

prof. dr hab. Grażyna Podolska  
IUNG-PIB w Puławach  
Z-d Uprawy Roślin Zbożowych  
ul Czartoryskich 8  
24-100 Puławy

Puławy, 16.12.2022 r.

### **Recenzja**

#### **rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Lidii Mielcarz-Skalskiej pt.: „Zastosowanie nanocząsteczek w nawożeniu roślin uprawnych”**

##### **1. Ocena problematyki badawczej**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Lidii Mielcarz-Skalskiej pt.: „Zastosowanie nanocząsteczek w nawożeniu roślin uprawnych” została wykonana w Instytucie Surowców Naturalnych i Kosmetyków, na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Ziemi, Politechniki Łódzkiej pod kierunkiem dr hab. inż. Beaty Smolińskiej, prof. Politechniki Łódzkiej.

Nanotechnologia na przestrzeni ostatnich 30 lat urosła do rangi jednej z najważniejszych technologii. Duże zainteresowanie tą gałęzią nauki wynika z unikalnych właściwości nanomateriałów, nabytych dzięki „nano-rozmiarowi”. Redukcja rozmiaru materiałów do poziomu nanometrycznego (1-100 nm) skutkuje zwiększeniem ich powierzchni właściwej, co znacząco wpływa na polepszenie właściwości mechanicznych, elektrycznych, magnetycznych, i chemicznych w porównaniu do ich większych odpowiedników. Homogeniczność nanomateriałów i możliwość modyfikacji ich właściwości zapewniają im zastosowanie w rolnictwie jak również w innych gałęziach gospodarki stwarzając nowe możliwości w produkcji między innymi nawozów i środków stymulujących wzrost roślin. Nanocząsteczki działające na poziomie komórkowym roślin wpływają na ich podstawowe procesy fizjologiczne. W ich działaniu upatruje się możliwości zwiększenia odporności roślin na stresy biotyczne i abiotyczne. Skutki zastosowania nanocząsteczek w rolnictwie nie są jednak w pełni zbadane, a co za tym idzie zarówno wybór jak i zakres problematyki poruszanej w pracy doktorskiej Pani mgr inż. Lidii Mielcarz-Skalskiej, są ważne z punktu widzenia poznawczego.

## **2. Formalna analiza rozprawy**

Rozprawa doktorska Pani mgr Pani mgr inż. Lidii Mielcarz-Skalskiej została przedstawiona na 205 stronach tekstu łącznie z bibliografią, która obejmuje 177 pozycji literatury. Dobór piśmiennictwa jest bogaty, trafny, związany bezpośrednio z tematyką recenzowanej pracy. Wybór źródeł literaturowych uznaję za wiarygodny dowód przygotowania Autorki do podjęcia prac badawczych.

Układ pracy jest zbliżony do klasycznego schematu. Zasadniczą treść opracowania przedstawiono w następujących rozdziałach: „Część teoretyczna”, „Cel i zakres pracy”, „Metodyka”, „Wyniki”, „Kosztorys”, „Dyskusja wyników”, „Wnioski”, „Bibliografia”. Poszczególne rozdziały zostały podzielone na liczne podrozdziały wyodrębnione w spisie, co nadaje rozprawie dużą przejrzystość. W pracy zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim. Układ pracy został opracowany w sposób logiczny, a praca odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim. Rozprawa jest zredagowana starannie, w sposób zrozumiały i poprawny pod względem stylistycznym.

Tytuł pracy jest czytelny, komunikatywny i w zasadzie adekwatny do treści dysertacji. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że badania dotyczyły jedynie nanocząsteczek cynku i żelaza należało ich nazwę zawrzeć w tytule.

## **3. Merytoryczna analiza pracy**

Rozdział „Część teoretyczna” zajmuje 27 stron maszynopisu. W rozdziale tym Autorka wprowadziła czytelnika w zagadnienia związane z realizacją rozprawy doktorskiej przedstawiając charakterystykę i zastosowanie nanocząsteczek, a w szczególności rolnicze wykorzystanie i wpływ na rośliny. Dużo uwagi Pani mgr Lidia Mielcarz-Skalska poświęciła opisom makro i mikroelementów skupiając się na zagadnieniach ich występowania w glebie, oraz znaczenia dla roślin, mniejszą część zajmują zagadnienia ich wpływu na poziom plonowania oraz zmiany jakie wywołuje ich brak lub nadmiar w parametrach wymiany gazowej czy metabolomice roślin. Ważną z punktu widzenia prowadzonych badań jest część opisująca nanocząsteczki cynku i żelaza. Doktorantka początkowo charakteryzuje ich budowę, następnie opisuje wpływ na rośliny uprawne i mikroorganizmy, słusznie zauważając fragmentaryczność i niewielką ilość takich badań. Kolejnym zagadnieniem poruszonym w tej części dysertacji jest stres oksydacyjny roślin, jego występowanie i mechanizmy obronne roślin, do których zaliczyła enzymatyczny i nieenzymatyczny system antyoksydacyjny. Zazwyczaj przegląd literatury kończy postawienie hipotezy badawczej, czego nie zauważyłam w niniejszej pracy. Rozdział ten wzbogacony 6 rysunkami, dobrze wprowadza w zagadnienia poruszane w rozprawie,

