



UNIwersytet Rolniczy
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wydział Rolniczo-Ekonomiczny
Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej

Kraków, 04.10.2023

Dr hab. Agnieszka Synowiec, prof. URK
Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr. inż. Tomasza Sakowicza
pt. „Wpływ adiuwanta i wariantów stosowania herbicydów
na skuteczność zwalczania chwastów w kukurydzy”
wykonana w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
pod kierunkiem naukowym dr. hab. inż. Roberta Idziaka, prof. UPP

Recenzja pracy doktorskiej została wykonana na podstawie uchwały nr RNDRIO 28/4000/2023 Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w oparciu o wynik głosowania Rady Wydziału Rolnictwa i Bioinżynierii UP w Poznaniu, zgodnie z pismem Pana prof. dr. hab. Andrzeja Blecharczyka z dn. 07.08.2023.

Tematyka badawcza

Plon kukurydzy jest silnie skorelowany ze stopniem zachwaszczenia łąnu. Oszacowano, że chwasty powodują ok. 37% globalnych strat w produkcji kukurydzy. Z tych powodów, skuteczne zwalczanie chwastów jest jednym z priorytetów w uprawie kukurydzy, a wśród dostępnych metod zwalczania chwastów najskuteczniejsze, i jednocześnie ekonomicznie uzasadnione, są metody chemiczne. Niestety, w dłuższej perspektywie, nadmierna eksploatacja herbicydów ma niekorzystny wpływ na środowisko m. in. powoduje utratę bioróżnorodności agrocenozy i skorelowanej z nią stabilności agroekosystemu. Z tych względów poszukiwanie metod optymalizacji stosowania herbicydów, poprzez obniżanie ich dawek i stosowanie dawek dzielonych jest jak najbardziej uzasadnione. Istotnym elementem takiej strategii jest właściwy dobór adiuwantów wspomagających działanie substancji czynnych herbicydów. Taka taktyka dobrze wpisuje się w obowiązujący system integrowanej ochrony roślin i proponowaną strategię europejskiego Zielonego Ładu. Z powyższych względów uważam, że przedstawiona przez Doktoranta dysertacja, dotycząca wyżej wymienionych zagadnień, jest aktualna i istotna z poznawczego jak i praktycznego powodu.

Ocena formalna pracy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr. inż. Tomasza Sakowicza pt. „Wpływ adiuwanta i wariantów stosowania herbicydów na skuteczność zwalczania chwastów w uprawie kukurydzy” obejmuje 108 stron maszynopisu, w tym 22 tabele (11 w rozdziale Wyniki), 5 rycin i 4 fotografie w rozdziale Materiał i Metody. Autor powołał się na 328 pozycji literatury, zarówno polskojęzycznej jak i zagranicznej, głównie z ostatnich 10 lat, jednak zdarzają się pozycje starsze – szczególnie przydatne w części metodycznej. Wśród cytowanych prac dominują oryginalne publikacje naukowe, ale są także źródła internetowe, materiały konferencyjne czy prace popularnonaukowe. Zwraca uwagę liczna reprezentacja podręczników, wydawnictw polskich jak i zagranicznych – łącznie 40 pozycji. Praca składa się z sześciu rozdziałów, tj. Wstęp, Problem badawczy i cel pracy, Metodyka i zakres badań, Wyniki badań (z dwoma podrozdziałami i łącznie dziesięcioma pod-podrozdziałami), Dyskusja wyników, Stwierdzenia i wnioski. Ponadto praca zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim oraz spis literatury.

Uwagi:

-- Pierwsza rycina w pracy (str. 37) jest podana jako Rycina 3, stąd numery kolejnych rycin też są nieprawidłowe.



Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej

- Mam zastrzeżenia co do kompletności tytułów tabel i rycin. Zdarza się, że brakuje wyjaśnienia co stanowiło podstawę analizy, np. w opisie rycin 4-6 należało podać, że wyniki dotyczą poletek kontrolnych, nietraktowanych herbicydami. W opisach tabel i rycin brakuje podania liczby powtórzeń.
- W spisie literatury są użyte różne rozmiary czcionki.
- Spis literatury nie jest alfabetyczny, dlatego trudno znaleźć pewne jej pozycje
- Sposób cytowania literatury jest niejednorodny, raz rok publikacji jest cytowany przy numerze woluminu, innym razem za ostatnim autorem. W większości są stosowane skróty nazwy czasopisma jednak czasem jest podana pełna nazwa.
- Cytując książkę, autor czasami powołuje się na konkretny rozdział, innym razem cytowana jest cała książka, a wypadałoby podać strony, które są cytowane w pracy.
- Podręcznik Woźnicy (2012) jest zacytowany dwukrotnie.
- Pozycje 168, 174, 197 i 215 w spisie literatury nie mają pełnego cytowania, np. brakuje liczby stron lub tytułu książki. W tekście nie zacytowano też kilku pozycji np. Bocianowski i in. 2016, Scharf i in. 2002, Komisja Europejska 2020. Z kolei inne pozycje są zacytowane niepoprawnie, np. jest Zielewicz i in. 2018, a powinno być Zielewicz i Wróbel 2018.

