



Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 71f
60-625 Poznań
tel. +48 61 848 77 94
e-mail: renata.gaj@up.poznan.pl

WYDZIAŁ ROLNICTWA,
Ogrodnictwa i
Biotechnologii

Katedra Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska

Prof. dr hab. inż. Renata Gaj

Poznań, 16 kwietnia 2024 r.

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Marii Skorupki
promotor: dr hab. Artur Nosalewicz , Prof. IA PAN
opiekun pomocniczy : mgr inż. Tomasz Martyniuk, GA ZAP SA

Rozprawa doktorska pt. Modyfikowanie mocznika przez wprowadzenie inhibitorów ureazy do wnętrza granul nawozu i porównanie efektywności redukcji amoniaku z alternatywnymi metodami aplikacji inhibitorów została wykonana w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii w Lublinie

Podstawa opracowania

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo RN-432-3/23 z dnia 3 kwietnia 2024r. skierowane przez z-cę Dyrektora ds. Naukowych prof. dr hab. Artura Zdunka w Instytucie Agrofizyki im Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie

Merytoryczna ocena pracy

Ocena zasadności podjęcia tematu

Azot w środowisku podlega szeregu procesom, których dobre rozpoznanie decyduje zarówno o plonie, a jednocześnie o stratach tego składnika głównie na skutek wymywania azotanów lub rozpraszania do atmosfery form gazowych. Starty amoniaku z nawozów mineralnych dotyczą głównie nawozów zawierających azot w formie amonowej oraz amidowej. Wielkość strat zależy od trzech podstawowych czynników środowiskowych, a mianowicie: odczynu gleby; wilgotności gleby, temperatury powietrza, terminu i sposobu stosowania nawozu. Szacuje się, że w przypadku mocznika poziom strat azotu kształtuje się w przedziale od 5 do 30%. Agrotechniczne sposoby ograniczenia strat amoniaku z nawozów zawierających sole amonowe lub amidowe polegają na: natychmiastowym mieszaniu nawozu z glebą; stosowaniu nawozu na gleby o odczynie umiarkowanie kwaśnym; stosowaniu nawozów amonowych przed deszczem. Straty azotu amonowego z gleb uprawnych występują na glebach o naturalnie zasadowym odczynie (rędziny) oraz z gleb świeżo wapnowanych. W praktyce rolniczej optymalizacja wykorzystania azotu w systemie produkcji roślinnej sprowadza się do realizacji kilku podstawowych zadań. Pierwsze z nich to dobór gatunków, a nawet odmian roślin o dużym potencjale plonowania i zdolności do pobierania azotu z gleby. Kolejnym zadaniem jest przygotowanie stanowiska zapewniającego uprawianej roślinie



sprawne pobieranie wody i składników pokarmowych oraz efektywną kontrolę stresów biotycznych i abiotycznych. Trzecim zadaniem jest racjonalne nawożenie azotem, tj. zastosowanie odpowiedniej dawki nawozu w optymalnym terminie, dostosowanym do dynamiki pobierania składnika oraz dobór odpowiedniej formy nawozu azotowego i sposobu jego aplikacji.

Mając na uwadze założenia Europejskiego Zielonego Ładu oraz ograniczenie emisji amoniaku z produkcji rolniczej, uważam za w pełni zasadne podjęcie tematu dotyczącego ograniczenia strat gazowych z mocznika, który jest jednym z najbardziej popularnych nawozów azotowych wykorzystywanych w praktyce rolniczej zarówno w Polsce jak i na świecie. Pani mgr Maria Skorupka prawidłowo sformułowała hipotezę badawczą, założenia pracy oraz główny cel badań. Kluczowy problem badawczy podjęty przez Doktorantkę rozprawy sprowadza się do modyfikacji mocznika poprzez wprowadzenie tiosiarczanu amonu (inhibitora enzymu ureazy) do granulacji mocznika, dzięki czemu możliwe będzie zredukowanie emisji amoniaku co najmniej o 30% w porównaniu do konwencjonalnej formulacji tego nawozu.

