

Prof. dr hab. Katarzyna Hrynkiewicz
Katedra Mikrobiologii, Instytut Biologii
Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Lwowska 1, 87-100 Toruń
Tel. +48 (56) 611-25-40
E-mail: hrynk@umk.pl

Toruń 18.11.2022

Podstawa formalna opinii

Opinia została sporządzona dla Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo zgodnie z decyzją podjętą na posiedzeniu w dniu 12 września 2022 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Mgr. Mateusza Mącika

p.t. „Wpływ fosforowego nawozu mineralnego wzbogaconego mikrobiologicznie na aktywność i bioróżnorodność mikroorganizmów glebowych”

w postępowaniu dotyczącym nadania stopnia naukowego doktora
w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

Recenzja została przygotowana zgodnie z art. 190 ust. 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 18 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.) oraz w oparciu o stanowisko recenzenta w sprawie dopuszczenia mgr. Mateusza Mącika do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

1. Opis ogólny

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr. Mateusza Mąćika została napisana pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Magdaleny Frąc oraz promotora pomocniczego dr Agaty Gryty z Zakładu Badań Systemu Gleba-Roślina, Instytutu Agrofizyki im. im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie.

Badania naukowe zaprezentowane w rozprawie doktorskiej mgr. M. Mąćika zostały wykonane i sfinansowane w ramach projektu Opracowanie technologii innowacyjnych nawozów mineralnych wzbogaconych mikrobiologicznie” (BIO-FERTL) (BIOSTRATEG3/347464/5/NCBR/2017), którego kierownikiem i opiekunem naukowym była prof. dr hab. Magdalena Frąc.

Struktura pracy jest zgodna z ogólnymi zasadami i wymogami stawianymi rozprawom doktorskim i składa się z trzech spójnych tematycznie prac naukowych opublikowanych w renomowanych i wysoko punktowanych czasopismach naukowych, które ukazały się w latach 2020-2022: (P-1) *Advances in Agronomy* 162, 31-87 (IF₂₀₂₀: 6.919) [<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.02.001>]; (P-2) *International Journal of Molecular Sciences* 21, 8003 (IF₂₀₂₀: 5.924; MNiSW: 140) [<https://doi.org/10.3390/ijms21218003>]; (P-3) *Land Degradation & Development*, 33(6), 844-865 (IF₂₀₂₂: 4.377; MNiSW: 200) [<https://doi.org/10.1002/ldr.4179>] oraz (P-4) manuskryptu artykułu naukowego przygotowanego do publikacji, stanowiącego uzupełnienie wyników badań przedstawionych w powyższych publikacjach. Sumaryczny IF powyższych prac wynosi 17,22, natomiast łączna liczba punktów MNiSW 340. We wszystkich tych publikacjach Pan M. Mąćik jest pierwszym autorem, co wskazuje na jego wiodącą rolę w opracowaniu koncepcji doświadczeń, przeprowadzaniu eksperymentów, analizie i interpretacji otrzymanych wyników badań oraz szczegółowej analizie danych literaturowych i przygotowaniu manuskryptów. Pierwsza z publikacji (P-1) jest pracą przeglądową. Stosowne oświadczenia doktoranta i pozostałych współautorów publikacji zostały zamieszczone w końcowej części rozprawy doktorskiej (str. 268-276).

W rozprawie doktorskiej, poza wymienionymi powyżej publikacjami naukowymi i przygotowanym manuskrytem, zamieszczono dodatkowo takie rozdziały jak: Wprowadzenie, Hipotezy i Cele pracy, Metodologię badań, Omówienie wyników zaprezentowanych w P-1 – P-4, Podsumowanie i Wnioski oraz Bibliografię. Liczba, znaczenie i aktualność wykorzystanych w pracy doktorskiej referencji oraz sposób pisania potwierdzają praktyczną i teoretyczną wiedzę Doktoranta na temat przedstawianego w rozprawie problemu oraz dużą swobodę w interpretacji i dyskusowaniu tych zagadnień. Większość cytowań pochodzi z prac opublikowanych niedawno, w uznanych specjalistycznych czasopismach naukowych.