Ocena merytoryczna pracy

Tytuł dysertacji jest sformułowany zwięźle i odpowiada treściom w niej zawartym.

Brak rozdziału Przegląd literatury w recenzowanym opracowaniu jest odczuwalny. W pracach doktorskich potrzebne są oba rozdziały: Wstęp i Przegląd literatury, bo spełniają różne funkcje. Rozdział Wstęp uzasadnia potrzebę podjęcia badań w danym zakresie, z kolei Przegląd literatury przedstawia dotychczasowy stan wiedzy z zakresu badanego zagadnienia, uzasadniając przyjętą hipotezę badawczą. W ocenianej dysertacji, obszerny rozdział **Wstęp**, w którym Autor nie mógł wyróżnić podrozdziałów, naświetla podjętą w pracy tematykę badawczą. W pierwszej jego części, Autor charakteryzuje kukurydzę i czynniki ograniczające jej plonowanie, w tym szczególnie chwasty. Druga część rozdziału, w której Doktorant charakteryzuje chemiczną metodę zwalczania chwastów w kukurydzy oraz omawia adiuwanty, jest napisana płynniej, niż część pierwsza. Na stronach 13 i 15, Autor podaje przesłankę do podjęcia badań, pisząc o potrzebie łączenia herbicydów w obniżonych dawkach z adiuwantami w kontekście założeń Integrowanej Ochrony Roślin i Zielonego Ładu. Reasumując stwierdzam, że część teoretyczna uzasadnia podjętą w pracy tematykę badawczą.

W rozdziale **Problem badawczy i cel pracy**, Autor nie sformułował problemu badawczego natomiast postawił hipotezę badawczą. Moim zdaniem rozdział ten, który powinien cechować się precyzją, jest nieuporządkowany. Autor postawił w nim faktycznie trzy hipotezy badawcze, mianowicie: 1) „(...)dodatek odpowiednio dobranego adiuwanta do cieczy opryskowej zawierającej herbicydy stosowane doglebowo lub nalistnie pozwoli na redukcję dawki herbicydu przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej skuteczności zabiegu (należałoby doprecyzować, że w kukurydzy)”; 2) W wyniku zmniejszenia dawki zastosowanych herbicydów obniżeniu ulegną koszty zabiegu i 3) Dodatek adiuwanta do cieczy opryskowej wpłynie korzystnie na jej właściwości fizyko-chemiczne, poprzez zwiększenie retencji cieczy na powierzchni liści oraz pobranie herbicydu przez chwasty. Wyróżniony w akapicie drugim rozdziału cel badań odpowiada częściowo hipotezie trzeciej (w zakresie właściwości fizyko-chemicznych) ale nie odpowiada w pełni na zagadnienie „pobrania herbicydu przez chwasty”. Z kolei akapit trzeci tego rozdziału nie został nazwany „celem”, ale jego treść wskazuje, że jest to cel powiązany z hipotezą pierwszą. W takim układzie brakuje celu odpowiadającego wyróżnionej przeze mnie, na podstawie tekstu pierwszego akapitu tego rozdziału, hipotezie drugiej.

Rozdział **Metodyka i zakres badań** proponuję zatytułować „Zakres i metody badań”. Podstawą realizacji celu badawczego było przeprowadzenie w pierwszej kolejności badań laboratoryjnych, w których Doktorant charakteryzował właściwości fizykochemiczne cieczy opryskowych. W drugim etapie, Doktorant przeprowadził trzyletni ścisły eksperyment polowy, zrealizowany w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Gorzyń, w którym cieczy opryskowe stosowano w celu kontroli zachwaszczenia w kukurydzy odm. PR39H32. Do sporządzenia cieczy zastosowano herbicyd doglebowy Adengo 315 S.C. (s. cz. tienkarbazon metylu i izoksafłutol) i herbicyd nalistny Arigo 51 WG (s. cz. mezotrion, nikosulfuron i rimsulfuron). Herbicydy stosowano w różnych kombinacjach: z dodatkiem lub bez dodatku odpowiedniego adiuwanta i w zróżnicowanych dawkach: dawce polowej, dawce obniżonej o 40% i w systemie dawek



Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej

dzielonych, w których herbicydy stosowano w dawkach zredukowanych o 45%. W sumie Doktorant przetestował 13 różnych kombinacji cieczy opryskowych, łącznie z kontrolą – oprysk wodą wodociągową, co zostało zaprezentowane w tabelach 1-3. Eksperyment polowy zaplanowano w układzie losowanych bloków i zanalizowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji. Średnie obiektowe klasyfikowano wg testu Tukeya. Należy podkreślić złożoność i wieloaspektowość zaplanowanych eksperymentów oraz ich pracochłonność. Eksperymenty laboratoryjne i polowe, realizowane w doktoracie, zostały opisane w sposób pozwalający na zrozumienie ich przebiegu. Na szczególne podkreślenie zasługuje rzetelny opis zastosowanych herbicydów i adiuwantów. Także warunki meteorologiczne w trakcie sezonu wegetacyjnego zostały bardzo dobrze scharakteryzowane, z uwzględnieniem warunków pogodowych panujących w trakcie oraz bezpośrednio przed i po zabiegach oprysku herbicydami. Więcej zastrzeżeń budzi opis analiz fitosocjologicznych (str. 43), który jest niejasny. Z kolei opis analizy opłacalności stosowanych kombinacji cieczy opryskowych stanowi zaledwie jeden akapit (str. 44), w podrozdziale poświęconym też analizom botanicznym i rolniczym. Biorąc pod uwagę, że w kolejnym rozdziale dotyczącym wyników Doktorant wyróżnia osobny podrozdział poświęcony opłacalności odchwaszczania kukurydzy, to i w rozdziale poświęconym metodom ta analiza zasługuje na osobny podrozdział.

Poniżej zamieściłam kilka uwag/pytań, jakie nasunęły mi się w trakcie czytania rozdziału Metodyka i zakres badań:

- Str. 18, podano odwrotną kolejność realizowanych badań, powinno być: laboratoryjnych oraz polowych;
- Str. 23, Autor powinien podać ile preparatu użyto na 1 litr wody w badaniach laboratoryjnych. Tabela 2 prezentuje ilości substancji aktywnych i adiuwantów na 1 ha, co wymusza na Czytelniku trud dodatkowych przeliczeń.
- W rozdziale 4.2.1. Autor powinien również podać, że w badaniach użyto wody wodociągowej, Czytelnik dowiaduje się o tym dopiero z rozdziału Wyniki (str. 45). Autor nie napisał co stanowiło obiekt kontrolny; w Tabeli 2 podano jedynie, że kontrolą była „kombinacja bez herbicydów”.
- Str. 23, jaka była wielkość kropli dozowanych z mikropipety? Czy była ona porównywalna dla wszystkich pięciu kropli?
- Str. 23, z jakiej wysokości wypuszczano krople z mikropipety? Czy spadały jedynie pod siłą ciężenia?
- Str. 23, Czy liczba powtórzeń w analizie przewodności elektrolitycznej wynosiła 8?
- Str. 23, Jakiego układu doświadczenia i testu statystycznego użyto do analizy wyników uzyskanych w badaniach laboratoryjnych? Nie podano tego w rozdziale 4.2.1.
- Str. 27, użyte określenie „Porównano dwa herbicydy, w skład których wchodziło 5 substancji aktywnych” jest skrótem, który nie odpowiada rzeczywistości, Autor powinien precyzyjnie podać liczbę substancji czynnych w każdym z zastosowanych herbicydów.
- Tabela 3, w legendzie brakuje wyjaśnienia skrótów Dp i Dz. Przy kombinacji 13 nie podano, czy była to Dp, czy Dz 1 lub Dz 2.
- Str. 30, Kukurydza użyta w doświadczeniu powinna zostać scharakteryzowana w rozdziale Materiał i metody, a nie w Dyskusji (str. 69)
- Str. 43, pierwszy akapit na stronie jest powtórzeniem akapitu ze str. 30.
- Str. 43, co stanowiło podstawę wyróżnienia zbiorowisk chwastów na badanych poletkach kontrolnych (czy analiza ramkowa)? Jaka była łączna powierzchnia do wykonania tej analizy?
- Str. 43, chwasty klasyfikowano do zbiorowisk a nie do systemu fitosocjologicznego.
- Według jakiego klucza oznaczano siewki chwastów w metodzie ramkowej?
- Str. 43, co jest liczbą kategorii k we wzorze wskaźnika Simpsona?
- Str. 43, nie podano wzoru dla wskaźnika Berger-Parkera.
- Str. 43, nie podano zakresów i interpretacji wartości cytowanych wskaźników.
- Str. 44, co było podstawą oszacowania średniego kosztu zabiegu herbicydowego?
- Autor nie podał, czy testował założenia niezbędne do zastosowania analizy wariancji, tj. normalności rozkładu średnich wartości dla badanych cech i jednorodności wariancji.
- Czy w przypadku analizy statystycznej danych procentowych stosowano transformację Blissa?

