

Prof. dr hab. Jolanta Korzeniowska
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa -
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Zakład Herbologii we Wrocławiu
ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pauliny Elżbiety Bogusz

**pt. „Badania nad technologią wytwarzania zawieszinowych nawozów wieloskładnikowych na bazie
odpadowego fosforanu sodowo - potasowego z produkcji polioli oraz ich wpływ na plonowanie i
parametry jakościowe roślin”**

Niniejsza ocena rozprawy doktorskiej została przygotowana w odpowiedzi na pismo Pani prof. dr hab. Sylwii Andruszczak, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, z dnia 25.10.2024 roku informujące, że zgodnie z uchwałą tejże Rady w dniu 23.10.2024 roku powołano mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej pt. „Badania nad technologią wytwarzania zawieszinowych nawozów wieloskładnikowych na bazie odpadowego fosforanu sodowo - potasowego z produkcji polioli oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin” przygotowanej przez mgr inż. Paulinę Bogusz. Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana na Wydział Agrobioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie pod kierunkiem promotora dr hab. Marzeny Brodowskiej i promotora pomocniczego dr hab. Piotra Ruska.

Ocena problematyki badawczej

Z uwagi na to, że niedostateczna ilość fosforu w glebie ogranicza plonowanie i jakość płodów rolnych, nawożenie tym składnikiem jest niezbędne w praktyce rolniczej. Podstawowym wyjściowym surowcem do produkcji nawozów fosforowych są fosforyty, trudno rozpuszczalne skały osadowe, tworzące złoża w różnych częściach kuli ziemskiej. W Polsce nie posiadamy wysokoprocentowych złóż fosforytów, które gwarantowałyby opłacalność ich eksploatacji i produkcji nawozów, dlatego też w całości muszą być one importowane. Wpływa to znacząco na wysokie ceny nawozów fosforowych. Stąd presja na wykorzystanie różnych innych źródeł fosforu do wytwarzania nawozów. Szczególnie cenne jest wykorzystanie różnych surowców odpadowych zawierających fosfor. Postępowanie takie niesie korzyści zarówno dla rolnictwa, jak i ochrony środowiska. Proponowane przez doktorantkę wykorzystanie do celów nawozowych fosforu z odpadów z produkcji polioli z firmy PCC Rokita jest ciekawą propozycją. Odpady te mają postać wodnej zawiesiny fosforanów sodu i potasu, mogą być więc obok fosforu, również źródłem potasu dla roślin. Ze względu na dużą zawartość wody w odpadach najlepszym rozwiązaniem jest wykorzystanie ich do produkcji płynnych nawozów zawieszinowych. Opracowanie technologii wytwarzania takich nawozów oraz sprawdzenie ich wpływu na plonowanie i wzrost roślin uprawnych jest według mnie potrzebną i cenną inicjatywą, a dobór tematyki badawczej należy uznać za trafny. Badania podjęte przez doktorantkę są uzasadnione i celowe, wpisując się w najnowsze trendy rolnictwa zrównoważonego, zagospodarowania odpadów i ochrony środowiska.

Ocena struktury oraz formalnej strony pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska oparta jest na cyklu publikacji i składa się zasadniczo z trzech części. W pierwszej części zamieszczono wyczerpujący autoreferat (komentarz do cyklu publikacyjnego) liczący 76 stron wraz ze spisem treści, wykazem publikacji wchodzących w skład cyklu i streszczeniem. W autoreferacie doktorantka przedstawiła Wstęp, Problem badawczy, Główne cele pracy, Cele szczegółowe, Materiały i metody, Omówienie wyników badań, Podsumowanie i wnioski oraz Bibliografię. Struktura autoreferatu odpowiada układowi tradycyjnych rozpraw naukowych. Zarys podjętej problematyki badawczej bazuje na przeglądzie 66 pozycji literatury.

