

dr hab. Marzena S. Brodowska
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
ul. Akademicka 15
20-950 Lublin
e-mail: marzena.brodowska@up.lublin.pl

Lublin, 11.05.2018 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mileny Kosiorek nt. „*Remediacja gleby zanieczyszczonej kobaltem*”

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Mileny Kosiorek została wykonana w Katedrze Chemii Środowiska pod kierunkiem prof. dr hab. Mirosława Wyszkowskiego. Przewód został wszczęty w obszarze nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych, w dziedzinie nauki rolniczej, w dyscyplinie naukowej ochrona i kształtowanie środowiska.

Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji

Recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Mileny Kosiorek opracowano zgodnie z uchwałą Rady Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie na podstawie pisma Pana Dziekana prof. dr hab. Krzysztofa Młynarczyka z dnia 23.03.2018 r. (WKŚiR.DZ.6350.8.2016).

1. Ocena problematyki badawczej rozprawy

Zgodnie ze współczesnymi poglądami gleba to podstawowy i zarazem wielofunkcyjny składnik wszystkich ekosystemów lądowych. Jako element wzajemnego współdziałania litosfery, hydrosfery, atmosfery oraz biosfery w największym stopniu odpowiada za zaspokajanie potrzeb pokarmowych roślin, a jej funkcja produkcyjna wydaje się jedną z najważniejszych. Konieczność zaspokojenia potrzeb żywieniowych ciągle powiększającej się populacji ludzkiej, przy

zmniejszających się zasobach gleb użytkowanych rolniczo, stwarza konieczność intensyfikacji produkcji rolniczej. W konsekwencji w ostatnim okresie szczególnej wagi nabiera racjonalne gospodarowanie zasobami glebowym. Ma to znaczenie zarówno w aspekcie prawidłowego funkcjonowania ekosystemów, jak i ochrony środowiska glebowego.

Intensywny rozwój przemysłu w ostatnich kilkudziesięciu latach oraz rosnące w rolnictwie zużycie nawozów i środków ochrony roślin doprowadziło do wzrostu zanieczyszczenia środowiska glebowego różnymi kontaminantami. Szerokie zainteresowanie zarówno wśród biologów i ekologów, jak również producentów żywności budzi zawartość pierwiastków śladowych w glebach. Jest to ściśle związane z faktem, że gleba stanowiąc pierwsze ogniwo łańcucha pokarmowego w istotny sposób wpływa nie tylko skład chemiczny roślin, ale również poprzez wpływ na jakość pożywienia, w konsekwencji determinuje stan zdrowia ludzi i zwierząt. Ze wszystkich komponentów środowiska to właśnie w glebie znajduje się największa ilość metali ciężkich. Mimo, że wiele pierwiastków śladowych jest niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmów żywych, jednakże w nadmiarze mogą wywoływać działanie toksyczne. Wśród tej grupy metali znajduje się kobalt, którego wielokierunkowe zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, przyczyniło się do zwiększenia zużycia, powodując lokalne problemy z jego nadmiernym nagromadzeniem w środowisku przyrodniczym. Aktualnie obowiązujące w Polsce przepisy prawne limitują zawartość kobaltu w glebach, a znajdująca się w fazie opracowywania Dyrektywa Glebowa, będzie nakładała na poszczególne kraje członkowskie obowiązek zapobiegania degradacji gleb spowodowanej między innymi przez czynniki o charakterze antropogenicznym. Należy zatem dążyć do wyeliminowania nadmiernych ilości kobaltu i innych pierwiastków śladowych z gleby. Wiedza dotycząca zanieczyszczenia środowiska kobaltem i mechanizmów jego przemieszczania się w poszczególnych ogniwach łańcucha troficznego jest niezbędna do opracowania właściwych i efektywnych metod jego remediacji. Szczególnego znaczenia nabiera zatem prowadzenie badań dotyczących udoskonalania metod usuwania kobaltu ze środowiska glebowego. Istotną rolę przypisuje się remediacji metodami „*in-situ*”, które w porównaniu do metod „*ex-situ*” są nie tylko znacznie tańsze, ale i łatwiejsze do przeprowadzenia.

