

Poznań 9.02.2025r.

*Prof. UPP dr hab. Jarosław Potarzycki
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii
Katedra Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska
60-625 Poznań, ul. Wojska Polskiego 71F
jpotarzycki@gmail.com*

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr. inż. Urszuli Zimnoch

pt. „Ocena możliwości zastosowania popiołów z biomasy w mieszankach nawozowych oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin paszowych”

Ocena rozprawy doktorskiej wykonana w odpowiedzi na pismo skierowane przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie Panią dr hab. Sylwię Andruszczak, prof. uczelni, w którym informuje, że uchwałą z dnia 4.12.2024 zostałem powołany na recenzenta w/w rozprawy doktorskiej.

Recenzja obejmuje: (1) ocenę problematyki badawczej, (2) formalną ocenę pracy, (3) merytoryczną ocenę pracy, (4) podsumowanie i (5) wniosek końcowy.

1. Ocena problematyki badawczej

Poszukiwanie alternatywnych źródeł składników mineralnych dla roślin od lat stanowi rozwijający się wątek badań kreowanych przez różne podmioty - zarówno wytwarzające środki produkcji dla rolnictwa (a takimi są nawozy), jak i aplikujące te środki. Równolegle obserwowana duża dynamika wykorzystania biomasy w wielu gałęziach gospodarki skutkująca powstaniem popiołów (jako pozostałości po procesie spalania) jest inspiracją do efektywnego wykorzystania tychże w rolnictwie. W tym kontekście ocenę problematyki badawczej należy ocenić wysoce pozytywnie, z dużym potencjałem na przyszłość. Problem jest jednak wieloaspektowy, co zawsze należy uwzględnić podejmując badania z pogranicza różnych dyscyplin.

Skład chemiczny popiołów jest wypadkową substratów użytych w procesie spalania i samej technologii. To z kolei wymusza wyznaczenie bezpiecznej dawki konkretnego produktu, stosowanego samodzielnie lub jako uzupełnienie nawozów znajdujących się na rynku. W literaturze przedmiotu potwierdzono dodatni wpływ popiołów na wzrost roślin, a przekrój gatunków będących przedmiotem badań jest spory, lecz dominuje kukurydza. Produkcja biomasy roślinnej - choć istotna - nie rozwiązuje jednak ostatecznie kwestii rekomendacji popiołów do nawożenia. Warunkiem koniecznym jest ocena parametrów jakościowych roślin, z uwzględnieniem ich przeznaczenia, a także monitoring gleby w stanowisku, w którym

dokonano aplikacji. Dla agroekosystemu i ekosystemów przyległych szczególnie ważne jest określenie dopływu i ewentualnej mobilności metali ciężkich.

Jako recenzent z dużą satysfakcją podkreślam, że wszystkie powyższe aspekty uwzględniono w przedstawionej do oceny dysertacji. Badania wykonane przez Autorkę są wielokierunkowe, w tym znaczeniu, że dotyczą wpływu popiołów na różne elementy łańcucha troficznego: gleba (właściwości agrochemiczne) – roślina (wielkość i struktura biomasy) – zwierzę (wartość żywieniowa paszy).

2. Formalna ocena pracy

Dokonując formalnej oceny stwierdzam, że praca zawiera oryginalne wyniki badań własnych. Wyniki pozyskano w oparciu o doświadczenia polowe, w dwóch lokalizacjach – różniących się pod względem warunków glebowych. Zróżnicowanie to pozwala na głębszą ocenę zdarzeń, co można bardzo dobrze wykorzystać w przyszłości, przygotowując pracę w formie publikacji. Generalnie analizowano działanie 8 kompozycji mieszanek, w skład których wchodziły popioły (z różnym udziałem – czynnik A) uzupełnione wapniem (w dwóch formułacjach chemicznych, z których jedna zawierała dodatkowo siarkę – czynnik B) oraz różnymi ilościami potasu (i wapnia) – czynnik C. Ustalono określone poziomy nawożenia NPK, przy czym kontrolę stanowił nawóz komercyjny. Zakładam, że w poszczególnych wariantach z popiołami ilość składników pierwszoplanowych były zbilansowane do tego samego poziomu. **Podczas publicznej obrony proszę Doktorantkę o potwierdzenie lub ewentualne wyjaśnienie (jeśli jest inaczej).** Dodatkowo w jednej z lokalizacji (Czesławice) rozpatrywano także wariant z obniżonym poziomem nawożenia (czynnik D). Ocenę statystyczną przeprowadzono prawidłowo, oddzielnie dla każdego obiektu badawczego w oparciu o analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic określono przy użyciu testu Tukeya (HSD) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ dla każdego roku badań oddzielnie. Założenia dla testu ANOVA sprawdzono przy użyciu testu Levene'a (jednorodność wariancji) i testu Shapiro–Wilka (normalność rozkładu).

