



UNIwersYTET
PRZYRODnicZY
w Lublinie

WYDZIAŁ
AGROBIOINŻYNIERII

Prof. dr hab. Hanna Klikocka
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Ekonomii i Agrobiznesu
Ul. Akademicka 13
20-950 Lublin

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pana mgr inż. Adama Podolskiego

**pt. " Reakcja kukurydzy na wzrastające dawki azotu w dwóch systemach
nawożenia siarką na tle naturalnych warunków opadowych i deszczowania"**

Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji

Recenzję wykonałam na zlecenie Prof. dr hab. Andrzeja Bleharczyka przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu nr LIII/1/2024 z dnia 24 maja 2024 r. Otrzymałam kompletny zestaw dokumentów umożliwiający ocenę rozprawy doktorskiej zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zmianami).

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Adama Podolskiego została wykonana w Katedrze Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska Wydziału Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod kierunkiem prof. dr hab. Witolda Grzebisza – promotora.

1. Problematyka badawcza pracy

Kukurydza zalicza się do grupy roślin uprawnych, które dominują w światowej produkcji ziarna. W okresie od 2010 do 2023 powierzchnia uprawy kukurydzy w Polsce zwiększyła się ponad 3,5-krotnie, lecz produkcja ziarna tylko 4-krotnie. Plony ziarna w latach 2014-2023 wynosiły, średnio zaledwie $6,64 \pm 0,92$ t ha⁻¹. Luka plonu, będąca różnicą między plonami maksymalnymi, osiągalnymi w warunkach klimatycznych Polski, kształtowała się w tym okresie na poziomie $43 \pm 0,4\%$. Oznacza to, że statystyczny Polski rolnik wykorzystuje tylko 57% potencjału produkcyjnego

uprawianych odmian. Przyczyn niskich plonów tej rośliny o dużej wrażliwości na warunki pogodowe jest wiele, lecz najważniejsza to uprawa w stanowiskach o niskiej, niedostatecznej żyzności gleby. Cecha to obejmuje dwie składowe. pierwszą jest odczyn, a drugą zasobność gleby w składniki pokarmowe. Kukurydzę, pomimo dużych wymagań wodnych i pokarmowych, uprawia się w stanowiskach zarówno kwaśnych, jak i ubogich w podstawowe składniki pokarmowe. Warunki wodne są dla tej rośliny kluczowym czynnikiem produkcyjnym. W okresie krytycznym, który rozciąga się od drugiej dekady lipca do trzeciej dekady sierpnia, niedobór wody wynosi około 150 mm. Już sama ta wartość wskazuje na konieczność nawadniania. O ile producent rolny ujmuje w planie nawozowym fosfor, potas, to niestety nie zwraca szczególnej uwagi na szereg innych składników pokarmowych, istotnych dla realizacji potencjału produkcyjnego kukurydzy. W tej grupie składników, które można określić jako drugoplanowe znajduje nie tylko magnez, lecz siarka i wapń. Gleby w Polsce ze względu na skałę macierzystą i duży udział frakcji piasku w warstwie ornej są naturalnie ubogie w wapń i siarkę, a wysycenie glebowego kompleksu w wapń jest niedostateczne. W tym miejscu należy postawić podstawowe pytanie, *jak w produkcji kukurydzy w tak naturalnie słabych warunkach glebowych, a do tego niezrównoważonych agrochemicznie, kształtuje się efektywność produkcyjna stosowanego azotu?*

Wskazany powyżej zakres problematyki badawczej został podjęty w pracy doktorskiej Pana mgr inż. Adama Podolskiego. Temat rozprawy doktorskiej należy zatem uznać za jak najbardziej ważny i uzasadniony. Dlatego też podjęte przez Autora badania w tym zakresie oceniam wysoko zarówno z poznawczego, jak i utylitarnego punktu widzenia. Praca wpisuje się w aktualny obecnie zakres problematyki badawczej, dotyczącej warunków wyznaczenia dawki azotu w kukurydzy na tle kontrastowych warunków wodnych w okresie wegetacji i stosowania siarki jako działania wspomagającego efektywność plonotwórczą azotu.

2. Ocena formalna pracy

Przedłożona do oceny dysertacja liczy łącznie 306 stron, w tym 27 tabel, 71 rycin i 4 zdjęcia oraz 59 tabel i 56 rycin w załączeniu. Spis wykorzystanej literatury obejmuje 199 pozycje drukowane (z czego znacząca większość stanowią pozycje

obcojęzyczne) i odniesienia do 10 stron internetowych. Na początku pracy zamieszczono 1- stronicowe streszczenia w języku polskim i angielskim.

