

Wrocław, 17.09.2019r.

Dr hab. inż. Grzegorz Kulczycki
Katedra Żywienia Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 53, 50-375 Wrocław

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Wendla

„Ocena reakcji plonotwórczej i stanu odżywienia ziemniaków nawożonych różnymi formami siarki na tle wzrastających dawek azotu”

Praca wykonana pod kierunkiem **dr hab. Jarosława Potarzyckiego** promotora oraz **dr hab. Katarzyny Przygockiej-Cyny** promotora pomocniczego w Katedrze Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Recenzję opracowano w odpowiedzi na pismo **Pani prof. dr hab. Anny Kryszak**, Dziekana Wydziału Rolnictwa i Bioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 23.07.2019 roku.

Ocena problematyki badawczej

Znaczenie siarki w rolnictwie na świecie wzrasta ze względu na pogłębiający się deficyt tego pierwiastka w glebie. W Polsce problem z niedoborami tego makroelementu dla roślin uprawnych także systematycznie rośnie, głównie ze względu na ograniczenie emisji siarki do atmosfery, intensyfikację produkcji roślinnej, uprawę nowych odmian oraz zmniejszenie ilości stosowanych nawozów naturalnych. Dla zrównoważenia ujemnego bilansu siarki w produkcji roślinnej konieczne jest nawożenie tym pierwiastkiem zgodnie z wymaganiami pokarmowymi uprawianych roślin. Dostarczenie siarki roślinom przyczynia się do zwiększenia efektywności nawożenia azotem, dlatego określenie wzajemnych reakcji pomiędzy tymi składnikami pokarmowymi jest ważnym elementem zbilansowanego nawożenia roślin uprawnych.

W literaturze dotyczącej przedmiotu rozprawy istnieją rozbieżności co do wielkości zapotrzebowania ziemniaków na siarkę. W niektórych publikacjach ziemniaki wyszczególniane są jako rośliny o małych potrzebach pokarmowych odnośnie siarki z drugiej strony inne badania podkreślają znacznie większe ich zapotrzebowanie na ten pierwiastek. Dlatego podjęty temat badawczy jest istotny z punktu widzenia weryfikacji wymagań pokarmowych ziemniaków odnośnie tego składnika pokarmowego.

W związku z powyższym recenzowana rozprawa doktorska dotyczy istotnych zagadnień zarówno w aspekcie naukowym, jak i praktycznym, a podjęty temat badań oceny reakcji plonotwórczej i stanu odżywienia ziemniaków nawożonych różnymi formami siarki na tle wzrastających dawek azotu, należy uznać za uzasadniony.

Formalna ocena rozprawy

Rozprawa doktorska została przygotowana w formie dysertacji liczącej 145 stron maszynopisu. Składa się z sześciu rozdziałów: I. Wprowadzenie (16 stron), II. Metodyka badań (18 stron), III. Omówienie wyników (67 strony), IV. Dyskusja (23 strony), V. Wnioski (2 strony) oraz VI. Literatura (10 stron). W pracy także zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim (3 strony). Układ pracy jest logiczny i spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim. Rozprawa doktorska zawiera bogaty materiał dokumentacyjny w którym do prezentacji wyników badań wykorzystano 45 tabel i 42 ryciny oraz 6 fotografii. Bibliografia obejmuje 151 pozycji, które pod względem formalnym i merytorycznym cytowane są w sposób właściwy. Pozytywnie oceniam fakt, że 44% stanowią artykuły angielskojęzyczne. Większość cytowanych prac (76%) opublikowana została po 2000 roku, pozostałe cytowania odnoszą się do starszych pozycji literaturowych, równie cennych, co świadczy także o dogłębnym studiowaniu przez doktoranta literatury dotyczącej tematu rozprawy. Praca napisana jest językiem zrozumiałym i poprawnym stylistycznie.

