

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Sylwii Chojnackiej na temat „Optymalizacja chemicznej regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy (*Zea mays* L.)”
wykonanej w Katedrze Herbolgii i Technik Uprawy Roślin, Wydziału Agrobiotechnologii i Inżynierii
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie,
pod kierunkiem dr hab. inż. Małgorzaty Haliniarz, prof. UP

1. Podstawa formalna wykonania recenzji rozprawy doktorskiej

Podstawą wykonania opinii jest pismo (RD RiO 5110/os/2022) z dnia 05.07.2022r. Pani Prof. dr hab. Barbary Kołodziej, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o powołaniu na recenzenta przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej.

2. Ocena wyboru tematu, tezy badawczej oraz celu i zakresu pracy

Kukurydza zwyczajna (*Zea mays* L.) zaliczana jest do głównych, najbardziej perspektywicznych i produkcyjnych oraz najczęściej uprawianych roślin zbożowych. Na popularność kukurydzy w kraju wpływa wiele czynników, a jednym z nich jest fakt, że może być wszechstronnie użytkowana. Kukurydza ze względu na skład chemiczny ziarna i biomasy, a także duży potencjał plonotwórczy jest uniwersalną rośliną, stanowi więc cenne źródło surowca dla przemysłu spożywczego, spirytusowego i chemicznego oraz jest doskonałą paszą dla zwierząt. Ponadto jako roślina energetyczna jest wykorzystywana do produkcji bioetanolu i biogazu. Uprawie tego gatunku w gospodarstwach rolnych w różnych rejonach kraju, sprzyja także duży postęp genetyczno-hodowlany oraz dostępność na rynku krajowym i zagranicznym wielu odmian o zmiennych cechach użytkowych, dostosowanych do warunków glebowo-klimatycznych Polski. Znaczne jednak zróżnicowanie mieszańców kukurydzy pod względem genetycznym przyczynia się do dużej zmienności plonowania w zależności od warunków środowiskowych, sposobu uprawy, w tym nawożenia mineralnego i stosowanej chemicznej ochrony roślin.

Niewielka konkurencyjność kukurydzy w stosunku do chwastów pojawiających się w łanie zwłaszcza jako zachwaszczenie wtórne powoduje, że gatunek ten jest szczególnie narażony na straty wysokości ale i jakości plonu sięgające nawet do kilkudziesięciu procent. Zwalczanie chwastów w kukurydzy jako element ochrony roślin jest zatem niezbędne i w głównej mierze opiera się na stosowaniu herbicydów, pomimo wzrastających kosztów samych preparatów jak i aplikacji ich stosowania.

Koncepcja integrowanej ochrony roślin w technologii uprawy kukurydzy pozwala racjonalnie gospodarować tymi środkami produkcji już teraz, niemniej w dobie zmieniających się uwarunkowań prawnych musi dostosować się do nowej rzeczywistości. Wprowadzenie przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Zielonego Ładu strategii „od pola do stołu”, zakładającej redukcję stosowania chemicznych środków ochrony roślin o 50% do 2030 r. w dużej mierze może wpłynąć na opłacalności produkcji roślinnej, w tym kukurydzy. Dlatego w perspektywie obecnych zmian dotyczących również zagadnień ochrony roślin, podstawowym aspektem agronomicznym, jest poznanie i opracowanie technologii produkcji kukurydzy, z uwzględnieniem zwłaszcza nowego spojrzenia na chemiczną regulację zachwaszczenia tego gatunku. W związku z powyższym celowa jest analiza i ustalenie optymalnego wariantu terminu i dawki aplikacji herbicydów w uprawie kukurydzy oraz oceny wpływu tego elementu technologii na parametry ilościowe i jakościowe plonu kukurydzy na tle zróżnicowanych warunków glebowo-klimatycznych.

W powyższym kontekście podjętą przez mgr inż. Sylwię Chojnacką tematykę badawczą uważam za trafną i aktualną, posiadającą znaczenie poznawcze i realizującą obecne potrzeby gospodarcze i praktyczne w zakresie możliwości optymalizacji chemicznej regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy. Dobór tematu rozprawy doktorskiej oceniam pozytywnie, jest on adekwatny do treści zawartych w opracowaniu i wskazuje na wielowątkowość zamierzeń badawczych przedstawionych w pracy. W pracy oddzielnie w przypadku doświadczenia polowego i doświadczenia szklarniowego przedstawiono główne cele badań, które skłoniły Doktorantkę do podjęcia w tym zakresie prac badawczych wymagających wielu zdolności i umiejętności od Autorki. Cele badawcze rozprawy doktorskiej zostały określone w sposób jednoznaczny. Na dobre przygotowanie wstępne materiału badawczego i samej koncepcji rozprawy wskazują także poprawnie sformułowane i przyjęte dla obu doświadczeń hipotezy badawcze.