Formalna ocena pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr Marii Skorupki ma charakter monografii opracowanej na bazie wyników badań własnych. Praca obejmuje łącznie 139 numerowanych stron manuskryptu, 13 tabel, 34 ryciny oraz 17 fotografii. Dysertacja przedstawiona do oceny składa się z dwóch części, pierwsza właściwa część rozprawy (119 stron) oraz druga zawarta w załączniku nr 1, jako rozdział niejawny (20 stron). Zasadnicza treść opracowania została przedstawiona w 7 rozdziałach: 1. Wstęp, 2. Przegląd literatury, Hipoteza badawcza i cel pracy. 4. Metodyka badań, 5. Analiza statystyczna; 6. Wyniki badań i Dyskusja; 7. Wnioski. Oprócz tego w rozprawie zamieszczono streszczenie pracy w języku polskim i angielskim oraz wykaz skrótów, spis zamieszczonych rycin oraz tabel. W dysertacji łącznie zacytowano 225 pozycji literaturowych, w większości z ostatniej dekady. Ich spis jest przygotowany bardzo niestarannie. Sugeruję, aby w pracach doktorskich odwołania do literatury uwzględniały autora/autorów rok wydania, ponieważ taka forma zestawienia zmusza recenzenta do każdorazowego weryfikowania informacji, na kogo Doktorantka się powołuje. W przypadku spisu literatury bardzo proszę, aby ujednolicić spis według jednego przyjętego schematu. Doktorantka zastosowała dużą dowolność, która zawiera szereg brakujących informacji, np. pominięty rok, czy tytuł czasopisma itd. Przy redagowaniu prac do druku, każde czasopismo kieruje się swoimi zasadami odnośnie spisu literatury.

Dobór cytowanych prac do poruszanych aspektów merytorycznych nie zawsze jest odpowiedni szczególnie, jeśli chodzi o kwestie poprawności ustalania dawek nawozów azotowych. Praca doktorska napisana jest w sposób zwięzły, chociaż zdarzają się liczne błędy stylistyczne i językowe, które zaznaczyłam na marginesie przedłożonej pracy.

Podsumowując stwierdzam, że mimo wyraźnych niedociągnięć rozprawa mgr Marii Skorupki pod względem formalnym spełnia wymagania stawiane dysertacjom na stopień naukowy doktora, tj. ma charakter eksperymentalny i zawiera komplet wymaganych rozdziałów. Prezentowane w niej dane mogłyby być jednak lepiej pogrupowane i uporządkowane, a także opisane z większą starannością i wnikliwością.

Przegląd literatury

Pracę rozpoczyna 17 stronicowy wstęp literaturowy, który dobrze wprowadza czytelnika w problematykę rozprawy. W pierwszej części pracy została przedstawiona tematyka dotycząca



zagadnień koncentrujących się na podaży i popycie nawozów mineralnych na świecie oraz strukturze zużycia asortymentowego nawozów azotowych, z uwzględnieniem mocznika. W dalszej części Doktorantka przedstawiła charakterystykę inhibitorów ureazy, omówiła proces hydrolizy mocznika w glebie oraz przemiany jakim podlega azot, koncentrują się w dużym stopniu na stratach azotu na skutek rozpraszania tego składnika do atmosfery, w przypadku jego stosowania w formie amidowej (mocznik). W moim przekonaniu podrozdział dotyczący znaczenia siarki w nawożeniu i stosowaniu tiosiarczanu amonu jako inhibitora ureazy powinien zostać przeredagowany i większość zamieszczonych w nim treści powinna być przeniesiona do rozdziału dyskusja, a fragmenty dotyczące *stricte* charakterystyki tiosiarczanu amonu (ATS) powinny być uwzględnione w metodyce badań.

Autorka pracy doktorskiej **Pani mgr Maria Skorupka** podjęła się wyjaśnienia zagadnienia o charakterze aplikacyjnym dotyczącego zmniejszenia emisji amoniaku z mocznika poprzez wprowadzenie inhibitorów ureazy do wnętrza granuli. Temat rozprawy odpowiada całości pracy i zasadność podjęcia tematyki badań jest generalnie dobrze udokumentowana w rozdziale pracy „Przegląd literatury”.

