Warszawa 15.02.2021

prof. dr hab. Wiesław Szulc
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Rolnictwa
Samodzielny Zakład Chemii Rolniczej

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Wioletty Radawiec
pt.

„Oddziaływanie pofermentu z biogazowni rolniczej na wybrane właściwości gleby pod wieloletnimi roślinami przemysłowymi”

wykonanej
w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie

Wprowadzenie

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo prof. dr hab. Agnieszki Pszółkowskiej wraz z informacją, że decyzją Rady Wydziału Rolnictwa i Leśnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego zostałem powołany na opiniodawcę w przedmiotowej sprawie.

Ocena problematyki rozprawy

W obecnych czasach obserwujemy bardzo dynamiczny przyrost ludności na świecie. W ciągu zaledwie ostatnich 12 lat liczba ludności na świecie wzrosła o miliard. Dziś Ziemię zamieszkuje blisko 7,6 mld ludzi, a do 2050 roku ta liczba ma wzrosnąć aż do 9,7 mld. Tak więc liczba mieszkańców Ziemi jest obecnie dwukrotnie wyższa niż 50 lat temu. Tak dynamiczny przyrost ludności pociąga za sobą problemy związane z wyżywieniem populacji. Badania przeprowadzone przez FAO wskazują na wzrost zapotrzebowania na żywność w perspektywie do 2050 r. aż o 70%. Rolnictwo UE zapewnia ok. 40% całkowitej produkcji żywności w krajach OECD. Zadanie to jest trudne do spełnienia w tak krótkim czasie. Sytuację tą pogarsza jeszcze systematycznie zmniejszająca się w skali świata powierzchnia gruntów ornych. W Polsce, jak podaje Główny Urząd Statystyczny, powierzchnia użytków rolnych zmniejszyła się z 15 906 tys. ha w roku 2005 do 14 539 tys. ha w 2018 roku. W warunkach Polski głównymi czynnikami ograniczającymi wysokość produkcji rolnej są gleby o stosunkowo słabej jakości, niska ilość opadów i kwaśny odczyn gleb. Ponad 90% obszaru Polski zajmują gleby wytworzone ze skał osadowych, głównie okruchowych luźnych przyniesionych przez lodowce ze Skandynawii. Większość naszych gleb z natury jest silnie zakwaszona, o małej retencji wodnej, niskiej zasobności w przyswajalne formy składników pokarmowych oraz o niskiej zawartości substancji organicznej. W klasyfikacji europejskiej

większość gleb polskich można zaliczyć do gleb zdegradowanych lub do gleb marginalnych. Jednym ze sposobów podnoszenia lub utrzymania produktywności gleb lekkich jest wprowadzanie do nich odpowiednio przetworzonej odpadowej substancji organicznej. Takie działanie jest zgodne z wytycznymi ramowymi Unii Europejskiej, która zmienia dotychczasowy „model linearny" wytwarzania odpadów, na koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym, czyli tak zwanego „modelu pętli". Jednym z ogniw gospodarki o obiegu zamkniętym jest włączanie powstających odpadów organicznych ponownie do cyklu produkcyjnego. Szereg odpadów powstających w przetwórstwie rolno-spożywczym, fermach zwierzęcych czy w gospodarce komunalnej posiada znaczący potencjał nawozowy. Ich szersze wykorzystanie do produkcji nawozów pozwoliłoby w istotny sposób poprawić bilans składników pokarmowych i substancji organicznej w wielu krajach. Powstające w ten sposób nowe nawozy muszą jednak spełnić wymogi prawne dopuszczające ich przyrodnicze wykorzystanie. Dlatego też Parlament Europejski w czerwcu 2019 roku uchwalił nowe uregulowania prawne, które otwiera rynek europejski na wszelkie rodzaje nawozów w tym organicznych i organiczno-mineralnych oraz nowe produkty wytwarzane z odpadów o statusie polepszaczy glebowych, czy podłoży organicznych. Ładunek składników pokarmowych zawarty w odpadowych substancjach organicznych z jednej strony poprawia właściwości gleby z drugiej zaś gwarantuje uzyskiwanie wysokich plonów roślin zarówno przeznaczonych do konsumpcji jak i na cele energetyczne. Jak wykazano wielu badaniach dzięki wprowadzaniu takich odpadów można uzyskiwać istotnie wyższe plony roślin uprawnych co może pomóc zabezpieczyć bezpieczeństwo żywnościowe w UE i w świecie.

