

Puławy, dnia 30 sierpnia 2021 r.

Prof. dr hab. inż. Anna Podleśna
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
Dyscyplina – Rolnictwo i ogrodnictwo

DZIEKANAT WYDZIAŁU
BIOTECHNOLOGII I OGRODNICTWA

Wpłynęło dnia 02.09.2021r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Anety Lisowskiej**

**pt. „Plonowanie kukurydzy oraz chemiczne i biologiczne właściwości gleby
jako efekt aplikacji pulpy siarkowej”**

wykonanej

**w Katedrze Chemii Rolnej i Środowiskowej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
pod kierunkiem promotora – prof. dr hab. inż. Barbary Filipek- Mazur
oraz promotora pomocniczego – dr hab. inż. Moniki Tabak, prof. UR**

1. Informacje wstępne

Podstawą prawną wykonania recenzji rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anety Lisowskiej pt. „Plonowanie kukurydzy oraz chemiczne i biologiczne właściwości gleby jako efekt aplikacji pulpy siarkowej” jest powołanie na recenzenta decyzją Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie uchwałą nr 38/2021, podjętą w dniu 23.06.2021 r.

2. Znaczenie podjętej tematyki badawczej

W końcu ubiegłego stulecia w glebach wielu krajów świata, w tym też w glebach uprawnych Polski, pojawił się problem narastającego deficytu siarki. Badania potwierdzają,

że jest to najważniejszy stres pokarmowy występujący obecnie tak powszechnie na świecie. Siarka, należąca do głównych składników pokarmowych jest niezbędna dla efektywnego wykorzystania azotu i innych pierwiastków oraz prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Dlatego jest potrzeba poszukiwania wytycznych dotyczących właściwych dawek, form nawozów oraz terminów ich stosowania w celu skutecznego uzupełniania niedoborów siarki w drodze nawożenia. Nieustannie trwają także prace nad nowymi typami nawozów przydatnymi w praktyce rolniczej.

Obecnie z wielką aktywnością w UE i Polsce podejmowane są działania nakierowane na zagospodarowanie różnych odpadów powstających w procesach bytowych i produkcyjnych społeczeństw. Jest to nowe podejście do zagadnienia odpadów, które służy nie tylko do wytworzenia nowych produktów, ale także do ich praktycznego zagospodarowania a następnie skierowania do ponownego użycia w innej formie. Zgodnie z celem UE kraje członkowskie powinny poszukiwać metod służących do przekształcania wytwarzanych odpadów czyniąc z nich nowe zasoby. Jednym z problemów współczesnego świata są ogromne ilości ścieków komunalnych, które następnie poddawane są oczyszczaniu. W wyniku tych działań powstają odpady tzw. osady ściekowe, które powinny być zagospodarowane. Dlatego wysoko pozytywnie oceniam podjęty temat badawczy, w którym zastosowano długą ścieżkę naukową w odniesieniu do pulpy siarkowej, otrzymywanej w procesie odsiarczania biogazu powstającego w trakcie fermentacji metanowej osadów ściekowych.

3. Ocena formalna pracy

Przedstawiona do oceny praca doktorska liczy 159 stron i posiada typowy układ. Zawiera sześć rozdziałów zasadniczych, do których zaliczam: *Wstęp i Przegląd literatury, Cel pracy, Materiał i metody, Wyniki i dyskusja, Wnioski* oraz *Literatura*. Większość z rozdziałów jest podzielona na podrozdziały. Uzupełnieniem dysertacji są streszczenia pracy w języku polskim i angielskim (*Streszczenie, Summary*). Dane uzyskane w czasie badań Autorka zamieszcza w pracy w formie 30 tabel oraz 32 rycin.

Doktorantka powołuje się w pracy na 359 pozycji literatury, związanej tematycznie z zakresem pracy, z której przeważającą część tj. 254 (71%) stanowią prace anglojęzyczne. Oprócz tego Autorka przywołuje akty prawne (tj. rozporządzenia, PN itp.), odnoszące się do regulacji omawianych zagadnień na poziomie krajowym i UE.

