

Prof. dr hab. Barbara Filipek-Mazur
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny
Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

R e c e n z j a

**pracy doktorskiej mgr inż. Sylwii Wesołowskiej-Dobruk p.t. „Osad ściekowe i węgla mineralna w strategii kształtowania właściwości gleb lekkich”,
wykonanej w Instytucie Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie**

Wstąpienie Polski w struktury Unii Europejskiej spowodowało konieczność dostosowania przepisów prawnych obowiązujących w naszym kraju do prawodawstwa unijnego we wszystkich gałęziach gospodarki. Obszarem, w którym Rząd RP i samorzady lokalnymi musiały wiele zmienić i poprawić była ochrona środowiska, w tym gospodarka odpadami, ze zwróceniem szczególnej uwagi na gospodarkę odpadami komunalnymi i oczyszczanie ścieków komunalnych. Dofinansowanie ze środków funduszy unijnych pozwoliło na uruchomienie wielu oczyszczalni ścieków, dzięki którym stan czystości wód powierzchniowych w Polsce uległ znacznej poprawie. Efektem procesu oczyszczania ścieków jest powstawanie znacznych ilości osadów ściekowych, których właściwe zagospodarowanie stanowi duży problem. Zgodnie z Ustawą o odpadach konieczne jest systematyczne ograniczanie do roku 2020 składowania odpadów biodegradowalnych. Zgodnie z zapisami Krajowego Planu Gospodarki Odpadami zaleca się osady ściekowe kompostować lub przeznaczać do przyrodniczego wykorzystania. Innym kierunkiem ich zagospodarowania może być termiczna utylizacja.

Przyrodnicze, w tym rolnicze, zagospodarowanie komunalnych osadów ściekowych jest uzasadnione biorąc pod uwagę zawartość w nich materii organicznej i składników biogennych (azot, fosfor, wapń, magnez, mikroskładniki pokarmowe). Konieczna jest ich kontrola pod kątem zawartości metali ciężkich i skażenia biologicznego. Dla poprawy właściwości fizycznych osadów wskazane jest stosowanie materiałów strukturotwórczych. W procesie ich kompostowania można dodawać słomę, liście, czy trociny z drzew liściastych. Innym sposobem zagospodarowania osadów ściekowych, spełniających kryteria zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska, jest przygotowanie mieszanin osadów ściekowych z

odpadową wełną mineralną z upraw pod osłonami. Zastosowanie zarówno wełny mineralnej, jak i mieszaniny wełny mineralnej z osadem ściekowym lub samego osadu jest skutecznym sposobem poprawy właściwości gleb lekkich, dominujących w naszym kraju, jak i przywracania aktywności biologicznej terenom zdegradowanym i bezglebowym.

Na kanwie powyższych rozważań stwierdzam, że podjęty przez Panią mgr inż. Sylwię Wesołowską-Dobruk temat badań jest ważny i aktualny zarówno z naukowego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia.

Recenzowana rozprawa doktorska obejmuje 118 stron druku komputerowego wraz z 18 tabelami i 47 rysunkami plus 36 strony załączników (szczegółowe tabele).

Tekst pracy został podzielony na 8 rozdziałów: wprowadzenie, przegląd literatury, cel i hipotezy badań, materiał i metody badań, wyniki badań, podsumowanie i dyskusja, wnioski oraz literatura, a także streszczenie i aneks. W większości rozdziałów wydzielono podrozdziały, co znacznie ułatwia odbiór treści rozprawy.

W krótkim wstępie (2 strony) Autorka przedstawiła stan produkcji i sposoby zagospodarowania osadów powstałych w procesie oczyszczania ścieków komunalnych. Zwróciła uwagę, że w roku 2012 w Polsce około 40% wytworzonych osadów zostało przyrodniczo wykorzystane tzn. w rolnictwie, do rekultywacji oraz w uprawie roślin przeznaczonych na kompost. Ten kierunek zagospodarowania wydaje się być słuszny z racji słabej jakości gleb w naszym kraju, wynikającej ze składu granulometrycznego, stanu zakwaszenia i małej zawartości związków organicznych oraz konieczności odbudowania pokrywy glebowej na terenach zdegradowanych i bezglebowych.