Głównym celem pracy doktorskiej było określenie wpływu innowacyjnego fosforowego nawozu mineralnego wzbogaconego mikrobiologicznie na aktywność i różnorodność funkcjonalną i genetyczną zbiorowisk mikroorganizmów zasiedlających gleby zdegradowane. Doktorant postawił hipotezę, że mikrobiologiczne wzbogacenie nawozu fosforowego będzie miało pozytywny wpływ na bioróżnorodność mikroorganizmów i aktywność enzymatyczną gleb zdegradowanych oraz będzie mogło stanowić alternatywę dla

stosowanych tradycyjnie w rolnictwie nawozów mineralnych. Sprecyzowane cztery cele szczegółowe ukierunkowane zostały na techniki badawcze zaplanowane podczas realizacji projektu doktorskiego i uzyskaniu danych, które pozwolą na zweryfikowanie postawionej hipotezy badawczej (str.18).

Eksperymenty badawcze opisane przez doktoranta i współautorów w trzech publikacjach zostały zaplanowane prawidłowo i bazują na bardzo szerokim wachlarzu metod badawczych, które pozwoliły na szczegółową analizę i wyjaśnienie podjętego w pracy doktorskiej problemu naukowego. W pracach zastosowano m.in. (i) analizę aktywności wybranych enzymów glebowych (proteazy, ureazy, fosfatazy kwaśnej, β -glukozydazy), (ii) analizę profilu metabolicznego zbiorowisk mikroorganizmów przy zastosowaniu (BIOLOG™), (iii) analizę różnorodności genetycznej zbiorowisk mikroorganizmów (bakterii, archeonów, grzybów) z wykorzystaniem analizy poliformizmu długości terminalnych fragmentów restrykcyjnych (t-RFLP) oraz (iv) sekwencjonowanie następnej generacji (NGS) zbiorowisk bakterii i grzybów. W rozdziale poświęconym podsumowaniu metodyki badawczej Doktorant opisuje szczegółowo plan przeprowadzonego doświadczenia polowego, opisując dwa stanowiska badawcze, warianty stosowanego podczas uprawy kukurydzy nawożenia oraz sposób i czas próbkowania. Opisane zostały również metody badawcze oraz zastosowane analizy statystyczne i bioinformatyczne. Wyniki badań opisane szczegółowo w 3 publikacjach naukowych (P-1 – P-3) i manuskrypcie (P-4) zostały podsumowane i częściowo przedyskutowane przez Doktoranta w formie rozdziałów wprowadzających do zawartych w rozprawie doktorskiej prac.

2. Znaczenie i aktualność zagadnień zaprezentowanych w rozprawie doktorskiej

Postępująca degradacja gleb uprawnych związana m.in. z nadmiernym stosowaniem nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin, przyczynia się do pogorszenia stanu gleby, a w efekcie do wyeliminowania z użytkowania części terenów rolniczych. Fosfor jest jednym z niezbędnych makroelementów do wzrostu wszystkich organizmów żywych, również dla roślin. Najczęstszym stosowanym obecnie sposobem zapobiegania niedoborom P w uprawach roślin jest stosowanie nawozów mineralnych, z których jedynie niewielka część składników może być wykorzystana przez rośliny (30-40%). W ostatnich latach coraz większą nadzieję upatruje się w mikroorganizmach solubilizujących P, które zdolne są do uruchamiania fosforu z trudno rozpuszczalnych źródeł. Mikroorganizmy solubilizujące fosfor mogą stać się przydatne zarówno w zwiększeniu ilości biodostępnych form fosforu w glebie, jak i w produkcji bionawozów fosforowych. Przeprowadzone przez Doktoranta szeroko zakrojone eksperymenty polowe (prowadzone w latach 2018-2019), wykonane szczegółowe analizy mikrobiologiczne oraz uzyskane wyniki w istotnym stopniu poszerzają wiedzę naukową w tym temacie, a w przyszłości mogą w znaczącym stopniu wpłynąć na udoskonalenie technik stosowanych w rolnictwie z wykorzystaniem bionawozów opartych na mikroorganizmach. Ich wprowadzenie do praktyk rolniczych umożliwi prowadzenie ekologicznych i zrównoważonych upraw roślin, które wpłyną nie tylko na zwiększenie uzyskiwanych plonów ale również zachowanie właściwej równowagi w bioróżnorodności mikroorganizmów i poprawy stanu gleb uprawnych i zdegradowanych.