Dokonując formalnej oceny pracy doktorskiej mgr inż. Adama Podolskiego należy podkreślić, że treść rozprawy została ujęta w kolejnych 10 rozdziałach (1. Wstęp, 2. Materiały i metodyka, 3. Pomiary i oznaczenia, 4. Wyniki badań, 5. Omówienie i dyskusja wyników, 6. Podsumowanie i wnioski, 7. Literatura, 8, Spis tabel i rycin, 9. Ryciny załączniki, 10. Załączniki, w obrębie których wyróżniono podrozdziały I-go i II-go rzędu.

We Wstępie liczącym 22 strony, Autor wydzielił Problem badawczy, Hipotezę badawczą i Cele pracy, Przegląd literatury, a w nim 8 podrozdziałów 2-go rzędu. Rozdział ten dotyczy w szczególności pochodzenia i znaczenia gospodarczego kukurydzy, potrzeb siedliskowych i pokarmowych, znaczenia siarki i wapnia w nawożeniu i reakcji kukurydzy na azot. W rozdziale 2. Materiały i metodyka, Autor na 5 stronach wyodrębnił 5 podrozdziałów I-go rzędu opisujących lokalizację doświadczenia i warunki agrochemiczne, schemat doświadczenia, zabiegi agrotechniczne i charakterystykę odmiany kukurydzy. W rozdziale 3. Pomiary i oznaczenia, Autor na 5 stronach w 7 podrozdziałach opisał sposób poboru próbek glebowych i roślinnych oraz metodę oznaczenia ich w laboratorium, ponadto w materiale roślinnym metodę oznaczenia P i S, wskaźniki bilansowe i efektywności azotu oraz obliczenia statystyczne. Wyniki badań opisane zostały na 123 stronach, jako rozdział 4 i zostały podzielone na 12 podrozdziałów, a one w dalszej kolejności na pod-pod rozdziały a i b (doświadczenie nienawadniane i doświadczenie nawadniane). Wyniki badań opisują plon i strukturę plonu ziarna, biomasę kukurydzy w sezonie wegetacyjnym, zawartość składników pokarmowych w stadium BBCH 14, w liściu podkolbowym, w pędzie kukurydzy, w ziarnie i słomie kukurydzy, zawartość azotu mineralnego w glebie w stadiach BBCH 14, BBCH 61, BBCH 89, akumulację azotu przez kukurydzę w sezonie wegetacyjnym, wskaźniki gospodarki kukurydzy azotem przed i po kwitnieniu. Wyniki badań zaprezentowano w 24 tabelach i na 62 rycinach. Wyniki badań odniesiono również do znajdujących się w załącznikach 52 tabel i 54 rycin z analizą wariancji badanych cech. W rozdziale 5. Omówienie i dyskusja wyników, liczących 30 stron Doktorant przeprowadził konfrontację uzyskanych wyników badań z danymi literaturowymi. Rozdział ten został podzielony

na 3 podrozdziały z pod-podrozdziałami, dotyczącymi plonu i jego struktury oraz zawartości składników pokarmowych, oceny stanu odżywienia kukurydzy w krytycznych stadiach formowania plonu, to jest stadium: 4-tego liścia, liść podkolbowy, pęd, SPAD, bilans azotu w stadium: BBCH 14, w okresie wzrostu wegetatywnego i fazy nalewania ziarna. W rozdziale 6. rozprawy liczącym 5 stron maszynopisu Autor zamieścił podsumowanie i 14 wniosków wynikających z przeprowadzonych badań. Spis literatury wykorzystanej w pracy zamieszczony został w rozdziale 7 i obejmuje on jak wspomniano wcześniej 199 pozycje drukowane (z czego znacząca większość stanowią pozycje obcojęzyczne) i odniesienia do 10 stron internetowych. Są one pod względem formalnym cytowane w większości w sposób właściwy. W rozdziale 8 spisano tabele, ryciny, zdjęcia oraz tabele i ryciny w załącznikach. W rozdziale 9 zamieszczono 54 ryciny, a w rozdziale 10 zamieszczono 52 tabele.