Metodyka badań

W rozdziale „Materiały i metody” dostrzegam bardzo dużo niedociągnięć i nieścisłości. Dlatego rozdział ten wymaga uporządkowania i przeorganizowania. Chaos informacyjny w tej części pracy powoduje brak przejrzystości i właściwego zrozumienia przeprowadzonych badań. W pierwszej kolejności należy zamieścić informacje dotyczące przygotowania nawozu i charakterystyki inhibitorów, ponieważ jest to kluczowa część pracy. Percepcję treści pracy bardzo ułatwiłoby zamieszczenie schematu układu doświadczalnego, który w sposób czytelny przedstawiałby ile czynników i na ilu poziomach było analizowane w poszczególnych doświadczeniach, a także ile wariantów jest rozpatrywane. Doktorantka prowadziła badania na dwóch glebach o dwóch różnych wilgotnościach, co wstępnie wskazuje, że jest to dodatkowy czynnik doświadczalny. W doświadczeniu inkubacyjnym analizowano 16 wariantów, natomiast w doświadczeniu wazonowym 6. W trakcie obrony będę oczekiwała szczegółowego wyjaśnienia układu doświadczalnego i co było powodem zredukowania analizowanych wariantów w doświadczeniu wazonowym? Ponadto w tabeli 6 zamieszczonej w metodyce badań (str. 43) podane są dawki azotu dla 4 gatunków roślin, co jednocześnie wskazuje, że rośliny te będą testowane, natomiast w dalszej części pracy omawiana jest tylko pszenica jara. Nie ma potrzeby w metodyce badań, zamieszczania zbędnych informacji, które nie są przedmiotem badań. W odniesieniu do roślin chronologicznie należy wskazać terminy zaplanowanych pomiarów i oznaczeń oraz uwzględnić informacje o analizach chemicznych materiału roślinnego i glebowego, a także podać metody ich oznaczania. wymienionych uwag znajduje się w różnych częściach pracy i wymaga uporządkowania.

Dawki azotu dla testowanych roślin powinny być wyznaczone w oparciu o obowiązujące rozporządzenie z dn. Dz.U. 2023 poz. 244 z dn. 7 lutego 2023 r., a nie dowolne źródła literaturowe.

Uporządkowania wymaga także opis przeprowadzenia prac eksperymentalnych, prowadzenia badań przemysłowych, inkubacyjnych, wazonowych i laboratoryjnych. Wymienione powyżej uwagi i odpowiadające im treści w sposób cząstkowy można po przeczytaniu całości odnaleźć fragmentarycznie w różnych miejscach i rozdziałach pracy, stąd moja uwaga o przeredagowaniu metodyki badań.

W kolejnym etapie z opisu w metodyce badań należy usunąć informacje o charakterze przeglądu literaturowego (str. 42, 43, 44, 45, 52) i skoncentrować się wyłącznie na przedstawieniu faktów dotyczących rozwiązania postawionego problemu badawczego i



sposobu jego wykonania. Proponuję zmienić nagłówki w Tabeli 3 i 4 na: Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych gleby oraz połączyć wymienione tabele. Sugeruję także, aby w tekście odnieść się do szczegółowej analizy gleb z omówieniem zakresów klas zasobności. Zmienić również nagłówki w tabeli 5 na: Analiza składu granulometrycznego gleb wg.....

W metodyce badań powtarzane są informacje np. dotyczące analizatora gazów, próbek glebowych (strony 47 i 56), dawek nawozowych. Nie ma potrzeby przy każdym układzie doświadczalnym powtarzania tych samych treści (str. 88, .).

W przypadku doświadczeń wazonowych brakuje informacji o fizycznej lokalizacji tych doświadczeń. Z treści opisu wnioskuję, że był to eksperyment prowadzony w fitotronie.

Rozdział pt. „Cel pracy”.