Drugą i trzecią część rozprawy stanowią dwa załączniki. Załącznik nr 1 to trzy oświadczenia o współautorstwie. Załącznik nr 2 to cykl sześciu artykułów, w tym pięć opublikowanych, a jeden w trakcie procesu recenzji:

1. Paulina Bogusz, Piotr Rusek, Marzena Sylwia Brodowska. Suspension Fertilizers: How to Reconcile Sustainable Fertilization and Environmental Protection. *Agriculture* 2021, 11, 1008. Liczba punktów w roku publikacji: MEiN 2021 = 100; IF' 2021 = 3,4
2. Paulina Bogusz. The Possibility of Using Waste Phosphates from the Production of Polyols for Fertilizing Purposes. *Molecules* 2022, 27, 5632. Liczba punktów w roku publikacji: MEiN 2022 = 140; IF' 2022 = 4,6
3. Paulina Bogusz, Piotr Rusek, Marzena Sylwia Brodowska. Suspension Fertilizers Based on Waste Phosphates from the Production of Polyols. *Molecules* 2022, 27. Liczba punktów w roku publikacji: MEiN 2022 = 140; IF' 2022 = 4,6
4. Paulina Bogusz, Marzena Sylwia Brodowska, Piotr Rusek. The Impact of Suspension Fertilizers Based on Waste Phosphorus Salts from Polyol Production on the Yield of Maize Intended for Green Fodder. *Agronomy* 2024, 14, 1054. Liczba punktów w roku publikacji: MEiN 2024 = 100; IF' 2024 = 3,3
5. Paulina Bogusz, Marzena Sylwia Brodowska, Paweł Muszyński. The Impact of Suspension Fertilizers Based on Waste Phosphorus Salts from Polyol Production on the Content of Macronutrients in Maize Grown for Green Fodder. *Agronomy* 2024, 14(9), 2079. Liczba punktów w roku publikacji: MEiN 2024 = 100; IF' 2024 = 3,3
6. Paulina Bogusz, Marzena Sylwia Brodowska, Paweł Muszyński. Content of Micronutrients in Maize Grown for Green Fodder Fertilized with Suspension Fertilizers Based on Waste Phosphorus Salts from the Production of Polyols – w trakcie procesu recenzji.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy stanowią spójny tematycznie zbiór dotyczący wytwarzania i stosowania zawieszinowych nawozów na bazie odpadowego fosforanu sodowo-potasowego z produkcji polioli. Łączna liczba punktów tych publikacji według MEiN wynosi 580, a sumaryczny Impact Factor 19,2. Obie podane wartości znacząco przekraczają powszechnie przyjęte minimalne kryteria dla tego rodzaju rozprawy doktorskiej. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w jednej z prac doktorantka jest jedynym, a w pięciu pozostałych zarówno pierwszym, jak i korespondencyjnym autorem.

Wkład pracy doktorantki w publikacje jest znaczący i dotyczy wszystkich etapów ich powstawania. Obejmuje on opracowanie lub udział w opracowaniu koncepcji pracy, zaplanowanie i przeprowadzenie badań, opis i interpretację wyników badań, przygotowanie i redagowanie manuskryptu, przesłanie manuskryptu do wydawnictwa i odpowiedzi na recenzje oraz korektę po recenzjach. W niektórych pracach obejmuje również wykonanie analiz chemicznych oraz przeprowadzenie analizy statystycznej.

Artykuły stanowiące podstawę rozprawy przeszły proces recenzji, powinny więc spełniać wymagania stawiane pracom w indeksowanych czasopismach międzynarodowych, zarówno pod względem merytorycznym, jak edytorskim.

Ocena merytoryczna

We „Wstępie” autoreferatu doktorantka omawia znaczenie fosforu w rolnictwie, wstępnie charakteryzuje odpadowy fosforan sodowo-potasowy z produkcji polioli, przedstawia zalety i wady nawozów zawiesinowych oraz opisuje szereg zagadnień związanych z produkcją i potrzebami pokarmowymi kukurydzy, którą wybrała na roślinę testową. **Uważam, że Wstęp jest klarowny, a poruszane zagadnienia są dobrze dobrane do tematyki pracy.** Wstęp zakończony jest przedstawieniem problemu badawczego i celów pracy. **Zarówno cele główne, jak i szczegółowe są zrozumiałe i osiągalne. Po zapoznaniu się z treścią rozprawy należy uznać, że wytyczone cele zostały osiągnięte.**

