

Prof. dr hab. inż. Jolanta Biegańska
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
Katedra Górnictwa Odkrywkowego
e-mail: biega@agh.edu.pl

Kraków, 04.04.2017 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Weroniki WÓJCIK**

pt.: *„Racjonalizacja procesu wermikompostowania odpadów biodegradowalnych w kierunku otrzymania nawozu organicznego”*

Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Agnieszka Generowicz, prof. PK a promotorem pomocniczym – dr inż. Małgorzata Kryłów

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest Pismo Pana dr hab. inż. Stanisława M. Rybickiego, Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej z dnia 27 lutego 2017 roku, dotyczące wykonania recenzji wspomnianej rozprawy.

2. Celowość podjęcia tematu

Podjęcie tematu „Racjonalizacja procesu wermikompostowania odpadów biodegradowalnych w kierunku otrzymania nawozu organicznego” jest ważne i celowe z utylitarne punktu widzenia, szczególnie uwzględniając ilość wytwarzanych odpadów tego typu w przeliczeniu na jednego mieszkańca (około 15 kg/Mk/rok). Ponadto brak jest nadal opracowań rozwiązujących problem odpadów biodegradowalnych. Proponowany przez Doktorantkę proces wermikompostowania stanowi recykling organicznej frakcji odpadów biodegradowalnych i może przyczynić się do zmniejszenia strumienia odpadów składowanych, ich wykorzystania oraz wyprodukowania wysokiej jakości kompostu.

We wstępie Doktorantka wprowadziła do tematu rozprawy i przedstawiła motywację podjęcia badań tzn. analizując skład morfologiczny odpadów komunalnych oraz technologie odzysku i unieszkodliwiania odpadów zauważyła, że metody biologiczne stanowią główne technologie służące temu celowi. Dostrzegła możliwość wprowadzenia procesu wermikompostowania jako wsparcie dla jednostek samorządu terytorialnego dla osiągnięcia wymaganych prawnie poziomów redukcji odpadów biodegradowalnych.

Przeprowadzone badania, zdaniem Doktorantki, mogą być wykorzystane w oczyszczalniach ścieków lub małych jednostkach osadniczych.

Doktorantka sformułowała tezy i cele badawcze rozprawy.

Po przeprowadzeniu analizy danych literaturowych dotyczących gospodarki odpadami biodegradowalnymi w Polsce i Unii Europejskiej, scharakteryzowaniu odpadów biodegradowalnych możliwych do wykorzystania w procesie wermikompostowania, scharakteryzowaniu tego procesu oraz zeolitów możliwych do zastosowania a także uwzględnieniu unieszkodliwiania, przedmiotową metodą, odpadów biodegradowalnych i osadów ściekowych, sformułowała tezy rozprawy.

- Istnieje możliwość opracowania racjonalnego składu substratów kompostowych odpadów biodegradowalnych w celu przetworzenia ich i otrzymania materiału do wykorzystania jako nawóz organiczny, realizując cele gospodarki cyrkulacyjnej.
- Istnieje możliwość prowadzenia procesu wermikompostowania strumienia odpadów biodegradowalnych, w tym: komunalnych osadów ściekowych w celu jak największej redukcji ilości odpadów biodegradowalnych oraz poprawy stanu środowiska.
- Istnieje możliwość prowadzenia pełnego recyklingu organicznego w niewielkich jednostkach osadniczych, pozwalającego na redukcję strumienia odpadów biodegradowalnych.

Głównymi celami badawczymi są:

- Opracowanie optymalnego składu substratów do procesu wermikompostowania w celu ich przetworzenia metodami biologicznymi i otrzymania materiału o jak najkorzystniejszych właściwościach nawozowych.
- Maksymalizacja wykorzystania komunalnych osadów ściekowych w procesie technologicznym wermikompostowania w celu redukcji strumienia osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków komunalnych lub w jednostkach osadniczych.
- Weryfikacja możliwości wykorzystania zeolitów w procesie wermikompostowania w celu optymalizacji warunków prowadzenia technologii oraz poprawy jakości otrzymanego kompostu.
- Opracowanie bilansu redukcji strumienia odpadów organicznych w wybranej jednostce osadniczej oraz poprawy stanu środowiska w wyniku wprowadzonej technologii.