Merytoryczna ocena rozprawy

Streszczenie pracy

Pracę doktorską przygotowano w oparciu o oryginalne wyniki badań pochodzące z 3-letniego doświadczenia polowego z ziemniakami. Doświadczenie polowe z nawożeniem siarką i azotem założono w czterech powtórzeniach metodą losowanych podbloków i obejmowało ono 18 obiektów badań. Ocenę badanych czynników w uprawie ziemniaków przeprowadzono w dwóch terminach w czasie wegetacji roślin oraz podczas zbioru bulw. W pracy wykonano szereg oznaczeń polowych i analiz laboratoryjnych oraz przeprowadzono szczegółową analizę statystyczną otrzymanych wyników.

Tytuł pracy

Tytuł rozprawy doktorskiej został sformułowany w sposób jasny, zrozumiały i odzwierciedlający treści zawarte w pracy.

Rozdział „Wprowadzenie”

W podrozdziale „Wstęp” przedstawiono problem badawczy oraz sformułowano poprawnie hipotezę badawczą. Wyszczególniono także właściwie cele pracy jako:

- wskazanie roli siarki i obecności wapnia w nawozie siarkowym w kształtowaniu stanu odżywienia roślin w krytycznych fazach wzrostu ziemniaków, na tle wzrastających dawek azotu,
- dokonanie ostatecznej weryfikacji postępowania diagnostycznego w powiązaniu z plonem i jego strukturą oraz parametrami jakościowymi bulw,
- określenie akumulacji składników w plonie i ocena wskaźników charakteryzujących efektywność azotu.

W podrozdziale „Przegląd literatury” omówiono znaczenie ziemniaków w rolnictwie oraz omówiono potencjał związany z plonowaniem tej rośliny uprawnej. W tej części pracy

znaczną uwagę zwrócono na zagadnienia dotyczące znaczenia siarki i wapnia w żywieniu roślin uprawnych ze szczególnym uwzględnieniem diagnozowania stanu zaopatrzenia w siarkę ziemniaków.

Rozdział „Metodyka badań”

W rozdziale tym przedstawiono lokalizację i układ doświadczenia, zakres badań oraz zastosowane metody badawcze. W podrozdziale „Warunki meteorologiczne” omówiono panujące warunki atmosferyczne w okresie prowadzenia badań. W podrozdziale „Metodyka pobierania prób materiału roślinnego i analizy chemiczne” szczegółowo opisano zakres pomiarów i analiz materiału roślinnego wykonanych w trakcie prowadzenia badań. W podrozdziale „Obliczenia wskaźników i analizy statystyczne” przedstawiono metody analizy statystycznej użytej w pracy własnej ze szczególnym uwzględnieniem analizy ścieżkowej.

Przedstawiona metodologia badań pozwala stwierdzić, że doświadczenie zostało zaplanowane prawidłowo, pobrano oraz właściwie zanalizowano materiał roślinny. Zastosowano także odpowiednie metody chemiczne wykorzystywane do analizy materiału roślinnego na zawartość makro i mikrośladników. Opis materiałów oraz metod spełnia kryterium weryfikowalności.

Rozdział „Omówienie wyników”

W rozdziale tym przeprowadzono ocenę uprawy ziemniaków w dwóch okresach wegetacji na początku wegetacji (stadium BBCH 15-17), następnie na początku formowania bulw (stadium BBCH 41) oraz w okresie zbioru bulw. Na początku wegetacji ziemniaków skupiono się na oszacowaniu biomasy oraz zawartości i pobraniu makroelementów oraz mikroelementów przez korzenie i części nadziemne roślin. W fazie początku formowania bulw oceniono również biomasę (korzenie, bulwy, łodygi i liście). W tej fazie przyjęto jako organ wskaźnikowy 4 liść ziemniaka wykonując ocenę morfologiczną i chemiczną, jak i określono w nim indeks chlorofilowy SPAD. Przeprowadzono dla tego stadium wegetacji szeroką analizę zależności pomiędzy ocenianymi parametrami a wielkością plonu bulw i skrobi. Wyniki analizy przedstawiono między innymi w postaci macierzy korelacji oraz analizy współczynników ścieżki.