3. Podstawa metodologiczna badań

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska prezentuje wyniki ścisłego doświadczenia polowego oraz doświadczeń szklarniowych realizowanych w warunkach kontrolowanych. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2017-2019 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach, zlokalizowanym w województwie lubelskim, a należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Eksperyment dwuczynnikowy (termin stosowania herbicydu i wariant stosowania herbicydu) realizowano w układzie podbloków losowanych (split-plot) w trzech powtórzeniach. Celem badań było określenie skuteczności chwastobójczej herbicydu Lumax 537,5 SE, stosowanego w dawkach zredukowanych do 80% i 60% z adiuwantami – olejowym (Olejan 85 EC) oraz surfaktantem (Trend 90 EC) i pełnej (100%), aplikowanych przed wschodami kukurydzy (odmiana Tonacja) w fazie BBCH 00, po wschodach w fazach BBCH 13, BBCH 16 i BBCH 18 oraz w dawkach dzielonych po 50% stosowanych w fazach BBCH 13 i BBCH 18.

Na podstawie badań polowych, dwukrotnie określono metodą botaniczno-wagową stopień zachwaszczenia kukurydzy i jego parametry oraz wyliczono wskaźniki, ogólnej różnorodności Shannona-Weavera, dominacji Simpsona i jakości Sörensen. Dokonano także oceny wpływu czynników doświadczenia na plon ziarna, masę 1000 ziaren oraz podstawowe cechy morfometryczne roślin i kolb kukurydzy. Analizy laboratoryjne obejmowały oznaczenie w ziarnie ilości białka, skrobi i tłuszczu oraz zawartości makroelementów (N, P, K, Ca, Mg) i mikroelementów (Zn, Mn, Cu, Fe, B).

Doświadczenia szklarniowe przeprowadzono również w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Celem badań szklarniowych była ocena redukcji świeżej masy oraz poziomu uszkodzeń liści czterech pospolicie występujących w kukurydzy gatunków chwastów (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora* i *Echinochloa crus-galli*) po aplikowaniu sześciu herbicydów o różnych mechanizmach działania i w zróżnicowanych dawkach (100%, 80% i 60% z surfaktantem i adiuwantem olejowym oraz 6,25%-400%) oraz ustalenie dawki efektywnej (ED₅₀) testowanych środków.

Doświadczenie polowe i doświadczenia szklarniowe prowadzone były więc zgodnie ze stosowaną metodyką i jak można wnioskować z informacji zawartych w opisie poszczególnych etapów tych doświadczeń w sposób poprawny i nie budzący wątpliwości. Przyjęte przez Autorkę metody badań, wykonanie obserwacji polowych i szklarniowych, pomiarów i obliczeń, opis warunków środowiskowo-agrotechnicznych i danych pogodowych oraz opis mechanizmu działania substancji aktywnych użytych w doświadczeniach nie budzą zastrzeżeń.

Na uwagę zasługuje, odpowiednio dobrana, komplementarna analiza statystyczna wyników badań. Dla interpretacji statystycznej obu doświadczeń wykorzystano metodę analizy wariancji zgodną z ich układem. Ponadto w przypadku doświadczenia polowego dla wykazania zależności pomiędzy plonem ziarna a liczbą i powietrznie suchą masą chwastów Doktorantka zastosowała analizę regresji liniowej oraz obliczyła współczynniki determinacji i współczynniki korelacji prostej.

Zaproponowane przez Autorkę wykorzystanie programu statystycznego R z pakietem rozszerzeń drc okazało się skuteczne do wyznaczenia średniej dawki efektywnej (ED_{50}) dla badanych herbicydów w doświadczeniu szklarniowym.

4. Merytoryczna ocena pracy

Maszynopis recenzowanej pracy doktorskiej obejmuje 231 stron wydruku komputerowego z 40 tabelami, 130 wykresami i 16 rysunkami w postaci fotografii stanowiących dokumentację przeprowadzonych badań.