W rozdziale „Materiały i metody” doktorantka wymienia metody analizy odpadu z produkcji polioli, przedstawia pozostałe surowce nawozowe użyte do wytwarzania nawozów zawiesinowych, omawia podstawy opracowania formułacji tych nawozów, metodę ich wytwarzania oraz badania ich jakości. W dalszej części tego rozdziału opisywana jest metodyka badań polowych, metody oznaczania składników pokarmowych w roślinach i glebach oraz analiza statystyczna wyników. Niestety rozdział ten zawiera szereg niedociągnięć. Sprawia on wrażenie „mechanicznie posklejanego” z kolejnych publikacji zamiast być opracowanym specjalnie na potrzeby autoreferatu. Jednym z większych mankamentów jest opis obiektów doświadczeń polowych (ostatni akapit na str. 26), który jest niewystarczający i nie koresponduje z zamieszczoną dalej tabelą przedstawiającą plan nawożenia w doświadczeniach oraz z rysunkami przedstawianymi w rozdziale „Omówienie wyników”. Sytuację radykalnie poprawia jednak sięgnięcie do publikacji nr 4, gdzie obiekty nawozowe są ponumerowane i dokładnie opisane. Brak również informacji, gdzie wytwarzano nawozy do badań, jaka jest w nich procentowa zawartość sodu oraz jakimi urządzeniami aplikowano je na poletka. Większość wymienionych niedociągnięć dotyczy jedynie opisu metodyki w autoreferacie, a w publikacjach nie ma tych błędów. **Generalnie całą koncepcję badań oraz zastosowane metody badawcze uważam za poprawne.**

Najobszerniejszą częścią autoreferatu jest rozdział „Omówienie wyników badań”. Pierwsze trzy publikacje wchodzące w skład cyklu dotyczą badań nad przydatnością odpadu do wytwarzania nawozów zawiesinowych i technologii ich wytwarzania, a następne trzy omawiają wpływ tych nawozów na plonowanie kukurydzy i jej skład chemiczny w oparciu o przeprowadzone 3-letnie doświadczenia polowe. Kolejne podrozdziały „Omówienia wyników” podążają za tą kolejnością, co jest logiczne i wpływa na przejrzystość autoreferatu.

W pierwszych trzech podrozdziałach „Omówienia wyników” doktorantka przedstawia skład chemiczny badanego odpadu, opisuje ocenę przydatności bentonitów do stabilizacji zawiesin oraz ocenę parametrów fizycznych prób nawozów zawiesinowych. W następnych trzech podrozdziałach doktorantka omawia charakterystykę gleby doświadczalnej, warunki meteorologiczne podczas prowadzenia doświadczeń polowych oraz wyniki tych doświadczeń. Przy użyciu ciekawych wykresów doktorantka przedstawia plon i wysokość roślin kukurydzy. Kolejne dwa podrozdziały dotyczą zawartości makro- i mikroelementów w roślinach kukurydzy. Na wykresach przedstawiono tu zawartość N, P, K, Zn i Mn w całych roślinach po zbiorze. „Omówienie wyników” kończy podrozdział dotyczący analizy gleby po zbiorze doświadczeń. **Generalnie uważam, że wyniki badań są prawidłowo opisane i zinterpretowane. Na szczególne podkreślenie zasługuje bardzo dobra analiza statystyczna wyników i ich prawidłowa interpretacja.** Na pochwałę zasługuje również przedstawienie w autoreferacie wyników doświadczeń polowych w zupełnie inny, ciekawszy i bardziej syntetyczny sposób niż w publikacjach wchodzących w skład cyklu. Pochwała należy się także za dołączenie do autoreferatu wyników badań gleby po zbiorze doświadczeń, które nie były ujęte w cyklu publikacji. Jednak ogólna pozytywna ocena nie wyklucza zwrócenia uwagi na pewne niedociągnięcia. Pomimo bardzo dobrej analizy statystycznej doświadczeń, na rysunku 11 wkraść się błąd i średnie z grup w I roku badań są niewłaściwie oznaczone dużymi literami. Nasuwa się również pytanie, co daje mierzenie wysokości roślin podczas zbioru skoro mierzona jest również ich masa. Uważam również, że doświadczenie powinno być założone dla gleby mniej zasobnej w fosfor. Przy tak dużej początkowej zawartości P w glebie nie udało się sprawdzić, jaka zawartość P w proponowanych nawozach zawiesinowych była najkorzystniejsza. Rośliny mając do dyspozycji tak dużą ilość P glebowego tylko w niewielkim stopniu

reagowały na nawożenie tym składnikiem. Ponadto przeprowadzenie właściwej dyskusji wyników nie jest mocną stroną doktorantki. Dotyczy to zarówno autoreferatu, jak i większości publikacji.

