Prof. dr hab. inż. Sławomir Kocira
Wydział Inżynierii Produkcji
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Lublin, 04.05.2021 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Dagmary Migut pt. „Wpływ nawożenia dolistnego technologią Dr Green na wzrost, rozwój, plonowanie i jakość ziarna kukurydzy"

1. Ocena problematyki badawczej pracy

Rosnące zapotrzebowanie na żywność, przy jednocześnie coraz większym wykorzystaniu biomasy pochodzącej z upraw rolniczych na cele energetyczne, determinuje badania nad zwiększeniem i poprawą jakości uzyskiwanego plonu. Kukurydza będąc rośliną uprawianą zarówno na ziarno, jak i na kiszonkę z przeznaczeniem na pasze dla zwierząt lub wsad do biogazowni nadal jest w ciągłym centrum zainteresowania naukowców. Aktualnie najwięcej badań związanych jest z genetycznymi modyfikacjami tej rośliny. Jednak ze względu na obawy związane z inżynierią genetyczną w wielu społeczeństwach równocześnie prowadzone są badania nad modyfikacjami technologii uprawy tej rośliny, aby uzyskać jak największy plon przy jednoczesnej poprawie jego jakości. Zmiany w zachodzące w technologiach upraw oprócz ww. celów powinny prowadzić też do zwiększenia dochodu rolnika przy jednoczesnym przestrzeganiu zasad zrównoważonego rolnictwa. Podjęta tematyka badań ściśle związana jest ze wszystkimi ww. aspektami. Dlatego też podjęcie przez mgr inż. Dagmarę Migut badań dotyczących wpływu nawożenia dolistnego nawozami Dr Green na wzrost, rozwój, plonowanie i jakość ziarna kukurydzy oraz dokonanie oceny ekonomicznej i energetycznej technologii upraw wydaje się być uzasadnione z punktu naukowego i utylitarnego.

2. Ocena rozprawy

Oceniana rozprawa liczy 149 stron wraz z bibliografią (418 pozycji), spisem tabel (37) i rycin (12), aneksem oraz streszczeniem w języku polskim i angielskim. Dysertacja ma typowy układ prac badawczych, opartych na doświadczeniach polowych i jest podzielona na 9 rozdziałów numerowanych (Wstęp, Hipotezy badawcze i cel pracy, Przegląd literatury,

Materiał i metody, Warunki prowadzenia doświadczenia, Wyniki badań i dyskusja, Wnioski, Literatura, Spis tabel i rycin) oraz Aneks, Streszczenie w języku polskim i angielskim.

Tytuł pracy oddaje treść rozprawy. Mam jednak pewne wątpliwości co do użycia w nim zwrotu „nawożenia dolistnego technologią". Z praktycznego punktu widzenia nie jest możliwe nawożenie technologią, gdyż to technologia służy do aplikowania nawozów. Nawożenie dolistne jest jedną z technologii aplikowania składników odżywczych roślinie. Prawdopodobnie przy konstrukcji tematu rozprawy posłużono się sloganem (zwrotem reklamowym) pochodzącym od firm produkujących nawozy dolistne.

Wstęp w dysertacji zawarty jest na 2 stronach i dobrze wprowadza w tematykę rozprawy. Doktorantka zasygnalizowała w nim najważniejsze zagadnienia związane z nawożeniem oraz nakładami energetycznymi ponoszonymi w uprawie roślin.

Hipotezy badawcze i cel pracy zostały opracowane na podstawie przeprowadzonych analiz, dostępnej literatury naukowej, potrzeby zbadania nowych na rynku nawozów dolistnych dedykowanych dla kukurydzy oraz udziału w projekcie badawczym Narodowego Centrum Badań i Rozwoju dotyczącego nawożenia dolistnego. Doktorantka prawidłowo sformułowała 3 hipotezy badawcze:

H1. Nawożenie dolistne kukurydzy nawozami Dr Green wpłynie korzystnie na wzrost i rozwój roślin w kolejnych fazach rozwojowych oraz na kształtowanie ich cech morfologicznych.

H2. Działanie nawozu dolistnego wpłynie na zawartość i akumulację makroskładników w poszczególnych częściach rośliny i będzie determinować wielkość i skład chemiczny ziarna.

