lipiec (str. 37-38) nie w pełni odpowiada danym zawartym w tabeli 12 i 13 (str. 39). W tabeli 14 suma opadów w okresie 2 tygodni przed zabiegami herbicydami w kukurydzy w roku 2019 wyniosła 50,7mm, a nie 40,7mm jak podano w opisie. Pewne nieścisłości w opisie dotyczą również przebiegu temperatury 2 tygodnie po drugim zabiegu herbicydem w buraku cukrowym (str. 45) w roku 2017 (Tabela 15; str. 46) i 2019 (Tabela 17; str. 47).

Podjęcie przez Doktorantkę próby tak szczegółowej charakterystyki warunków pogodowych zasługuje na duże uznanie i uwiarygadnia uzyskane w pracy wyniki badań. Tym bardziej, że działanie herbicydów oprócz wielu czynników związanych z przygotowaniem i aplikacją cieczy opryskowej zależy również od warunków opadowo-termicznych panujących przed jak i po wykonaniu zabiegu w łanie roślin uprawnych.

Rozdział **Wyniki badań** Autorka podzieliła na podrozdziały pierwszego rzędu omawiające wyniki badań szklarniowych, laboratoryjnych i polowych. Każdy z podrozdziałów podzielony jest na podrozdziały drugiego rzędu. Wyniki przedstawiono w sposób jasny, przejrzysty, co ułatwia interpretację uzyskanych rezultatów badań. Całość tego rozdziału obejmuje 33 strony. Doktorantka umiejętnie akcentuje najważniejsze zagadnienia i zależności. W pierwszym podrozdziale mgr inż. Angelika Sobczak omówiła wyniki badań szklarniowych dotyczących wpływu adiuwantów na skuteczność działania nikosulfuronu oraz mieszaniny nikosulfuronu z rimsulfuronem i dikambą w zależności od odczynu cieczy opryskowej oraz ich wpływ na kąt przylegania i napięcie powierzchniowe kropeł. Autorka wykazała korzystny wpływ adiuwantów eksperymentalnych na działanie chwastobójcze nikosulfuronu oraz mieszaniny nikosulfuronu z rimsulfuronem i dikambą. Jednocześnie wskutek zastosowania adiuwantów eksperymentalnych stwierdzono wyraźne zmniejszenie kąta przylegania i napięcia powierzchniowego kropeł cieczy opryskowej w porównaniu do kombinacji zawierającej wymienione wcześniej substancje aktywne herbicydów w dawce pełnej i zredukowanej bez dodatku adiuwantów. Na ogół wraz ze wzrostem pH cieczy opryskowej zarówno kąt przylegania kropeł jak i napięcie powierzchniowe ulegały zmniejszeniu.

W podrozdziale dotyczącym wyników badań laboratoryjnych Doktorantka przedstawiła wyniki dotyczące wpływu dodatku adiuwantów na właściwości fizykochemiczne cieczy opryskowej obejmujące odczyn, przewodność elektrolityczną,

napięcie powierzchniowe oraz kąt przylegania kropli. Oceniane ciecze opryskowe zawierały nikosulfuron, nikosulfuron z rimsulfuronem i dikambą, fenmedifam z etofumesatem i metamitronem. Doktorantka wykazała, że adiuwanty eksperymentalne AGR-02a, AGR-02b, AGR-06a oraz AGR-07a wpływały na wzrost pH cieczy opryskowej zawierającej wymienione wcześniej kombinacje substancji aktywnych. Jednocześnie badane adiuwanty obniżały napięcie powierzchniowe i kąt przylegania kropel cieczy opryskowej zawierającej herbicydy do poziomu porównywalnego z wielokomponentowym adiuwantem standardowym i jedno komponentowym na bazie surfaktanta.

W podrozdziale wyniki badań polowych Autorka dokonała wizualnej oceny wpływu adiuwantów na skuteczność chwastobójczą nikosulfuronu, nikosulfuron z rimsulfuronem i dikambą, fenmedifamu z etofumesatem i metamitronem oraz ocenę skuteczności chwastobójczej wymienionych substancji aktywnych herbicydów w oparciu o redukcję świeżej masy chwastów. Wykazała, że eksperymentalne adiuwanty wielokomponentowe aplikowane ze stosowanym w obniżonej dawce nikosulfuronem oraz mieszaninami nikosulfuron+rimsulfuron+dikamba, a także fenmedifam+etofumesat z metamitronem umożliwiły uzyskanie wyższej lub porównywalnej skuteczności chwastobójczej niż standardowe adiuwanty jednoskładnikowe czy też wielokomponentowe.

