

Lublin, 14.02.2023 r.

dr hab. Monika Skowrońska, prof. uczelni
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Klimczyk
pt.
Opracowanie nowej formułacji nawozowej na bazie roztworu saletrzano-
mocznikowego RSM o zredukowanej emisji amoniaku

Niniejsza opinia została napisana w odpowiedzi na pismo Pana prof. dr. hab. Cezarego Sławińskiego Dyrektora Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk z dnia 14 grudnia 2022 r. wraz z informacją, że Rada Naukowa Instytutu w dniu 12 grudnia 2022 r. powołała mnie na recenzenta pracy doktorskiej Pani mgr inż. Marty Klimczyk pt. *Opracowanie nowej formułacji nawozowej na bazie roztworu saletrzano-mocznikowego RSM o zredukowanej emisji amoniaku.*

Ocena zasadności przeprowadzonych badań

Współczesne rolnictwo staje przed wieloma nowymi wyzwaniami zarówno w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego, jak i ograniczenia negatywnych oddziaływań na środowisko naturalne, które są powodowane m.in. przez jedną z głównych gazowych substancji zanieczyszczających powietrze powstającą w produkcji rolniczej, tj. amoniak. Szacuje się, że w Polsce sektor rolny jest odpowiedzialny za 97% całkowitej emisji tego zanieczyszczenia, przy czym na nawozy mineralne przypada 20%.

Obecnie kluczowym dokumentem w zakresie ograniczania emisji amoniaku jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylenia dyrektywy 2001/81/WE, zwana dyrektywą NEC. Zgodnie z jej założeniami głównymi narzędziami skutecznej redukcji emisji amoniaku z rolnictwa są środki i strategie zamieszczone w *Krajowym planie ograniczania zanieczyszczenia powietrza*, jak również stosowanie się rolników do dobrowolnych zasad

zawartych w *Kodeksie doradczym dobrej praktyki rolniczej dotyczącym ograniczenia emisji amoniaku*, w tym aplikacji inhibitorów ureazy.

Dodatek inhibitorów do nawozów redukuje straty azotu z rolnictwa i pośrednio negatywne skutki środowiskowe z tym związane, m.in. powstawanie pyłów, które są szkodliwe dla ludzi, zwierząt i roślin, zakwaszenie gleby i inne niekorzystne zmiany ich właściwości, zwiększenie eutrofizacji wód czy spadek różnorodności biologicznej.

Z tych względów podjęcie przez Autorkę w rozprawie doktorskiej problematyki badawczej dotyczącej opracowanie nowego nawozu na bazie roztworu saletrzano-mocznikowego RSM zawierającego inhibitor ureazy jest niezwykle istotne i aktualne.

Formalna strona pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. Marty Klimczyk liczy 117 stron. Całość została podzielona na 6 głównych części, z zachowaniem właściwej proporcji pomiędzy ich teoretycznym i doświadczalnym charakterem. Są to:

- *Przegląd literatury* (str. 11-32),
- *Cel pracy i hipoteza badawcza* (str. 33),
- *Metodyka badań* (str. 34-53),
- *Wyniki* (str. 54-86),
- *Dyskusja* (str. 87-96),
- *Wnioski* (str. 97-98).

W pracy zamieszczono ponadto bogaty materiał dokumentacyjny, obejmujący 7 tabel i 19 rysunków, wykaz literatury, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz spis tabel i rysunków. Poszczególne części rozprawy stanowią logicznie i merytorycznie uzasadnioną całość podporządkowaną realizacji głównego i szczegółowych celów rozprawy. W dysertacji zabrakło niestety rozdziału *Wstęp*.

Praca jest napisana poprawnym językiem w sposób pozwalający na dokładną analizę prowadzonych badań i uzyskanych wyników, a drobne błędy stylistyczne (np. (...) *w dawkach uwzględniających zasobność gleby w azot i siarkę, z uwzględnieniem dobrych praktyk rolniczych* (...), str. 35), edycyjne (np. brak spacji, NH_3z , str. 88) i zapisu (np. KCl 1 mol dm^{-3} , str. 45, H_2O , rys.1), nieaktualne nazewnictwo związków chemicznych (np. podtlenek azotu, str. 29 i 31) oraz niefortunne sformułowania (np. zawartość amoniaku w nawozie, str. 30, profil glebowy, m.in. str. 49, 64 i 68) zaznaczone w tekście nie obniżają wartości naukowej tego opracowania.