H3. Odpowiednie nawożenie dolistne nawozami Dr Green wpłynie na zmianę kosztochłonności i energochłonności produkcji kukurydzy na ziarno przy zachowaniu dotychczasowych efektów produkcji.

Za cel pracy mgr inż. Dagmara Migut przyjęła ocenę wpływu nawożenia dolistnego kukurydzy technologią Dr Green na: przebieg wegetacji, cechy morfologiczne roślin, względną zawartość chlorofilu w liściach, wielkość plonu ziarna i jego skład chemiczny, skład chemiczny suchej masy roślin. Doktorantka postawiła sobie także za cel dokonanie na podstawie kart technologicznych w wybranych gospodarstwach rolnych oceny wpływu nawożenia dolistnego technologią Dr Green na: wielkość plonu ziarna, kosztochłonność i energochłonność produkcji, efektywność ekonomiczną i energetyczną produkcji.

Przegląd literatury został podzielony na 7 podrozdziałów (Historia uprawy i znaczenie gospodarcze kukurydzy; Systematyka i właściwości biologiczne; Postęp biologiczny i kierunki hodowli; Skład chemiczny i kierunki wykorzystania kukurydzy; Wymagania glebowo-

klimatyczne i rejonizacja upraw; Nawożenie kukurydzy; Kosztochłonność i energochłonność produkcji kukurydzy).

Podrozdział **Historia uprawy i znaczenie gospodarcze kukurydzy** został opracowany bardzo dobrze. Doktorantka przybliżyła historię uprawy tej rośliny oraz powierzchnię i jej plonowanie w ostatnich latach w Polsce. W pododdziale tym zabrakło głębszej analizy znaczenia gospodarczego kukurydzy.

Podrozdział **Systematyka i właściwości biologiczne** oceniam pozytywnie. Mgr inż. Dagmara Migut przedstawiła 7 grup odmian: koński ząb, szklista, cukrowa, pękająca, skrobiowa, woskowa, oplewiona. Zwróciła także uwagę na wywodzenie się większości odmian mieszańcowych od linii wsobnych pochodzących od końskiego zębu i kukurydzy szklistej.

Podrozdział **Postęp biologiczny i kierunki hodowli** został opracowany bardzo dobrze. Doktorantka przedstawiła dokonany postęp biologiczny oraz opisała kierunki hodowli nowych odmian. Mam jedynie zastrzeżenie do sformułowania: Celem hodowli jest rejestracja nowej odmiany. Jest to bardzo duże uproszczenie, gdyż celem hodowli jest poprawa jakiejś cechy lub cech a rejestracja to wymóg prawny umożliwiający wdrożenie wyhodowanej odmiany do uprawy w gospodarstwach rolnych.

Podrozdział **Skład chemiczny i kierunki wykorzystania kukurydzy** nie budzi żadnych zastrzeżeń. Został opracowany bardzo dobrze i oparty na najnowszej literaturze krajowej i zagranicznej.

W podrozdziale **Wymagania glebowo-klimatyczne i rejonizacja upraw** mgr inż. Dagmara Migut wyczerpująco przedstawia wymagania zarówno glebowe, jak i klimatyczne jakie powinny spełniać stanowiska przeznaczone pod uprawę kukurydzy. Doktorantka, posiłkując się ryciną 1, dokonała charakterystyki przydatności poszczególnych regionów Polski do uprawy tej rośliny.

Podrozdział **Nawożenie kukurydzy** został przez Panią mgr inż. Dagmarę Migut opracowany wyczerpująco. Doktorantka poruszyła w tym podrozdziale najważniejsze zagadnienia dotyczące nawożenia organicznego i mineralnego oraz stosowania biostymulatorów.

Podrozdział **Kosztochłonność i energochłonność produkcji kukurydzy** przybliża zagadnienia związane z kosztami uprawy kukurydzy oraz nakładami energetycznymi. Pewien niedosyt budzi brak informacji dotyczących kosztów uprawy kukurydzy różnymi systemami.