W nurt ten wpisują się również odpady z biogazowni, których liczba, szczególnie w okresie ostatnich kilku lat istotnie się zwiększa. W 2020 roku funkcjonowały już 303 biogazownie do których wsad był bardzo zróżnicowany. 106 biogazowni działało przy oczyszczalniach ścieków, 93 w rolnictwie, a 100 przy składowiskach odpadów. W strukturze elektrowni biogazowych przeważają elektrownie wytwarzające energię z biogazu pochodzącego ze składowisk odpadów, które stanowiły 40% wszystkich instalacji. Dużym udziałem cechowały się także biogazownie rolnicze (32%) oraz z oczyszczalni ścieków (28%). Nierozerwalnym produktem powstającym podczas produkcji biogazu jest masa pofermentacyjna zwana popularnie pofermentem. Masa ta poza resztkami organicznymi oraz składnikami pokarmowymi charakteryzuje się wysokim pH co predysponuje ją do stosowania na gleby o odczynie kwaśnym. Gleby o odczynie kwaśnym i bardzo kwaśnym stanowią w Polsce ponad 60% gleb użytkowanych rolniczo. Stąd systematyczne stosowanie masy pofermentacyjnej może przyczynić się do poprawy właściwości fizycznych, chemicznych i

biologicznych naszych gleb zwiększając w istotny sposób plonowanie roślin rolniczych lub przeznaczanych na cele energetyczne takich jak miskantus, wierzba czy ślazowiec. Dane literaturowe wskazują, że masa pofermentacyjna ma lepsze zdolności do sekwestracji węgla w glebie niż wstępnie przefermentowane odpady organiczne ze względu na mniejszą zawartość łatwo rozkładalnych substancji węglowych. Ważny jest również sposób aplikacji masy pofermentacyjnej, ponieważ może on wpływać na potencjał sekwestracji węgla i emisje gazów cieplarnianych. Z jednej strony wgłębna aplikacja jest korzystna, ponieważ minimalizuje emisję amoniaku z gleby z drugiej zaś głębsze zastosowanie wiąże się również ze zwiększonymi głębokościami penetracji jonu amonowego i azotanów, co może stanowić zagrożenie dla jakości wód gruntowych. Niezwykle ważnym aspektem w przemianach substancji organicznej są procesy biologiczne zachodzące w glebie.

W maju 2020 r. została przyjęta strategia rolna EU „Od pola do stołu", której celem jest zagwarantowanie bezpieczeństwa żywnościowego z jednoczesnym zmniejszeniem negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko. Przewiduje ona wsparcie rozwoju odnawialnych źródeł energii na terenach wiejskich oraz promowanie produkcji biogazu rolniczego. KE podkreśla, iż planuje wzrost produkcji biometanu o ponad 400% w celu zmniejszenia emisji metanu na całym kontynencie i dążenia do neutralności klimatycznej w 2050 r. Przewiduje się rozwój lokalnych biogazowni rolniczych, w których trzeba będzie zagospodarować powstającą masę pofermentacyjną.

W związku z tym uzyskane w ocenianej rozprawie wyniki mogą być istotne zarówno z poznawczego jak i utylitarnego punktu widzenia i mogą posłużyć do formułowania zaleceń nawozowych z wykorzystaniem masy pofermentacyjnej w określonych warunkach glebowo-klimatycznych.

