

dr hab. inż. Małgorzata Gałczyńska
Zakład Chemii, Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Szczecin, 22.08.2018 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Rajmund
pt. "Wpływ nawożenia gleby lekkiej osadem ściekowym i kompostem na przenikanie
zanieczyszczeń do wód gruntowych"

wykonanej w Dolnośląskim Ośrodku Badawczym we Wrocławiu

Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach

Promotor pracy: prof. dr hab. inż. Franciszek Czyżyk

Promotor pomocniczy: dr inż. Aleksandra Steinhoff-Wrześniewska

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Zastępcy Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach, prof. dr-a hab. Wiesława Dembka z dnia 3 lipca 2018 roku (DITW.RN.38/2018), powołujące się na uchwałę nr 760/2018 Rady Naukowej ITP z dnia 27.06.2018 roku.

1. Informacje wstępne

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi bardzo dobry przykład pracy o charakterze naukowym i aplikacyjnym. Jej podstawą są interdyscyplinarne badania zrealizowane w latach 2007-2013 w Stacji Badawczej Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego Dolnośląskiego Ośrodka Badawczego w Kamieńcu Wrocławskim. Recenzowana praca dotyczy problematyki zagospodarowania odpadu z oczyszczalni ścieków, w postaci osadu ściekowego i kompostu wytworzonego z tego osadu, do uprawy roślin energetycznych na glebie lekkiej oraz oceny przenikania zanieczyszczeń do wód gruntowych i wzbogacenia gleby w substancje nawozowe.

Rozprawa zawiera 153 strony maszynopisu, łącznie z 34 tabelami, 58 rysunkami i 10 fotografiami. Składa się z 7 rozdziałów z licznymi podrozdziałami oraz spisu literatury. Bibliografia obejmuje 223 pozycje, w tym 71 anglojęzycznych (32%). Autorka recenzowanej rozprawy jest współautorem w trzech publikacjach cytowanych w przedmiotowej rozprawie.

2. Charakterystyka rozprawy

We wstępie Autorka przedstawiła kontekst podjętych badań nawiązując do problemów racjonalnego zagospodarowania osadów ściekowych i oceny nawozowego efektu ich wykorzystania zarówno na środowisko glebowe jak i wodne. Zwrócono uwagę na słabe rozpoznanie problemu odpływu mineralnych składników pokarmowych do wód gruntowych, które nie zostaną pobrane przez rośliny, czy zatrzymane w glebie. We wstępie Doktorantka zarysowała też cel pracy.

Rozdział drugi stanowi przegląd literatury, którą rozpoczęto od analizy stanu gospodarki osadami ściekowymi ze szczególnym uwzględnieniem ilości i charakterystyki osadów ściekowych wytwarzanych w Polsce. Następnie omówiono w ujęciu czasowym sposoby ich zagospodarowania, a także zarysowano problem obecności substancji szczególnie niebezpiecznych dla organizmów żywych jak pozostałości metali ciężkich, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, polichlorowanych bifenyli czy farmaceutyków. W dalszej części podkreślono wagę procesu przeróbki osadów ściekowych ułatwiającą ich zagospodarowanie.

Rozdział trzeci odnosi się do aspektów prawnych w zakresie ochrony wód i zagospodarowania osadów ściekowych.

W rozdziale czwartym Doktorantka przedstawiła cel pracy i sformułowała problem naukowy w postaci dwóch pytań. Pierwsze pytanie dotyczyło zróżnicowanego wymywania do środowiska wodnego niewykorzystanych składników pokarmowych przez dwa gatunki roślin energetycznych uprawianych na glebie lekkiej przy zastosowaniu nawozu w postaci czystego odpadu z wiejskiej komunalnej oczyszczalni ścieków (stabilizowany osad ściekowy) i jego formy przetworzonej (kompost), a drugie pytanie - efektu wzbogacenia gleby w substancje nawozowe w przeprowadzonych doświadczeniach.

W rozdziale piątym przedstawiono miejsce i założenia techniczne dla badań lizymetrycznych prowadzonych w latach 2008-2013. Scharakteryzowano wiejską oczyszczalnię ścieków, z której corocznie pobierano osad ściekowy do badań. Omówiono szczegółowo proces kompostowania osadu ściekowego z odpadami roślinnymi, tj. z trawą i trocinami drzewnymi. Kompost wytwarzano corocznie, w latach 2007-2012. Każdorazowo określano skład fizyko-chemiczny zarówno osadów ściekowych jak i powstałych z nich kompostów. Badania przeprowadzono w 18 lizymetrach na Stacji Lizymetrycznej Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego wyposażonej w podpiwniczenie umożliwiające pomiar ilości odcieków oraz pobieranie próbek do analiz fizyko-chemicznych z każdego lizymetru. Oznaczenia parametrów wód opadowych i odcieków lizymetrycznych, a także gleby i roślin