Od strony formalnej praca jest zredagowana poprawnie. W pracy wydzielono 12 rozdziałów głównych: 1. Wstęp i przegląd piśmiennictwa, 2. Cel i hipoteza badań polowych, 3. Cel i hipoteza badań szklarniowych, 4. Metodyka doświadczenia polowego i warunki meteorologiczne, 5. Metodyka doświadczeń szklarniowych, 6. Omówienie wyników badań, 7. Dyskusja, 8. Stwierdzenia i wnioski, 9. Streszczenie w języku polskim, 10. Streszczenie w języku angielskim, 11. Piśmiennictwo, 12. Spis rysunków, tabel i wykresów.

Rozdziały 1. *Wstęp i przegląd piśmiennictwa* oraz 6. *Omówienie wyników badań*, podzielono na podrozdziały pierwszego, drugiego i trzeciego rzędu, co zwiększa czytelność pracy i jest odpowiednim układem dla prac naukowych. Przyjęty więc układ i struktura pracy oraz kolejność rozdziałów jest właściwa i wskazuje na przemyślaną koncepcję rozprawy naukowo-badawczej. Zasadnicza część rozprawy czyli opis wyników badań własnych, ich dyskusja oraz stwierdzenia i wnioski zajmują 138 stron tj. 60% tekstu. Zestawienia zarówno form tabelarycznych i graficznych w postaci wykresów oraz rysunków (fotografii) są czytelne, dobrze przygotowane i związane są z treścią pracy. Praca napisana jest starannie, logicznie i nie budzi zastrzeżeń formalnych i merytorycznych.

Rozprawę doktorską rozpoczynają rozdział *Wstęp i przegląd piśmiennictwa*, w których mgr inż. Sylwia Chojnacka dokonała przeglądu zagadnień teoretycznych i badawczych związanych z problematyką integrowanej ochrony roślin, a także chemicznymi metodami regulacji zachwaszczenia, uwypuklając czynniki wpływające na skuteczność stosowania herbicydów i możliwości ich aplikacji w roślinach, w tym w dawkach obniżonych. Następnie w kolejnym

podrozdziale przedstawiono wymagania środowisko-agrotechniczne kukurydzy oraz znaczenie i wykorzystanie gospodarcze tego gatunku w Polsce i na świecie.

Oceniając treść rozdziału należy podkreślić, że zredagowano go zwięźle, a w celu uporządkowania referowanych treści wydzielono sześć tematycznych podrozdziałów. Należy dodać, że zawarte w tym rozdziale i jego podrozdziałach informacje są zwartym, jednocześnie wyczerpującym przeglądem piśmiennictwa, dokładnie prezentującym problematykę następujących dalej treści przedstawionych w opracowaniu.

Kolejne rozdziały *Cel i hipoteza badań polowych* oraz *Cel i hipoteza badań szklarniowych* wyraźnie precyzują i uzasadniają prowadzone dokonania badawcze, zarówno w terenie jak i w warunkach kontrolowanych. W postawionych hipotezach badawczych Autorka przyjęła założenie, że obniżone dawki herbicydu i testowanych substancji aktywnych zastosowane z surfaktantem lub adiuwantem, aplikowane w odpowiednich terminach, będą wykazywały dużą skuteczność chwastobójczą oraz nie będą wpływać na plon jakościowy i ilościowy kukurydzy. Weryfikacji tych hipotez dokonano realizując badania w doświadczeniach polowych i szklarniowych.

W rozdziale 4. Autorka przedstawiła *Metodykę doświadczenia polowego i warunki meteorologiczne* a w rozdziale 5. *Metodykę doświadczeń szklarniowych*. Podstawy metodologiczne i zakres badań przedstawiłem w rozdziale 3 recenzji. Należy jednak podkreślić, że badania i pomiary prowadzone w warunkach polowych i szklarniowych wykonano powszechnie uznanymi i dostępnymi metodami. Świadczy to o dobrym opanowaniu przez Doktorantkę warsztatu badawczego. W tych rozdziałach Autorka przedstawiła czytelnie ujęte tabelarycznie czynniki doświadczalne, ponadto omówiła na podstawie literatury przyjęte statystyczne modele, analizy, wskaźniki i parametry, uzasadniając przy tym celowość ich zastosowania do interpretacji własnych wyników badań. Należy podkreślić, iż badania zarówno polowe i szklarniowe wymagały znacznych nakładów pracy, wiedzy i kwalifikacji naukowych oraz zaangażowania Doktorantki.