Rozdział „Podsumowanie i wnioski”, po trafnym ogólnym podsumowaniu, przedstawia szczegółowe wnioski w czterech grupach: 1) Wnioski wynikające z analizy odpadu, 2) Wnioski wynikające z wytwarzania nawozów zawieszinowych, 3) Wnioski wynikające z badań polowych nad wpływem nawozów zawieszinowych i parametry jakościowe roślin kukurydzy oraz 4) Wnioski z analizy gleby. Uważam, że podział wniosków na grupy jest uzasadniony kolejnością publikacji w cyklu. Łącznie doktorantka przedstawiła 25 szczegółowych wniosków. Tak dużą ilość wniosków usprawiedliwia bardzo obszerny materiał badawczy. Choć pewne wątpliwości może budzić mało syntetyczny charakter wniosków to stwierdzam, że **wszystkie przedstawione wnioski są prawdziwe i jasno sformułowane**. Niestety wyjątkiem jest pierwszy wniosek dotyczący plonowania kukurydzy (3 grupa), gdzie wkradła się prawdopodobnie tzw. literówka. Wyższy plon kukurydzy nawożonej Fosdarem wykazano w I i III roku, a nie jak podano, w I i II roku badań. Uważam również, że pierwszy wniosek dotyczący nawozów zawieszinowych (2 grupa) jest zbędny ponieważ jest powtórzeniem drugiego wniosku dotyczącego odpadu (1 grupa). Jest natomiast dla mnie niezrozumiałe dlaczego w 3 grupie wniosków doktorantka sformułowała wniosek dotyczący miedzi, a nie boru. Miedź nie była pierwiastkiem, którym wzbogacano nawozy. Ponadto w ostatniej grupie wniosków można było dodać, że nie wykazano różnic w odczynie gleby oraz zawartości P i K w zależności od użytego w nawożeniu źródła fosforu. Pomimo drobnych uwag **stwierdzam, że podsumowanie i wnioski są dobrą i wyczerpującą odpowiedzią na cele postawione w pracy**.

„Bibliografia” zawiera 66 pozycji literatury. Niestety cytowana literatura nie jest mocną stroną pracy. Połowa publikacji to prace polskojęzyczne, z których kilkanaście ma więcej niż 15 lat. Jednak **wszystkie prace są właściwie cytowane i dobrze dobrane tematycznie**.

Uwagi do publikacji wchodzących w skład cyklu

Pomimo, że publikacje będące podstawą pracy doktorskiej przeszły już proces recenzji, to nie mogę pominąć kilku uwag, które narzucają się podczas ich czytania:

- Publikacja nr 4 – Cała dyskusja w tej pracy jest niewłaściwa. Zamiast dotyczyć interpretacji uzyskanych przez autorów wyników badań na tle literatury światowej, omawia charakterystykę dostępnych na rynku odmian kukurydzy oraz ogólne problemy jej uprawy. O przeprowadzonych badaniach nie ma w dyskusji żadnej wzmianki. Jestem zdumiona, że praca z tak niewłaściwą dyskusją mogła ukazać się w czasopiśmie za 100 punktów. Zwracam jednak uwagę, że w autoreferacie Doktorantka nie powiela już tego błędu.
- Publikacja nr 5 – Wnioski nie dotyczą tematu pracy. Praca w 14 dużych tabelach szczegółowo przedstawia zawartość N, P, K, S, Mg, Ca, i Na w roślinach kukurydzy nawożonej wytworzonymi nawozami zawieszinowymi, a wnioski zupełnie pomijają to zagadnienie. Nieoczekiwanie we wnioskach mówi się o korzyściach środowiskowych wynikających z produkcji nawozów z odpadu oraz omawia się technikę stosowania nawozów zawieszinowych na polu. Jednak i w tym przypadku w autoreferacie doktorantka unika tego typu błędu, a wyciągnięte wnioski są poprawne.
- Ostatnia praca nr 6, będąca w recenzji, ma jedynie sens jako kolejna część prezentowanych badań, a nie jako samodzielna publikacja. Poza tym tu również pozostaje niewyjaśniony problem braku oznaczeń boru w roślinach kukurydzy.

Uwagi redakcyjne i inne drobne uwagi

- W autoreferacie brak numeracji głównych rozdziałów, co rzutuje na numerację podrozdziałów. Powtarzające się w kolejnych rozdziałach takie same numery podrozdziałów utrudniają znalezienie szukanych fragmentów w pracy.