Podczas zbioru określono plon bulw i jego strukturę, zawartość i plon skrobi, określono plon suchej masy przyjętych frakcji bulw, a następnie wykonano analizę chemiczną zawartości makroelementów i mikroelementów w skórce i miąższu bulw. Umożliwiło to obliczenie akumulacji składników oraz pobrania jednostkowego.

Dokumentacja wyników badań jest czytelna i nie wzbudza zastrzeżeń.

Rozdział „Dyskusja”

Porównano i oceniono w tym rozdziale uzyskane wyniki badań własnych do prac innych autorów koncentrując się na następujących zagadnieniach:

- reakcji plonotwórczej ziemniaków na czynniki doświadczenia
- wpływie nawożenia siarką na wskaźniki efektywności azotu
- wpływie zastosowanego nawożenia na jakość bulw i akumulację w nich składników
- prognozowaniu plonów na podstawie oceny plantacji w stadium BBCH 41 oraz BBCH 15-17

W dyskusji wykorzystano między innymi wykresy reakcji plonotwórczej ziemniaków w celu przedstawienia interakcji nawożenia siarką w formie siarczanowej i elementarnej na wzrastające nawożenie azotem. Graficznie zobrazowano także wskaźniki wykorzystania azotu z nawozów w zależności od dawki tego składnika i nawożenia siarką, a w okresach wegetacji zależności indeksów SPAD a plonem bulw.

Dyskusja została przeprowadzona poprawnie, a interpretacja uzyskanych wyników właściwa wskazując na znaczną wiedzę doktoranta na temat efektywności i gospodarki składnikami pokarmowymi.

Rozdział „Wnioski”

W podsumowaniu pracy przedstawiono 17 wniosków. Wnioski te są właściwe, zwarte i syntetycznie podsumowują rezultaty badań.

Uwagi krytyczne i sugestie

Pomimo wielu zalet ocenianej rozprawy doktorskiej nasuwają się jednak pewne sugestie i uwagi krytyczne, które zostały wyszczególnione poniżej:

- W prezentowanym schemacie doświadczenia umieszczonym na **Rycinie. II.1.** rozlosowano podbloki z obiektami bez siarki (0S) oraz dwoma nawozami siarkowymi (SW, Se), natomiast w ramach tych podbloków uwidocznią się **systematyczny układ dawek azotu**. Przeprowadzenie randomizacji dawek azotu przyczyniłoby się do większego wyeliminowania zmienności glebowej oraz błędu losowego przy takim układzie doświadczenia.
- Układ doświadczenia podany w rozdziale „**Metodyka badań**” uwzględnia interakcje pomiędzy nawożeniem azotem oraz siarką, natomiast w prezentowanych wynikach badań podawane są jedynie średnie z 3 lat badań dla poszczególnych czynników doświadczenia. Brak zamieszczenia w tabelach analizy wariancji danych dla interakcji nawożenia azotem i siarką w poszczególnych latach badań znacznie ogranicza analizę otrzymanych wyników, nawet gdy w tabelach w pracy podano obliczenia statystyczne dla współdziałania tych czynników.
- W podrozdziale „**Obliczenia wskaźników i analizy statystyczne**” w części opisującej klasyczne metody statystyczne podano błędnie, że analizę wariancji przeprowadzono

dla układu dwuczynnikowego, a w rzeczywistości w pracy przeprowadzono analizę wariacji metodą klasyfikacji wieloczynnikowej, gdyż analizowano 3 czynniki (lata badań, nawożenie azotem oraz nawożenie siarką).