Rozdział **Wyniki badań** jest najobszerniejszym rozdziałem w całej dysertacji. Jest on przedstawiony czytelnie, z podziałem na podrozdziały, co ułatwia odbiór treści. Jako cenne wyniki pracy uważam te, w których Doktorant udowodnił celowość przyrodniczą i ekonomiczną stosowania dawek dzielonych obu badanych herbicydów, w tym z dodatkiem RSM oraz adiuwanta Atpolan SoilMaxx lub Actirob 842 EC.



Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej

Ponadto Autor wykazał wzrost skuteczności herbicydu Arigo w dawce zredukowanej o 40% po dodaniu do niego adiuwanta Atpolan BIO 80 EC lub Actirob 842 EC. Wyniki te wskazują, że można zachować skuteczność herbicydu w obniżonej dawce względem chwastów w kukurydzy, pod warunkiem właściwego doboru adiuwanta. Skutkuje to także oszczędnościami finansowymi i mniejszym obciążeniem dla środowiska; jak wykazał Doktorant bardzo dobre efekty ekonomiczne uzyskano w kombinacjach z wykorzystaniem zabiegów z oboma herbicydami z dodatkiem adiuwanta i RSM. Kolejnym ważnym aspektem badań, wartym wyróżnienia, jest szczegółowa analiza skuteczności oprysku kombinacjami cieczy użytkowej na stan zachwaszczenia plantacji kukurydzy gatunkami chwastów dominujących w łanie, a szczególnie konkurencyjnych względem kukurydzy, jak *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli* i *Fallopia convolvulus*. Za ważny wynik badań uważam też podkreślenie znaczenia warunków pogodowych panujących w trakcie wykonywania zabiegu oprysku, co ma wpływ na ich skuteczność. Wszystkie powyższe wyniki mają istotne znaczenie dla praktyki rolniczej.

Uwagi do rozdziału Wyniki badań:

-- W Tabeli 14 Doktorant podaje klasyfikację fitosocjologiczną i udział gatunków chwastów w łanie kukurydzy. Ponadto na str. 50 Doktorant pisze, że przeprowadził „analizę florystyczną charakteryzującą całościową różnorodność w badanych płatach fitocenozy”. W nawiązaniu do celów postawionych w rozprawie i na podstawie metod opisanych w rozdziale 4.3.6, nie jest jasne powiązanie wyników dotyczących wskaźników bioróżnorodności i zespołów chwastów, ze stanem zachwaszczenia na poletkach opryskiwanych herbicydami. Co było metodyczną podstawą do wyróżnienia tych zespołów i do analizy „całościowej różnorodności” chwastów i co stanowiło „łan kukurydzy”?

-- Tytuły podrozdziałów 5.2.3.-5.2.6 nie do końca odpowiadają ich treści, które dotyczą także efektu redukcji dawek cieczy roboczych i dodatku adiuwantów. Proponuję zatem zmienić tytuły tych podrozdziałów na „Ocena skuteczności chwastobójczej cieczy opryskowych herbicydów w różnych dawkach i kombinacjach z adiuwantem względem (...)”.

-- Szkoda, że w rozdziale wyniki nie są wykorzystane oznaczenia kombinacji cieczy użytkowych (1-13, Tabela 2), co ułatwiłoby czytanie tekstu.

-- Użyte na str. 56 i 58 sformułowanie, że „adiuwant Actirob powodował redukcję liczby chwastów” jest niepoprawne, adiuwant nie ma działania fitotoksycznego.