Tematyka dysertacji mgr inż. Mileny Kosiorek bardzo dobrze wpisuje się w nurt tychże badań. Temat rozprawy doktorskiej należy zatem uznać za jak najbardziej

ważny i uzasadniony. Dlatego też podjęte przez Autorkę badania w tym zakresie oceniam bardzo wysoko zarówno z poznawczego, jak i użytecznego punktu widzenia.

2. Ocena formalna pracy

Oceniana dysertacja liczy łącznie 185 stron, w tym 50 tabel, 56 rysunków i 6 fotografii. Spis wykorzystanej literatury obejmuje 358 pozycji, z czego 94% stanowią pozycje obcojęzyczne. W pracy wykorzystano informacje z 6 aktów prawnych. Dokonując formalnej oceny pracy doktorskiej mgr inż. Mileny Kosiorek należy podkreślić, że zgodnie z klasycznym schematem redagowania prac treść rozprawy została ujęta w 7 rozdziałach (1. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA, 2. CEL PRACY, 3. MATERIAŁ I METODY, 4. WYNIKI BADAŃ, 5. DYSKUSJA WYNIKÓW, 6. WNIOSKI, 7. LITERATURA), w obrębie których wyróżniono 16 podrozdziałów I-go rzędu i 16 podrozdziałów II-go rzędu.

We Wstępie i przeglądzie literatury liczącym 23 strony, Autorka wydzieliła 4 podrozdziały I-go rzędu i 4 podrozdziały II-rzędu. Cel pracy Doktorantka sformułowała na 1 stronie maszynopisu. Rozdział Materiał i metody obejmuje 7 stron. Najobszerniejszym rozdziałem dysertacji są Wyniki badań (łącznie 106 stron), w którym zamieszczono 46 tabel, 56 rysunków i 6 fotografii. W rozdziale 5 (Dyskusja wyników – 18 stron) Doktorantka przeprowadziła konfrontację uzyskanych wyników badań z danymi literaturowymi. W rozdziale 6. rozprawy obejmującym 2 strony maszynopisu Autorka zamieściła 12 wniosków wynikających z przeprowadzonych badań. Spis literatury wykorzystanej w pracy zamieszczony w rozdziale 7. obejmuje 358 pozycji, w tym 335 pozycji obcojęzycznych, które pod względem formalnym cytowane są w sposób właściwy. Wykaz literatury sporządzony jest bardzo starannie. Na końcu pracy zamieszczono 1 stronicowe streszczenie w języku polskim i angielskim.

Doktorantka zachowała właściwe proporcje pomiędzy poszczególnymi rozdziałami, a ich udział w całej objętości rozprawy jest proporcjonalnie wyważony. Poszczególne rozdziały ściśle się zająbiają tworząc logiczną całość. Taki podział treści świadczy o przemyślanej koncepcji. Ułatwia zapoznanie się z pracą i analizę dokonań Autorki zawartych w danych empirycznych oraz podczas interpretacji, wyjaśniania i dyskusji otrzymanych wyników z dotychczas prezentowanym opisem

rzeczywistości. Struktura tak przygotowanej dysertacji spełnia wymogi formalne stawiane tego typu opracowaniom.

3. Ocena merytoryczna pracy

TYTUŁ rozprawy doktorskiej „*Remediacja gleby zanieczyszczonej kobaltem*” został sformułowany w sposób jasny i w pełni odzwierciedla treści zawarte w pracy.

Bardzo wysoko oceniam rozdział WSTĘP i PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA, w którym Autorka w sposób syntetyczny, oparty na bogatym piśmiennictwie dokonała analizy źródeł i form występowania kobaltu w środowisku, z uwzględnieniem środowiska glebowego i wodnego. Zwróciła również uwagę na występowanie tego pierwiastka w powietrzu atmosferycznym. W opracowaniu Doktorantka zaprezentowała także mechanizmy oddziaływania kobaltu na organizmy żywe, w wyszczególnieniu wpływu tego pierwiastka śladowego na mikroorganizmy glebowe, rośliny, zwierzęta i człowieka. Istotnym elementem przeglądu literatury przedmiotu jest ocena zabiegów remediacyjnych opierających się na unieruchamianiu kobaltu w glebie (ex situ i in situ), bądź zwiększaniu jego mobilności w celu jego usunięcia z gleby. Rozdział ten został napisany wyczerpująco i przejrzyście w oparciu o bogatą bibliografię. Stanowi on dobrą podstawę do analizy rozwiązań metodycznych oraz dyskusji uzyskanych wyników.