Układ pracy jest poprawny i nie budzi zastrzeżeń. Doktorant zachował właściwe proporcje pomiędzy poszczególnymi rozdziałami, a ich udział w całej objętości rozprawy doktorskiej jest proporcjonalnie wyważony. Poszczególne rozdziały i podrozdziały stanowią logiczną całość. Praca napisana jest poprawną polszczyzną, a stosowanie precyzyjnej terminologii pozwala na dokładną analizę uzyskanych wyników. Struktura tak przygotowanej dysertacji spełnia wymogi formalne stawiane tego typu opracowaniom.

3. Ocena merytoryczna pracy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska została przygotowana w oparciu o oryginalne wyniki badań własnych, uzyskane przez Autora na podstawie badań polowych z udziałem kukurydzy odmiany Cirrus, prowadzonych równolegle w dwóch oddzielnych doświadczeniach polowych, w sezonach 2020, 2021 i 2022. Doświadczenie 1-sze uwzględniało tylko naturalne warunki opadowe, a 2-gie naturalne warunki opadowe i deszczowanie w krytycznych fazach formowania plonu. Czynnikiem doświadczenia były: (1) trzy systemy nawożenia siarką: a: NPK, b. NPK-S0 (siarka elementarna), c. NPK-CaS (siarczan wapnia); (2) sześć dawek azotu: 0, 40, 80, 120, 160 i 200 kg N ha⁻¹. Azot stosowano w formie mocznika z inhibitorem ureazy (triamid kwasu N-(n-butylo) trifosforowego (NBPT)). Szczególną uwagę

zwrócono na wskaźniki gospodarki azotem w systemie gleba/roślina w okresie przed kwitnieniem (BBCH 14 do BBCH 61) oraz w okresie od początku kwitnienia do dojrzałości fizjologicznej (BBCH 61 do BBCH 89/90).

Tytuł rozprawy doktorskiej „Reakcja kukurydzy na wzrastające dawki azotu w dwóch systemach nawożenia siarką na tle naturalnych warunków opadowych i deszczowania” został sformułowany w sposób jasny i w pełni odzwierciedla treści zawarte w pracy.

Praca doktorska, licząca łącznie 306 stron zawiera wszystkie niezbędne składowe, takie, jak poprawnie sformułowana hipoteza badawcza i cele badawcze; szeroko przedstawiony przegląd literatury w zakresie obszarów badawczych poruszonych w pracy; poprawnie opracowaną i szczegółową metodyka badań. Praca zawiera także szeroki opis wyników badań, dyskusję, podsumowanie i wnioski, spis literatury (209 pozycji) oraz dokumentację badań w formie tabelarycznych i graficznych załączników do części wynikowej i dyskusji

Wysoko oceniam rozdział 4. Wstęp, w którym Autor poza sprecyzowaniem problemu badawczego, założeniem hipotezy badawczej i określeniem celów realizowanych w trakcie badań w sposób syntetyczny dokonał przeglądu literatury. Realizowane badania opierały się na założeniu, że wprowadzenie siarki do technologii produkcji kukurydzy istotnie zwiększa produktywność azotu (N) w układzie gleba/roślina, a tym samym plon ziarna. Zatem postawiona hipoteza badawcza brzmi: *„Efektywność plonotwórcza siarki stosowanej w produkcji kukurydzy na ziarno przejawia się w krytycznych okresach formowania plonu poprzez wpływ na zasoby dostępnego azotu w systemie gleba/roślina”*.

Doktorant w sposób przejrzysty sformułował i uzasadnił cel podjętych badań, którym było określenie: (1) wpływu systemów nawożenia siarką na plon ziarna, na zasoby dostępnego azotu w krytycznych fazach formowania plonu ziarna i stopień wykształcenia elementów struktury plonu ziarna, stan odżywienia rośliny w krytycznych fazach formowania plonu ziarna. (2) Prognozy plonu ziarna na podstawie zawartości składników pokarmowych w całej roślinie w stadium BBCH 14 i BBCH 61, a także w liściu podkolbowym w stadium BBCH 61. (3) Określenia bilansu zasobów dostępnego azotu w okresie przed i po kwitnieniu kukurydzy. (4) Oceny

diagnostycznej wartości wskaźników gospodarki azotem w okresie przed i po kwitnieniu kukurydzy.