Rozdział **Dyskusja wyników** jest obszerny, obejmuje prawie 17 stron. Jednocześnie wydaje mi się, że był to dla Doktoranta rozdział trudny do napisania. Rozumiem, że Doktorant chciał odnieść się jak najszerszej do różnych aspektów związanych z uprawą kukurydzy, jednak niektóre treści zawarte w Dyskusji nie spełniają jej kryterium, czyli konfrontacji wyników własnych z wynikami innych autorów, np. akapit o doborze odmiany (w pracy testowano skuteczność herbicydów w uprawie tylko jednej odmiany kukurydzy), doborze stanowiska pod uprawę kukurydzy lub sposobu uprawy roli, itp. Takich czynników Autor nie analizował w rozprawie i powinny się one znaleźć w „Przeglądzie literatury”. Właściwa dyskusja wyników zaczyna się dopiero po pięciu stronach rozdziału, akapitem dotyczącym analizy warunków pogodowych w trakcie trwania doświadczenia w kontekście uzyskanego plonu ziarna kukurydzy. Zwraca uwagę niespójność rozdziału Dyskusja z rozdziałem Wyniki badań, w którym analiza plonu kukurydzy jest umieszczona w dalszych podrozdziałach, po wynikach dotyczących chwastobójczych efektów cieczy opryskowych. Kwestia opłacalności redukcji dawek herbicydów została potraktowana marginalnie. W Dyskusji Autor przytacza też starsze pozycje literatury, w tym całe podręczniki, podczas gdy mógłby sięgnąć do nowszych publikacji naukowych.

Rozdział siódmy zawiera trzynaście **stwierdzeń i wniosków**, przy czym dobrze byłoby rozdzielić stwierdzenia od wniosków (jaka jest między nimi różnica?). Wnioski wskazują na stopień trudności analizowanego zagadnienia, jak np. wniosek drugi czy czwarty, dotyczące właściwości fizykochemicznych badanych cieczy użytkowych i niejednoznaczności uzyskanych wyników. Istotne dla praktyki są szczególnie wnioski 5-8 oraz 10-13, które podsumowują wyniki odnoszące się do skuteczności stosowanych kombinacji cieczy użytkowych z adiuwantami oraz wskazują na korelację między zastosowaniem tych kombinacji a plonem kukurydzy a także rentownością ekonomiczną w jej uprawie. Jednocześnie, stwierdzenie pierwsze uważam za nieuzasadnione, w świetle przedstawionej metody badań, a ponadto nieistotne w kontekście celów pracy. Wniosek 9 też uważam za zbędny, w końcu herbicydy stosowane w pracy są zarejestrowane do stosowania w kukurydzy, zatem brak ich fitotoksyczności względem kukurydzy, biorąc pod uwagę terminowość i spełnienie warunków wykonania oprysku oraz



Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej

redukcję dawek herbicydów, jest oczywisty. Uważam także, że wniosek odnoszący się do opłacalności ekonomicznej najbardziej optymalnych kombinacji herbicydów z adiuwantami (13) powinien być bardziej szczegółowy. Brakuje wniosku dotyczącego skuteczności kombinacji cieczy użytkowych względem *Fallopia convolvulus*.

W odniesieniu do zagadnień poruszonych w dysertacji, proszę Doktoranta o odpowiedzi na pytania:

1. Czy zdaniem Doktoranta zmiany klimatu są szkodliwe dla kukurydzy? Jak ocieplenie może wpłynąć na chwasty inwazyjne konkurujące z kukurydzą – szczególnie *Echinochloa crus-galli* i *Amaranthus retroflexus* (oba gatunki chwastów, podobnie jak kukurydza, prowadzą fotosyntezę typu C4)?
2. Czy Doktorant zna inne, niż przytoczone w pracy, metody analizy fitosocjologicznej zbiorowisk chwastów?
3. Proszę wyjaśnić bliżej korelację pomiędzy przewodnością elektrolityczną i odczynem cieczy użytkowej herbicydu a ich skutecznością chwastobójczą?

Wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że Doktorant wykazał się znajomością literatury przedmiotu, wiedzą w zakresie omawianych zagadnień, umiejętnością przeprowadzenia doświadczeń laboratoryjnych i doświadczenia polowego oraz interpretacji uzyskanych wyników. Świadczy to o odpowiednim przygotowaniu naukowym Pana mgr. inż. Tomasza Sakowicza. Autor osiągnął założone cele i wniósł nowe treści poznawcze i użyteczne do dotychczasowego zasobu wiedzy z zakresu optymalizacji stosowania herbicydów w uprawie kukurydzy z wykorzystaniem obniżonych dawek i dodatkiem adiuwantów. Przytoczone przeze mnie w recenzji uwagi, opinie i zapytania nie pomniejszają jej wartości naukowej. Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Tomasza Sakowicza pt. „Wpływ adiuwanta i wariantów stosowania herbicydów na skuteczność zwalczania chwastów w uprawie kukurydzy” spełnia wymogi stawiane przez ustawę z dn. 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017, poz. 1789). Wnioskuje do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenia mgr. inż. Tomasza Sakowicza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.