

Prof. dr hab. Szymon Zubek
Zakład Ekologii Roślin
Instytut Botaniki
Wydział Biologii
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr. Piotra Koczorskiego
pt. *Root microbiomes as controls of P use efficiency in woody crops*

Interakcje roślin z mikroorganizmami glebowymi były przez dziesięciolecia jedynie interesującymi faktami naukowymi. Wyniki badań z zakresu mikrobiologii środowiskowej i ekofizjologii roślin, uzyskane w ciągu ostatnich lat, uświadomiły nam, że są to interakcje konieczne dla wielu gatunków roślin do ich prawidłowego funkcjonowania. Stworzyło to szansę praktycznego wykorzystania mikroorganizmów glebowych do wspomagania wzrostu roślin w rolnictwie, ogrodnictwie, czy też rewitalizacji terenów zdegradowanych. W zabiegach tych mikroorganizmy wykorzystuje się do redukcji oddziaływania rozmaitych czynników stresowych na rośliny, zarówno tych biotycznych, jak i abiotycznych, na przykład ataku pasożytów, toksycznego stężenia metali ciężkich, czy stresu związanego z niedoborem związków mineralnych. Dlatego wszelkie prace zmierzające do naukowego wyjaśnienia tego typu interakcji i posiadające aspekt praktyczny są cenne i stanowią obecnie jedno z wiodących zagadnień w badaniach mikrobiologii środowiskowej na świecie. Rozprawa doktorska Pana mgr. Piotra Koczorskiego, dotycząca interakcji grzybów i bakterii glebowych oraz dwóch gatunków wierzby, znakomicie wpisuje się w ten nurt. Podkreślić należy, że badania Doktoranta mają charakter interdyscyplinarny, wykorzystują metodykę stosowaną w mikrobiologii i ekofizjologii roślin, a ich wyniki mogą przyczynić się do opracowania inokulów bakteryjnych i grzybowych wspomagających wzrost roślin o znaczeniu gospodarczym.

Rozprawa doktorska Pana mgr. Piotra Koczorskiego zawiera wyniki badań podstawowych, zrealizowanych w tematyce nauk biologicznych. Jest oparta na trzech oryginalnych artykułach naukowych opublikowanych w specjalistycznych, międzynarodowych czasopismach naukowych, takich jak: *Forests*, *Frontiers in Plant Science*, *Frontiers in Microbiology*. Rozprawa zawiera także manuskrypt oryginalnego artykułu naukowego. Wszystkie cztery prace naukowe są ze sobą tematycznie powiązane, a przedstawione w nich badania zrealizowano we współpracy z naukowcami z ośrodków krajowych i zagranicznych. W każdej z tych prac Doktorant jest pierwszym autorem. Na podstawie deklaracji współautorów zamieszczonych w publikacjach oraz manuskrypcie można stwierdzić merytoryczny wkład Pana mgr. Piotra Koczorskiego w ich przygotowanie.

Natomiast w pierwszej publikacji, prawdopodobnie omyłkowo, nie podano, który ze współautorów wykonał analizy laboratoryjne zebranych materiałów.

Układ rozprawy doktorskiej jest prawidłowy. Praca rozpoczyna się od podziękowań i informacji o finansowaniu badań, wykazu skrótów, spisu treści i listy publikacji, a także abstraktów w języku polskim i angielskim. W rozdziale „Introduction” Autor umiejętnie wprowadza w tematykę badań i uzasadnia ich podjęcie. W kolejnych rozdziałach precyzuje cele badań i hipotezy. Rozdział „Research methodology” zawiera ciekawie przygotowaną tabelę, w której Doktorant umieścił jasny i zwięzły wykaz stosowanych metod odpowiadający kolejnym zagadnieniom badawczym poruszonym w pracy. Wszystkie zastosowane metody są obecnie używane w badaniach z zakresu mikrobiologii gleby oraz ekofizjologii roślin, dlatego umożliwiły one trafne wyjaśnienie zjawisk, którymi zainteresował się Pan mgr Piotr Koczorski. Tak jak wspominałem, trzon pracy stanowią trzy artykuły naukowe oraz manuskrypt. Rozprawa zawiera następnie streszczenie wyników oraz ich dyskusję, gdzie wyniki pracy w poszczególnych zagadnieniach są przedstawione na tle innych badań lub porównane z dotychczasowymi danymi. W osobnych rozdziałach Autor podsumowuje wnioski oraz przedstawia perspektywy dalszych badań w zakresie tematyki doktoratu. Ostatni rozdział zawiera spis literatury cytowanej we wstępie oraz dyskusji. Pod względem redakcyjnym rozprawa wykonana jest poprawnie, napisana jest językiem jasnym i zwięzłym.