Przegląd literatury Autor rozprawy napisał w sposób przejrzysty, dając dobrą podstawę do dyskusji uzyskanych wyników badań. Przedstawione przez Doktoranta liczne i w znacznej ilości najnowsze publikacje wiążą się ściśle z zakresem ocenianej pracy.

W rozdziale Materiały i metodyka Autor scharakteryzował doświadczenie polowe z uwzględnieniem lokalizacji i warunków agrochemicznych oraz opisał schemat doświadczenia, także przedstawił wykaz działań agrotechnicznych prowadzonych na polstkach doświadczalnych, ponadto scharakteryzował badaną odmianę kukurydzy. Kolejny rozdział Pomiary i oznaczenia dotyczy pomiarów, oznaczeń i obserwacji polowych. Doktorant dokonał w nim szczegółowego opisu poboru próbek glebowych i roślinnych oraz laboratoryjny sposób ich oznaczenia. W innym podrozdziale Autor badań opisał wskaźniki bilansowe o efektywności azotu. Rozdział ten kończy opis zastosowanych szerokich obliczeń statystycznych, do których opracowania wykorzystano program Statistica 13® oraz program Microsoft Excel.

Doświadczenie polowe przeprowadzono w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych, a mianowicie 2020, 2021, 2022 w Gospodarstwie Rolnym w Lutomku, gmina Sieraków, powiat międzychodzki, województwo wielkopolskie. Przedplonem kukurydzy była pszenica ozima. Doświadczenie założono na glebie płowej typowej, powstałej z piasku gliniastego lekkiego/bardzo lekkiego, zalegającym na piasku gliniastym lekkim. Pod względem użytkowania rolniczego gleba ta zaliczana jest do klasy bonitacyjnej IVb, kompleksu glebowego żytniego dobrego.

Badania realizowano na bazie dwóch doświadczeń polowych, w tym, pierwsze prowadzone w naturalnych warunkach opadowych (doświadczenie nienawadniane) i drugie, w którym rośliny deszczowano w warunkach niedoboru wody (doświadczenie nawadniane). Dwa doświadczenia polowe, dwu-czynnikowe założono w układzie bloków losowych. Czynniki doświadczenia:

- I. Systemy nawożenia siarką:
 1. NPK bez siarki;
 2. NPK + siarka w formie elementarnej (S^0);



3. NPK + siarka w postaci siarczanu wapnia ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$);

II. Sześć dawek azotu: 0, 40, 80, 120 160, 200 kg ha^{-1} .

Pojedyncze doświadczenie polowe składało się z 18 wariantów doświadczalnych, realizowanych w czterech powtórzeniach, co dało łącznie 72 poletka dla jednego doświadczenia. W sumie badania prowadzono na 144 poletkach. Czynniki doświadczalne były w pełni rozlosowane, a powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 120 m^2 o wymiarach 6 × 20 m. Siew kukurydzy odmiany Cirrus przeprowadzano w terminach optymalnych dla regionu, to jest I dekady kwietnia w 2020 i 2022 roku oraz początku II dekady kwietnia w 2021 roku. Norma wysiewu wynosiła 8 sztuk żywych nasion m^{-2} . Zbiór kombajnem przeprowadzono z całego poletka. W przeprowadzonym doświadczeniu tylko kontrola absolutna nie była nawożona żadnym składnikiem pokarmowym. Pozostałe objekty, zgodnie z planem badawczym, nawożono mocznikiem z inhibitorem ureazy, który zawiera 46 % azotu w formie amidowej. Zastosowano także 86 kg ha^{-1} fosforu, 120 kg ha^{-1} potasu, 83 kg ha^{-1} tlenku magnezu, 84 kg ha^{-1} tlenku wapnia. Na obiektach nawożonych siarką zastosowano 68 kg ha^{-1} S w odpowiedniej formie (siarka elementarna i siarczan wapnia – jako, AgroSulca). Do zwalczania chwastów stosowano herbicydy. Przeprowadzone zabiegi agrotechniczne przedstawiono w tabeli, dla każdego roku z podaniem daty wykonania zabiegu. Świadczy to, że eksperyment był szczegółowo zaplanowany i przeprowadzony. Brakuje mi jednak informacji, czy oprócz zwalczania chwastów Autor badań stosował inne zabiegi ochrony kukurydzy przed agrofagami.