Zakres rozprawy przedstawiono w sposób zwięzły, przejrzysty i wyczerpujący.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy 142 strony. W pracy dokonano przeglądu literatury – około 12% objętości pracy. W bibliografii zawierającej 152 pozycje – 36% stanowią publikacje obcojęzyczne z ostatnich lat.

Doktorantka wykorzystywała również 6 pozycji literaturowych własnych jako współautor.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Metodyka pracy

Doktorantka przedstawiła charakterystykę stosowanych w badaniach odpadów biodegradowalnych oraz komunalnych osadów ściekowych. Przyjęła (na podstawie analizy literaturowej), że w badaniach wykorzystywane będą:

- odpady biodegradowalne (kuchenne ulegające biodegradacji – 20 01 08), odpadowa masa roślinna (słoma – 02 01 03) i ustabilizowane osady ściekowe (przyzakładowa oczyszczalnia ścieków ZTS „Erg” S.A.– 19 08 05),
- zeolity (klinoptilolit z firmy BIODRAIN),
- populacja dżdżownic (gatunek: *Dendrobaena veneta* i *Eisenia fetida* – prywatna hodowla w Ociece).

W substracie przeznaczonym do badań określono parametry wsadu (skład morfologiczny, zawartość metali ciężkich, zawartość substancji organicznej, odczyn pH, wilgotność).

Próbki do badań pobierane były w trakcie:

- stabilizacji osadu ściekowego – raz na tydzień,
- procesu wermikompostowania – raz na dzień a po trzech dniach raz na dwa dni,
- dojrzewania kompostu – raz na tydzień/raz na dwa tygodnie.

Na etapie procesu wermikompostowania kontrolowano:

- zmianę zawartości suchej masy,
- zmianę zawartości suchej masy organicznej,
- straty prażenia,
- wilgotność,
- temperaturę procesu,
- odczyn pH,
- wilgotność.

Po zakończeniu badań przeanalizowano dżdżownice pod kątem zawartości metali ciężkich (Cr, Cd, Ni, Pb, Hg, Cu, Zn).

Powstały produkt – kompost również przebadano na zawartość metali ciężkich. Zweryfikowano również właściwości nawozowe oraz klasę kompostu.

Biorąc pod uwagę: dobór tematu, cel rozprawy jak również zastosowane metody i uzyskane wyniki, wyrażam przekonanie, że:

- rozpatrywany problem stanowi zagadnienie naukowe w dziedzinie „Inżynieria Środowiska” – racjonalizacja procesu wermikompostowania odpadów biodegradowalnych w kierunku otrzymania nawozu organicznego,
- problem badawczy obejmujący opracowanie optymalnego składu substratów do procesu wermikompostowania oraz zastosowanie zeolitów dla optymalizacji warunków prowadzenia procesu i poprawy jakości kompostu został rozwiązany poprawnie i samodzielnie,
- praca zawiera nowe elementy:
 - technologiczne - propozycję wprowadzenia zeolitów do procesu technologicznego wermikompostowania, które w mieszaninie z przetwarzanymi odpadami i osadami ściekowymi, stanowią materiał stabilizujący proces technologiczny oraz absorbujący metale ciężkie, z substratu,
 - organizacyjne – propozycję organizacji systemu gospodarki odpadami organicznymi,
 - propozycji symbiozy przemysłowej – współpracy przedsiębiorcy i gminy we wprowadzaniu recyklingu organicznego,
- poprawnie dobrano i zastosowano metody badawcze,
- poprawna jest interpretacja uzyskanych wyników – w przypadku tej pracy podkreślić należy, że badania prowadzone były nie tylko w skali laboratoryjnej ale również na obiekcie rzeczywistym.