W rozdziale 2 (CEL PRACY) Autorka formułuje cel badań, którym była ocena skuteczności stosowania dodatków do gleby w formie obornika, łu, węgla drzewnego, zeolitu i tlenku wapnia w remediacji gleby zanieczyszczonej kobaltem. Cel ten Doktorantka realizowała poprzez określenie oddziaływania zanieczyszczenia gleby kobaltem na plonowanie roślin oraz zawartość w nich makroskładników i pierwiastków śladowych. Autorka przeanalizowała również wpływ zanieczyszczenia gleby kobaltem na jej właściwości fizyko-chemiczne i chemiczne. Założone przez Doktorantkę cele umożliwiły określenie toksycznego poziomu zanieczyszczenia gleby kobaltem. Pozwoliły również uzyskać odpowiedź: czy i ewentualnie w jakim stopniu zastosowanie do gleby w procesie remediacji obornika, łu, węgla drzewnego, zeolitu i tlenku wapnia przyczyni się do ograniczenia oddziaływania kobaltu na wzrost, rozwój i skład chemiczny roślin oraz na właściwości fizyko-chemiczne gleby.

Rozdział MATERIAŁ I METODY Autorka dysertacji podzieliła na trzy podrozdziały, w których scharakteryzowała sposób prowadzenia doświadczeń wegetacyjnych z uwzględnieniem właściwości materiału glebowego użytego do doświadczeń i zastosowanych czynników eksperymentalnych oraz dokonała charakterystyki dodatków neutralizujących zastosowanych w badaniach. Uwzględnione w doświadczeniu dawki kobaltu zostały wybrane na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi. W drugim podrozdziale Doktorantka przedstawiła metodykę analiz chemicznych gleby i roślin. W rozdziale tym podała również dane metodyczne dotyczące statystycznej interpretacji wyników. Opis tego rozdziału wskazuje, że zastosowane przez Autorkę dysertacji metody badawcze dobrano w sposób właściwy w odniesieniu do celu i zakresu proponowanych w pracy badań. Doktorantka poprzez poprawne metodycznie zaplanowanie eksperymentu badawczego wykazała również dbałość o zapewnienie statystycznej poprawności wnioskowania.

Rozdział 4. WYNIKI BADAŃ to najbardziej obszerna część rozprawy, w której Autorka przedstawiła wyniki badań oraz dokonała ich interpretacji. Doktorantka bardzo wnikliwie przeanalizowała uzyskane wyniki. Określiła biomasę testowanych roślin, zawartość makroelementów (N, P, K, Na, Ca i Mg) i pierwiastków śladowych (Co, Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Mn i Fe) w roślinach. Warto podkreślić, że dodatkowo dla kobaltu obliczyła indeksy tolerancji, współczynniki biokoncentracji dla części nadziemnych i korzeni roślin oraz współczynniki translokacji i współczynniki transferu.

Na szczególne podkreślenie zasługuje umieszczenie w tym rozdziale 6 fotografii, które bardzo wyraźnie obrazują wpływ wzrastających dawek kobaltu na plon jęczmienia jarego, gorczycy białej i owsa w serii bez dodatków. Fotografie te pokazują również wpływ najwyższych dawek kobaltu (160 i 320 mg Co kg⁻¹ gleby) na plonowanie roślin testowych bez i z zastosowanymi dodatkami (obornik, ił, węgiel drzewny, zeolit i tlenek wapnia).