Formalna analiza rozprawy

Niniejsza rozprawa ma postać klasycznej monotematycznej dysertacji. Składa się ze 134 stron i zawiera 28 tabel i 29 wykresów. Tytuł pracy jest czytelny, komunikatywny i adekwatny do treści dysertacji dotyczącej oddziaływania masy pofermentacyjnej z biogazowni rolniczych na wybrane właściwości gleby pod wieloletnimi roślinami przemysłowymi.

Treść rozprawy została szczegółowo podzielona na rozdziały i liczne podrozdziały wyodrębnione w spisie, co nadaje jej dużą przejrzystość. Układ pracy jest zbliżony do klasycznego schematu. Rozdział pierwszy stanowi wstęp, w którym Autorka zarysowuje problematykę badawczą. Rozdział ten kończy się trzema dobrze sformułowanymi hipotezami badawczymi. Postawienie w sposób prawidłowy hipotezy badawczej zawsze stanowi pewien

problem dla doktorantów. W tym przypadku Pani mgr inż. Wioleta Radawiec poradziła sobie bardzo dobrze. Drugi rozdział to przegląd literatury, w którym Doktorantka omówiła problematykę obejmującą najważniejsze zagadnienia wchodzące w zakres badań własnych rozpoczynając od charakterystyki sektora biogazowego w UE oraz w Polsce, poprzez charakterystykę chemiczną pofermentu z biogazowni, aż do wpływu stosowania masy pofermentacyjnej na aktywność mikrobiologiczną gleby. Rozdział ten obejmuje 43 strony. W rozdziale 3 liczącym razem 13 stron Doktorantka przedstawia warunki glebowe i pogodowe związane z miejscem prowadzenia doświadczeń oraz w rozdziale 4 liczącym 59 stron wyniki badań wraz z ich dyskusją. W rozdziale tym Autorka szeroko ukazała złożoność tematyki badawczej stanowiącej przedmiot pracy. Odniesienie do literatury i dyskusja są trafnie dobrane, co świadczy o dobrym rozpoznaniu przez Autorkę, tak w literaturze krajowej, jak i międzynarodowej problemu badawczego będącego przedmiotem pracy. Rozdział ten jak również dyskusja wyników zostały napisane w oparciu o 335 pozycji literatury, z czego 71% (240 pozycji) stanowią opracowania obcojęzyczne. Literatura najnowsza, opublikowana po 2010 stanowi 48%. Poszczególne rozdziały ściśle się zazębiają i stanowią ciekawe kompendium wiedzy na temat wpływu pofermentu na zmiany właściwości chemicznych i biologicznych gleby. Praca została napisana poprawnym językiem naukowym, przejrzyście, a przedstawione w pracy zagadnienia zostały omówione w sposób wyczerpujący, logiczny i zrozumiały.

Pod względem metodycznym praca została zrealizowana poprawnie. Szczegółowy opis zakresu i metodyki badań przedstawiono w rozdziale trzecim na 13 stronach. Doktorantka przeprowadziła badania w latach 2013-2016 na polach Stacji Dydaktyczno-Badawczej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Łężnach. Badania stanowiły część projektu europejskiego z programu Era-Net o akronimie SE.Biomethane. Niestety Doktorantka nie udzieliła informacji na jakich typach gleb były prowadzone doświadczenia. Przedstawiła natomiast skład granulometryczny gleb i wyróżniła utwory glebowe. Zazwyczaj doświadczenie prowadzone było na piasku gliniastym. Próbki glebowe pobierano w latach 2014, 2015 oraz 2016. W każdym roku badań próbki pobierano trzykrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego: przed zastosowaniem pofermentów i nawozu mineralnego (wiosna, początek wegetacji), po 3 miesiącach od pierwszego pobierania próbek w danym roku (lato) oraz po 6 miesiącach od pierwszego pobierania próbek w danym roku jak pisze Doktorantka „w celu odnotowania zmian zachodzących w glebie po okresie aplikacji nawozów lub polepszaczy glebowych, a następnie weryfikacji krótkookresowej predykcji zmian właściwości chemicznych i biologicznych gleby”. Wydaje się, że Doktorantka zbyt często pobierała próbki gleby do analiz chemicznych.