Proszę Doktoranta także o wyjaśnienie za pomocą jakiego sprzętu przeprowadzał nawadnianie kukurydzy i szacunkowo, jakie dawki wody stosował. Chcę także poprosić o wyjaśnienie, w jaki sposób przeprowadzono ocenę struktury plonu i jak prowadzono pomiary biometryczne na poletkach.

Rozdział 4. Wyniki badań stanowią najobszerniejszą część rozprawy, w której Autor przedstawił wyniki badań oraz dokonał ich interpretacji. Uzyskane wyniki przedstawiono w formie tabel i rycin, których tytuły są na ogół komunikatywne i jednoznacznie informują o rodzaju przedstawionych cech. Autor wnikliwie przeanalizował wyniki badań. W obu doświadczeniach określił plon ziarna, a w zakresie pomiarów biometrycznych kukurydzy: liczbę rzędów i liczbę ziarniaków w rzędzie, w kolbie i na 1 m^2 , masę 1000 ziarniaków, wilgotność ziarna. Oznaczenia

biomasy świeżej i suchej prowadzono w fazie BBCH 14, świeżej i suchej biomasy całej rośliny oraz liścia podkolbowego w fazie BBCH 61 (nalewania ziarna), świeżej i suchej masy całej rośliny i z podziałem na kolby, łodygi, rdzeń i ziarno w fazie BBCH 89. Obliczono przy tym masę suchą całkowitą i indeks żniwny. Oznaczenia chemiczne w stadium BBCH 14 dotyczyły 10 składników pokarmowych (N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu). W dalszej kolejności oznaczono w liściu podkolbowym na początku kwitnienia (stadium BBCH 61) wyżej wymienione składniki pokarmowe, uzupełnione o zawartość siarki. W wymienionym stadium ocenie statystycznej poddano także indeks SPAD i stosunek N/S. Skład chemiczny pędu kukurydzy w stadium BBCH 61 obejmował analizę wymienionych pierwiastków, za wyjątkiem siarki. Również w ziarnie i w słomie, po zbiorze kukurydzy oznaczono zawartość wymienionych składników pokarmowych. Oznaczono także azot mineralny w glebie w warstwach 0-30, 30-60, 60-90 cm, jako sumę azotu azotanowego $N-NO_3$ i azotu amonowego $N-NH_4$, w trzech stadiach kukurydzy, mianowicie: BBCH 14, BBCH 61 i BBCH 89. Na podstawie analizy azotu wyliczono jego akumulację w BBCH 14 i BBCH 61, natomiast w ziarnie i słomie wyliczono jednostkową i całkowitą akumulację azotu, produktywność jednostkową azotu i indeks żniwny azotu. W okresie przed kwitnieniem, w stadium BBCH 14 – BBCH 61 i po kwitnieniu, w stadium nalewania ziarna BBCH 61 – BBCH 89 wyliczono 4 wskaźniki gospodarki azotem: masę N w systemie gleba/roślina, saldo bilansowe azotu, netto uruchomiony N, efektywność akumulacji N. Wyliczono także wskaźniki gospodarki azotem w kukurydzy w okresie przed kwitnieniem (BBCH 14 – 61) i po kwitnieniu (BBCH 61 – 89), takie jak: N – zakumulowany azot; azot uruchomiony z zasobów glebowych, efektywność całkowita akumulacji N w biomacie i efektywność akumulacji N w ziarnie.

Doktorant w tym rozdziale zgodnie z ustaloną hierarchią czynników doświadczenia i lat badań dokonał analizy statystycznej wymienionych cech badawczych i wskaźników. Do interpretacji wyników wykorzystano analizę wariancji, korelacji, regresji i obliczono współczynniki zmienności. Tak dogłębne opracowanie statystyczne uzyskanych wyników badań w istotny sposób podnosi wartość rozprawy, dając podstawę zarówno do ich właściwej oceny, dokonania dyskusji z literaturą tematu oraz sprecyzowania racjonalnych wniosków.