3. Najważniejsze wyniki pracy doktorskiej przedstawione w publikacjach naukowych i ich znaczenie

Do najważniejszych osiągnięć zaprezentowanych w pracy doktorskiej Pana M. Męcika zaliczam:

- (i) Przeprowadzenie doświadczeń polowych w zaplanowanych wariantach w okresie dwóch kolejnych lat i trzykrotne pobieranie prób do analiz w okresie wegetacyjnym.
- (ii) Wykazanie, że obie dawki zastosowanego wzbogaconego mikrobiologicznie nawozu mineralnego (optymalna i zredukowana o 40%) pozytywnie wpłynęły na zbiorowiska mikroorganizmów zasiedlających gleby zdegradowane, powodując zmiany w ich różnorodności genetycznej i funkcjonalnej oraz w aktywności enzymatycznej gleby.
- (iii) Wykazanie pozytywnego kompleksowego wpływu zastosowanych dawek bionawozu na ilość dostępnego fosforu w glebie (w przypadku wariantu FA100) oraz na plonowanie kukurydzy.

4. Podsumowanie

Podsumowując, praca doktorska mgr. M. Męcika stanowi zbiór oryginalnych prac przedstawiających nową i przydatną wiedzę z zakresu stosowania mikroorganizmów pozytywnie wpływających na zwiększenie przyswajalności P przez rośliny uprawne oraz opracowanie rozwiązań, które mogą znaleźć szerokie zastosowanie w zrównoważonym rolnictwie. Eksperymenty, które przeprowadzono przy użyciu zróżnicowanych technik, przedstawiają szeroki i dobrze zaprezentowany zestaw wyników badań, które w publikacjach naukowych i manuskrypcie (stanowiących część pracy doktorskiej) zostały bardzo dokładnie przeanalizowane i omówione na podstawie dostępnej literatury naukowej. Rozprawa doktorska została poprawnie napisana pod względem redakcyjnym.

5. Uwagi

W przypadku rozprawy doktorskiej składającej się z cyklu opublikowanych prac naukowych recenzent ma ułatwione zadanie, ponieważ zaprezentowane wyniki zostały już wcześniej zrecenzowane przez przynajmniej 2 recenzentów i redaktora. Mam jednak kilka drobnych uwag dotyczących opracowania przygotowanego w języku polskim i publikacji.

Uwagi:

1. Cele szczegółowe pracy zaprezentowane na str. 18 rozprawy doktorskiej nie zostały powiązane odnośnikami z konkretnymi publikacjami naukowymi lub manuskrypcem, które stanowią część rozprawy doktorskiej.
2. Jakimi kryteriami kierowano się dobierając mikroorganizmy z kolekcji SYMBIOBANK (*Paenibacillus polymyxa* CHT114AB, *Bacillus amyloliquefaciens* AE75BB, *Bacillus* sp. CZP4/4), wykorzystane do wzbogacenia fosforowych nawozów mineralnych użytych w doświadczeniu polowym? Czy monitorowano podczas doświadczenia polowego

przeżywalność/liczebność wprowadzonych wraz z bionawozem mikroorganizmów w środowisku naturalnym?

3. Skąd może wynikać brak istotnych różnic w uzyskanych w latach 2018-2019 plonach kukurydzy, pomimo zanotowanej np. zwiększonej bioróżnorodności mikroorganizmów?
4. Czy doktorant mógłby przedstawić dalszy zakres prac, które planuje podjąć w celu wykorzystania uzyskanych podczas realizacji pracy doktorskiej wyników, wiedzy i doświadczeń w celu wprowadzenia bionawozów na rynek?

6. Wnioski

Podsumowując, rozprawa doktorska mgr. Mateusza Mąćka przedstawia szeroko zakrojone i doskonale zaprezentowane wyniki badań, co wpływa na jej ogólny bardzo wysoki poziom merytoryczny. Liczba moich uwag jest niewielka i nie wpływa na ogólną **bardzo dobrą** ocenę pracy. Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 190 ust. 3 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 18 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.). Wnioskuje do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo o dopuszczenie mgr. Mateusza Mąćka do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Jednocześnie, zwracam się do Członków Rady o **wyróżnienie pracy doktorskiej** za wyróżniającą jakość i zakres badań podczas realizacji doświadczeń, które dostarczyły bardzo szczegółowych danych, a w efekcie w sposób istotny pogłębiły wiedzę w zakresie możliwości wykorzystania wybranych mikroorganizmów do opracowania strategii stosowania innowacyjnych bionawozów wpływających na wzrost dostępności P w glebie, plonowania kukurydzy i poprawy właściwości zdegradowanych gleb.

Prof. dr hab. Katarzyna Hrynkiewicz