W mojej ocenie podany w dysertacji cel badań, nie pokazuje w pełni ich zakresu. Brakuje sformułowanych celów cząstkowych np. ocena wpływu nowej formulacji mocznika na stan odżywienia roślin, aktywność fotosyntetyczną oraz akumulację składników; (ii) ocena wpływu mocznika w formie czystej i zmodyfikowanej na zmiany odczynu gleby oraz zawartość azotu mineralnego w glebie; (iii) zmiany aktywności ureazy w glebie w zależności od formulacji mocznika oraz rodzaju gleby; (iv) dynamika emisji amoniaku w zależności od analizowanego wariantu doświadczalnego. Szkoda, że nie przeprowadzono badań polowych w analogicznym układzie doświadczalnym. Badania dla pełnego cyklu wegetacyjnego danej rośliny w warunkach naturalnych umożliwią prawidłową ocenę zarówno efektywności plonotwórczej jak i środowiskowej nowej formulacji mocznika. Zawężenie badań do określonej fazy rozwojowej rośliny oraz warunków kontrolowanych nie w pełni odzwierciedla ocenę emisji amoniaku z mocznika wzbogaconego w inhibitor ureazy. Dla praktyki rolniczej szczególnie ważne jest aspekt ekonomiczny i produkcyjny. Z punktu widzenia producenta rolnego istotne jest efekt wykorzystania nawozu wyrażający się zarówno wzrostem plonu jak również wpływ na parametry jakościowe ziarna oraz akumulację składników w fazie dojrzałości pełnej, a dopiero w następnej kolejności aspekt środowiskowy.

Wyniki badań

Kolejną częścią rozprawy doktorskiej mgr Marii Skorupki jest część badawcza połączona z dyskusją. Przy omawianiu wyników nie ma potrzeby ponownego powtarzania opisu schematu prowadzenia doświadczenia, ponieważ został on przedstawiony w metodyce badań. Za zbędne uważam także wielokrotne powtarzanie sformułowań typu ”przeprowadzone w ramach doktoratu badania”, ponieważ oceniany jest tylko manuskrypt, który stanowi Pani rozprawę doktorską. Rozdział opisu wyników badań połączony został z dyskusją z literaturą. Sugeruje, aby dla przejrzystości pracy rozdzieliły te stanowiły odrębne części, ponieważ przedstawione przez Doktorantkę ujęcie nie oddaje w pełni założeń pracy. Nagłówki rozdziałów nie zawsze odpowiadają prezentowanym w nich treściom np. rozdział 6.2.4. który powinien koncentrować się na ocenie biomasy nadziemnej pszenicy zawiera ocenę zmian zawartości azotu mineralnego w glebie. Rozdział 6.1.2. Zasobność gleb w azot mineralny zdominowany jest przez opis dotyczący strat związanych z emisją amoniaku. Ponadto doktorantka odnosi się do swoich badań polowych, a takich nie przeprowadzała ponieważ były to badania wazonowe (str. 94). Opisując wyniki badań warto również stosować zamiennie słownictwo, aby uatrakcyjnić całość tekstu pod względem barwności językowej. Dopracowania wymaga także część edytorska i prezentowane ryciny. Bardzo często powielane są informacje na prezentowanych rycinach i na podpisie pod ryciną.



Dyskusja

Z merytorycznego punktu widzenia dyskusja wyników została przeprowadzona bardzo pobieżnie. Doktorantka nawiązała w niej do wyników badań innych autorów o podobnym charakterze. W mojej ocenie mogła ona jednak lepiej skomentować wyniki badań własnych, a nade wszystko postarać się połączyć je w bardziej logiczną całość. Szkoda również, że Doktorantka nie spojrzała szerzej na swoje dokonania i nie wskazała, które z nich wymagają dalszych badań (nie zarysowała dokładnie dalszego kierunku badań związanych z przedmiotem pracy. Minusem tej części pracy, analogicznie jak przy metodyce badań, jest powtarzanie treści

Pragnę jednocześnie zaznaczyć, że powyższe uwagi w żaden sposób nie negują założeń, skądinąd bardzo ciekawych badań, ani tym bardziej nie podważają ich zasadności. Mają jedynie na celu wyjaśnienie zasygnalizowanych zagadnień w celu lepszego zrozumienia ich istoty oraz określenia wagi odkryć Doktorantki.

Wnioski

Wnioski winny być odpowiedzią na postawione cele badań i ujęte w zwięzłej formie. Według mnie we wnioskach warto też uwzględnić inne aspekty poruszone w recenzji, a szczególnie cele cząstkowe. We wnioskach brak odniesienia do wyników badań dotyczących oceny zawartości składników mineralnych w pszenicy w zależności od analizowanego czynnika doświadczalnego. Przede wszystkim jednak sugeruję, aby w końcowej publikacji postarać się uogólnić swoje obserwacje wykazane na podstawie przeprowadzonych badań.