W tym rozdziale Doktorantka nie ustrzegła się kilku drobnych nieścisłości, które z racji pełnionej funkcji jestem zobowiązany wykazać. W tabelach 40 (str. 79) i 41 (str. 81) Doktorantka w pierwszej kolumnie zatytułowanej „Kombinacje” uwzględniła „kontrolę w  $\text{sz/m}^2$ ”, a tabela odnosi się do plonu ziarna kukurydzy, MTZ i masy hektolitra. Podobną sytuację można spotkać w tabeli 42 (str. 82), która odnosi się między innymi do plonu korzeni buraka i polaryzacji. W opisie do tabeli 40 (str. 79) dotyczącym masy hektolitra użyto oznaczenia  $\text{kg/ha}$ , a powinno być  $\text{kg/hl}$ . Pewna nieścisłość wystąpiła także w odniesieniu do opisu masy hektolitra dla roku 2018. Z danych zawartych w tabeli 40 wynika, że masa hektolitra ziarna kukurydzy z obiektów gdzie zastosowano nikosulfuron z adiuwantami w roku 2018 leżała w przedziale od 72,3 do 75,0  $\text{kg/hl}$ , a nie jak podano 72,6-75,0  $\text{kg/hl}$ .

W odniesieniu do analizy wyników dotyczących parametrów plonu ziarna kukurydzy zawartych w tabelach 40 (str. 79) i 41 (str. 81) nasuwa się pytanie: z czego może wynikać mniejsza masa 1000 ziaren kukurydzy w roku 2017 określona w obiektach gdzie zastosowano połowę dawki nikosulfuronu oraz nikosulfuronu z rimsulfuronem i dikambą (różnice nieistotne statystycznie) w porównaniu do uzyskanej dla ziarna w obiektach kontrolnych?

W opisie wyników badań dotyczących wpływu adiuwantów stosowanych z mieszaniną fenmedifamu z etofumesatem i metamitronem na plon korzeni buraka cukrowego (str. 81) Doktorantka błędnie wskazała na wykorzystanie adiuwanta Trend 90 EC. Z metodyki badań oraz z tabeli 42 (str. 82) wynika, że wraz z tymi herbicydami zastosowano adiuwant Slippa. Dodatkowo w opisie wyników do tabeli 42 brakuje odniesienia do polaryzacji korzeni buraka. Mogło to jednak wynikać z faktu, że różnice między obiektami w odniesieniu do tej cechy były poza jednym przypadkiem nieistotne statystycznie. W rozdziale „Wyniki badań” zwraca uwagę brak konsekwencji w kolejności numerowania tabel. Jednak trzeba podkreślić, że w każdym przypadku opis wyników precyzyjnie odnosi się do cytowanej tabeli.

Wyniki badań w ocenianej pracy doktorskiej przedstawione są bardzo czytelnie, a ich wiarygodność potwierdzona została poprzez analizę statystyczną. Interpretacja uzyskanych wyników jest bardzo wnikliwa i właściwie przeprowadzona. Pomimo kilku nieścisłości rozdział „Wyniki badań” oceniam bardzo wysoko. Należy podkreślić, że zebranie i zestawienie tak bogatego i różnorodnego materiału empirycznego wymagało ogromnego nakładu pracy, a także systematyczności i dokładności w prowadzonych obserwacjach. Świadczy to jednoznacznie pozytywnie o wysokim poziomie naukowym jaki prezentuje Autorka opracowania.

W rozdziale „Dyskusja” na 20 stronach maszynopisu Doktorantka omówiła wyniki badań własnych i skonfrontowała je z wynikami innych Autorów. W mojej ocenie w kilku fragmentach zawartych w dyskusji Autorka zbyt obszernie odnosiła się do danych zawartych w literaturze. Część z tych informacji można było bez uszczerbku dla jakości dyskusji uwzględnić we wstępie. W dyskusji wyników na ogół przyjmuje się, że w pierwszej kolejności omawiane są wyniki badań własnych, a następnie konfrontuje się je z wynikami innych Autorów. W kilku sytuacjach Pani mgr inż. Angelika Sobczak odstąpiła od tej zasady.