Cytowana literatura obejmuje 166 pozycji, w tym ponad 75% stanowią pozycje anglojęzyczne.

Merytoryczna ocena pracy

Rozprawa doktorska została przygotowana na podstawie oryginalnych wyników uzyskanych przez Autorkę w ramach badań modyfikujących nawóz saletrzano-mocznikowy RSM oraz kompleksowych doświadczeń inkubacyjnych i wazonowych. Tytuł dysertacji sformułowano komunikatywnie w pełni oddając prezentowaną problematykę.

Przegląd literatury przedmiotu obejmuje zagadnienia dotyczące form azotu w nawozach mineralnych, jego przemian w glebach, aspektów prawno-środowiskowych redukcji strat N z nawozów oraz czynników wpływających na emisję amoniaku z gleb, jak i rozwiązań w zakresie modyfikacji nawozów umożliwiających ograniczenie tego procesu. Doktorantka niepotrzebnie wymieniła przy tym źródła azotu w agroekosystemach w rozdziale 1.1.1. *Przyswajalne formy azotu w wybranych nawozach mineralnych* oraz nie uwzględniła wszystkich przemian azotu z nawozów mineralnych w glebie w rozdziale 1.1.2. *Przegląd literatury* został przygotowany w oparciu o trafnie wybrane najważniejsze opracowania z zakresu tematycznego rozprawy. Stanowiło to dobrą podstawę do analizy rozwiązań metodycznych i dyskusji wyników oraz potwierdziło umiejętność Autorki w zakresie jasnego przedstawienia wielu różnorodnych zagadnień oraz bardzo dobrą znajomość i zrozumienie problematyki badawczej, którą się zajmuje.

W kolejnym rozdziale mgr inż. Marta Klimczyk w sposób przejrzysty sformułowala podstawowy cel pracy, którym było opracowanie nowego nawozu z wykorzystaniem wyselekcjonowanych na podstawie analizy literatury dodatków pozwalających na ograniczenie emisji amoniaku z nawozów płynnych na bazie roztworu saletrzano-mocznikowego RSM. W ramach tego szerokiego celu badawczego sprecyzowano cztery cele szczegółowe. Autorka w rozdziale tym zaprezentowała także hipotezę badawczą adekwatną do postawionego problemu badawczego.

Badania własne Doktorantki obejmowały opracowanie składu nowego nawozu, doświadczenia inkubacyjne i wazonowe. W rozdziale *Metodyka badań* przedstawiono procedurę wytwarzania próbek nawozów oraz kryteria ich wyboru do dalszych badań, jak również charakterystykę gleb wykorzystanych w doświadczeniach, opis doświadczeń inkubacyjnego i wazonowego oraz zastosowane metody badań laboratoryjnych i analizy statystycznej. Taki układ rozdziału jest na ogół jasny i czytelny, aczkolwiek należałoby:

- wyodrębnić podrozdział *Analizy laboratoryjne*

- fragment dotyczący aspektów prawnych oraz charakterystyki surowców włączyć do *Przeglądu literatury*
- podać odnośniki bibliograficzne do wszystkich zastosowanych metod, jak również do Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej (str. 47) oraz wyjaśnić:
 - przyczyny oznaczania aktywności proteaz tylko dla nawozów płynnych i nieuwzględnienia tego parametru w doświadczeniu wazonowym
 - różnice w terminach pomiaru emisji amoniaku oraz aktywności enzymów w doświadczeniu inkubacyjnym i wazonowym
 - kryterium wyznaczenia warstw pobierania próbek glebowych
 - wybór terminów oznaczania zawartości chlorofilu i aktywności fotosyntetycznej liści.