W omówieniu wyników i dyskusji Autor ustosunkował się do postawionych celów pracy, podkreślając złożoność oceny uzyskanych wyników. Odpowiadając na pytania postawione w hipotezie badawczej Doktorant wyraźnie wskazał na niską zależność poziomu plonu kukurydzy od zasobów azotu mineralnego w glebie, czy też masy azotu pobranego przez roślinę w krytycznych fazach wegetacji kukurydzy. Doktorant wykazał, że plon ziarna kukurydzy zależał istotnie od masy azotu w systemie gleba/roślina w okresie przed i po kwitnieniu kukurydzy. Najbardziej wiarygodnym wskaźnikiem plonu w stadium dojrzałości fizjologicznej ziarna była masa azotu w ziarnie. Należy podkreślić, że w każdym z analizowanych okresów wegetacji kukurydzy większą wiarygodność plonu otrzymano dla obiektu nawadnianego. Stan ten wynikał z istotnego wpływu N_{min} uruchomionego z zasobów glebowych w okresie przed kwitnieniem na zasoby N w systemie gleba/roślina. Zasoby te zależały od systemu nawożenia siarką, istotnie wpływając na stopień wykształcenia elementów struktury plonu, a tym samym ziarna.

Dyskusja wyników charakteryzuje się logicznym i przejrzystym układem, trafnością oraz właściwie dobraną i zinterpretowaną literaturą w odniesieniu do własnych wyników badań.

Jednakże w tym miejscu proszę, aby Autor rozprawy wyjaśnił szerzej:

1). Jak wytłumaczyć wpływ warunków pogodowych na plon ziarna kukurydzy w doświadczeniu nienawadnianym i nawadnianym? Doktorant na stronie 174 pisze, że skala uzyskanego przyrostu plonu ziarna w wyniku nawadniania wskazuje na niedobór wody, który występował w każdym z lat badań (tab. 3.1). W pracy nie znalazłam tej tabeli, jak również ryc. 3.1., na które Autor się powołuje, a które powinny przedstawiać rozkład temperatury?

2). Jaka była reakcja kukurydzy na nawożenie siarką ze względu na zastosowaną formę siarki i nawadnianie?

Rozprawa doktorska kończy się 14 wnioskami, które w przeważającej większości wskazują na pozytywne działanie zastosowanych czynników doświadczalnych na roślinę testową. Są one adekwatne do uzyskanych wyników i oprócz walorów poznawczych mają również znaczenie praktyczne.

Zakres osiągnięć naukowych pracy jest bardzo szeroki. Przeprowadzone badania wykazały między innymi, że warunki wodne w trakcie wegetacji kukurydzy,

istotnie kształtując zasoby azotu w systemie gleba/roślina w krytycznych okresach formowania struktury plonu, określają tym samym plon ziarna. Nawadnianie (deszczowanie) jest czynnikiem agrotechnicznym, który uruchamiając zasoby siarki w glebie, niezależnie od formy zastosowanego azotu, istotnie zwiększa zasoby azotu w systemie gleba/roślina, a tym tworzy warunki do formowania struktury kolby. Badania wykazały, że siarczan wapnia jest optymalną formę siarki, zwłaszcza w naturalnych warunkach opadowych. Zwiększa on istotnie plony ziarna kukurydzy w wymienionych warunkach, lecz tylko w zakresie małych dawek azotu. Siarka elementarna istotnie zwiększa plon ziarna kukurydzy, lecz dopiero na kombinacji z 200 kg N ha⁻¹ na obiektach nienawadnianych; i na nawadnianym po przekroczeniu dawki 120 kg N ha⁻¹. Plon ziarna kukurydzy uprawianej w naturalnych warunkach wodnych w decydującym stopniu zależał od masy 1000 ziarniaków. W przypadku deszczowania kukurydzy predykatorem plonu dodatkowo była liczba ziarniaków na jednostce powierzchni. Wartość predykcyjna plonu ziarna na podstawie zawartości składników pokarmowych w liściu podkolbowym, pomimo istotności, jest mniejsza niż przeprowadzona na podstawie zawartości składników pokarmowych w całym pędzie kukurydzy. Wiarygodnym narzędziem predykcji plonu ziarna, niezależnie od wariantu wodnego okazał się indeks zieloności, SPAD. Dużą wartość predykcyjną posiada wskaźnik zagregowany, jakim jest łączna masa azotu w systemie gleba/roślina i warunki pogodowe, w tym warunki wodne.

Wykaz literatury zamieszczony w rozdziale 7. Literatura sporządzony jest bardzo starannie. Chociaż nie ustrzeżono się pomyłek, co wykazano w uwagach szczegółowych. Wysoko oceniam również to, że w rozprawie zdecydowana większość wykorzystanych pozycji piśmiennictwa naukowego jest anglojęzyczna i została opublikowana w ostatnich latach.