Do najważniejszych osiągnięć pracy Pana mgr. Piotra Koczorskiego zaliczam:

1. Porównanie wpływu dwóch typów upraw wierzb na zawartość związków mineralnych i jakość mikrobiologiczną gleb oraz stwierdzenie, m.in., że uprawy dwugatunkowe nie powodują zmniejszenia dostępności fosforu w glebie w porównaniu z monokulturami, a także utrzymują różnorodność gatunkową mikroorganizmów.
2. Izolację oraz określenie zdolności do solubilizacji fosforu licznych szczepów bakterii i grzybów glebowych.
3. Potwierdzenie związków pomiędzy właściwościami chemicznymi gleb a różnorodnością gatunkową mikroorganizmów glebowych.
4. Eksperymentalne określenie wpływu wybranych szczepów grzybów i bakterii glebowych na witalność wierzb oraz zaproponowanie na tej podstawie zabiegów praktycznych, które mogą poprawić kondycję roślin.

Rozprawa doktorska jest starannie przygotowana i zawiera jedynie nieliczne błędy.

1. Można mieć pewne zastrzeżenia do tytułu dysertacji, który jest zbyt ogólny – de facto rozprawa dotyczy dwóch odmian *Salix*, a słowa „woody crops” w tytule sugerują uwzględnienie większej liczby gatunków roślin użytkowych. Ponadto, praca uwzględnia nie tylko „root microbiomes”, ale także skupia się na mikroorganizmach glebowych. Zakres badań rozprawy doktorskiej jest obszerny, ale jej tytuł powinien być precyzyjny i w lepszym stopniu odzwierciedlać treść.

2. Wszystkie hipotezy powinny być sformułowane w trybie twierdzącym, a nie tak, jak w niektórych przypadkach, w trybie przypuszczającym. Dotyczy to zarówno artykułów naukowych, jak i rozdziału nr 6.
3. Warto też zwrócić uwagę na poprawność użycia terminów. Autor w całej rozprawie nieprecyzyjnie stosuje termin „ryzosfera/rhizosphere” na określenie gleby pobieranej ze strefy wzrostu korzeni wierzby. W polskojęzycznym abstrakcie stwierdzenie „Mikroorganizmy ryzosferowe i endofityczne posiadają zdolności promujące roślin” jest niejasne. W tej wersji abstraktu podane są także nazwy odmian badanych wierzby, zabrakło jednak nazw gatunkowych. Ponadto, zamienne stosowanie określeń „odmiany” i „gatunki” dla badanych wierzby wprowadziło zamieszanie.
4. Praca byłaby jeszcze ciekawsza, a wnioski znacznie szersze, gdyby do analiz włączono dane na temat występowania innych gatunków roślin, w tym zielnych, na poletkach badawczych, gdzie uprawiane były wierzby.
5. W liczącym trzy strony rozdziale nr 9 „Summary of results” Doktorant prawidłowo podsumowuje wyniki badań. Rozdział jednak niepotrzebnie rozpoczyna się od ponownego podkreślania istotności upraw gatunków *Salix* jako roślin energetycznych oraz powtórzenia charakterystyki eksperymentów.

Konkluzja

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska reprezentuje wysoki poziom merytoryczny i formalny. Osiągnięte rezultaty są interesujące, na podkreślenie zasługuje także aspekt praktyczny pracy. Wymienione uchybienia nie zmieniają mojej pozytywnej oceny dysertacji. Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. Piotra Koczorskiego pt. „Root microbiomes as controls of P use efficiency in woody crops”, spełnia warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2023.742 t.j. ze zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu o dopuszczenie Pana mgr. Piotra Koczorskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ze względu na znaczący wkład uzyskanych w ramach pracy doktorskiej wyników interdyscyplinarnych badań w rozwój mikrobiologii środowiskowej i ekofizjologii roślin, ich aspekt aplikacyjny, a także wysoki poziom formalny opracowania, wnioskuję o wyróżnienie przedmiotowej rozprawy.