

Częstochowa, 22.09.2022 r.

dr hab. inż. Mariusz Kowalczyk, prof. PCz
Politechnika Częstochowska
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych
ul. Brzeźnicka 60a,
42 – 200 Częstochowa

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Roksany Królak pt.: Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N na proces humifikacji podczas kompostowania
Promotor: prof. dr hab. inż. Robert Sidelko

Podstawa opracowania

Podstawą wykonania recenzji rozprawy doktorskiej jest pismo z dnia 9.09.2022 r. od JM Rektora Politechniki Koszalińskiej dr hab. Danuty Zawadzkiej, prof. PK

Zasadność problematyki podjętej w rozprawie doktorskiej

W swojej pracy pani mgr inż. Roksana Królak podejmuje próbę wyznaczenie związku pomiędzy ilością dodawanego suplementu i intensywnością procesu kompostowania, wyrażoną zmianą wartości określonych parametrów fizykochemicznych. Głównym składnikiem modyfikującym skład mieszaniny poszczególnych komponentów tworzących wsad do procesu kompostowania, była słoma jęczmienna. Badania nad procesem kompostowania prowadzone są już od początku XX w. Proces ten w ostatnich kilku dziesięcioleciach był (i nadal jest) badany przez liczne zespoły naukowców z całego świata, dlatego uważam, że zajęcie się tym procesem jest pożądane oraz ambitne. W osadach komunalnych pochodzących z oczyszczania ścieków komunalnych znajduje się wiele próchnicotwórczych substancji organicznych i mineralne składniki nawozowe. Ograniczeniem uniemożliwiającym stosowanie osadów ściekowych do nawożenia gleb i rekultywacji gruntów jest nadmierna zawartość metali ciężkich, obecność chorobotwórczych organizmów, szkodliwych związków organicznych oraz niewłaściwa

konsystencja (płynna, mazista) jak i uciążliwość odorowa. Osady ściekowe, które są wolne od nadmiernej zawartości metali ciężkich i szkodliwych związków organicznych mogą być sanitowane biologicznie i przekształcane do konsystencji stałej (ziemistej). Czyni je nawozem spełniającym wymogi agrotechniczne. Najwłaściwszym procesem do przetwarzania komunalnych osadów ściekowych wydaje się zastosowanie kompostowania i fermentacji, jednak problemy stwarza wzrastająca ilość strumienia osadów ściekowych i bioodpadów powodując przekraczanie górnych granic przepustowości instalacji do kompostowania i fermentacji. Dlatego konieczne są badania, które mające na celu optymalizację procesu oraz możliwość skrócenia termofilnej fazy kompostowania, przy zachowaniu odpowiedniej jakości parametrów wytworzonego kompostu. Oprócz naukowych aspektów niniejszej dysertacji widzę również możliwość powiązania jej wyników z wykorzystaniem w przemyśle. Na tej podstawie uważam, że podjęty przez Doktorantkę temat intensyfikacji procesu kompostowania ma mocne uzasadnienie naukowe jak również znacząco wpisuje się w trendy działań przemysłowych w poszukiwaniu intensyfikacji procesów przetwarzania odpadów a ściśle bioodpadów.

Struktura i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Rozprawę doktorską Pani mgr inż. Roksany Królak pt.: Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N na proces humifikacji podczas kompostowania stanowi tekst zawarty na 107 stronach, uzupełniony 52 rysunkami i 30 tabelami oraz spis 135 cytowanych pozycji bibliograficznych.

W rozprawie doktorskiej w części teoretycznej zamieszczono streszczenia i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim, a tekst główny (18 str.) stanowi rozdział: Przegląd literatury przedmiotu - podzielony na podrozdziały obejmujące zagadnienia: Proces kompostowania osadów ściekowych; Humifikacja; Dojrzałość i stabilność; C/N.

W drugiej zasadniczej części rozprawy doktorskiej (59 str.) Autorka przedstawiła kolejno rozdziały: Hipoteza badawcza; Cel pracy; Metodyka badawcza; Wyniki badań; Analiza wyników badań; Podsumowanie; Wnioski oraz odpowiednie spisy: bibliografii, rysunków i tabel oraz załączniki. Na podstawie przedstawionej analizy można uznać układ rozprawy doktorskiej za prawidłowy.