Rozprawa doktorska obejmuje łącznie 233 strony maszynopisu. Praca podzielona jest na 7 głównych rozdziałów: wprowadzenie, przegląd literatury, hipoteza badawcza i cel badań, materiały i metody, wyniki badań, dyskusja wyników i wnioski. Całość poprzedza streszczenie w języku polskim i angielskim oraz uzupełnia spis cytowanych publikacji (w imponującej liczbie, przekraczającej 300 pozycji). Obszernym, bo liczącym ponad 80 stron fragmentem pracy są załączniki, prezentujące wszystkie uzyskane wyniki, z pełną dokumentacją statystyczną.

Stwierdzam, że hipotezę badawczą postawiono prawidłowo (pierwsze zdanie na stronie 57, uzupełnione dodatkowym opisem). Ponadto postawiono dwa cele ogólne i siedem szczegółowych, zwracając uwagę na ich znaczenie poznawcze i aplikacyjne. Takie podejście do rozwiązywania problemów naukowych oceniam bardzo wysoko, tym bardziej, że niestety nie zawsze jest to standardem.

Kontynuując ocenę formalną, jako zwolennik stosowania w badaniach naukowych uogólnień, mam jednak wątpliwość odnoszącą się do tytułu pracy. W dosłownym brzmieniu mowa jest o ocenie możliwości stosowania popiołów w odniesieniu do roślinach paszowych, podczas gdy badania dotyczą tylko kukurydzy. Oczywistym jest, że kukurydza wpisuje się doskonale w tę grupę roślin. Mimo wszystko uważam, że w tym przypadku uogólnienie jest zbyt duże. Może przygotowując pracę do publikacji warto dodać „na przykładzie kukurydzy”?!

Uzyskane wyniki zamieszczono w 97 tabelach, które interpretowano poprawnie.

3. Merytoryczna ocena pracy

Oceny merytorycznej rozprawy dokonam zachowując kolejność rozdziałów w zaprezentowanej pracy.

Wprowadzenie

W tym krótkim rozdziale uzasadniono podjęte badania rozpoczynając od podania definicji odpadu. Doktorantka w sposób syntetyczny wskazuje na wymogi prawne odnoszące się do stosowania popiołów w rolnictwie, widzi korzyści wynikające z wprowadzenia tych substancji do gleby, ale także zwraca uwagę na możliwe zagrożenia środowiskowe. W jednym z akapitów Autorka słusznie zauważa, że „...popioły z biomasy są jednym z najstarszych rodzajów nawozów mineralnych...”.

Przegląd literatury

Jest to obszerny rozdział liczący 48 stron, podzielony na 4 podrozdziały. Pierwsze dwa dotyczą *stricte* popiołów, kolejne dwa są związane z kukurydzą jako rośliną wskaźnikową.

Charakteryzując popioły Autorka zwraca uwagę na duże zróżnicowanie składu chemicznego, co wynika bezpośrednio z właściwości spalanych materiałów. Stwierdzenie to zostało wszechstronnie udokumentowane - przedstawiono wiele danych, przywołując liczne publikacje. Należy podkreślić doskonałe rozeznanie w aktualnej literaturze przedmiotu wymagające dogłębnych studiów w różnych obszarach. W tym kontekście bardzo ważny jest postulat o konieczności systematycznego badania każdej partii pozyskanego popiołu. Doktorantka cytując odpowiednie źródła literaturowe zwraca uwagę na obecność związków wapnia i krzemu w popiołach – pierwiastków deficytowych na większości obszaru Polski. Nie tylko w tym fragmencie rozprawy Autorka imponuje bardzo dobrym rozeznanie w aktualnym

stanie prawnym związanym z tematem pracy. Eksponuję ten fakt, ponieważ poszczególne akty prawne (polskie i unijne) mogą być w krótkim przedziale czasu modyfikowane. Świadomość Doktorantki w tym zakresie daje pewność, że w przyszłości będzie wiedziała „czego i gdzie szukać”.