Dodatkowe uwagi

1. Autorka pracy formułuje zbyt długie zdania, często niepoprawne stylistycznie, co w konsekwencji powoduje, że tekst staje się niezrozumiały dla czytelnika.
2. Ponadto praca zawiera szereg sformułowań o charakterze dyskusyjnym, np. „azot jest składnikiem odżywczym stosowanym w największej ilości w uprawach zbóż” str. 18. Spośród roślin uprawnych występuje wiele innych gatunków roślin, jak rzepak czy kukurydza, które ze względu na produkowaną biomasę wykazuje znacznie większe zapotrzebowanie na azot niż zboża. Również w grupie zbóż jest bardzo duże zróżnicowanie pod względem zapotrzebowania na azot, szczególnie jeśli rozpatrujemy żyto i jęczmień kontra pszenica. W tym kontekście przytoczone sformułowanie jest nieprawdziwe.
3. Pewne zawarte myśli w przedłożonej do oceny rozprawie są niedokończone np. Str. 20: ...W latach 2019-2024 planowany jest wzrost mocy produkcyjnych o 2% rok do roku w Azji Południowej.... Str. 21: Trwa budowa pięciu takich obiektów o różnym stopniu zaawansowanie ...gdzie????? W przeglądzie literatury proszę zwracać uwagę na poprawność sformułowań i powoływać się na autora danej publikacji, a nie jak w akapicie np. na stronie 32 ...”Publikacja podaje, że...” – nie można personalizować publikacji.
4. Proszę, aby Doktorantka zwróciła uwagę na poprawność edytorską pisowni jonów żelaza, manganu, aby stosować właściwe indeksy : np. Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ itd.. (strona 35, 65 i inne strony , ..), opisy osi na rysunkach. W przypadku stosowania skrótów proszę zwrócić uwagę na pisownię np. COBORU, a nie COBOR.
5. Sugeruję, aby zmienić nazwy podrozdziałów 6.2.4, 6.2.5. ,na: Ocena zawartości suchej masy pszenicy w fazie BBCH Zawartość makroskładników w liściach pszenicy w fazie BBCH.....



6. Dlaczego Doktorantka nie przeprowadziła chociaż jednego w trzecim roku badań doświadczenia polowego z pszenicą jarą? Zawężenie badań do jednego doświadczenia wazonowego oraz inkubacyjnego stanowi dość ubogi materiał badawczy, szczególnie w kontekście planowanych wdrożeń.

Wniosek końcowy

Reasumując, całą dysertację generalnie oceniam przedłożoną pracę pozytywnie, pomimo licznych niedociągnięć. Doceniam trud wniesiony w jej powstanie oraz kierunek przeprowadzonych prac eksperymentalnych. Doktorantka osiągnęła założony cel/cele badawcze uzyskując wyniki będące uzupełnieniem obecnego stanu wiedzy na temat ograniczenia strat gazowych z mocznika poprzez inny sposób wprowadzenia inhibitorów ureazy do granul mocznika. **Rozprawa doktorska Pani magister Marii Skorupki pt. "Modyfikowanie mocznika przez wprowadzenie inhibitorów ureazy do wnętrza granul nawozu i porównanie efektywności redukcji amoniaku z alternatywnymi metodami aplikacji inhibitorów", spełnia warunki** określone w art. 187 ust. 1-4 z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2023, poz. 1668 ze zm.). **Na tej podstawie wnoszę do wysokiej Rady Instytutu Agrofizyk im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie o dopuszczenie Pani mgr Marii Skorupki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.** Temat rozprawy uważam za ważny zarówno z poznawczego jak i aplikacyjnego punktu widzenia, a uzyskane wyniki za interesujące. Mogą być one punktem wyjścia do opracowania przygotowania nowej linii technologicznej w zakresie produkcji mocznika na skalę przemysłową. Rozwiązanie to w perspektywie może przyczynić się do redukcji emisji amoniaku z aplikowanego mocznika. W moim przekonaniu podjęta problematyka badawcza przez Panią mgr Marię Skorupkę stanowi ważny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo i przedstawia oryginalne rozwiązanie dla Grupy Azoty Zakładów Azotowych w Puławach, a w dalszej etapie dla praktyki rolniczej.