Rozdział „Przegląd literatury” jest bardzo obszerny, obejmuje 28 stron i dobrze, że został podzielony na 6 podrozdziałów, uzasadnionych treścią merytoryczną. W rozdziale tym Autorka, na podstawie danych literaturowych, opisała właściwości fizyczne i chemiczne osadów ściekowych. Zwróciła uwagę na zagrożenia, wynikające z możliwości występowania podwyższonej zawartości metali ciężkich oraz związków organicznych, w tym wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, polichlorowanych bifenyli, dioksan, furanów, fenoli i innych. Wskazała na konieczność monitorowania stanu mikrobiologicznego osadów ściekowych, który zależy od źródła ścieków poddanych procesowi oczyszczania. Szczególnie dużo uwagi Doktorantka poświęciła zagadnieniu dotyczącemu obecności metali ciężkich w osadach ściekowych, zwracając uwagę, że ogólna zawartość tych pierwiastków nie jest miarodajnym wskaźnikiem ich biodostępności. Na dostępność metali ciężkich zawartych w osadach wpływają: (1) pochodzenie i pierwotna forma metali, (2) odczyn, (3) przewodnictwo elektryczne, (4) zawartość materii organicznej i (5) właściwości osydo-

redukcyjne. Autorka szczegółowo scharakteryzowała najważniejsze metale ciężkie występujące w osadach ściekowych, podała zakresy ich zawartości oraz przedstawiła fitotoksyczność tych pierwiastków.

W dalszej części przeglądu literatury Autorka przedstawiła uwarunkowania prawne wykorzystania osadów ściekowych w świetle prawa obowiązującego w Polsce i Unii Europejskiej. Fragment ten jest dowodem doskonałego rozeznania się Doktorantki w przepisach prawnych.

Mam pewne wątpliwości do treści podrozdziału 2.5 „Przyrodnicze zagospodarowanie komunalnych osadów ściekowych”, a zwłaszcza podrozdziałów 2.5.1. i 2.5.2. Zawarte w nich tabele są przeniesione z Rozporządzeń Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 roku; z dnia 27 sierpnia 2002 roku; z dnia 9 września 2002 roku. W mojej ocenie wystarczyło zamieścić w pracy odnośniki do tych aktów prawnych, podobnie jak do pracy Kabata-Pendias i in. 1993 i 1995, nie konieczne zamieszczać tabele.

Stosunkowo mało miejsca poświęciła Autorka scharakteryzowaniu drugiego materiału odpadowego wykorzystanego w badaniach własnych, jakim jest wełna mineralna z upraw pod osłonami. Wynika to zapewne z niewielkiej liczby prac naukowych poświęconych temu zagadnieniu. Wełna mineralna stanowi duży problem dla producentów wykorzystujących ten materiał jako podłoże ogrodnicze. Poszukuje się więc sposobów jej zagospodarowania, a jednym z nich może być wykorzystanie do kształtowania właściwości produkcyjnych gleb, jak również do rekultywacji gleb zdegradowanych i ich odtwarzania na terenach bezglebowych.

Zaprezentowany w pracy doktorskiej przegląd piśmiennictwa naukowego, związanego z tematem rozprawy, pozwolił Doktorantce na postawienie celu badań i hipotezy badań.

Celem badań była ocena wpływu:

- komunalnego osadu ściekowego i poużytkowej wełny mineralnej z upraw pod osłonami na kształtowanie właściwości gleby lekkiej,
- wielkości dawki (nawozowa i melioracyjna) komunalnego osadu ściekowego na kształtowanie właściwości gleby,
- sposobu aplikacji (samodzielnie lub w skojarzeniu) badanych odpadów na kształtowanie właściwości gleby,
- dawki i sposobu aplikacji badanych odpadów na zawartość metali ciężkich w glebie,
- sposobu nawożenia/rekultywacji gleby lekkiej badanymi odpadami na plon biomasy traw i jej skład chemiczny.