We wprowadzeniu Doktorantka odnosi się do ciągle wzrastającej ilości produkowanych osadów ściekowych oraz na obowiązujący od 1 stycznia 2016 r. zakaz ich składowania,

który przyczynił się do rozważenia problemu związanego z przetwarzaniem oraz racjonalnym i ekonomicznym zagospodarowaniem osadów. Wskazuje na termiczne przekształcanie osadów ściekowych tylko dla dużych aglomeracji ze względu na wysokie koszty eksploatacji stosowania tej metody. Preferowanym i opłacalnym rozwiązaniem przekształcania osadów komunalnych jest kompostowanie, którego ostatecznym produktem jest nawóz organiczny bogaty w składniki pokarmowe m.in. fosfor, azot, wapń, magnez. W rozprawie w tym miejscu, oczekuje się wykazania konkretnego uzasadnienia podjęcia badań w nawiązaniu do obecnego stanu wiedzy i techniki.

Następnie zamieszczono przegląd literatury. W podrozdziale 1.1. zatytułowanym Proces kompostowania osadów ściekowych omówiono podstawy teoretyczne kompostowania definiując go jako biologiczny proces obejmujący mineralizację i częściową humifikację materii organicznej w środowisku głównie tlenowym, prowadzącą do ustabilizowanego produktu końcowego, wolnego od fitotoksyn i patogenów oraz bogatego w związki humusowe. Doktorantka za pomocą profilu temperaturowego opisała fazy optymalnego procesu: początkową fazę mezofilną, drugą fazę termofilną, trzecią fazę schładzania oraz końcową fazę dojrzewania. W dalszej części przedstawiła warunki prawidłowego przebiegu kompostowania, do których zaliczyła kontrolę kilku czynników, takich jak: zawartość składników odżywczych, stosunek C/N, temperatura, pH, wilgotność oraz napowietrzenie. Części 1.1.2. Wskaźniki fizykochemiczne procesu kompostowania i 1.1.3. Charakterystyka wskaźników oceny przebiegu procesu kompostowania osadów ściekowych można było zredagować jako jedną spójną część, ponieważ zawierają podobne treści. Doktorantka w częściach tych scharakteryzowała wskaźniki oceny przebiegu procesu kompostowania do których zaliczyła: wilgotność, temperaturę, stężenie O₂, pH, mikroorganizmy oraz wielkość cząstek i wolne przestrzenie powietrzne. Doktorantka scharakteryzowała warunki i parametry technologiczne procesu kompostowania. Opisała populacje mikroorganizmów i ich rolę w procesie rozkładu związków organicznych. Podkreśliła konieczność kontroli temperatury podczas kompostowania. Na prawidłowy przebieg procesu ma wpływ także zawartość tlenu, który warunkuje utrzymanie odpowiedniej temperatury, wilgotności czy odczynu w kompostowanym materiale. Następnie przedstawiono zmiany wartości pH podczas trwania poszczególnych faz procesu kompostowania oraz wskazała zalecane proporcje pomiędzy zawartością związków węgla i azotu jako parametru określającego podatność związków organicznych na biodegradację. Kolejnym parametrem procesu

kompostowania jest porowatość, która jest związana z wilgotnością i zawartością tlenu. Następny podrozdział 1.2. dotyczył humifikacji, procesu polegającego na rozkładzie materii organicznej, a następnie ponownej syntezie związków próchnicznych. Doktorantka odniosła się do tworzenia kwasów huminowych, ich charakterystyki jak i do oceny poziomu humifikacji materiału podczas procesu kompostowania. Kolejny punkt 1.3. części literaturowej poświęcono charakterystyce testów stosowanych do oceny dojrzałości i stabilności kompostu. W załączonej tabeli Doktorantka zestawiała kryteria oceniane w literaturze w celu scharakteryzowania jakości kompostu – wymieniając kryteria fizyczne, chemiczne, oraz biologiczne. Niestety Doktorantka nie odniosła się do stosowanych w praktyce najdokładniejszych testów statycznych RI czy AT4 oraz innych: ORG0020, SOUR, OUR, OD20, SRI lub prowadzonych w warunkach dynamicznych: ASTM, DRI, RDRI, DR4. Zamykającym część literaturową był podrozdział 1.4. zatytułowany C/N. Autorka obszernie opisała w nim stosunek C/N jako jeden z głównych czynników wpływających na jakość kompostu. Doktorantka powołując się na dane literaturowe podaje różne zakresy ilorazu C/N jako optymalne do prowadzenia procesu kompostowania. Osiągnięcie stosunku C/N około 30:1 jest pożądanym celem w planowaniu procesu kompostowania, lecz może zaistnieć potrzeba dostosowania tego stosunku zgodnie z biodostępnością materiałów.