W tej części pracy Doktorantka nie ustrzegła się drobnych nieścisłości. Odnosząc się do wyników badań dotyczących plonu ziarna kukurydzy na stronie 101 Autorka wyliczała procentowy ubytek plonu wskutek zachwaszczenia obiektów kontrolnych w porównaniu do kombinacji gdzie zastosowano nikosulfuron oraz nikosulfuron z rimsulfuronem i dikambą. Jednak wartości podane w dyskusji odbiegają od danych zawartych w tabelach 40 i 41, które wskazują, że plon ziarna kukurydzy z kombinacji kontrolnej w wielu przypadkach był wielokrotnie mniejszy niż w obiektach gdzie stosowano herbicydy. Z podobną sytuacją mamy do czynienia na stronie 103 w opisie dotyczącym plonu korzeni buraka cukrowego gdzie Doktorantka wskazuje na 85-98% wzrost plonu korzeni w obiektach gdzie zwalczano chwasty

niezależnie od kombinacji w porównaniu z obiektem kontrolnym. Jednak z tabeli 42 wynika, że plon korzeni buraka uzyskany w obiektach gdzie stosowano herbicydy był wielokrotnie większy niż określony na poletkach kontrolnych.

Rozdział „Dyskusja” jest dość obszerny, ale w pełnym zakresie spełnia kryteria stawiane prawdziwej dyskusji wyników badań. Autorka przytacza bardzo wiele pozycji literatury, ściśle związanych z omawianym problemem badawczym, podejmując próby wyjaśniania obserwowanych zjawisk.

W rozdziale „**Stwierdzenia i Wnioski**” w sposób syntetyczny Doktorantka podsumowała przeprowadzone badania. Przedstawione w 12 punktach stwierdzenia i wnioski nawiązują do celu pracy i w pełni odzwierciedlają uzyskane wyniki badań. W tym rozdziale Doktorantka wykazała się wybitną umiejętnością analizy całościowej przeprowadzonych badań i uzyskanych rezultatów.

Całość opracowania Autorka zakończyła poprawnie zredagowanym streszczeniem.

W rozdziale „**Wykaz literatury**” Autorka uwzględniła 244 pozycje literatury z ostatnich kilkunastu lat, dobrze dobrane do tematyki pracy i postawionego celu badań. Rozbudowaną literaturę uzasadnia szeroki zakres podjętych badań. W tym rozdziale odnotowano drobne nieścisłości inwentaryzacyjne dotyczące cytowania prac następujących autorów:

1. Pozycja nr 19 w wykazie literatury Carvalho i in. (2018) – brak odniesienia w tekście pracy; pozycja nr 23 Chojnacka-Ożga i Lorenc (2019) – brak odniesienia w tekście pracy. Praca Woźnica (2012) cytowana w tekście [str. 15; 20; 21] nie została uwzględniona w wykazie literatury lub wymaga precyzyjnego podania o którą pozycję chodzi a; b lub c. Na stronie 96 Autorka cytuje pracę Carvalho (2018) której nie ma w spisie literatury [prawdopodobnie błędnie cytowana jest pozycja nr 19 z wykazu literatury]. Na stronie 84 Autorka cytuje pozycję literatury Chojnacka-Ożga (2019) której nie zamieszczono w wykazie literatury [prawdopodobnie Autorka miała na uwadze pozycję nr 23 z wykazu literatury]. Na stronie 96 Autorka cytuje pracę Curran i in. (2009) której nie ma w spisie. Prawdopodobnie chodzi o pozycję nr 29 z wykazu literatury Curran i Lingenfelter (2009), którą Doktorantka cytuje dwukrotnie na stronie 12. Na stronie 97 cytowana pozycja Idziak i in. (2013b) nie została umieszczona w wykazie literatury [prawdopodobnie cytowanie dotyczy pozycji nr 87 – Idziak i Woźnica (2013b)]. Podobnie na stronie 21 cytowana pozycja ZOR (2016) nie została uwzględniona w wykazie literatury.

2. Pozycja nr 24 w wykazie literatury jest niekompletna: Chuah T.S., Kaben A.M., Thye-San C. 2009. Proper adjuvant selection to enhance the activity of triclopyr combined with metsulfuronu on the control of *Hedyotis verticillate*. *Weed Biol* – brakuje informacji dotyczących szczegółowych danych odnośnie zamieszczonej publikacji - *Weed Biology and Management* 9(2):179 – 184 DOI: 10.1111/j.1445-6664.2009.00337.x; pozycja nr 37 wykazu literatury - nazwa wydawnictwa powinna być napisana dużą literą;
3. Na stronie 87 Doktorantka cytuje pracę Kaniuczak i Pruszyński (2007) której nie ma w wykazie literatury [jeśli chodzi o pozycję lit. nr 105, powinno być Kaniuczak i in. (2007), analogicznie jak dla pozycji lit. nr 106 Kaniuczak i in. (2015) – cytowanej na str. 85].