Wątpliwości budzi również uwzględnienie w doświadczeniu inkubacyjnym różnych nawozów w przypadku gleby 1 i 2 w odniesieniu do oznaczania emisji amoniaku, aktywności enzymów, jak również zawartości azotu ogólnego, formy amonowej i azotanowej. Badania laboratoryjne przeprowadzono zgodnie z metodami powszechnie stosowanymi w laboratoriach chemiczno-rolniczych.

Staranne wykonanie pracochłonnych analiz umożliwiło uzyskanie wielu interesujących, wyników, które Autorka zilustrowała przejrzystymi, estetycznie wykonanymi tabelami i rysunkami oraz umiejętnie i syntetycznie je omówiła. W rozdziale *Wyniki* Doktorantka wykazała się prawidłową ekspozycją istotnych wątków, a także umiejętnością korzystania z weryfikacji statystycznej, co wskazuje na Jej dużą dojrzałość naukową. Mam jedynie zastrzeżenie do nieścisłości w wartościach zmiany emisji w piku oraz skumulowanej emisji w stosunku do RSM w przypadku mocznika (np. w tabeli 4 jest 57% i 55%, a powinno być 132% i 124%) oraz niezamieszczenia na rysunku 8B wyników dotyczących mocznika.

Bardzo ważnym elementem rozprawy, który wysoce pozytywnie oceniam, jest odrębny rozdział *Dyskusja*. Uzyskane wyniki badań zostały w nim prawidłowo skonfrontowane z obszerną literaturą naukową. Rozdział ten charakteryzuje się bardzo dobrym poziomem naukowym. Należałoby jednak zastąpić występujące niekiedy w nim słownictwo potoczne (np. znaczący czy znacznie, str. 93 i 94) terminami statystycznymi.

Doktorantka kończy swoje opracowanie 8 wnioskami, które zostały sformułowane w sposób wyważony, aczkolwiek niektóre z nich zawierają niedociągnięcia wskazane w *Dyskusji* oraz stwierdzenia. Wniosek 3. powinien być ponadto doprecyzowany ze względu na wykorzystanie nawozu z tiosiarczanem amonu tylko w przypadku gleby nr 1 oraz nieprzeprowadzenie analiz pod kątem jego wykorzystania jako inhibitora nityfikacji. Wniosek 6. wymaga uszczegółowienia odnośnie warunków, w których zachodziło

zwiększenie zawartości jonów amonowych i azotanowych w wyniku stosowania nawozu z dodatkiem inhibitorów. Brakuje także wniosku podsumowującego. Przedstawione przez Autorkę wnioski, oprócz czysto poznawczych walorów, mają wysoki potencjał aplikacyjny.

Reasumując stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska zawiera bogaty materiał badawczy, w pełni oryginalny i nowatorski, rzetelnie opracowany i właściwie przedstawiony. Zamieszczone w recenzji uwagi w żadnym stopniu nie obniżają merytorycznej wartości pracy, którą oceniam bardzo wysoko. Stanowi ona oryginalny wkład Autorki w rozwiązanie problemów naukowych dotyczących ograniczania emisji amoniaku z nawozów mineralnych.

Wniosek końcowy

Recenzowana praca doktorska Pani mgr inż. Marty Klimczyk pt. *Opracowanie nowej formułacji nawozowej na bazie roztworu saletrzano-mocznikowego RSM o zredukowanej emisji amoniaku* jest samodzielny oraz oryginalnym opracowaniem, zawierającym elementy nowatorskie. Koncepcja rozprawy, zakres badań, zastosowane metody badawcze oraz sposób opracowania i przedstawienia wyników pozwalają stwierdzić, że Doktorantka posiada duży zasób wiedzy zarówno teoretycznej, jak i aplikacyjnej.

W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawiona do oceny dysertacja spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.) i przedkładam Dyrektorowi Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Marty Klimczyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Treść i zakres rozprawy doktorskiej kwalifikuje Doktorantkę do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Jednocześnie z uwagi na szeroki zakres badań, dużą wartość poznawczą i potencjał aplikacyjny rozprawy doktorskiej wnioskuję o jej wyróżnienie.



dr hab. Monika Skowrońska, prof. uczelni