Dla czytelnika ocenianej pracy istotnym przesłaniem płynącym z przeglądu literatury jest stwierdzenie, że jednym z głównych celów gospodarki cyrkularnej jest promowanie wykorzystywania surowców wtórnych. Na stronie 38 Autorka pisze: „...Obecnie gospodarka funkcjonuje według modelu liniowego zgodnie z zasadą “wytwórz-użyj-wyrzuć” (ang. “make-take-waste”), gdzie celem nadrzędnym jest intensywna produkcja i konsumpcja, w wyniku której powstaje znaczna ilość odpadów. Jednokierunkowy przepływ materiałów i energii pomiędzy gospodarką, a przyrodą spowodował, że globalne rezerwy surowców naturalnych znacznie się skurczyły. Liniowe zużycie zasobów przyczyniło się również do zmian środowiskowych, w tym zubożenia gleb pustynnienia, wyczerpywania się zasobów wodnych oraz zaniku bioróżnorodności. Rozwiązaniem problemu zaspokojenia potrzeb rosnącej populacji bez nadmiernej eksploatacji nieodnawialnych surowców i degradacji środowiska jest cykliczny przepływ materiałów i energii...”

Charakterystyka kukurydzy obejmuje szereg uwarunkowań wzrostu tej rośliny, w tym co zrozumiałe, potrzeby nawozowe. Dobór przywoływanych pozycji literaturowych jest autonomiczną decyzją Autorki, uważam jednak, że warto zacytować różne spojrzenia, w tym także polskich autorów. Przykładem jest fragment ze strony 46 dotyczący dawek azotu (Peng i in. 2010). Można postawić retoryczne pytanie o zasadność stosowania 100 kg N/ha po to, by zebrać 4-5 t ziarna/ha. Niezrozumiały jest także fragment ze strony 47 dotyczący dawek potasu w kukurydzy. ***Proszę Autorkę aby podczas publicznej obrony, krótko odniosła się do kwestii zapotrzebowania kukurydzy na makroskładniki zależnie od zakładanego plonu (dla warunków polskich)***

Charakterystyka kiszonek z kukurydzy została opracowana wnikliwie, z wykorzystaniem wielu źródeł. W tym fragmencie pracy słusznie stwierdzono, że w przeszłości (w niektórych gospodarstwach także obecnie) w uprawie kukurydzy na kiszonkę stosowane są zdecydowanie zbyt duże ilości azotu. Autorka zauważa negatywny wpływ złego zbilansowania składników w nawozach na jakość kiszonki oraz skutku w postaci rozpraszania azotu w środowisku.

Na stronie 54 można przeczytać: „Przy dobrej fermentacji kiszonki występuje stosunek 2,5-3”. ***Proszę Autorkę o doprecyzowanie tego stwierdzenia.***

Generalnie pracę wykonaną przez Doktorantkę podczas przygotowywania przeglądu literatury oceniam wysoko. Różny charakter poszczególnych podrozdziałów wymagał bardzo dobrego przygotowania merytorycznego.

Hipoteza badawcza i cele badań

Omówiono wcześniej w ocenie formalnej.

Materiały i metody

Ten rozdział zawiera wszystkie niezbędne informacje związane z prowadzonymi badaniami, w tym charakterystykę materiału badawczego (w powiązaniu z przepisami prawnymi) i sposób przygotowania mieszanek nawozowych. Charakterystyka obiektów doświadczalnych i wszystkie elementy aplikacyjne nie budzą zastrzeżeń. Bardzo dobrze opracowano warunki meteorologiczne, z wykorzystaniem współczynnika Sielianiowa (tab. 9 - 10). W opisie na stronie 63 brakuje jednak stosownego wzoru, na podstawie którego dokonano obliczeń. **Proszę o uzupełnienie podczas autoreferatu.**

Myślę, że tytuł podrozdziału 5.5. powinien być przeredagowany w taki sposób by nawiązywał także do agrotechniki.