wnosząc szereg kluczowych informacji, przydatnych w jej czytaniu i umożliwia płynne przejście do kolejnej części obejmującej Cel i zakres pracy. Celem było opracowanie nowej metody wspomaganie nawożenia roślin uprawnych z zastosowaniem nanocząsteczek mikroelementów. Opracowanie nowej metody nawożenia wymaga prowadzenia wielu doświadczeń nie tylko wazonowych, a przede wszystkim polowych. Moim zdaniem trafniej było sformułować cel jako określenie możliwości wykorzystanie nanozwiązków do nawożenia roślin. Ponieważ zakres badań jest bardzo obszerny dobrze było wydzielić cele szczegółowe.

Opracowanie poprawnej metodyki jest podstawą rzetelności prowadzonych badań, decyduje o przebiegu doświadczenia, ich wynikach i wnioskach końcowych. W przypadku recenzowanej pracy metodyka obejmowała prowadzenie doświadczeń w warunkach kontrolowanych, wykonania analiz zawartości azotanów, azotu amonowego fosforanów oraz Ca, Mg, Zn, Fe i Mn w glebie i roślinie, przygotowanie próbek i ekstrakcję barwników roślinnych, polifenoli i flawonoidów oraz oznaczenie aktywności peroksydazy pirogallolowej, aktywności katalazy CAT i dysmutazy ponadtlenkowej SOD. Istotną część metodyki stanowiły oznaczenia biometryczne roślin. Uzyskane z doświadczeń wyniki Autorka poddała analizie statystycznej ANOVA, wyliczając współczynniki zmienności między średnimi. Ta część metodyki opisana jest bardzo szczegółowo i nie budzi moich wątpliwości.

Podstawą pracy doktorskiej stanowiły 4 doświadczenia prowadzone w warunkach kontrolowanych. Wybór do badań 4 gatunków roślin pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum* L), rzodkiewki zwyczajnej (*Raphanus sativus* var. *sativus*), rzepy (*Brassica rapa* L) oraz życicy trwałej (*Lolium perenne* L), jako roślin testowych do analizy substancji chemicznych wprowadzonych do gleby jest jak najbardziej trafny. Nasiona roślin wysiewano do doniczek wypełnionych glebą uniwersalną AB, firmy Hollas Sp.z.o.o. Ilość gleby uzależniono od gatunku roślin. Doświadczenie było prowadzone w stałych warunkach temperatury, przy stałej wilgotności powietrza 50% i gleby 35% nie podając czy była to połowa pojemność wodna. Tą część opisu doświadczenia należy uzupełnić o podanie jaką metodą zostało założone doświadczenie, ile było poziomów czynnika, od czego uzależniono zbiór roślin. W przedstawionym w metodyce schemacie badań nie jest dla mnie zrozumiały punkt 4. Proszę wyjaśnić w jaki sposób powołując się na przedstawioną literaturę wyliczono dawkę zastosowanych pierwiastków. Oceniając założenia badawcze i opis metod jakie Doktorantka stosowała dla wyjaśnienia przyjętego celu badań stwierdzam, że są one prawidłowe.

Rozdział „Wyniki”, został przedstawiony na 101 stronach maszynopisu, dane zostały zawarte w 12 tabelach i 80 wykresach. Zostały one przedstawione w sposób uporządkowany i przejrzysty zgodnie z zakresem badań scharakteryzowanym w poprzednim rozdziale. Wyniki

odznaczają się dużą wartością poznawczą. Opisane zależności są udokumentowane statystycznie. Kompleksowość badań i przedstawionych wyników jest niewątpliwie atutem pracy.