Jako recenzent rekomendowałbym zamieszczenie w jednym z podrozdziałów opisu kinetyki procesu kompostowania, który opisuje rozkład związków organicznych podczas procesu.

Przegląd literatury oparty na aktualnych, głównie zagranicznych artykułach jest wykonany i przedstawiony poprawnie. Po zapoznaniu się z zawartymi w tym rozdziale danymi opartymi na literaturze stwierdzam, że zagadnienia ściśle związane z przedmiotem badań własnych zostały dobrze rozpoznane i opisane przez Doktorantkę. Autorka dokonała szczegółowej analizy dotychczasowych doniesień w zakresie tematyki rozprawy na podstawie szerokiego przeglądu publikacji innych naukowców.

Kolejna część pracy stanowią rozdziały dotyczące przedstawienia hipotezy badawczej i celów pracy, metodyki badawczej, wyników badań, analiza wyników badań,

podsumowanie i wnioski. Omawiana część pracy uzupełniona jest opracowaniem graficznym wyników badań i analiz: rysunkami oraz tabelami.

W rozdziale 2 dysertacji Autorka postawiła hipotezę badawczą i określiła cele rozprawy doktorskiej.

Hipoteza rozprawy doktorskiej :

- I. Ograniczenie suplementacji, w przypadku kompostowania osadów ściekowych charakteryzujących się wysoką koncentracją azotu ogólnego, polegającej na dodawaniu materiału o dużej zawartości węgla organicznego, którego dodatek zwiększa wartość parametru C/N do wartości określonej w literaturze jako optymalna, nie wpływa niekorzystnie na prawidłowy przebieg kompostowania.

Dla realizacji badań w rozprawie doktorskiej przyjęto cele szczegółowe:

1. Ocena wpływu zmniejszonej suplementacji na transformację materii organicznej w kierunku swoistych związków próchnicznych.
2. Ocena wpływu zmniejszonej zawartości słomy, jako źródła węgla organicznego zmniejszającego wartość parametru C/N, na intensywność przemian biochemicznych w trakcie kompostowania osadów ściekowych.

W ocenie ogólnej hipoteza powinna być przeredagowana, ponieważ zapis „... którego dodatek zwiększa wartość parametru C/N do wartości określonej w literaturze jako optymalna...” nie wskazuje konkretnej wartości ilorazu C/N. W literaturze, na którą powołuje się Doktorantka zawartych jest wiele zakresów stosunków C/N podawanych jako optymalne. Sama Autorka w przeglądzie literatury w podpunkcie 1.4. przytacza kilkunastu badaczy, którzy podają wartość optymalną wspomnianego ilorazu w różnych zakresach, dla różnych wariantów prowadzenia procesu kompostowania. Dlatego uważam, że powinna być podana konkretna wartość.

W rozdziale 4 dotyczącym metodyki badań Doktorantka zamieściła schemat badań terenowych i opisała poszczególne części badań. Po zapoznaniu się z opisem etapów badań nasuwa się pytanie, dlaczego badania prowadzone były we wszystkich przypadkach w okresach zimowych? Dlaczego Doktorantka nie prowadziła badań w pozostałych porach roku, co pozwoliłoby na możliwości porównawcze prowadzenia procesu kompostowania, jak i produktu końcowego?

Proces kompostowania odbywał się w zadaszonych, okresowo toczonych przyzmach o objętości ok 50 m³ każda, przyzmy miały przekrój trapezu o wymiarach ok. 70 metrów długości, 3 metry szerokości podstawy dolnej i wysokości 1,5 metra. Następnie Doktorantka przedstawia parametry formowania przyzm, gdzie podaje, że maksymalna długość przyzmy to 54 metry. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego pojawiają się sprzeczne informacja dotyczące długości przyzm, która wartość jest prawdziwa? Pobrane próbki kompostu z różnych miejsc wymieszano i pobrano próbkę reprezentatywną o masie 1 kg, następnie próbki szczelnie zamknięto i przechowywano w temperaturze – 20 °C. Dlaczego nie prowadzono analizy jakościowej i ilościowej wybranych parametrów kompostu bezpośrednio po pobraniu i uśrednieniu próbek? Czy zamrożenie próbki a następnie rozmrożenie i poddanie analizie nie wpłynęło na zmiany jakościowe kompostu?