Zmiany właściwości chemicznych i fizycznych zachodzą w glebie wolno i takie częste pobieranie i analizowanie próbek glebowych nie było uzasadnione. Próbki glebowe pobierano z głębokości 0-20 cm. W próbkach glebowych oznaczono: zawartość węgla całkowitego przy wykorzystaniu analizatora CHS, frakcję węgla labilnego – rozpuszczalnego w gorącej wodzie, zawartość azotu ogólnego – metodą Kjeldahla, skład granulometryczny metodą Casagrande'a, w modyfikacji Prószyńskiego, właściwości powietrzno-wodne gleby, odczyn gleby w wodzie destylowanej oraz roztworze KCl o stężeniu 1 mol dm^{-3}, zawartość przyswajalnych form makroskładników i mikroskładników ogólnie przyjętymi metodami stosowanymi w stacjach chemiczno-rolniczych tj. fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma, magnezu metodą Schachtschabela. Ponadto przeprowadzone zostały analizy respirometryczne procesów tlenowych w glebie przy wykorzystaniu respirometru Micro-Oxymax. Oznaczono również glebową zbiorowość mikrobiologiczną przeprowadzając analizę zawartości materiału genetycznego metodą Real-Time PCR, przy wykorzystaniu RotorgeneQ (Qiagen) *Real-Time PCR*. Analiza została wykonana w technologii *TaqMan* wykorzystującej sondę molekularną i *SybrGreen* wykorzystującej barwnik fluorescencyjny. Badania mikrobiologiczne przeprowadzone w Rolno-Środowiskowym Laboratorium Biologii Molekularnej w Katedrze Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej.

Wszystkie otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. W ocenie istotności wpływu rodzaju użyźniania gleby (SU), lat badań (LB) i sezonu w latach (S) oraz wzajemnych interakcji czynników zastosowano analizę wariancji według układu split-plot. W dalszym etapie analiz statystycznych zastosowano porównania post-hoc z wykorzystaniem testu Tukeya (HSD) na poziomie istotności $p<0,01$. W porównaniach grupowych średnich sposobu użyźniania gleby, w zakresie badanych właściwości chemicznych i biologicznych gleby, zastosowano metodę kontrastów. Wszystkie wymienione powyżej analizy i testy statystyczne wykonano za pomocą programu STATISTICA, v.2013 (StatSoft, Inc.)

Wyniki badań, od strony formalnej są poprawnie omówione. Autorka zestawiając dane eksperymentalne dokonała ich właściwej interpretacji. Praca zawiera bardzo duży materiał doświadczalny, wyniki zostały opracowane wszechstronnie z zastosowaniem dobrze dobranych metod statystycznych i nie budzą zastrzeżeń ani od strony merytorycznej ani pod względem metodyki wykonanych badań.

Przeprowadzona w pracy dyskusja wyników połączona z omówieniem syntezy własnych danych empirycznych jest bardzo dobrze napisaną częścią pracy. Autorka wykazała się w niej dużą umiejętnością powiązania wyników własnych badań z danymi literaturowymi

co wskazuje na dużą jej wiedzę w zakresie problematyki będącej przedmiotem rozprawy. Praca kończy się 8 szczegółowymi wnioskami.