Reasumując rozdział **Przegląd literatury** oceniam wysoko. Pani mgr inż. Dagmara Migut umiejętnie połączyła informacje podstawowe z najnowszą dostępną literaturą i wyczerpująco przedstawiła zagadnienia, które pozwoliły na sformułowanie hipotez oraz celu i zakresu pracy. Występujące nieliczne uchybienia nie obniżają wartości merytorycznej tego rozdziału.

Materiał i metody badań Doktorantka podzieliła na 8 podrozdziałów (Opis modelu doświadczalnego; Dobór odmian; Obserwacje polowe; Pomiar względnej zawartości chlorofilu; Oceny laboratoryjne; Analiza statystyczna; Kosztochłonność produkcji kukurydzy na ziarno; Energochłonność produkcji kukurydzy na ziarno).

W podrozdziale **Opis modelu doświadczalnego** opisała schemat doświadczenia zrealizowanego jako dwuczynnikowe. Pierwszym czynnikiem były odmiany (LG 32558; RGT Lipexx; SY Feeditop) a drugim nawożenie dolistne (brak nawożenia – kontrola; 1,0 kg/ha Dr Green – Kukurydza +1,5 kg/ha Dr Green Start; 2,0 kg/ha Dr Green – Kukurydza +3,0 kg/ha Dr Green Start; 4,0 kg/ha Dr Green – Kukurydza + 6,0 kg/ha Dr Green Start). Doktorantka błędnie zapisała warianty nawożenia (w złym miejscu umieściła znak „+"). **Brak jest informacji, dlaczego wybrano takie kombinacje nawożenia – proszę o wyjaśnienie tego wyboru**. W podrozdziale tym Doktorantka szczegółowo opisała metody analityczne badania zasobności gleby w podstawowe składniki pokarmowe oraz zastosowaną technologię uprawy. W kolejnym pododdziale scharakteryzowano wybrane do badań odmiany kukurydzy. W podrozdziale **Obserwacje polowe** Doktorantka przedstawiła fazy rozwojowe kukurydzy wg skali BBCH, w których dokonała obserwacji poszczególnych cech oraz podała wg jakiej metodyki dokonała oceny i pomiarów dotyczących wzrostu i rozwoju kukurydzy. W podrozdziale **Pomiar względnej zawartości chlorofilu** Doktorantka opisała metodykę pomiaru zawartości chlorofili za pomocą chlorofilometru Minolta SPAD-502. W podrozdziale **Oceny laboratoryjne** przedstawiła odpowiednie metodyki umożliwiające ocenę składu chemicznego ziarna oraz zawartości mikro i makroelementów w korzeniach, łodygach, liściach oraz ziarnie. Podrozdział **Analiza statystyczna** dotyczy wykorzystanych metod statystycznych w analizach danych. Mgr inż. Dagmara Migut wykorzystała analizę wariancji (ANOVA) dla doświadczeń dwuczynnikowych. Istotność różnic określiła za pomocą testu Tukey'a przy poziomie istotności 5%. **Brak jest informacji dotyczącej wykorzystanego przy prezentacji wyników odchylenia standardowego lub błędu standardowego**. W podrozdziale **Kosztochłonność produkcji kukurydzy na ziarno** Doktorantka przedstawiła szczegółową metodykę kalkulacji kosztów eksploatacji maszyn poniesionych nakładów materiałowych oraz nakładów pracy opartą na metodyce opracowanej w IBMER. Podrozdział ten jest bardzo dobrze opracowany. Jedynie błędnie oznaczono jednostki przy wzorze dotyczącym kalkulacji kosztów ubezpieczenia maszyn. W kolejnym podrozdziale **Energochłonność produkcji kukurydzy na ziarno** Doktorantka omówiła metodykę obliczania energochłonności produkcji opracowaną przez prof. Zdzisława Wójcickiego z IBMER. Obrana metodyka nie budzi zastrzeżeń.