Postawione hipotezy badawcze zostały zweryfikowane w czasie prowadzenia badań.

W rozdziale „Materiał i metody badań” Doktorantka przedstawiła schemat doświadczenia wazonowego, obejmującego 16 obiektów, prowadzonych w 4 powtórzeniach. W eksperymencie, poza obiektami kontrolnymi, uwzględniono obiekty, w których do gleby dodawano osad ściekowy w dwóch dawkach (10 i $100 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$), wełnę mineralną w trzech dawkach (200 , 400 i $800 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), wełnę mineralną w takich samych trzech dawkach + nawożenie mineralne NPK oraz obiekty, w których do gleby dodawano wełnę mineralną + osad ściekowy w odpowiednich kombinacjach dawek. Roślinnością testową była mieszanka traw, w skład której wchodziły kostrzewa łąkowa, kostrzewa czerwona, życica trwała, życica wielokwiatowa, kupkówka pospolita i koniczyna łąkowa. Metodyka prowadzenia doświadczenia, jak i przeprowadzonych analiz chemicznych i biologicznych gleby, a także analiz chemicznych materiału roślinnego jest poprawna. Wyniki analiz opracowano statystycznie, wyliczając współczynniki korelacji, przedstawiając analizę wariancji oraz analizę skupień metodą Warda, przy wykorzystaniu programu STATISTICA 5. Wszystkie zastosowane metody są poprawne.

Rozdział „Wyniki badań” obejmuje 44 strony druku komputerowego i został podzielony na 9 podrozdziałów. Autorka przedstawiła właściwości gleby, na której prowadzono doświadczenie wazonowe, jak również właściwości wykorzystanych materiałów odpadowych (osadu ściekowego i wełny mineralnej). Wykazała, że spełniały one kryteria warunkujące ich przyrodnicze zagospodarowanie, a właściwości gleby pozwalały na ich aplikację. W pracy właściwości chemiczne gleby i odpadów przedstawiono w tabeli 18. Nie przedstawiono natomiast wyników analiz mikrobiologicznych osadu ściekowego, mimo iż na stronie 40 znajduje się zapis, że „(...) osad ściekowy spełniał wymogi sanitarne”.

W rozprawie przedstawiono rezultaty badań dotyczące wpływu osadu ściekowego i wełny mineralnej na kształtowanie:

- fizykochemicznych właściwości gleby, w tym na zmianę odczynu i właściwości sorpcyjnych,
- zawartości węgla organicznego w glebie,
- zawartości azotu ogólnego i jego form mineralnych w glebie,
- zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w glebie,
- zawartości metali ciężkich w glebie, w tym na zmiany zawartości ich sekwencyjnych form,
- aktywności enzymatycznej gleby.

Badano również efekt zastosowanego osadu i wełny mineralnej na plonowanie mieszanki traw i zawartość w niej metali ciężkich.

Analizując zaprezentowane w rozprawie wyniki zauważyłam, że Autorka nie zawsze w odniesieniu do zawartości metali ciężkich w glebie podaje, że są to zawartości średnie. Uwaga ta dotyczy tekstu, gdyż w opisach rysunków informacja ta została zawarta. Na stronie 62 podano, że „zawartość rtęci w glebie badanych wariantów nawożenia przyjmowała wartości od 17,10 do 22,80 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. W tabeli 40 wartości są zdecydowanie większe (średnio do 62,93). Uważam, że zapis na stronie 63 „Z badanych dawek wełny mineralnej, korzystny wpływ na kształtowanie zawartości rtęci wywarły dawki 400 i 800 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ” jest nie precyzyjny. Co znaczy korzystny? W tym wypadku najniższa zawartość jest pozytywnym efektem stosowania powyższych dawek wełny.