Uwagi dotyczące części formalnej pracy są następujące:

- W całej pracy Doktorantka powinna ujednolicić zarówno formę pierwiastka (raz wyraża zawartość pierwiastków w formie tlenkowej np. tabela 3 i 4, a raz w pierwiastkowej). Jednocześnie w całej pracy Doktorantka powinna wyrażać zawartość wszystkich pierwiastków w g/kg a nie w g 100g gleby. Stąd nasuwa się pytanie czy zawartości pierwiastków podane np. w tabeli 13 są wyrażone rzeczywiście w formie pierwiastkowej, czy tlenkowej?
- Doktorantka w rozdziale Materiał i metodyka pracy powinna wyjaśnić dlaczego w tabeli 5 poziom genetyczny A odpowiada głębokości próbek glebowych 10-15 cm, a nie całej warstwie 0-25 cm
- Niestety Doktorantka nie udzieliła informacji na jakich typach gleb były prowadzone doświadczenia. Podała jednak informacje o ich składzie granulometrycznym.
- Doktorantka powinna wyjaśnić dlaczego do analiz właściwości fizyko-chemicznych gleby próbki były pobierane tak często tzn. trzy razy w okresie jednego roku (wiosna, lato, jesień). Procesy rozkładu materii organicznej szczególnie toryfikowanej są bardzo wydłużone w czasie. Z punktu widzenia nawozowego próbki powinny zostać pobrane przed i po zakończeniu 3-letniego doświadczenia.
- Na stronie 80 Doktorantka podaje zasobność gleb Polski w przyswajalne formy fosforu powołując się na pracę Lipiński 2000 tzn. na pracę sprzed 20 lat. W tym wypadku trzeba było wybrać nowszą literaturę tego samego autora. Prof. Lipiński jako dyrektor Stacji Chemiczno-Rolniczej publikuje na bieżąco wyniki stanu zasobności gleb Polski w przyswajalne formy makroelementów, w których pokazuje, że świadomość rolników odnośnie stosowania nawozów mineralnych w intensywnej produkcji rolnej wzrasta, co uwidacznia się w poprawie stanu zasobności gleb.
- Doktorantka podaje, że po zastosowaniu masy pofermentacyjnej ciekłej i stałej pH gleby wzrosło powyżej wartości 8. Doktorantka powinna wyjaśnić, czy takie stosowanie pofermentu dla roślin jest dobre, czy złe?
- Mimo, iż Doktorantka wyniki prezentowane w pracy poddała obróbce statystycznej to jednak mogłaby się pokusić o podanie wartości odchylenia standardowego na rysunkach nr 4, 6, 9, 11, 12, 13, 17, 19 i 21. Ponadto opis wszystkich rysunków jest błędny bowiem Doktorantka pisze, że np. rysunek 4 „*Interakcja sposób użyźniania x lata badań x sezony*

zawartości węgla całkowitego w doświadczeniach ze ślazowcem pensylwańskim i miskantem olbrzymim (W-wiosna, L-lato, J-jesień)". Zdanie to sugeruje, że wszystkie wyniki zostały uśrednione poprzez 3 zmienne tj. sposób użyźniania, lata badań i sezon co nie jest prawdą ponieważ na rysunkach Doktorantka pokazuje uzyskane zależności dla 2014 i 2015 roku oddzielnie.