**Podsumowując, za najważniejsze osiągnięcia w przedłożonej pracy doktorskiej mgr inż. Angeliki Sobczak uznaję udowodnienie, że wielokomponentowe adiuwanty eksperymentalne okazały się bardziej efektywnymi wspomagaczami do herbicydu nikosulfuron oraz mieszanin nikosulfuron + rimsulfuron + dikamba, a także fenmedifam + etofumesat z metamitonem, niż standardowe adiuwanty jednoskładnikowe i porównywalnie bądź bardziej efektywne od standardowego adiuwanta wielokomponentowego.**

Doktorantka wykazała, że właściwie dobrane eksperymentalne adiuwanty wielokomponentowe umożliwiały uzyskanie wysokiej skuteczności chwastobójczej badanych herbicydów w odniesieniu do występujących gatunków chwastów, niezależnie od zróżnicowanych warunków pogodowych panujących w trakcie ich stosowania jak i po zabiegach. Ponadto wykazała, że stosowane adiuwanty wzmacniały działanie herbicydów w stosunku do chwastów, a herbicydy z nimi stosowane były w pełni bezpieczne dla roślin kukurydzy i buraka cukrowego. Ważnym rezultatem badań mgr inż. Angeliki Sobczak są analizy dotyczące toksyczności adiuwantów w odniesieniu do organizmów wodnych, pszczoł i stopnia ich biodegradacji. Doktorantka udowodniła, że adiuwanty eksperymentalne AGR-02b i AGR-06a nie są klasyfikowane jako niebezpieczne dla środowiska. Stwierdziła także, że oceniane adiuwanty eksperymentalne AGR-02a, AGR-02b i AGR-06a oraz AGR-07a obniżały napięcie powierzchniowe i kąt przylegania kropeł cieczy opryskowej zawierającej herbicydy do poziomu porównywalnego z adiuwantami dostępnymi na rynku.

## **Wniosek końcowy**

Recenzowana rozprawa jest oryginalną pracą naukową. Zawarte w pracy wyniki badań są bardzo cenne zarówno z poznawczego jak i praktycznego punktu widzenia szeroko pojętej dziedziny nauk rolniczych. Wybór problemu badawczego, zastosowane metody badawcze dobrane w sposób właściwy w odniesieniu do celu oraz zakresu badań, interpretacja uzyskanych wyników, jak również sformułowane wnioski świadczą o dużej dojrzałości naukowej Autorki. Wyniki badań zostały uzyskane bardzo dużym nakładem pracy. Zamieszczone w recenzji sugestie i uwagi nie obniżają wartości merytorycznej pracy, którą oceniam bardzo wysoko. Nie wymagają one również dodatkowego uzupełnienia pracy przed jej publiczną obroną. Praca stanowi oryginalny dorobek naukowy mgr inż. Angeliki Sobczak, wnosi wiele interesujących i wiarygodnych informacji do wiedzy z zakresu łącznego stosowania eksperymentalnych adiuwantów z herbicydami. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Autorka przedstawiła nie tylko efekt działania herbicydów wraz z adiuwantami, ale zwróciła również uwagę na toksyczność ocenianych adiuwantów w odniesieniu do organizmów wodnych, pszczół i stopień ich biodegradacji.

Zagadnienia zawarte w rozprawie doktorskiej stanowią istotny wkład do wprowadzenia postępu w zakresie łącznego stosowania środków ochrony roślin i adiuwantów. Jednocześnie pokazują efekty produkcyjne w postaci plonu i wpisują się w aktualne kierunki rozwoju produkcji roślinnej i rolnictwa.

**Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Angeliki Sobczak pt.: „Ocena wpływu adiuwantów wielofunkcyjnych na skuteczność działania herbicydów stosowanych w uprawie kukurydzy i buraka cukrowego” została wykonana w oparciu o oryginalne wyniki badań i spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z póź. zm.), wnosząc istotny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Składam więc wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Angeliki Sobczak do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.**

Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny pracy, składam wniosek o jej wyróżnienie stosowną nagrodą.

Lublin, 28 stycznia 2021 r.