Praca prezentuje wysoki poziom edytorski, jest napisana bardzo starannie, dobranym i ciekawym językiem, w omawianiu wyników własnych jak i ich konfrontacji z szeroką i

dobrze dobraną literaturą przedmiotu. Każdy z omawianych czynników doświadczenia, nawożenia czy środowiska jest omówiony w sposób bardzo przystępny, dociekliwy i uwzględniający różne warunki. Należy wyraźnie podkreślić, że temat dysertacji pt. „Plonowanie kukurydzy oraz chemiczne i biologiczne właściwości gleby jako efekt aplikacji pulpy siarkowej” jest zbyt wąski wobec prac badawczych wykonanych przez Doktorantkę. W rzeczywistości dotyczą one badania ankietowego, doświadczenia inkubacyjnego, doświadczenia polowego oraz nowo utworzonego granulatu pulpy siarkowej. To pokazuje, że zakres prac prowadzonych w ramach doktoratu jest zdecydowanie szerszy i finalnie bogatszy w uzyskaną wiedzę. Przebiegają one według ciągu logicznych i naukowo spójnych badań, których efektem końcowym jest nie tylko wytworzenie wstępnego „prototypu” zupełnie nowego nawozu siarkowego, ale też poznanie jego właściwości. Tak prowadzona praca wykracza poza ramy typowych doświadczeń wykonywanych w ramach doktoratu, gdzie zwykle celem doświadczenia jest ocena wpływu znanych nawozów na plonowanie roślin i/lub właściwości gleby. Tak szeroko zaplanowane i wykonane badania własne wskazują na dużą dojrzałość Pani mgr inż. Anety Lisowskiej i Jej staranne przygotowanie do rozwiązywania trudnych zadań naukowych.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Wstęp i przegląd literatury rozpoczyna się od ogólnych informacji o siarce, w tym o cechach siarki elementarnej. Następnie Autorka omawia fizjologiczną rolę siarki, potrzeby pokarmowe roślin względem tego składnika oraz jego przemiany w środowisku. Wskazuje także na genezę deficytu siarki występującego w glebach uprawnych i przedstawia kwestie związane z ich zasobnością w ten składnik oraz przedstawia czynniki glebowo-klimatyczne wpływające na jakość gleb uprawnych w Polsce. Autorka wyjaśnia również problem degradacji środowiska wywołanego działalnością człowieka. Następnie przedstawia nawozy i materiały odpadowe wykorzystywane jako źródło siarki dla roślin ze szczegółowym omówieniem nawozów mineralnych, naturalnych oraz materiałów odpadowych i metod ich uzyskiwania. Rozdział ten bardzo logicznie i naukowo wprowadza czytelnika w zagadnienie siarki jako niezbędnego składnika pokarmowego dla roślin oraz obecnych możliwości technicznych w pozyskiwaniu nowych źródeł S dla nawożenia roślin. Rozdział ten w pełni wypełnia rolę wstępu do badań podjętych przez Doktorantkę.

Cel pracy rozpoczyna krótka informacja o znaczeniu siarki w środowisku, potrzebach nawożenia roślin tym składnikiem oraz możliwościach wykorzystania, jako nawozów, materiałów pochodzenia odpadowego z zachowaniem funkcji gleby i zwiększenia jej

żywności. W końcowej części tego rozdziału Autorka przedstawia przyjętą hipotezę badawczą oraz 5 etapów prac eksperymentalnych, dzięki którym dokonano jej weryfikacji, co było równocześnie głównym celem podjętych badań.

Materiał i metody – to rozbudowany rozdział (31 stron) ze względu na kilka etapów badań realizowanych w ramach doktoratu.

Jako pierwszy etap przyjęto badania ankietowe prowadzone w latach 2018-2021, wśród pracowników 38 oczyszczalni ścieków komunalnych zlokalizowanych na terenie całej Polski. Badania te dotyczyły wielkości produkcji i kierunków zagospodarowania odpadowej pulpy siarkowej, pochodzącej z procesu odsiarczania biogazu powstającego w czasie fermentacji metanowej osadów. Wynik ankiety miał zapełnić brakujące informacje dotyczące skali produkcji oraz dalszego wykorzystania tego odpadu w kraju oraz dać odpowiedź odnośnie opłacalności jego zagospodarowania. Uzyskane wyniki ilościowe przedstawiają wartości średniej arytmetycznej masy wyprodukowanej pulpy siarkowej, odchylenia standardowego oraz wartości minimalnej i maksymalnej zarówno dla wydzielonych grup badanych oczyszczalni jak i wszystkich badanych obiektów.