W rozdziale tym Doktorantka wyróżniła sześć części począwszy od charakterystyki gleby, zmian w zawartości makro i mikroelementów w pięciu frakcjach gleby wywołanych zastosowaniem makroelementów i nanocząsteczek. Jednak analiza wyników badań obejmująca te zagadnienia, a przedstawiona na wykresach 9-17 jest trudna gdyż nie podano istotności różnic. W dalszej części Doktorantka wykazała dodatni wpływ nanocząsteczek na pobranie makroelementów przez części nadziemne i korzenie testowanych roślin. Badania wykazały wpływ zastosowanych nanocząsteczek żelaza i cynku, oraz wielkości nanoZnO na plon biomasy. Udowodniły ponadto, że zastosowane nanocząsteczki powodują zróżnicowanie reakcji gatunków roślin w gromadzeniu biomasy, zawartości barwników roślinnych, stężeniu polifenoli i flawonoidów oraz funkcjonowaniu enzymatycznego systemu antyoksydacyjnego. Szczególnie duże zróżnicowanie w działaniu nanocząsteczek cynku zostało potwierdzone pomiędzy roślinami dwuliściennymi, a jednoliścienną. Analiza wyników badań z reguły jest poprawna ale zdążają się pewne nieścisłości. Np. Strona 96 – Autorka pisze, że jedynie po aplikacji stężenie 10 mg/kg s.m nanoFER 25 obserwowano wzrost zawartości flawonoidów w części podziemnej, jednak z wykresu 21ii wynika, że zastosowanie 50 nm ZnO w stężeniu 1 i 100 mg/kg gleby również powodowało ich istotny wzrost. Dlatego przygotowując pracę do druku należy przy opisie wyników uwzględnić w każdym przypadku istotne różnice z analizy statystycznej.

W rozdziale „Dyskusja wyników”, który liczy 18 stron prezentowane są wyniki badań i dyskutowane z literaturą przedmiotu. W rozdziale tym Doktorantka porównała rezultaty swoich badań z obserwacjami innych autorów wykazując na duże rozbieżności uzyskiwanych wyników. Zabrakło mi trochę wyjaśnieni przyczyn tych rozbieżności.

Najważniejsze wyniki Doktorantka przedstawiła w sześciu wnioskach. Wnioski te w większości znajdują pełne uzasadnienie we wnikliwie przeanalizowanych wynikach badań. Uważam jednak że przedstawione we wniosku 2 i 5 stwierdzenie „efekt był zależny od gatunku roślin i formy nanocząsteczek” jest zbyt ogólne. Na podstawie przeprowadzonych badań należy wyartykułować te różnice. Dobrze byłoby wnioski uzupełnić ogólnym podsumowaniem związanym bezpośrednio z celem pracy, a mianowicie czy zasadne jest stosowanie badanych nanocząsteczek jako związków wspomagających nawożenie roślin oraz wniosek dotyczący dalszych badań.

W recenzowanej pracy znajdują się pewne, które należy uwzględnić przygotowując pracę do druku. Poniżej przedstawiam niektóre z nich:

Str. 19: Doktorantka użyła sformułowania: „prostego obornika”, proszę o wyjaśnienie co to oznacza, sformułowanie „nawozy chemiczne” jest niepoprawne (wg. Ustawy o Nawozach i Nawożeniu nie ma takich nawozów są natomiast nawozy mineralne), w pracy jest napisane: aktualnie dąży się do osiągnięcia „idealnego rolnictwa”, które opiera się na rolnictwie zrównoważonym i na zasadach „racjonalnego nawożenia”. Racjonalne nawożenie jest częścią rolnictwa zrównoważonego.

Str. 25 użycie nazewnictwa rośliny motylkowate jest nieprawidłowe. Obecnie rośliny motylkowate grubo i drobnonasienne jest to grupa o nazwie rośliny bobowate.

Str. 27. sformułowanie ‘prac rolnych”, jest niezrozumiałe moim zdaniem chodziło tutaj o zabiegi uprawowe.

Powyższe uwagi nie podważają merytorycznej wartości pracy, ale wskazują Autorowi jedynie dalsze możliwości interpretacyjne uzyskanych wyników.

#### Wniosek końcowy

W podsumowaniu stwierdzam, że Doktorantka wykazała się znajomością literatury przedmiotu, wiedzą metodyczną i umiejętnością interpretacji wyników. Doświadczenie zostało prawidłowo zaplanowane i konsekwentnie przez Autorkę zrealizowane, a uzyskane wyniki pozwoliły na osiągnięcie założonego celu pracy. Pragnę podkreślić, że wykazane w recenzji uchybienia pracy i niedociągnięcia nie obniżają wysokiej wartości naukowej rozprawy doktorskiej. Mają charakter dyskusyjny, a w wielu miejscach redakcyjny. Niewątpliwie rozprawa doktorska mgr inż. Lidii Mielcarz-Skalskiej wnosi trwały ślad w wiedzę z zakresu dziedziny nauki rolniczej, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Lidii Mielcarz-Skalskiej pt.: „Zastosowanie nanocząsteczek w nawożeniu roślin uprawnych” spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r-Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020r.poz.85 z późn. Zm.). Składam wniosek do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwa i Ogrodnictwa o jej przyjęcie i dopuszczenie Pani inż. Lidii Mielcarz-Skalskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Puławy, 2022-12-16

Grażyna Podolska  