Autorka zamieściła w tym rozdziale również rezultaty obliczeń statystycznych z wykorzystaniem metody analizy wariancji dwuczynnikowej ANOVA z pakietu *Statistica*. Do oceny oddziaływania kobaltu i dodatków na zawartość pierwiastków śladowych w glebie wykorzystwała analizę składowych głównych (PCA) i obliczyła współczynniki korelacji prostej Pearsona. W pracy Doktorantka zastosowała wykresy 2W współrzędnych czynnikowych, oddzielnie dla zmiennych oraz dla przypadków,

co może być bardziej czytelne niż zastosowanie wykresów biplot. Poszerzyła interpretację uzyskanych wyników badań dzięki obliczeniom współczynników korelacji między zawartością makroelementów w roślinach oraz współczynników korelacji pomiędzy plonem i zawartością pierwiastków śladowych w roślinach. Opracowanie statystyczne uzyskanych wyników badań w istotny sposób podnosi wartość rozprawy, dając podstawę zarówno do ich właściwej oceny, jak i sprecyzowania racjonalnych wniosków.

DYSKUSJA WYNIKÓW w pracy doktorskiej mgr inż. Mileny Kosiorek potraktowana została ambitnie i prowadzona była po analitycznym omówieniu wyników. Rozdział ten charakteryzuje się wysokim poziomem naukowym. Uzyskane wyniki badań Autorka bardzo dobrze skonfrontowała z obszerną literaturą naukową. Dało to Doktorantce możliwości wyjaśnienia rozbieżności i podobieństw uzyskanych danych, prognozowania przebiegu zjawisk oraz stawiania propozycji co do utylitarnego wykorzystania testowanych dodatków neutralizujących. Dyskusja wyników charakteryzuje się logicznym i przejrzystym układem, trafnością oraz właściwie dobraną i zinterpretowaną literaturą w odniesieniu do własnych wyników badań.

Rozprawa doktorska kończy się 12 wnioskami, które w przeważającej większości mają charakter stwierdzeń ogólnych wskazujących na działanie zastosowanych czynników doświadczalnych na obiekty badawcze – rośliny testowe i glebę. Zastosowane wskaźniki opisujące odpowiedź obiektów badawczych dobrze charakteryzują osiągnięcia badawcze wynikające z przeprowadzonego eksperymentu wegetacyjnego, analiz chemicznych uzyskanego materiału badawczego oraz analizy, syntezy i uogólnień dokonanych w dysertacji mgr inż. Mileny Kosiorek. Zaprezentowane wnioski świadczą o nowatorskim charakterze badań. Autorka stwierdziła między innymi, że spośród zastosowanych w remediacji dodatków obornik i tlenek wapnia najkorzystniej oddziaływały zmniejszając zawartość kobaltu i niektórych innych pierwiastków śladowych w glebie, w jęczmieniu jarym, gorczycy białej i owsie oraz zwiększając biomasę roślin i wpływając korzystnie na właściwości gleby. Autorka w ostatnim wniosku swojej dysertacji stwierdziła, że gorczyca biała ze względu na największą akumulację kobaltu w jej częściach nadziemnych, w porównaniu z pozostałymi testowanymi gatunkami roślin może być zalecana w fitoremadiacji gleb zanieczyszczonych kobaltem.

Wykaz literatury zamieszczony w rozdziale 7. LITERATURA sporządzony jest bardzo dokładnie. Wysoko oceniam również to, że w rozprawie zdecydowana

większość wykorzystanych pozycji piśmiennictwa naukowego została opublikowana w ostatnich latach.

Rozprawa mgr inż. Mileny Kosiorek stanowi wyróżniający przykład pracy doktorskiej i pozbawiona jest uchybień pod względem merytorycznym. Pod względem edytorskim została przygotowana bardzo starannie. Na uwagę zasługuje wysoki poziom estetyki zamieszczonych w pracy tabel i rysunków. Drobnym mankamentem edytorskim pracy jest pozostawianie przez Autorkę spójników na końcach wersów.

Studiując ciekawą dysertację dostrzeżono kilka błędów bądź nieścisłości, które z obowiązku recenzenta chciałabym przekazać Doktorantce.