Następnie Autorka omówiła doświadczenie inkubacyjne, które rozpoczęto w roku 2017 przez pobranie materiału glebowego (gleba bardzo lekka i gleba ciężka) z głębokości 0-20 cm, z pól uprawnych zlokalizowanych w południowej części Polski. Opis prowadzonej metodyki przedstawia schemat doświadczenia inkubacyjnego i wprowadzone obiekty (tj. założone dawki siarki oraz wprowadzone materiały organiczne) co jest ujęte w tabelach 5 i 6. Przedstawiono także szczegółowo warunki prowadzonej inkubacji i charakterystykę materiałów wprowadzonych do gleb oraz metodykę oznaczeń laboratoryjnych i statystycznej analizy wyników.

Trzecim etapem prowadzonych badań było dwuletnie doświadczenie polowe. Metodyka zawiera szczegółowe dane dotyczące warunków glebowo-klimatycznych występujących w SD UR w Krakowie – Mydlnikach, czasie uprawy kukurydzy oraz bardzo dokładną ich analizę w oparciu o literaturę przedmiotu. Przedstawiono fotograficznie oraz dokładnie opisano schemat doświadczenia, zastosowane obiekty nawozowe oraz prowadzone zabiegi agrotechniczne i zbiory roślin a także charakterystykę materiałów będących źródłem materii organicznej. Zamieszczono również szczegółowy opis metod analizy materiału roślinnego i próbek gleby pobranych po zbiorze kukurydzy.

Ostatnim etapem badań było opracowanie granulatu pulpy siarkowej, co w rozdziale Materiał i metody opisano poprzez przedstawienie właściwości komponentów granulatu, charakterystykę procesu granulacji i przyjętą metodykę oznaczeń laboratoryjnych.

W podsumowaniu tego rozdziału należy podkreślić dbałość Doktorantki o szczegółowe opisy prowadzonych prac wraz z wyjaśnieniem powodu wyboru zastosowanych materiałów, metod i dawek. Chociaż podano tu wiele danych to sposób ich przedstawienia powoduje, że metodyka prowadzonych badań jest zrozumiała i czytelna. Rozdział ten jest dodatkowo wzbogacony przez liczne fotografie uzupełniające opis zastosowanych materiałów i prac prowadzonych w doświadczeniu polowym.

Wyniki i dyskusja są zamieszczone w jednym rozdziale zajmując 59 stron dysertacji. Układ prezentacji wyników jest taki sam jak w rozdziale Materiał i metody.

W części dotyczącej badania ankietowego Autorka ustaliła, że osady ściekowe są poddawane procesowi fermentacji beztlenowej w 29 zakładach i we wszystkich z nich odsiarcza się powstały biogaz. Jednak w grupie badanych oczyszczalni ścieków stosowane są różne metody odsiarczania biogazu z przewagą metody złoża na bazie rudy darniowej (w 12 zakładach). Na podstawie uzyskanych informacji ankietowych ustalono, że wielkość produkcji pulpy siarkowej w badanych zakładach w skali roku wynosi sumarycznie blisko 40 Mg.

Wyniki uzyskane w doświadczeniu inkubacyjnym wskazują, że zawartość siarki siarczanowej w obu glebach, do których dodawano pulpę siarkową i jej mieszaniny z materiałami organicznymi, zwiększała się do 60 dnia inkubacji a następnie malała, ale pozostawała na wyższym poziomie niż zawartość początkowa (tj. w dniu rozpoczęcia inkubacji). Zastosowanie pulpy siarkowej i jej mieszanin prowadziło do obniżenia odczynu gleb doświadczalnych i nie powodowało zróżnicowania aktywności dehydrogenaz a ich wpływ na zawartość węgla organicznego ogółem był niewielki.