4. Uwagi szczegółowe

Studując bardzo ciekawą dysertację dostrzeżono kilka błędów bądź nieścisłości, które z obowiązku recenzenta chcę przekazać Autorowi pracy.

- W rozdziale Materiały i metodyka nie opisano warunków pogodowych, o których pisze Doktorant na stronie 174 w rozdziale Omówienie i dyskusja wyników, powołując się na niezamieszczoną w pracy tabelę 3.1. i rycinę 3.1.

- Pochwalam stosowanie odrębnej numeracji rycin i tabel dla każdego rozdziału, co czyni porządek w pracy. Jednak pojawiły się nieliczne błędy literowe w opisie tabel w załącznikach.
- W pracy znajdują się nieliczne cytowania, których brak jest w spisie literatury, są nieliczne błędy w nazwisku i roku cytowania.

Przykłady:

- W tekście jest: Ranum i in. 2024; (str.9), w spisie literatury jest: Ranun i in. 2014;
Powinno być: Ranum i in. 2014.

- Brak jest w spisie treści: Buckler i in. 2006 (str. 9); Syp, 2015 (str. 10);

- Dyskusyjne jest stworzenie rozdziału 8, 9 i 10. Wystarczyło napisać bez numeracji: Spis tabel i rycin, Załączniki.

Zaznaczam jednak, że powyższe uwagi, często o charakterze redakcyjnym, w niczym nie umniejszają wartości merytorycznej recenzowanej pracy.

5. Podsumowanie

W podsumowaniu należy stwierdzić, że przeprowadzone przez mgr inż. Adama Podolskiego bardzo obszerne i na wysokim poziomie badania oraz przygotowana w oparciu o uzyskane wyniki rozprawa doktorska zasługuje na duże uznanie. Badania zostały wykonane poprawnie pod względem metodycznym. Dysertacja została napisana językiem nie budzącym zastrzeżeń. Wyniki są dobrze opracowane i czytelnie zaprezentowane. Uzyskane dane Autor zamieścił w przejrzystych tabelach i na rycinach. Sposób interpretacji otrzymanych rezultatów badań oraz dyskusja wyników z dobrze dobraną literaturą świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktoranta. Forma opracowania dysertacji oraz duża swoboda z jaką Autor porusza się w omawianym temacie świadczą o umiejętności poprawnego projektowania i prowadzenia prac badawczych, dobrym opanowaniu warsztatu badawczego oraz umiejętności krytycznej interpretacji wyników przez mgr inż. Adama Podolskiego. Dysertacja tworzy spójną i logiczną całość. Kompleksowe podejście do podjętego tematu badawczego zasługuje na uznanie.

Rozprawa doktorska mgr inż. Adama Podolskiego jest oryginalną pracą badawczą, wnoszącą duży wkład w rozwiązanie problemów naukowych dotyczących nawadniania, nawożenia azotem i siarką kukurydzy. Zamieszczone w recenzji uwagi

o charakterze pozamerytorycznym i porządkowym nie obniżają mojej wysokiej oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Podolskiego.

6. Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej oceny formalnej, metodycznej i merytorycznej rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Podolskiego pt. „Reakcja kukurydzy na wzrastające dawki azotu w dwóch systemach nawożenia siarką na tle naturalnych warunków opadowych i deszczowania” wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Witolda Grzebisza, stwierdzam, że praca stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe i wnosi do Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo wiele nowych aspektów poznawczych i użytkowych. Recenzowana praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ustawy o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018r. (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zmianami). Doktorant udowodnił, że potrafi rozwiązywać problemy naukowe i posiada teoretyczną wiedzę w zakresie nawożenia roślin uprawnych. Pokazał, że biegle posługuje się szerokim wachlarzem metod badawczych stosowanych w chemii rolnej oraz ma umiejętności prezentowania, interpretacji i dyskusji wyników. W związku z tym wnioskuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie mgr inż. Adama Podolskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Adama Podolskiego stosowną nagrodą. Wniosek o wyróżnienie uzasadniają: wysoka wartość naukowa rozprawy doktorskiej, szeroki zakres wykonanych badań oraz ich nowatorskość, aktualność podjętej problematyki badawczej, umiejętne wykorzystanie nowoczesnych technik badawczych oraz opublikowanie publikacji w renomowanym międzynarodowym czasopiśmie naukowym.

Hanna Klikocka

Lublin, dnia 23.06.2024 r.

Prof. dr hab. Hanna Klikocka