- Na str. 6 w jednym zdaniu Autorka użyła określeń: najwyższa i najmniejsza koncentracja. Poprawniej byłoby użyć stwierdzeń: najwyższa i najniższa lub największa i najmniejsza.
- Na str. 13, 32, 33 i 34 bezpośrednio (bez spacji) po nazwie związku chemicznego powinna być umieszczona wartościowość.
- Na rysunkach 1, 17, 18, 19, 20, 29 i 30 składających się z sześciu wykresów słupkowych legendę umieszczono w obrębie ostatniego wykresu, przez co skrócono oś pionową, przy takim samym zakresie. Utrudnia to porównanie wykresów w obrębie jednego rysunku.
- Na rysunkach 1, 2, 17, 18, 19, 20, 29, 30, 39 i 47 brak jest opisu osi pionowej.
- Na rysunkach 1, 19 i 20 niefortunnie dobrano kolor jasnożółty, który słabo kontrastuje z tłem rysunku, przez co jest mniej czytelny.
- Tabele 27 (str. 83) i 29 (str. 86) oraz rysunek 28 (str. 93) zamieszczono przed ich cytowaniem w tekście pracy.

Drobne błędy językowe zaznaczono w tekście pracy.

4. Podsumowanie

W podsumowaniu należy stwierdzić, że przeprowadzone przez mgr inż. Milenę Kosiorek obszerne i na wysokim poziomie badania oraz przygotowana w oparciu o uzyskane wyniki rozprawa doktorska zasługuje na duże uznanie. Badania zostały wykonane poprawnie pod względem metodycznym. Zamieszczone w niej rezultaty badań mają charakter poznawczy i aplikacyjny oraz wnoszą nowe wartości i mogą

zostać wykorzystane w remediacji gleb zanieczyszczonych kobaltem. Doktorantka musiała wnieść bardzo duży wkład pracy w przeprowadzenie doświadczeń vegetacyjnych, wykonanie analiz laboratoryjnych oraz opracowanie uzyskanych rezultatów badań. Należy podkreślić, że dysertacja została przygotowana niezwykle starannie i napisana językiem nie budzącym zastrzeżeń, mimo dużej złożoności poruszanych problemów i szerokiego zakresu wykonanych badań. Wyniki są bardzo starannie opracowane i czytelnie prezentowane. Dane zamieszczone w przejrzystych tabelach i na estetycznie wykonanych rysunkach uzupełniono fotografiami. Sposób interpretacji uzyskanych rezultatów badań świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym mgr inż. Mileny Kosiorek. Dysertacja tworzy spójną i logiczną całość. Kompleksowe podejście do podjętego tematu badawczego zasługuje na uznanie. Na szczególne podkreślenie zasługuje niezwykle bogata i wielowątkowa dyskusja wyników z najnowszymi i bardzo dobrze dobranymi tematycznie pozycjami literatury światowej, których zacytowano w pracy doktorskiej aż 358, w tym 335 obcojęzycznych. Świadczy to nie tylko o dojrzałości naukowej Doktorantki i opanowaniu warsztatu badawczego, ale również o predyspozycjach do prowadzenia badań naukowych.

Zamieszczone w recenzji drobne uwagi o charakterze pozamerytorycznym i porządkowym nie obniżają mojej bardzo wysokiej oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Mileny Kosiorek.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej oceny formalnej, metodycznej i merytorycznej rozprawy doktorskiej mgr inż. Mileny Kosiorek pt. „*Remediacja gleby zanieczyszczonej kobaltem*”, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Mirosława Wyszowskiego, stwierdzam, że praca stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe i wnosi do ochrony i kształtowania środowiska wiele nowych aspektów poznawczych i użytecznych. Przedstawiona do oceny rozprawa naukowa spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. nr 65 poz. 595 z późn. zm.) i dlatego wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Mileny Kosiorek do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Treść dysertacji jednoznacznie kwalifikuje

Doktorantkę do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w zakresie dyscypliny naukowej ochrona i kształtowanie środowiska.

Jednocześnie biorąc pod uwagę wykazaną wyżej wysoką wartość merytoryczną pracy i uzyskanych wyników oraz sposób ich przedstawienia i interpretacji wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr inż. Mileny Kosiorek stosowną nagrodą.

Małgorzata S. Brodowska