Podsumowując analizę tego rozdziału stwierdzam, że mgr inż. Dagmara Migut prawidłowo dobrała metodyki badań i odpowiednio je opisała. Brakuje jednak w tym rozdziale informacji dotyczącej zastosowanej technologii Dr Green. **Dlatego też proszę o wyjaśnienie na czym polega technologia Dr Green.**

Rozdział **Warunki prowadzenia doświadczenia** został podzielony na dwa podrozdziały: **Warunki glebowe; Warunki pogodowe**. Rozdział ten został opracowany prawidłowo i zawiera najistotniejsze informacje dotyczące gleby i jej zasobności w składniki pokarmowe. Przedstawione dane pogodowe z okresu realizacji doświadczenia wzbogacono wskaźnikiem hydrotermicznym Sielianinowa.

Zasadniczą część pracy stanowi najważniejszy rozdział **Wyniki badań i dyskusja**. Rozdział ten mgr inż. Dagmara Migut podzieliła na 6 podrozdziałów, które usystematyzowały analizę i pozwoliły na przejrzyste zapoznanie się z badaniami i ich interpretacją. W rozdziale tym wyniki badań wraz z wykonaną analizą statystyczną przedstawiono w 26 tabelach i na 10 rycinach. Tabele i ryciny zostały wykonane estetycznie co pozwala na dokładne przeanalizowanie wyników. W tabelach przedstawiono średnie wartości dla danej kombinacji i roku oraz podano wartość liczbową „±" bez podania czy to jest odchylenie standardowe czy może błąd standardowy. Brak jest także tej informacji metodyce. **Proszę Panią mgr inż. Dagmarę Migut o określenie jaką wartość zaprezentowano w tabelach.** Na rycinach oprócz średniej zaznaczono wartości „±" i podobnie jak przy tabelach nie podano jaka to wartość. Na kilku rycinach brak jest tych wartości (rycina nr 5, 10, 12).

Przeprowadzona analiza wschodów została dokonana na podstawie dnia w roku, w którym co najmniej 50% roślin wzeszło w stosunku do liczby wysianych nasion. Jest to bardzo interesujący sposób przestawienia uzyskanych wyników, jednak wymaga od czytelnika bardzo dużej uwagi i niestety ogranicza analizę statystyczną. Wykonanie analizy statystycznej istotności różnic wg daty wschodów (kolejny dzień roku) między poszczególnymi latami w przypadku tego doświadczenia jest zbędne i może prowadzić do błędnych wniosków ze względu na różne daty siewu nasion oraz wystąpienie roku przestępnego w okresie badań (2016 rok). Ocenę wschodów przeprowadzoną za pomocą 9-stopniowej skali oceniam bardzo wysoko. Doktorantka dokonała prawidłowej analizy i dyskusji uzyskanych danych nawiązując do uwarunkowań klimatycznych uprawy kukurydzy. Analiza wyników oceny wczesnego wigoru roślin została wykonana prawidłowo. W ocenie tej najlepsze wyniki uzyskała odmiana SY Feeditop. Analiza terminu pojawienia się znamion oraz dojrzałości pełnej została oparta na kolejnym dniu w roku (tab. 15) i liczby dni od daty wschodów (tab. 16). Oceny oparte na liczbie dni od daty wschodów zostały przeprowadzone poprawnie i porównane z wynikami

uzyskanymi przez innych badaczy. Ocena stanu zieloności liścia (Stay Green) oparta na 9-cio stopniowej skali pozwoliła Doktorantce stwierdzić, że zmienna ta zależała od odmiany i zastosowanego nawożenia dolistnego. Przeprowadzona ocena wizualna stanu roślin przed zbiorem pozwoliła Doktorantce potwierdzić pozytywny wpływ nawożenia preparatami DR Green każdej z analizowanych odmian. Bardzo wartościowym badaniem była ocena zawartości chlorofilu przed stosowaniem a następnie 7 dni po pierwszym terminie aplikacji nawożenia dolistnego a następnie 7 i 14 dni po drugim terminie nawożenia. Doktorantka uzyskała wyniki potwierdzające wzrost zawartości chlorofilu wraz ze wzrostem dawki nawożenia wybranymi preparatami.