Zasadniczą część rozprawy bo liczącą 120 stron, stanowi rozdział 6. *Omówienie wyników badań*, polowych w podrozdziałach 6.1 oraz szklarniowych w podrozdziale 6.2. Ze względu na ogrom materiału do analizy w ramach obu podrozdziałów wydzielono szereg mniejszych jednostek. Podrozdział 6.1 obejmujący, zarówno analizy parametrów i wskaźników zachwaszczenia ładu kukurydzy (pkt. 6.1.1), plonu, jego struktury i morfometrii kukurydzy (pkt. 6.1.2), a także cech jakościowych ziarna (pkt. 6.1.3) kończą się konkretnym wskazaniem terminu i wariantu stosowania herbicydu, który ma większy lub mniejszy wpływ na badane parametry i cechy.

W podrozdziale 6.2 dokonano oceny wpływu zastosowanych herbicydów i ich wariantów na redukcję świeżej masy i uszkodzeń liści wybranych czterech gatunków chwastów oraz obliczono

dla tych środków dawki efektywne (ED₅₀). Dodatkowo wyniki badań szklarniowych poddano analizie statystycznej, co podnosi wartość dysertacji oraz umożliwia jednocześnie ich gruntowną analizę i uwiarygodnia uzyskane wyniki.

Podsumowując omówienie wyników badań należy stwierdzić, że zebrany materiał dowodowy jest spójny. Doktorantka w sposób usystematyzowany, przedstawiła oryginalne, własne wyniki z przeprowadzonych badań, które zawarto w dobrze czytelnych tabelach i na wykresach, a także właściwie opisano. Takie podejście świadczy o tym, że mgr inż. Sylwia Chojnacka umiejętnie i poprawnie zinterpretowała wyniki badań z wykorzystaniem odpowiednich metod statystycznych.

Ważnym dla praktyki rolniczej osiągnięciem niniejszej rozprawy jest wykazanie przez Doktorantkę, że:

- na podstawie oceny wskaźników zachwaszczenia oraz parametrów ilościowych i jakościowych plonu udowodniono celowość stosowania wczesnego terminu zwalczania chwastów w łanie kukurydzy (BBCH 00-13) oraz herbicydu w dawkach dzielonych, które skutecznie chronią łan przed zachwaszczeniem wtórnym,
- aplikacja dawki preparatu zredukowanej o 20% w połączeniu z surfaktantem lub adiuwantem olejowym nie zmniejsza produktywności kukurydzy i nie wpływa negatywnie na jakość ziarna,
- badane w warunkach kontrolowanych gatunki chwastów: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora* oraz *Echinochloa crus-galli* wykazywały wrażliwość, przejawiającą się znacznymi uszkodzeniami roślin i redukcją biomasy, na testowane preparaty nalistne i doglebowe, zastosowane w dawkach zredukowanych do 80% i 60% z adiuwantami oraz w dawce pełnej,
- dawka efektywna (ED₅₀) testowanych herbicydów dla wszystkich gatunków chwastów była znacznie niższa od dawki rekomendowanej przez producenta dla tych środków chemicznych.

Rozdział 7. *Dyskusja* stanowi dyskusję badań naukowych już przeprowadzonych nad wynikami badań własnych. Rozdział ten jest napisany ciekawie. W rozdziale tym Autorka potwierdziła nie tylko znane z literatury zależności w tematyce swoich badań ale podjęła się także ich wyjaśnienia i wskazania szeregu powiązań przyczynowych i skutkowych w odniesieniu do wyników innych autorów opublikowanych w uznanych czasopismach naukowych. Świadczy to o umiejętności analitycznego myślenia Autorki, która jest cechą dobrego naukowca.

Przedstawione w rozprawie wyniki badań podsumowuje rozdział 8. *Stwierdzenia i wnioski*, których Doktorantka sformułowała 10, z tego 9 stwierdzeń i wniosków odnoszących się do przeprowadzonych badań polowych i 1 wniosek do badań szklarniowych. Przedstawione stwierdzenia i wnioski wiążą się bezpośrednio z realizacją postawionych celów badawczych i

weryfikacją przyjętych hipotez badawczych. Należy podkreślić, że założone cele badań zostały w pełni przez Autorkę zrealizowane, a hipotezy zweryfikowane.