Kolejny podpunkt 4.2. to badania laboratoryjne, gdzie Doktorantka przedstawia sposób oznaczenia parametrów procesu kompostowania. Próbki poddane zostały analizie jakościowej i ilościowej podstawowych wskaźników fizykochemicznych oraz związki humusowe. Analizowano: azot ogólny, ogólny węgiel organiczny, suchą masę, wilgotność/ substancje organiczne, pH, substancje humusowe. ligninę, celulozę i hemicelulozę, zawartość NH₃. Na podstawie uzyskanych wyników Doktorantka dokonała analizy statystycznej, gdzie wykorzystała analizę korelacji, która wyraża miarę powiązania pomiędzy dwiema zmiennymi.

Następna część dysertacji to wyniki badań zawarta w punkcie 5. W pierwszym podrozdziale Autorka zamieszcza ponownie schemat badań terenowych, nanosząc dodatkowo oznaczenia przyjęte przy analizie danych. Można to było zrobić już w rozdziale 4, nie powtarzać tych treści w analizowanym punkcie. W podrozdziale 5.2. zatytułowanym „Tabele i rysunki” Doktorantka zamieściła uzyskane wyniki badań w formie 10 wykresów i 10 tabel w podziale na procentowy udział suplementowania bez słowa komentarza. Dyskusję wyników przeprowadzono dopiero w kolejnym podrozdziale, powołując się na tabele i wykresy z rozdziału poprzedniego. Wobec powyższego podrozdział 5.2. powinien być włączony do następnego podrozdziału 5.3. zatytułowanego „Opis wyników badań” lub stanowić załącznik do dysertacji.

W rozdziale 5.3. Doktorantka omówiła uzyskane wyniki badań. Kolejno omawiane były zmiany parametrów mających wpływ na stabilność kompostu tj. zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego (w przeważającej części Autorka skupiła się na analizie tych

dwóch parametrów), temperatury i pH we wszystkich seriach eksperymentu. Doktorantka nie dokonała analizy zmiany stężenia tlenu i wilgotności, co podczas prowadzenia procesu kompostowania jest istotnym czynnikiem wpływającym na efekt końcowy uzyskanego kompostu i może być podstawą do określenia jego jakości. Stwierdzono, powołując się na doniesienia literaturowe, że uzyskane wartości C/N w przedziale 10 – 14 świadczą o wysokim stopniu dojrzałości kompostu. Myślę, że jest to wymiar tylko orientacyjny i liczni badacze przyjmują różne zakresy do określenia dojrzałości kompostu, biorąc pod uwagę również inne parametry świadczące o jego jakości. W kolejnym podpunkcie dokonano opisu substancji humusowych stanowiących znaczną i najbardziej aktywną frakcję materii organicznej w kompoście. Zawartość substancji humusowych w próbkach oraz wartości indeksów humifikacji przedstawiono dla każdej z pryzm na 4 wykresach i w 4 tabelach. Doktorantka analizuje zmiany zawartości materii organicznej kompostowanego wsadu w każdej z pryzm w stosunku do dojrzałego produktu, i tak w trzech pierwszych pryzmach obserwujemy około 12% spadek, w czwartej 0,5% wzrost zawartości materii organicznej. Doktorantka wyjaśnia, że niższa zawartość substancji organicznej w dojrzałym kompoście, w porównaniu z początkowymi wartościami spowodowana jest procesami intensywnej mineralizacji łatwo rozkładalnych związków organicznych w początkowej fazie procesu. Natomiast w fazie dojrzewania na skutek przemian materii organicznej powstają wielkocząsteczkowe związki o charakterze kwasów organicznych. Wyniki badań wskazują na duże zawartości substancji humusowych już we wsadzie, co może wiązać się z wysokim udziałem osadów ściekowych bogatych w produkty rozkładu m.in. humus i białka. Nie dostrzegłem wyjaśnień dotyczących niewielkiego wzrostu materii organicznej w pryzmie 4. Czym jest podyktowany wzrost substancji organicznych w pryzmie 4? Autorka opisuje również różne wskaźniki do oceny poziomu humifikacji w materiale podczas kompostowania. Wśród nich należą: indeks humifikacji oznaczany jako HI oraz indeks polimeryzacji – PI. Wzrost tych parametrów podczas kompostowania wskazuje na humifikację materii organicznej.