wykonano zgodnie metodami prezentowanymi w Polskich Normach jako i opisanymi przez Hermanowicza i in. (1999). Dodatkowo określono właściwości wodne gleby. Podano sposób obliczeń średnich rocznych i wieloletnich stężenia składników dla opadów atmosferycznych i odcieków lizymetrycznych oraz roczne ładunki składników. Nie omówiono zastosowanych w pracy obliczeń statystycznych wykonanych za pomocą programów EXEL i *Statistica*, których wyniki przedstawiono w tabelach.

Wyniki badań i ich dyskusja zostały przedstawione w rozdziale szóstym. Jest to najobszerniejsza część pracy obejmująca 130 strony tekstu i podzielona na 8 podrozdziałów. W pierwszym podrozdziale scharakteryzowano warunki klimatyczne prowadzenia doświadczeń w oparciu o ilość i skład opadów atmosferycznych oraz przebieg temperatur w okresie badań. W następnym podrozdziale omówiono właściwości nawozowe osadów ściekowych i wytworzonych z nich kompostów z naciskiem na obecność w nich metali ciężkich. W trzecim podrozdziale zaprezentowano objętości odcieków z lizymetrów z przebiegiem pogody. W kolejnym podrozdziale określono właściwości fizyko-chemiczne badanych odcieków lizymetrycznych. W piątym podrozdziale zestawiono ładunki składników biogennych, a w następnym podsumowano właściwości chemiczne odcieków. W podrozdziale siódmym przeanalizowano wpływ zastosowanych dawek osadu ściekowego i kompostu na niektóre właściwości gleby. W ostatnim podrozdziale scharakteryzowano plon i rozwój testowanych roślin energetycznych miskanta olbrzymiego i ślazuca pensylwańskiego. We wszystkich podrozdziałach Autorka starała się rzetelnie skomentować wyniki swoich badań z krajową i zagraniczną literaturą.

Rozdział siódmy stanowi 12-punktową listę wniosków. Treść wniosków potwierdza osiągnięcie nakreślonego przez doktorantkę celu badań.

Pracę uzupełnia spis wykorzystanego piśmiennictwa.

2. Ocena rozprawy

Powstawanie, przetwarzanie i właściwości osadów ściekowych, a przede wszystkim ich zagospodarowanie od wielu lat są tematem dyskusji w Polsce i na świecie. Recenzowana rozprawa dotyczy zatem wciąż aktualnej i istotnej problematyki z punktu widzenia ochrony środowiska, tj. konieczności zagospodarowania lub unieszkodliwiania osadów ściekowych. Osady ściekowe są ubocznym produktem procesu oczyszczania ścieków, a ich ilość wytwarzana w Polsce systematycznie wzrasta. Ten problemowy odpad, ze względu na nadmierną zawartość metali ciężkich oraz zanieczyszczeń sanitarnych, wymaga odpowiedniego zagospodarowania zgodnie z uwarunkowaniami prawnymi, ekologicznymi

i ekonomicznymi. Wobec obowiązującego od 2016 r. w Polsce zakazu składowania osadów ściekowych, których ciepło spalania wynosi powyżej 6 MJ/kg suchej masy, jedynymi możliwościami końcowego zagospodarowania nieprzetworzonych osadów stają się obecnie termiczne ich przekształcanie lub przyrodnicze wykorzystanie. W przypadku środowiskowego zagospodarowania osadów bardzo ważne jest zmniejszenie liczby inwazyjnych form organizmów patogennych (szczególnie w przypadku rolniczego wykorzystania), osiągnęte najczęściej w procesach wapnowania bądź pasteryzacji. Osady ściekowe są bogatym źródłem substancji organicznej oraz składników pokarmowych dla roślin, w związku z czym mogą być traktowane jako tani i ekologiczny nawóz organiczny. Bezpieczne pod względem sanitarnym osady ściekowe wykazują porównywalną, a nawet większą skuteczność w stosunku do kosztownych nawozów mineralnych, szczególnie w zabiegach nawożenia roślin energetycznych. Z kolei komposty wytworzone z osadów ściekowych pozyskanych z wiejskich oczyszczalni ścieków charakteryzują się w porównaniu z materiałem wyjściowym na ogół mniejszym stosunkiem węgla do azotu, mniejszą zawartością azotu amonowego i fosforu ogólnego, także mniejszą zawartością patogenów pierwotnych (bakterie chorobotwórcze, jaja pasożytów ludzkiego przewodu pokarmowego), przy możliwej intensyfikacji rozwoju patogenów wtórnych (grzyby, pleśnie, roztocza), ale większą zawartością np. potasu czy substancji nieorganicznych, w tym szkodliwych i niepodatnych na biodegradację (metali ciężkich, WWA, PCB i innych). Ich wartość nawozowa została również potwierdzona w wielu badaniach naukowych. Wybór tematu uważam więc, za bardzo trafny i posiadający duże znaczenie naukowe i utylitarne.