Metody oznaczeń poszczególnych składników w glebie, materiale roślinnym i nawozach zamieszczono w tabeli 11 podając tylko nazwę procedury. Jestem zwolennikiem właśnie takiego podejścia, choć zdaję sobie sprawę, że istnieje szerokie grono recenzentów oczekujących szczegółowych opisów. W tej pracy każda z metod jest tylko narzędziem, nie przedmiotem badań. Nie zmienia to faktu, że procedura analityczna powinna być zgodna z obowiązującymi standardami w danej dziedzinie badań. Zakładam, że w przypadku recenzowanej pracy tak właśnie było.

Procedury statystyczne są poprawne, o czym była mowa wcześniej.

Wyniki badań

Omówienia wyników dokonano na podstawie tabel znajdujących się w aneksie. Zgromadzono niezwykle bogaty materiał, co wymagało od Doktorantki sporego wysiłku związanego z opisem wyników. Uważam, że poradziła sobie z tym wyzwaniem znakomicie. Poza czynnikami doświadczalnymi opisy uwzględniają zarówno zmienność wynikającą z właściwości stanowiska, jak i różne warunki w poszczególnych latach badań. Ze względu na objętość pracy pominę szczegółową charakterystykę każdego z parametrów. Podkreślę jednak celowość oceny stosunku masy zielonej do masy kolb w kontekście produkcji kiszonki. Warto pamiętać, że główne zasoby energetyczne, decydujące o jakości kiszonki, znajdują się właśnie w kolbach. Jak zaznaczono wcześniej ważnym kryterium oceny testowanych kombinacji nawozów jest

kontrola zawartości metali ciężkich po ich aplikacji, co Doktorantka wypełniła w odniesieniu do wszystkich badanych materiałów (gleba, biomasa roślin, kiszonka).

Szkoda, że ocena nie obejmowała także odczynu gleby, co mogłoby stanowić ważny element poznawczy wykonanych badań. Wynika to z dwóch aspektów: (1) zasadowego pH popiołów i konsekwencji ich stosowania w kontekście odczynu gleby, (2) skrajnie odmiennych cech agrochemicznych stanowisk (także pod względem odczynu). Wprawdzie na stronie 107 Autorka odnosi się do wyników odczynu gleby po zbiorze roślin w miejscowości Krynice, jednak w części wynikowej pracy nie doszukałem się stosownych danych.

Ze względu na obszerny charakter badań rozdział ten wymagał podjęcia decyzji odnośnie do jego struktury. Zdecydowano się na wariant, w którym dokonano tylko opisu wyników, natomiast wszystkie dane zamieszczono w aneksie (załączniku). Pod względem merytorycznym podejście takie nie może budzić zastrzeżeń, jednak z punktu widzenia łatwości interpretacji zdarzeń stanowi poważne wyzwanie dla czytelnika. Przyznam, że jestem zwolennikiem prezentowania wyników w miejscu ich opisu. Jest to jednak uwaga porządkowa, bez wpływu na merytoryczną ocenę dysertacji.

Dyskusja wyników

Rozdział dyskusja wyników liczy 8 stron i stanowi kompendium wiedzy w przedmiocie wykonanych badań, co wskazuje na rozległą wiedzę i wszechstronne przygotowanie Doktorantki. Cytowane i opisane są efekty doświadczeń wykonanych w różnych warunkach glebowych i klimatycznych, w oparciu o różne źródła składników mineralnych. Podkreślam (po raz kolejny) wieloaspektowość problemów rozwiązywanych w ocenianej dysertacji, które Doktorantka rozumie i doskonale interpretuje. Uważam jednak, że dyskutując efekty badań Autorka powinna bardziej skupić się na odniesieniu wyników własnych do danych literaturowych, być może rezygnując z niektórych poruszanych wątków natury ogólnej lub pobocznych (na przykład dotyczących Efektywnych Mikroorganizmów str. 107). Z kolei za merytorycznie niezbędny (choć krótki) element tego rozdziału uważam ocenę ryzyka związanego z zawartością metali ciężkich (str. 111).

Podsumowanie i wnioski

Podsumowanie Autorka poprowadziła dwukierunkowo: (1) uwzględniając wnioski praktyczne dla rolnictwa oraz (2) dokonując szczegółowego podsumowania wykonanych badań.