Punkt 6 to analiza wyników badań, którą Doktorantka oparła w całości na analizie korelacji. W podpunkcie 6.1. zatytułowanym Analiza korelacji, współczynniki korelacji dla wybranych zmiennych przedstawiła w tabeli 18, pozostawiając czytelnika bez żadnej interpretacji zamieszczonych danych. Zdaniem recenzenta Autorka powinna

zinterpretować dane zawarte w tabeli 18. W kolejnym podpunkcie 6.2. Regresja liniowa Doktorantka w sposób graficzny wykorzystujący wykresy przedstawia współczynniki korelacji pomiędzy następującymi zmiennymi: pH oraz indeksu PI; zawartości kwasów fulwowych (KF) oraz substancji organicznej (s.o.); kwasami huminowymi (KH) a substancją organiczną (s.o.); zawartością węgla organicznego a azotu ogólnego; zawartości s.o. i s.m. W każdym przypadku Autorka podawała wartość współczynnika korelacji, nie interpretując co oznacza dana wartość. Analiza wyników przeprowadzona przez Autorkę w tym dziale - przykładowy fragment dysertacji „*Największą wartość dodatnią współczynnika korelacji tj. 0.542 obserwuje się w przyzmi nr 3, gdzie we wsadzie kompostowym nie zastosowano słomy. Podobną wartość uzyskano dla przyzmy nr 4, w której udział słomy w mieszance był największy. W przyzmach 2. i 3. współczynnik korelacji przyjął wartości ujemne, co oznacza, że wraz ze wzrostem zawartości substancji organicznej maleje zawartość kwasów huminowych.*” (str.64), jest zbyt uboga, wymaga rozwinięcia i skomentowania konkretnej wartości współczynnika. Nasuwa się pytanie, czy skorzystanie tylko z analizy korelacji jako narzędzia do interpretacji wyników badań w tym przypadku jest wystarczające? Niestety analiza korelacji **nie bada związku przyczynowo – skutkowego**, a po prostu związek/współwystępowanie dwóch zmiennych. Gdy badamy czy dwie zmienne są skorelowane ze sobą to nie wiemy, która zmienna wpływa na którą. Wiemy tylko, że wartość jednej zmiennej rośnie/maleje w przypadku wzrostu/spadku wartości drugiej zmiennej. Nie wiemy jednak czy to spadek/wzrost zmiennej **A** wpływa na zmianę wartości w zakresie zmiennej **B** czy spadek/wzrost wartości zmiennej **B** wpływa na zmiany wartości w zakresie zmiennej **A**. Dlatego analizę korelacji powinno się stosować jako jedną z wielu metod interpretacji wyników.

W następnym punkcie Doktorantka dokonuje podsumowania, gdzie stwierdza, że wyniki badań, uzyskane w trakcie realizacji pracy doktorskiej, potwierdziły hipotezę badawczą, która zakładała możliwość przebiegu procesu kompostowania w warunkach zwiększonej koncentracji azotu. Osady ściekowe, powstające w wyniku oczyszczania ścieków komunalnych, zawierają wyjątkowo dużo azotu ogólnego. Badania własne wykazały, że jego średnie stężenie w pobieranych do badań próbkach wynosiło średnio ponad 3 % s.m. i jest blisko 10 krotnie większe, niż np. we frakcji organicznej wydzielanej ze zmieszanych odpadów bytowo-gospodarczych. Zmniejszanie kosztów produkcji kompostu było podstawową przesłanką podjętych badań nad wpływem zmniejszonej

suplementacji, włącznie z jej eliminacją, na przebieg procesu kompostowania osadów ściekowych.

Przeprowadzone badania, uzyskane wyniki i ich interpretację Doktorantka skonkludowała formułując siedem wniosków, w tym udowadniających postawioną hipotezę oraz wniosków szczegółowych, które zawierają podsumowanie pozostałych osiągnięć uzyskanych w badaniach.