5. Dobór oraz wykorzystanie piśmiennictwa

Bibliografia przedstawiona w rozdziale *11. Piśmiennictwo*, obejmuje aż 356 pozycji, z czego około 63% stanowią publikacje obcojęzyczne. Spośród cytowanej literatury 219 pozycji (ok. 62%) zostało opublikowanych w ciągu 10 ostatnich lat, w tym 119 pozycji (ok. 33%) pochodzi z ostatnich 5 lat. Starsze publikacje, zarówno polskie jak i obcojęzyczne, świadczą o poszukiwaniu wszystkich możliwie dostępnych danych literaturowych związanych z problematyką prowadzonych badań. Dobór literatury trafnie cytowanej w tekście pracy, jest wyczerpujący, nie budzi zastrzeżeń i wskazuje na dobre przygotowanie Doktorantki do prowadzenia prac badawczych w zakresie realizowanej problematyki. Rozdział ten jest przygotowany starannie, co wymagało od Autorki dużego nakładu pracy.

6. Uwagi dodatkowe i pytania

- w przypadku doświadczenia polowego zalecałbym podanie współrzędnych lokalizacji miejsca badań, a dla doświadczenia szklarniowego uzupełnienie lat badań,
- na stronie 35 podane zostały dawki nawożenia NPK zastosowane przed siewem kukurydzy, proszę o odpowiedź czy kukurydzę nawożono również pogłównie w okresie wegetacji,
- na stronie 40 jest informacja, że oznaczono zawartość makro i mikroelementów i podana jest wartość w %, natomiast w dalszej części pracy występują jednostki w $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (makroelementy) i $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (mikroelementy) proszę o wyjaśnienie,
- przygotowując pracę do druku zalecałbym podawać dawki herbicydów w $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ a plon ziarna kukurydzy w $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,
- na podstawie uzyskanych wyników z badań szklarniowych proszę sformułować wniosek dla praktyki rolniczej i wskazać herbicydy (lub substancje aktywne) oraz ich warianty najbardziej i najmniej skuteczne w zwalczaniu testowanych gatunków chwastów,
- w rozdziale 4. Metodyka doświadczenia polowego i warunki meteorologiczne (strona 35), proszę o wyjaśnienie zapisu, „typowy płuzny system uprawy” i proszę o odpowiedź na pytanie jakie są możliwości uprawy kukurydzy z wykorzystaniem bezpłuznych systemów uprawy (siewu bezpośredni, strip-till) w kontekście wpływu uprawy bezpłuznej na poziom plonowania i zachwaszczenia kukurydzy.

Przytoczone w recenzji pytania i uwagi nie podważają w zasadniczy sposób wysokiej merytorycznej i naukowej wartości badań zawartych w pracy doktorskiej. Mają one charakter

dyskusyjny lub redakcyjny. Podaję je jako wskazówki do wykorzystania w kolejnych badaniach i mam nadzieję że będą one pomocne przy doskonaleniu nowych wyzwań badawczych związanych nie tylko z technologią produkcji kukurydzy.

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

W konkluzji końcowej stwierdzam, że praca doktorska mgr. inż. Sylwii Chojnackiej jest interesującą, wartościową rozprawą naukową dotyczącą nowatorskich rozwiązań w zakresie chemicznej regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy, które mogą znaleźć również odzwierciedlenie w praktyce rolniczej. Badania zostały prawidłowo zaplanowane i zrealizowane, a uzyskane wyniki pozwoliły na weryfikację hipotez badawczych i osiągnięcie założonych celów pracy. Całą konstrukcją badawczą niniejszej rozprawy doktorskiej oceniam bardzo pozytywnie. Przygotowanie przez Autorkę rozprawy świadczy o jej naukowej dojrzałości, znajomości metod badawczych oraz obszernej wiedzy teoretycznej związanej z realizowanym zagadnieniem.

Tym samym rozprawa doktorska mgr. inż. Sylwii Chojnackiej pt. „Optymalizacja chemicznej regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy (*Zea mays* L.)” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim z dziedziny nauk rolniczych, dyscyplina rolnictwo i ogrodnictwo, zgodnie z ustawą z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65 poz. 595 z późn. zm.) w zw. z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 30 sierpnia 2018r. poz. 1669).

Wnoszę zatem do Rady Dyscypliny Naukowej Rolnictwo i Orodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr. inż. Sylwii Chojnackiej do dalszego etapów przewodu doktorskiego.

Z uwagi na bardzo duży wkład pracy w przeprowadzone badania, obszerny ich zakres i kompleksowość, a także na aktualność problematyki badawczej zwracam się z wnioskiem do Rady Dyscypliny Naukowej Rolnictwo i Orodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o wyróżnienie Pani mgr inż. Sylwii Chojnackiej stosowną nagrodą.

Rzeszów, 08 sierpnia 2022 r.


dr hab. inż. Jan Buczek, prof. UR