- (1) Sformułowano 4 wnioski praktyczne dla rolnictwa, z czego pierwsze dwa są słuszne, aczkolwiek nie wynikają bezpośrednio z wykonanych badań. Zakładam, że Pani mgr Urszula Zimnoch umieściła je w efekcie dogłębnych studiów literaturowych, co absolutnie nie jest zarzutem. Wnioski 3 i 4 są już powiązane z wykonanymi badaniami.

(2) Praca kończy się rozdziałem podsumowanie i wnioski. Zgodnie ze strukturą pracy dokonując podsumowania uwzględniono wpływ czynników doświadczalnych na: (i) plon i jego komponenty oraz jakość, (ii) jakość kiszzonek oraz (iii) cechy agrochemiczne gleby. Na niespełna 9 stronach (w punktach) dokonano syntetycznego podsumowania uzyskanych wyników. Najczęściej są to stwierdzenia i krótkie opisy. Trochę na marginesie doceniam, że Autorka w tym miejscu mówi o podsumowaniu a nie wnioskach.

Właściwe wnioski zapisano na ostatnich dwóch stronach pracy w formie tekstu ciągłego oraz w 5 punktach i są one zgodne z celami pracy.

Uwagi o charakterze edycyjnym i inne:

- str. 9 Dodanie popiołu do gleby *wspomaga przepływ wody, ogranicza wypłukiwanie nawozów* (niezręczność stylistyczna – wypłukiwane są składniki nie nawozy)
- str. 10 Tabela 1 nie powinna przechodzić na drugą stronę
- str. 12 Tabela 2 wprawdzie wartości sumują się do 100, lecz brak jednostki w tytule
- str. 12 Tabela 3 (i inne) – pod tabelą napisano opracowanie własne; prawdopodobnie dane pochodzą jednak z różnych opracowań, dlatego należałoby napisać „opracowanie własne na podstawie danych różnych autorów”
- str. 16 „obecne w fazie” lepiej brzmiałoby w formie
- str. 37 tytuł podrozdziału; powinno być popioły zamiast popiołów
- str. 49 (środek strony) co oznacza „utrzymać uczciwy poziom plonu”?
- str. 60 (pod tabelą) należy doprecyzować czy siarka podana jest w % S czy SO₃
- str. 61 (pierwsze zdanie) błąd w zapisie początku badań – rok 2020?!
- w tabelach dotyczących lokalizacji Krynice, w tytule drugiej kolumny nie powinno być D (ten czynnik nie był analizowany)
- publikacja Peng i in. (2020) – numer DOI nie odnosi się do tej publikacji

4. Podsumowanie

Praca zawiera oryginalne wyniki badań własnych, a sposób rozwiązania problemów naukowych sformułowanych w hipotezie i celach oceniam wysoko. Wykonane badania doskonale wpisują się w idee gospodarki cyrkularnej, podejmując nie tylko kwestię zagospodarowania popiołów, lecz także ich oddziaływanie na łańcuch troficzny, co nie zawsze jest regułą w tego typu pracach. To z kolei wymagało wykonania dużego pakietu prac polowych i laboratoryjnych przez Doktorantkę, co pozwoliło na pozyskanie cennych wyników wyjściowych. Uwagi o charakterze edytorskim oraz sformułowane nieliczne wątpliwości recenzenta w kwestiach szczegółowych pozostają bez wpływu na wysoką ocenę merytoryczną pracy. W niniejszej recenzji postawiono kilka pytań. Podczas obrony pracy proszę o krótkie ustosunkowanie się do tych kwestii.

5. Wniosek końcowy

Zgodnie z wymogami określonymi w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zmianami), biorąc pod uwagę zakres, sposób i opis przeprowadzenia badań będących przedmiotem przedstawionej do oceny pracy doktorskiej pt. „Ocena możliwości zastosowania popiołów z biomasy w mieszankach nawozowych oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin paszowych” stwierdzam, że praca spełnia wymogi stawiane tego typu opracowaniom, mieszcząc się w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo. Praca stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe, wnosi wiele nowych aspektów poznawczych i użytkowych.

W związku z powyższym składam formalny wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie Pani mgr. inż. Urszuli Zimnoch do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie biorąc pod uwagę wieloaspektowość badań wymagających ogromnej pracy własnej oraz ponadprzeciętne przygotowanie merytoryczne Doktorantki wnoszę o wyróżnienie pracy stosowną nagrodą.



Prof. UPP dr hab. Jarosław Potarzycki