Ocenę zdrowotności roślin mgr inż. Dagmara Migut przeprowadziła na podstawie procentowego udziału roślin porażonych przez Fuzariozę (*Fusarium* ssp.), głownię guzowatą kukurydzy (*Ustilago maydis*) i uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) oraz ocenę punktową porażenia przez rdzę kukurydzy (*Puccinia sorghi*). Ogólnie analizę uzyskanych wyników oceniam pozytywnie, jedynie mam zastrzeżenia do wartości zaprezentowanych w tabeli nr 23 dotyczącej procentowego udziału roślin porażonych przez głownię guzowatą kukurydzy. Doktorantka przedstawiła np. wartość średnią dla odmiany LG 3258 w 2018 r. Wartość ta wyniosła „0" co jest bardzo dobrym rezultatem, jednak nie wiem dlaczego przy tej wartości podano liczbę „±0,58". Analizując ten zapis z matematycznego punktu widzenia wychodzi, że procentowo roślin porażonych mogło być miej niż „0". Z logicznego punktu widzenia nie może zaistnieć taka sytuacja. Poza tą uwagą stwierdzam z podrozdział ten został opracowany prawidłowo i wnosi ważne spostrzeżenia do całej pracy.

Podrozdział **Cechy morfologiczne i plon ziarna** powinien nazywać się **Cechy morfologiczne,** gdyż plon ziarna został omówiony w kolejnym podrozdziale. Doktorantka dokonała oceny wpływu stosowanych preparatów na wysokość roślin oraz ilość kolb produkcyjnych i nieprodukcyjnych. Podrozdział ten został opracowany prawidłowo z dobrze przeprowadzoną dyskusją.

Bardzo ważnym podrozdziałem jest **Plon ziarna i ocena jakości plonu,** w którym to mgr inż. Dagmara Migut omówiła wilgotność ziaren zbieranego plonu, jego wielkość oraz masę 1000 ziaren. Prawidłowe omówienie wyników wraz z wykonaną analizą statystyczną i odpowiednio przeprowadzoną dyskusją pozwala na zweryfikowanie części postawionych hipotez i wyciągniecie odpowiednich wniosków. Proponuję jednak zmianę

nazwy tego podrozdziału poprzez skrócenie i pozostawienie tylko Plon ziarna, gdyż ocena jakościowa została przeprowadzona w kolejnym podrozdziale.

Podrozdział Cechy jakościowe zawiera omówienie składu chemicznego ziarna kukurydzy oraz zawartości makro i mikroelementów w wegetatywnych i generatywnych częściach kukurydzy. Doktorantka w sposób poprawny dokonała omówienia wyników badań zawartości białka ogółem, tłuszczu surowego, włókna surowego, popiołu i bezazotowych substancji wyciągowych w ziarnie kukurydzy. Mgr inż. Dagmara Migut wykonała też prawidłową dyskusję własnych wyników z danymi uzyskiwanym przez innych badaczy. Dokonana ocena zawartości makro i mikroelementów (fosforu, potasu, magnez, wapnia, sodu, żelaza, miedzi, cynku i manganu) w wegetatywnych i generatywnych częściach kukurydzy została wykonana prawidłowo. Jedynie brak jest na niektórych rycinach informacji o odchyleniu standardowym lub błędzie standardowym (wspomniałem o tym uchybieniu na początku analizy tego rozdziału).

Kosztochłonność i energochłonność produkcji kukurydzy na ziarno obliczono na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w 5 gospodarstwach rolnych. Wykonane obliczenia przeprowadzone z pomocą kart technologicznych i szczegółowej metodyki opartej na opracowaniach Muzalewskiego i Lorencowicza oraz Wójcickiego zostały wykonane prawidłowo. Problemem jest używanie słowa „zysk" jako różnicę między przychodem ze sprzedaży ziarna kukurydzy a nakładami poniesionymi na jego pozyskanie. Ogólnie przyjęte jest, że przychód minus koszty jest to dochód i w tym przypadku byłoby to trafniejsze określenie, gdyż zysk jest osiągany po uwzględnieniu wszystkich kosztów, a w tym przypadku brak jest m.in. kosztów związanych z podatkiem gruntowym. Mam też pytanie dotyczące nakładów pracy (robocizny). **Dlaczego nakłady pracy zarówno w technologii bez nawożenia jak i z nawożeniem dolistnym są takie same?**