Badania miały charakter interdyscyplinarny i wymagały od Doktorantki szerokiej wiedzy w szczególności z zakresu ochrony wód i gleb, gospodarki odpadami oraz prowadzenia uprawy roślin energetycznych. Przedstawiony w dysertacji materiał dowodzi, że Doktorantka wykazała się wysokimi umiejętnościami organizowania i prowadzenia badań.

Rozprawa mgr inż. Agnieszki Rajmund, opiera się na bardzo obszernym materiale badawczym uzyskanym w wyniku sześcioletnich badań lizymetrycznych i charakteryzuje się poprawną analizą. Wyniki badań dotyczące analizy parametrów chemicznych i ich stężenia w wyniku przenikania zanieczyszczeń do wód gruntowych omówiono bardzo szczegółowo i wnikliwie. Każdorazowo odniesiono się do wartości granicznych prezentowanych w różnych aktach prawnych dotyczących jakości wód gruntowych oceniając efekt zagrożenia spadku jakości tych wód. Również bardzo dobrze przeanalizowano rezultaty badań związane ze wzbogaceniem gleby lekkiej w substancje nawozowe w wyniku zastosowania osadu ściekowego czy kompostu. Natomiast, w mojej opinii, zbyt ogólnie odniesiono się do roli

testowanych gatunków roślin w pobieraniu składników pokarmowych. Takie rozważania mogłyby być przeprowadzone w oparciu np. o dane literaturowe. Doktorantka wykazała się umiejętnością syntetycznego przedstawienia danych w tabelach i na wykresach. Jednak w przypadku omawiania zmienności stężeń analizowanych składników pokarmowych w wodach w kontekście ich jakości, lepiej byłoby na wykresach zaprezentować oprócz wartości średnich dodatkowo wartości minimalne i maksymalne, co ułatwiłoby porównanie ich z wartościami granicznymi.

Autorka sformułowała wnioski w sposób wyważony i precyzyjny, aczkolwiek moim zdaniem niektóre z przedstawionych wniosków zawierają stwierdzenia. Według mojej opinii korzystniej byłoby połączyć ze sobą trzy pierwsze wnioski, ponieważ wszystkie dotyczą właściwości fizyko-chemicznych osadu ściekowego i kompostu. Generalnie, sformułowane przez Autorkę wnioski są adekwatne do uzyskanych wyników przeprowadzonych badań i oprócz czysto poznawczych walorów mają one również duże znaczenie praktyczne.

Pod względem edytorskim pracę można ocenić za dość staranną, choć Autorka nie ustrzegła się błędów interpunkcyjnych, gramatycznych i językowych. Niektóre z cytowanych w tekście rozprawy pozycji literatury nie znalazły się w spisie piśmiennictwa i odwrotnie. Nie zamieszczono spisu fotografii. Zdarzały się błędy związane z powołaniem się na wartości w tabeli, których tam znaleźć nie można było (Tabela 23). Na podkreślenie zasługuje jednak duża staranność opracowania i przejrzyste przedstawienie na licznych wykresach wielu zagadnień, jak np. oceny jakości wód gruntowych.

Do najważniejszych osiągnięć naukowych i aplikacyjnych ocenianej dysertacji zaliczyłabym:

- udokumentowanie zróżnicowania właściwości fizyko-chemicznych osadu ściekowego i wykonanego z niego kompostu oraz ich dużej wartości nawozowej, przy jednocześnie niewielkiej zawartości metali ciężkich;

- wykazanie, że objętość odcieków z gleby zależna była przede wszystkim od wielkości opadów atmosferycznych i zróżnicowanego zużycia wody przez uprawiane rośliny;

- udokumentowanie poprawy niektórych właściwości wodnych gleby poprzez zastosowanie osadu ściekowego i wytworzonego z niego kompostu w uprawie roślin energetycznych;

- udokumentowanie, że nawożenie osadem ściekowym i kompostem wpłynęło istotnie na zwiększenie stężeń wszystkich badanych wskaźników zanieczyszczenia wody w porównaniu z odciekami z gleby nie nawożonej;