- W opisie metod analizy statystycznej podrozdział „**Obliczenia wskaźników i analizy statystyczne**” brak informacji odnośnie zastosowanej metody testowania istotności współczynników korelacji oraz określono mało precyzyjnie stosując skrót myślowy, że „Różnice oszacowano testem Tukeya”, mając pewnie na uwadze test post-hoc służący do wielokrotnych porównań par średnich obiektowych.
- W układzie pracy doktorskiej zdecydowano się na oddzielne rozdziały „**Omówienie wyników**” i „**Dyskusję**”. Jednak w rozdziale „**Dyskusja**” doktorant umieszcza szereg wyników swoich badań z całą pewnością interesujących i cennych, które moim zdaniem powinny być zawarte w rozdziale „**Omówienie wyników**” takich jak, tabela ze wskaźnikami charakteryzującymi plon w poszczególnych latach badań, czy tabela z wskaźnikami efektywności azotu.
- W rozdziale „**Omówienie wyników**” podawana jest zawartość makroskładników w procentach, natomiast w pracach naukowych zalecane jest podawanie zawartości makroskładników w jednostkach układu SI, dlatego też zawartość azotu, fosforu, potasu, magnezu, wapnia i siarki powinna być podana w g kg^{-1} s.m.
- Na rycinach III. 15 oraz IV od 1 do 9 brak obliczeń istotności współczynnika korelacji dla opisywanych zmiennych. Współczynnik korelacji mówi o sile i kierunku związku między zmiennymi, a o istotnej zależności między omawianymi cechami możemy mówić w przypadku, gdy obliczone współczynniki korelacji są statystycznie istotne.
- Ponieważ w pracy badano interakcje nawożenia siarką i azotem, zasadne byłoby wykorzystanie stosunku N:S w badanym materiale roślinnym jako wskaźnika odżywienia siarką ziemniaków. Wskaźnik ten jest często wykorzystywany w diagnostyce wymagań pokarmowych roślin uprawnych nawożonych siarką.
- W pracy również zasadne byłoby obliczenie uproszczonego bilansu siarki metodą „na powierzchni pola” poprzez odjęcie ilości wniesionej do gleby siarki elementarnej i siarczanowej od pobrania tego pierwiastka przez ziemniaki w warunkach wzrastającego nawożenia azotem.
- Nie przedstawiono w pracy wyników analizy gleby po przeprowadzonym doświadczeniu, zwłaszcza analiz uwzględniających zawartości form dostępnych siarki i azotu oraz wpływu zwłaszcza siarki elementarnej i największych dawek azotu na zmiany odczynu gleby.

Podsumowanie

Podsumowując ocenę rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jakuba Wendla w świetle artykułu 13, pkt. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65, poz. 595, ze zm. w Dz.U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365) stwierdzam, że przedłożona rozprawa spełnia wymogi ustawowe i w pełni uzasadnia nadanie stopnia naukowego doktora nauk rolniczych. W związku z powyższym wnioskuję do Rady Wydziału Rolnictwa i Bioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu zgodnie z artykułem 14 pkt. 2, ppkt. 3 w/wym ustawy o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Uzasadnienie

W przedstawionej do oceny rozprawie zakres badań obejmował istotne zagadnienia oceny reakcji plonotwórczej i stanu odżywienia ziemniaków nawożonych różnymi formami siarki na tle wzrastających dawek azotu zarówno w aspekcie naukowym, jak i praktycznym. Praca badawcza związana z przeprowadzeniem 3-letniego doświadczenia polowego z ziemniakami wymagała dużego nakładu pracy, wiedzy oraz umiejętności związanych z przeprowadzeniem prac analitycznych jak i również zastosowania właściwych metod analizy uzyskanych wyników. Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Jakuba Wendla stanowi istotny wkład do badań dotyczących wzajemnych reakcji pomiędzy siarką i azotem w nawożeniu ziemniaków w aspekcie zbilansowanego nawożenia roślin uprawnych. Wymienione uwagi oraz sugestie nie mają istotnego wpływu na jakość ocenianej rozprawy.

Dr hab. Grzegorz Kulczycki