Obliczenia energochłonności zostały przeprowadzone prawidłowo, co pozwoliło na stwierdzenie, że mimo większych nakładów energetycznych w technologii z nawożeniem dolistnym efektywność energetyczna w technologii kontrolnej była mniejsza od technologii z nawożeniem dolistnym. Wynika to z wielkości pozyskanego plonu ziarna z 1 ha. Ta część pracy była bardzo pracochłonna i wymagała od mgr inż. Dagmary Migut znajomości wielu aspektów związanych nie tylko z technologią uprawy, ale także z ekonomiką i nakładami energetycznymi. Bardzo wysoko oceniam tę część dysertacji, gdyż są to bardzo ważne informacje dla praktyki rolniczej, a obliczone wskaźniki efektywności ekonomicznej i energetycznej są jednymi ze wskaźników wykorzystywanych w rolnictwie zrównoważonym.

W rozdziale 7 mgr inż. Dagmara Migut przedstawiła najważniejsze wnioski potwierdzające przedstawione w rozdziale 2 hipotezy badawcze. Przedstawione wnioski wynikają z przeprowadzonych doświadczeń ścisłych, jak również z doświadczeń łanowych w analizowanych gospodarstwach rolnych i są poprawnie sformułowane. Brakuje mi jednak na zakończenie tego rozdziału wniosku o charakterze utylitarnym, który to dałby jednoznaczne wskazówki dla praktyki rolniczej w zakresie proponowanej technologii uprawy kukurydzy z wykorzystaniem nawożenia dolistnego.

Podsumowując rozdział **Wyniki badań i dyskusja** stwierdzam, że mimo uchybień, został bardzo dobrze opracowany merytorycznie a przeprowadzona analiza statystyczna pozwoliła na wyciągnięcie prawidłowych wniosków i zweryfikowanie postawionych hipotez badawczych oraz osiągnięcie założonego celu. Na podkreślenie zasługuje bardzo dobrze przeprowadzona dyskusja.

Rozdział **8 Literatura** zawiera spis 418 pozycji w większości anglojęzycznych. Spis jest wykonany prawidłowo a nieliczne błędy dotyczące np. roku wydania (poz. 122) są trudne do uniknięcia przy tak bogatym piśmiennictwie.

3. Wniosek końcowy

Praca doktorska mgr inż. Dagmary Migut rozwiązuje problem naukowy i pozwala zweryfikować przedstawione hipotezy badawcze oraz przedstawia oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej (produkcji rolniczej).

Przeprowadzona analiza literatury przedmiotu, odpowiedni dobór metod badawczych oraz umiejętność analizy i interpretacji wyników wskazuje na bardzo dobre przygotowanie do realizacji prac badawczych. Badania zostały prawidłowo zaplanowane i zrealizowane a przeprowadzona dyskusja jest wyczerpująca. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na osiągnięcie założonego celu pracy. Zastosowane metody badawcze i kompleksowe podejście do tematyki pozwoliły na oryginalne rozwiązanie problemu związanego z wpływem nawożenia dolistnego kukurydzy na wzrost, rozwój, plonowanie i jakość ziarna kukurydzy. Zawarte w recenzji uwagi mają głównie charakter dyskusyjny i nie wpływają negatywnie na ocenę dysertacji. Występujące w pracy błędy literowe i interpunkcyjne nie wpływają na jakość merytoryczną rozprawy doktorskiej.

Podsumowując stwierdzam, iż opracowany temat posiada bardzo duże znaczenie poznawcze w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo poszerzając wiedzę z zakresu nawożenia dolistnego kukurydzy uprawianej na ziarno, dostarczając cennych informacji dla praktyki rolniczej

w aspekcie wielkości plonu i jego jakości oraz efektywności ekonomicznej i energetycznej jej produkcji.

Przedstawioną rozprawę doktorską oceniam wysoko i stwierdzam, że spełnia wszystkie wymogi stawiane tego typu pracom określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2017 poz. 1789 tekst jedn.). Stawiam więc Wysokiej Radzie Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego wniosek o dopuszczenie mgr inż. Dagmarę Migut do publicznej obrony.

Lublin, 04.05.2021 r.

prof. dr hab. inż. Sławomir Kocira