- wykazanie, że: w przypadku zastosowania jednakowej dawki azotu, dostarczanej do gleby w postaci osadu i kompostu, wielkość stężenia związków azotu w odciekach z gleby lekkiej nie zależała na ogół od formy materiału organicznego w jakiej został dostarczony główny składnik pokarmowy dla roślin;

- wykazanie, że niezależnie od zastosowanego wariantu nawożenia testowanych roślin energetycznych stężenia składników w odciekach z gleby nie były duże i w niewielkim stopniu wpłynęły na zmianę jakości wód, w porównaniu do jakości odcieków z gleby nie nawożonej, co w odniesieniu do związków azotu wiązało się z dużym zapotrzebowaniem tych roślin na azot;

- udokumentowanie znikomych strat fosforu we wszystkich wariantach uprawy roślin energetycznych i zdecydowanie większych strat w przypadku azotu (średnio 6%), a także strat potasu na poziomie kilkunastu procent w wariantcie z kompostem czy trzydziestu procent w wariantcie nawożenia osadem ściekowym.

Badania potwierdziły przydatność zastosowania osadu ściekowego pozyskiwanego z wiejskiej oczyszczalni ścieków i jego formy przetworzonej – kompostu do pozarolniczego wykorzystania bez niekorzystnego oddziaływania na środowisko. Potwierdzono więc, że o niebezpieczeństwie zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi czy pogorszeniu jakości wód gruntowych na skutek odcieków z gleby decyduje dawka nawozowa.

Przedstawiona rozprawa zawiera kilka kwestii, nasuwających pewne wątpliwości, które wymagają wyjaśnienia:

1. Tytuł pracy i postawiony cel, jak i zakres badań nie w pełni się pokrywają. W tytule nie wspomina się o wpływie osadu i kompostu na żyzność gleby, a takie badania bardzo starannie wykonano.

2. W tytule nie podano, że uprawiano rośliny energetyczne, co nie pomniejszyłoby znaczenia przeprowadzonych badań.

3. W ocenie zanieczyszczenia metalami ciężkimi badanych osadów ściekowych i wytworzonych z nich kompostów nie podano zawartości rtęci.

4. We wniosku piątym zwrócono uwagę na zużycie wody z opadów atmosferycznych przez testowane rośliny. Jak oceniono ten efekt?

5. Zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej, a w szczególności Dyrektywą 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z 23 października 2000 r., komunalne osady ściekowe muszą być ponownie wykorzystane w każdym przypadku, jeśli zostanie ograniczony do minimum ich niekorzystny wpływ na środowisko przyrodnicze. Czy zasadnym byłoby zatem zmniejszenie dawki nawozowej głównych składników pokarmowych w uprawie

miskanta olbrzymiego i ślazuwca pensylwańskiego w celu wyeliminowania strat azotu i fosforu w warunkach prowadzonych doświadczeń?

4. Podsumowanie i wniosek końcowy


Przedstawiona powyżej charakterystyka rozprawy doktorskiej upoważnia mnie do bardzo wysokiej oceny, zarówno wybranej tematyki, jak i sposobu zrealizowania postawionego zadania. Praca napisana jest zwięzłym językiem, posiada dobrze zarysowany cel, zakres i metodykę. Autorka w sposób właściwy zilustrowała omawiane zagadnienia dobrze dobranymi rysunkami i tabelami, a uzyskane oryginalne wyniki badań mają znaczenie nie tylko poznawcze, ale również duże znaczenie praktyczne. Rozprawa wnosi istotne elementy poznawcze do powiększenia stanu wiedzy na temat wpływu osadu ściekowego i kompostu wykorzystywanego jako nawóz na przenikanie zanieczyszczeń do wód gruntowych.

Zawarte w recenzji uwagi krytyczne nie umniejszają istotnie wartości merytorycznej pracy i proponuję je uwzględnić przy publikowaniu wyników badań.

Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Rajmund pt. „Wpływ nawożenia gleby lekkiej osadem ściekowym i kompostem na przenikanie zanieczyszczeń do wód gruntowych” spełnia wymogi określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r., o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003, Nr 65, poz. 595, ze zm. Dz.U. 2017 poz. 1789). Wnioskuje zatem do Wysokiej Rady Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach o dopuszczenie mgr inż. Agnieszki Rajmund do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Chcę podkreślić, że treść rozprawy jednoznacznie kwalifikuje mgr inż. Agnieszkę Rajmund do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie naukowej ochrona i kształtowanie środowiska.

Ze względu na ważność tematyki badawczej i bardzo obszerny materiał badawczy uzyskany w wyniku sześciolletnich badań naukowych oraz wnikliwą analizę wyników badań, wnioskuję o wyróżnienie pracy.


dr hab. inż. Małgorzata Gałczyńska