Zapoznając się z treścią pracy, opisem i dyskusją wyników oraz sformułowanymi wnioskami stwierdzam, że hipoteza pracy badawczej została udowodniona, a cele postawione w pracy osiągnięto. Rozprawa doktorska mgr inż. Roksany Królak wnosi do dyscypliny inżynierii środowiska nie tylko elementy poznawcze, lecz także możliwości aplikacyjne, a postawione zadanie zostało potraktowane w sposób kompleksowy i wyczerpujący. Doktorantka wykazała się umiejętnością analizy wyników badań, ich opracowania graficznego i syntetycznego podsumowania. Doktorantka nie ustrzegła się usterek o różnym charakterze: redakcyjnych, stylistycznym i merytorycznych. Ich wykazanie nie umniejsza wartości merytorycznej pracy, a może ułatwić Autorce poprawne opracowanie tekstu publikacji w dalszej pracy naukowej. Przykładowo:

- brak spisu stosowanych skrótów i symboli;
- zapis wartości miejsc dziesiętnych i kolejnych stosowany jest kropką (styl angielsko-amerykański), a powinien być przecinkiem;
- str.11, 13 i inne – zapis „...*odczyn pH...*” jest błędny, ponieważ odczyn podajemy jako: kwaśny, obojętny, zasadowy, natomiast pH stanowi konkretną wartość;
- Str.12 – określenia: „*zwiększona wilgotność*”, „*optymalna wilgotność*”, „*nadmierna ilość tlenu*”, „*pewna ilość ligniny*” są skrótami, które można zastąpić szczegółową informacją;
- Str. 19 – zapis „*Stabilny kompost zużywa mało azotu i tlenu ...*” – wymaga komentarza.
- Str. 57 – „*w Tabeli 18 zestawiono tylko te korelacje, które w kolejnych seriach układają się w pewien trend.*” – nie wyjaśniono jaki jest ten trend;
- Str. 58 – zapis „*... odczyn pH spadł...*” – wartość pH może spaść, nie odczyn – błędne sformułowanie;

- Str. 61 – „... zawarta w niej lignina jest związkiem chemicznym, który zawiera prekursorów kwasów, jeżeli jej nie ma to kwasów jest mniej” – mało precyzyjny zapis – o ile mniej, jaki poziom lub zakres wartości;
- Str. 61 – zapis „Zwiększony udział słomy powoduje przesunięcie korelacji w kierunku dodatnim.” – korelacja pozytywna, lecz nie podano jak silny jest to związek – słaby, umiarkowanie silny, bardzo silny.

Pytania do rozprawy doktorskiej wymagające komentarza.:

1. Czy stosunek C/N dla każdego materiału wsadowego w procesie kompostowania można przyjąć z przedziału 25 – 30 ?
2. Dlaczego badania prowadzone były we wszystkich przypadkach w okresach zimowych? Dlaczego Doktorantka nie prowadziła badań w pozostałych porach roku, co pozwoliłoby stworzyć możliwości porównawcze prowadzenia procesu kompostowania, jak i produktu końcowego?
3. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego pojawiają się sprzeczne informacje dotyczące długości pryzm, która wartość jest prawdziwa?
4. Dlaczego nie prowadzono analizy jakościowej i ilościowej wybranych parametrów kompostu bezpośrednio po pobraniu i uśrednieniu próbek? Czy zamrożenie próbki a następnie rozmrożenie i poddanie analizie nie wpłynęło na zmiany jakościowe kompostu?
5. Nie dostrzegłem wyjaśnień dotyczących niewielkiego wzrostu materii organicznej w pryzmie 4. Czym jest podyktowany wzrost substancji organicznych w pryzmie 4?
6. Czy skorzystanie tylko z analizy korelacji jako narzędzia do interpretacji wyników badań w tym przypadku jest wystarczające?

Wniosek końcowy

W recenzowanej rozprawie doktorskiej mgr inż. Roksany Królak pt.: Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N na proces humifikacji podczas kompostowania, przedstawiono rozwiązanie problemu technologicznego

w oparciu o wyniki badań o walorach poznawczych i znacznym potencjale aplikacyjnym. Warunki stawiane rozprawom doktorskim, a zarazem cechy, jakie powinna wykazywać dysertacja, zostały określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668). W odniesieniu do tych zapisów stwierdzam, że rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną mgr inż. Roksany Królak w dyscyplinie Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Doktorantka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Warsztat metodyczny zaproponowany przez Doktorantkę był odpowiedni dla realizacji celów pracy, odpowiadający współczesnym standardom badań w tej dziedzinie. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, z możliwością zastosowania wyników badań naukowych w sferze przemysłowej.

Mając powyższe na uwadze wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Roksany Królak do publicznej obrony.