- Dlaczego Doktorantka badała odczyn gleby w wodzie destylowanej oraz w roztworze KCl o stężeniu 1 $mol \cdot dm^{-3}$. Wystarczyłoby zbadać odczyn tylko w jednym roztworze.
- We wniosku drugim Doktorantka pisze „Decydujący wpływ na amplitudę zmian właściwości chemicznych i biologicznych gleby ma dawka pofermentu wnoszonego do gleby zbilansowana ze względu na jednakową zawartość azotu w nawozach", a z metodyki wynika, że stosowała ona tylko jedną dawkę pofermentu odpowiadającą 85 kg $N \cdot ha^{-1}$.
- We wniosku 6 Doktorantka pisze, że „Zróżnicowany przebieg sezonowych wahań aktywności organizmów glebowych wydaje się być w znacznym stopniu związany z układem warunków atmosferycznych". Jest to stwierdzenie wykraczające poza cykl badawczy jaki został zrealizowany w ocenianej pracy. Z drugiej zaś strony szkoda, że Doktorantka nie skorelowała warunków pogodowych z właściwościami biologicznymi gleby, tym bardziej, że wyniki warunków pogodowych zostały pobrane ze stacji meteorologicznej znajdującej się na polu. Aktywność mikrobiologiczna gleby zależy nie tylko od zawartości węgla, azotu i pH gleby, ale również od warunków pogodowych.
- W pracy w rozdziale Literatura, który powinien być wyodrębniony jako oddzielny rozdział numer 6, znaleziono aż 53 pozycje, które były nie cytowane w tekście pracy (numer 36, 45, 48, 49, 51, 65, 67, 68, 69, 85, 93, 96, 104, 118, 133, 138, 142, 145, 147, 151, 153, 160, 161, 162, 164, 165, 170, 171, 174, 179, 180, 198, 199, 203, 214, 226, 233, 237, 244, 260, 262, 267, 268, 278, 283, 287, 290, 291, 298, 301, 325, 334, 336). Dwie prace zostały zdublowane i podwójnie zacytowane (pozycja 101 i 102 oraz 190 i 191).
  W tekście pracy znaleziono również 52 pozycji literatury, które nie zostały uwzględnione w spisie literatury (Muradin 2018, Szymańska i in. 2011, Kosiński i in. 2011, Pilarska i in. 2015, Oldare i in. 2007, Tambone 2010, Simon i in. 2015, Maldaner i in. 2017, Zilio i in. 2020, Pituello i in. 2015, Radawiec i in. 2011, Mukherjee i in. 2016, Lal 2013, Galvez i in. 2011, Schnitzer 1982, Pansu i Gautherrou 2000, Myśków 1981 i 1987, Kucharski i in. 1996, Chang i in. 2007, Siebielec i in. 2019, Thakur i in. 2019, Critter i in. 2004, Silvana i in. 2001, Pilarska i in. 2015, Kuszelewski 1991, Łabętowicz 1991, Gutser i in. 2005, Huang i Chen 2009, Loria i in. 2006, Smith i in. 1998, Blake i in. 1998, Koper i

Lemanowicz 2009a, Mercik i in. 2000, Lipiński 2000, Szymańska i in. 2005, Chen i in. 2003, Tangeler i in. 2003, Karon i Kulczycki 2003, Gianfreda i Bollag 1996, Myśków i in. 2=1997, Masto i in. 2013, Tan i in. 2016, Dong i in. 2014, Jezierska-Tys i in. 2005, Wołejko i in. 2015, Jezierska-Tys 2005, Lu i in. 2014, Diochan i in. 2013, Schwendenmann i Pendal 2008, Diochan i in. 2015),

Ponadto w tekście pracy występują błędy natury stylistycznej i gramatycznej.

- Na stronie 40 Doktorantka podaje wyróżnione grupy granulometryczne wg. PTG 2008. Można było pokusić się o nowszą literaturę w tym zakresie np. PTG 2015.
- Szkoda, że przy tak dużej liczbie wyników Doktorantka nie pokusiła się o sformułowanie wniosku skierowanego do praktyki rolniczej.

Pozostałe uwagi redakcyjne zostały naniesione w tekście pracy.

Ocena merytoryczna rozprawy

Analizując wyniki rozprawy doktorskiej daje się wyraźnie wyodrębnić pięć głównych problemów badawczych: (i) ocena wpływu masy pofermentacyjnej na zawartość węgla i azotu w glebie (ii) ocena wpływu masy pofermentacyjnej na zawartość przyswajalnych form P, K i Mg (iii) ocena wpływu masy pofermentacyjnej na koncentrację DNA frakcji biologicznej gleby (iv) ocena wpływu masy pofermentacyjnej na koncentrację DNA grzybów w glebie (v) ocena wpływu masy pofermentacyjnej na koncentrację DNA bakteryjnego w glebie.