W dwuletnim doświadczeniu polowym Autorka wykazała, że aplikacja pulpy siarkowej i jej mieszanin z materiałami organicznymi nie miała wpływu na plon świeżej i suchej masy kukurydzy uprawianej na kiszonkę. W okresie prowadzenia doświadczenia nie wykazano statystycznie istotnych zmian zawartości siarki oraz azotu ogółem w częściach nadziemnych kukurydzy pod wpływem wprowadzonych obiektów nawozowych. Wyjątek stanowił I rok badań kiedy największą zawartość N ogółem stwierdzono w roślinach nawożonych pulpą siarkową z dodatkiem obornika i biowęgla. Analizy gleb doświadczalnych nie wykazały istotnego statystycznie wpływu stosowanego nawożenia na wartość pH i zawartość węgla organicznego ogółem, ale potwierdziły istotne zwiększenie zawartości siarki siarczanowej w stosunku do gleby nienawożonej i nawożonej samą pulpą siarkową.

Cykl prac badawczych w ramach doktoratu mgr inż. Anety Lisowskiej został zamknięty opracowaniem granulatu z pulpy siarkowej i obornika granulowanego bydłęcego,

który stanowi prototyp konkretnego produktu nawozowego. Wyróżnia się on porowatą strukturą, wilgotnością wynoszącą 2,81%, gęstością nasypową 485 kg/m³ oraz przewagą frakcji o średnicy od 0,5 do >2,0 mm.

Rozdział **Wnioski** kończy merytoryczny etap dysertacji, w którym Doktorantka w sposób niezwykle rzeczowy podsumowała wyniki uzyskane na wszystkich etapach prowadzonych badań.

5. Ocena merytoryczna rozprawy

Prace badawcze wykonane w ramach doktoratu obejmują opracowanie koncepcji i przeprowadzenie badań w 4 kolejnych, powiązanych ze sobą, etapach eksperymentu naukowego. Są one wykonywane na zupełnie innych poziomach poczynając od korespondencji z pracownikami oczyszczalni ścieków, poprzez umieszczenie próbek gleb w plastikowych pojemnikach, doświadczenie polowe i prace nad nawozem granulowanym, co wymagało innego podejścia, innych materiałów i zakresu. Uzyskane dane/wyniki są starannie przedyskutowane z liczną i właściwie dobraną literaturą. Czytając dysertację można lepiej zrozumieć zależności funkcjonujące w naturze według układu: warunki glebowo - klimatyczne => wymagania rośliny => stosowane zabiegi => reakcja rośliny (plon, skład chemiczny) => właściwości gleby. Autorka pokazuje, że brak wpływu zastosowanego czynnika jest także wynikiem naukowym wiele mówiącym o kierunku jego działania.

W mojej opinii rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anety Lisowskiej wnosi nowe podejście do realizacji wyzwań naukowych. Pokazuje możliwość znalezienia właściwych metod do ich wykonania oraz duże zaangażowanie Doktorantki zarówno w trakcie planowania i prowadzenia badań jak też przy opracowaniu wyników i pisaniu pracy. Z tego względu moja ocena rozprawy doktorskiej jest bardzo wysoka.

Po zapoznaniu się z tekstem rozprawy doktorskiej nasuwają mi się następujące pytania i uwagi:

1. Dlaczego na rycinie 5 (str. 19) nie ujęto siarczanu magnezu jako źródła siarki dla roślin ?
2. Dlaczego do inkubacji brano tylko 280 lub 200 mg s. m. gleby – czy to była ilość wystarczająca do oceny procesów zachodzących podczas inkubacji?
3. Jakie właściwości obornika i kompostu z odpadów zielonych decydują o ich korzystnym wpływie na pH gleby po zmieszaniu ich z pulpą siarkową? – str. 107.

4. Moim zdaniem temperatura może być wyższa lub niższa a nie większa lub mniejsza np. o 4°C. Również opady są wyższe/niższe a nie większe/mniejsze.

6. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny dysertacja mgr inż. Anety Lisowskiej pt. „Plonowanie kukurydzy oraz chemiczne i biologiczne właściwości gleby jako efekt aplikacji pulpy siarkowej”, spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. z 2017 r. poz.1789) oraz rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. z 2018 r. poz. 261).

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie mgr inż. Anety Lisowskiej do dalszego etapu przewodu doktorskiego.

Ze względu na szeroki zakres prac badawczych, ich nowatorski charakter i aktualność problematyki badawczej oraz wysoki poziom merytoryczny wnoszę o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr inż. Anety Lisowskiej stosowną nagrodą.

A. Pollińska