- Błędna numeracja tabel w autoreferacie
- Brak konsekwencji w podawaniu pierwiastków w formach tlenkowych: 1) tabela 2 i 3, str 25 - jeśli NPK, to Mg, a nie MgO - czyli powinno być NPK+Mg+S
- Str. 24, trzeci akapit od góry – to jest pobranie NPK na 1 t ziarna (wraz ze słomą), a nie na 10 t, jak podaje doktorantka
- Niezrozumiałe jest zdanie pod tabelą nr 3 na stronie 25
- Dlaczego zdjęcie nr 6 z autoreferatu oraz Fig. 1 z pracy nr 4 się różnią? Dlaczego zdjęcie z pracy nr 4 pokazuje 56 poletek zamiast 51?
- Tytuł rozdziału na str. 31 jest inny niż w Spisie treści
- Spis literatury jest niestaranny – w bardzo wielu przypadkach są źle użyte odstępki oraz duże i małe litery, a w pozycji 44 podano zły rok publikacji.
- W dołączonej 4 publikacji cyklu brak sześciu stron, które znajdują się na końcu rozprawy
- Tytuły podrozdziałów w rozdziale „Podsuwanie i wnioski” wymagają modyfikacji np. Wnioski dotyczące odpadu, Wnioski dotyczące nawozów zawieszinowych, Wnioski dotyczące wpływu badanych nawozów na plony i skład chemiczny roślin kukurydzy, Wnioski dotyczące wpływu badanych nawozów na parametry gleby

Dodatkowe pytania do doktorantki:

1. Dlaczego nie wyliczono średnich z 3 lata badań
2. Dlaczego brak analiz zawartości boru w roślinach kukurydzy. Pierwiastek ten był przecież, obok Zn i Mn, dodawany do nawozów zawieszinowych. Wydaje się, że zbadanie zawartości boru w roślinach byłoby najciekawsze, bo właśnie tego mikroelementu w glebie brakowało.
3. Jakimi kryteriami posłużono się przy ocenie zasobności gleby w mikroelementy przed założeniem doświadczenia – tzw. „nowymi” czy „starymi” liczbami granicznymi. W pracy nie podano składu granulometrycznego gleby, a bez tego nie można prawidłowo ocenić jej zasobności dla Mn i Zn wg tzw. „starych liczb granicznych”¹ oraz dla B wg „nowych liczb”².

¹ Zalecenia nawozowe część I. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. Wydanie II. Wydawnictwo IUNG, Seria P(44), Puławy 1990.

² Nawożenie upraw rolniczych mikroelementami. Nowe liczby graniczne oceny zawartości mikroelementów w glebie. Instrukcja upowszechnieniowa nr 249, Wydawnictwo IUNG-PIB, Puławy 2021.

Mocne strony pracy doktorskiej:


1. **Duża ilość wysoko punktowanych publikacji wchodzących w skład cyklu**
2. **Fakt, że doktorantka jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym wszystkich publikacji w cyklu**
3. **Przemyślana kolejność publikacji i ich tematyki badawczej w cyklu publikacyjnym**
4. **Koncepcja badań, która umożliwi efektywne i bezpieczne wykorzystanie odpadów z przemysłu chemicznego w rolnictwie**
5. **Wyjątkowo obszerny materiał badawczy będący podstawą pracy**
6. **Bardzo dobra analiza statystyczna wyników badań i właściwa ich interpretacja**
7. **Jasne przedstawienie wyników i poprawne wnioskowanie**

Mając powyższe na uwadze uznaję, że recenzowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie i może stanowić podstawę do ubiegania się przez Panią mg inż. Paulinę Elżbietę Bogusz o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. W

mojej opinii, Doktorant wykazał ogólną wiedzę teoretyczną w powyższej dyscyplinie oraz posiada umiejętność prowadzenia pracy naukowej.

Ocena końcowa

Przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską oceniam pozytywnie pod względem formalnym i merytorycznym. W mojej opinii spełnia ona w pełni wymogi określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.). W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pani inż. mgr Pauliny Elżbiety Bogusz pt. „Badania nad technologią wytwarzania zawieszinowych nawozów wieloskładnikowych na bazie odpadowego fosforanu sodowo - potasowego z produkcji polioli oraz ich wpływ na plonowanie i parametry jakościowe roślin” do publicznej obrony oraz dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. Jolanta Korzeniowska