Proponuję, przed opublikowaniem wyników, prześledzić treść podrozdziału „Zmiany zawartości sekwencyjnych form metali ciężkich w glebie.....” (według mnie pojawiły się tam nieścisłości, podobne jak w przypadku rtęci) .

Bardzo interesujące są wyniki uzyskane w badaniach nad wpływem osadu ściekowego i wełny mineralnej na kształtowanie aktywności enzymatycznej w glebie. Doktorantka oznaczyła aktywność dehydrogenaz, ureazy, fosfatazy oraz proteazy. Na stronie 74 jest zapis, że osad ściekowy w wyższej dawce powodował zmniejszenie aktywności proteazy, w porównaniu do niższej dawki. Dane liczbowe przedstawione w tabeli 47 i na rysunku 30 wskazują na zwiększenie tej aktywności.

Rozdział „Podsumowanie i dyskusja” przedstawiono na 18 stronach i jest on dobrze opracowany, bowiem Autorka dyskutuje wyniki swoich badań na tle literatury krajowej i zagranicznej a także tłumaczy mechanizmy (procesy) zachodzące w glebie po aplikacji materiałów użytych w eksperymencie, które pozwoliły na uzyskanie wyników badań.

Doktorantka zapoznała się z bogatą literaturą, związana merytorycznie z realizowanym tematem pracy doktorskiej, Wykaz literatury obejmuje 175 pozycji, głównie naukowych. 88 pozycji, a więc 50%, to artykuły naukowe obcojęzyczne, przede wszystkim opublikowane w języku angielskim.

Rozprawa doktorska Pani mgr Sylwii Wesołowskiej-Dobruk kończy się 9 wnioskami. Zostały one zaprezentowane na 4 stronach. W mojej ocenie są za bardzo rozbudowane opisami. Wnioski powinny być uogólnieniem uzyskany wyników. W przedstawionej formie są streszczeniem rezultatów. Uważam, że z wniosków Autorka powinna usunąć szeregi oddziaływania zastosowanych materiałów na właściwości gleby (wniosek 2, 3 i 7), jak również wartości dotyczące procentowych zmian pod wpływem zastosowanego nawożenia/rekultywacji (wniosek 4, 5 i 8). Wniosek 9 jest powtórzenie wcześniejszych – może można jego treść wkomponować w treść wniosków od 2 do 8.

W pracy doktorskiej brak streszczenia w języku angielskim.

W trakcie czytania pracy nasunęły mi się drobne uwagi o charakterze redakcyjnym, które zaznaczyłam w tekście pracy. Może Doktorantka z nich skorzystać przy przygotowywaniu pracy do druku.

Przedstawione uwagi nie umniejszają pozytywnej merytorycznej oceny przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej. Zaprezentowano w niej obszerny materiał doświadczalny dotyczący ważnego problemu możliwości wykorzystania osadów ściekowych i wełny mineralnej w strategii kształtowania właściwości gleb lekkich. Autorka wykazała umiejętność prowadzenia badań naukowych, stosowania poprawnych metod analitycznych i statystycznych oraz poprawnej interpretacji wyników i wnioskowania. Zapoznała się z bogatą literaturą naukową, którą umiejętnie wykorzystwała do dyskusji wyników własnych.

Recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65 poz. 595), w pełni zawiera się w dyscyplinie „ochrona i kształtowanie środowiska”, w dlatego przedstawiam Wysokiej Radzie Wydziału Agrobioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie wniosek o dopuszczenie mgr inż. Sylwii Wesołowskiej-Dobruk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę aktualność realizowanych badań, wysoki poziom merytoryczny oraz ich aplikacyjny charakter wnoszę do Rady Wydziału Agrobioinżynierii o wyróżnienie pracy mgr inż. Sylwii Wesołowskiej-Dobruk.

Kraków, 2015-01-29

M. Albona prof. m