Wyniki badań zaprezentowane w recenzowanej pracy:

- wskazują, że stosowana masa pofermentacyjna ma pozytywny wpływ na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. W efekcie, nawożenie pofermentem staje się istotnym elementem poprawy żyzności gleby;
- dowodzą, że zmiany właściwości glebowych pod wpływem pofermentów stosowanych w formie ciekłej, suszonej i toryfikowanej mają podobne tendencje niezależnie od badanej rośliny;
- pozwalają określić, że najlepsze efekty uzyskano dla pofermentu toryfikowanego, które przewyższają efekty pozostałych pofermentów i nawożenia mineralnego poprzez większą koncentrację węgla całkowitego, niższe straty azotu, wyższą wartość pH gleby i zawartości przyswajalnych form fosforu i magnezu. Po aplikacji nawozów wiosną zazwyczaj do okresu letniego wzrasta zawartość węgla całkowitego i labilnego, pH gleby, azotu ogólnego oraz przyswajalnych form magnezu i potasu, maleje zaś zawartość przyswajalnego fosforu.

- świadczą o tym, że największą koncentrację DNA frakcji biologicznej gleby, w tym DNA bakterii glebowych przy najniższej spośród wszystkich obiektów nawozowych koncentracji DNA grzybów glebowych miały obiekty z pofermentem toryfikowanym. W przypadku DNA frakcji biologicznej gleby oraz DNA grzybów glebowych wysoką aktywność stwierdzono latem a relatywnie niską wiosną i jesienią, zaś aktywność bakterii glebowych jest najniższa latem, a intensywna wiosną i jesienią.
- wskazują, że poferment ciekły i suszony stanowią źródło materii organicznej łatwo degradowalnej w glebie w porównaniu z pofermentem toryfikowanym

Na zakończenie pracy Autorka formułuje 8 wniosków końcowych, które w większości są poprawne i znajdują potwierdzenie w uzyskanych wynikach badań.

Wniosek końcowy

W podsumowaniu pragnę podkreślić, że praca zawiera bardzo duży materiał eksperymentalny. Uzyskane wyniki są wartościowe pod względem naukowym, a wykazane uchybienia są stosunkowo łatwe do usunięcia w toku procesu redakcyjnego przygotowującego pracę do publikacji. Pani mgr inż. Wioleta Radawiec zrealizowała zarówno poznawczy jak i praktyczny cel dysertacji wnosząc nowe elementy do wiedzy na temat wpływu działania masy pofermentacyjnej na właściwości fizyko-chemiczne i biologiczne gleby. Rozprawa ma charakter oryginalny i jest dobrze zaplanowana i wykonana. Doktorantka wykazała się dociekliwością w interpretacji wyników jak również dużą umiejętnością w zakresie prac laboratoryjnych i techniki analitycznej. Moim zdaniem stanowi to dowód dobrego przygotowania Doktorantki do dalszej pracy naukowej.

W świetle powyższej oceny stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca doktorska mgr inż. Wiolety Radawiec pt. „***Oddziaływanie pofermentu z biogazowni rolniczej na wybrane właściwości gleby pod wieloletnimi roślinami przemysłowymi”*** spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami w brzmieniu z dnia 15 września 2017 r. (Dz. U. 2017 r. poz. 1789), zgodnie z Art. 175.1. Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) i Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych. Szczególnie istotne są:

1. Potencjał aplikacyjny uzyskanych wyników

2. Wkład w rozwój dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo.

W związku z powyższym przedkładam Przewodniczącemu Rady Naukowej Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie wniosek o dopuszczenie mgr inż. Wiolety Radawiec do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Treść i zakres rozprawy doktorskiej kwalifikuje Doktorantkę do ubiegania się o stopień doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo.

Warszawa dnia 15 luty 2021

prof. dr hab. Wiesław Szulc