Podkreślenia wymaga fakt prowadzenia dużej ilości różnorodnych badań i oznaczeń, do czego konieczne było dobre przygotowanie naukowe Doktorantki.

Zagadnienia naukowe rozwiązane samodzielnie przez Doktoranta

Rozdziały od 4 do 6 to najważniejsza część rozprawy – stanowi rezultat samodzielnej pracy Doktorantki. Przedstawia wyniki pracy, do których należą:

- opis przyjętej metodyki badań i charakterystykę obiektu badawczego,
- opracowanie optymalnego składu substratów do procesu wermikompostowania,

- wyniki badań możliwości unieszkodliwiania osadów ściekowych w procesie wermikompostowania,
- wyniki badań możliwości wykorzystania zeolitów w procesie wermikompostowania osadów ściekowych,
- wyniki badań z procesu wermikompostowania osadów z użyciem zeolitów,
- analiza zmian stężeń metali ciężkich (Hg, Cd, Cr, Ni, Pb, Cu, Zn) na przebieg procesu,
- ocena przydatności kompostu – ocena klasy i osiągnięcia wymagań stosownej ustawy.

Oryginalność pracy polega głównie na:

- wykorzystaniu procesu wermikompostowania do produkcji nawozu organicznego;
- zagospodarowaniu odpadów biodegradowalnych i osadów ściekowych w procesie technologicznym, umożliwiającym wytworzenie produktu (nawozu organicznego) z odpadów;
- zastosowaniu zeolitów do procesu wermikompostowania; stabilizując proces i poprawiając jakość produktu procesu.
- opracowaniu koncepcji zagospodarowania osadów ściekowych w procesie wermikompostowania;
- wykorzystaniu procesu wermikompostowania, jako procesu wspomagającego „zamknięcie obiegu” cyklu życia.

Prawidłowość rozważań, uzyskanych wyników i wniosków

W pracy został sformułowany problem badawczy i postawione tezy.

Został sformułowany następujący cel naukowy pracy – opracowanie optymalnego składu substratów do procesu wermikompostowania (maksymalizacja wykorzystania komunalnych osadów ściekowych z możliwością zastosowania zeolitów) w celu ich przetworzenia i otrzymania materiału o jak najkorzystniejszych właściwościach nawozowych.

Wybrane metody oznaczenia istotnych parametrów użytkowych oraz analiza danych eksperymentalnych zastosowane w pracy pozwoliły uzyskać wiarygodne wyniki, które udowodniły sformułowane tezy pracy.

Ocena znajomości przedmiotu zagadnienia przez Doktoranta i uwagi krytyczne

W rozprawie wykazano się przeglądem literatury obejmującym 152 pozycje, w tym 55 pozycji to literatura obcojęzyczna.

Doktorantka podkreśla, że opisane w literaturze metody zagospodarowania osadów ściekowych to ich składowanie na składowiskach a sposób unieszkodliwiania to spalanie w spalarniach, odzysk w kompostowniach bądź wykorzystanie rolnicze.

Doktorantka wypracowała procedurę badawczą i potwierdziła jej przydatność. Dostrzega równocześnie, że problem wermikompostowania osadów ściekowych z użyciem zeolitów nie został jeszcze wyczerpany i nakreśla dalsze możliwości badawcze w tym zakresie.

5. Uwagi dyskusyjne i wątpliwości

Po przeczytaniu ocenianej rozprawy doktorskiej nasuwają mi się pewne wątpliwości a w związku z tym pytania.

Badania w ramach pracy doktorskiej prowadzono w trzech aspektach:

1. badanie parametrów fizyko-chemicznych: temperatura, pH, sucha masa, sucha masa organiczna, N, P, K,
2. zawartość metali ciężkich oraz
3. ocena stanu higieniczno – sanitarnego.

Jak pokazano, badania sanitarno-higieniczne wykazują obecność bakterii z rodzaju *Salmonella Spp.* Moje pytanie brzmi:

1. **Czy jest konieczna weryfikacja procesu, aby unieszkodliwić tę grupę mikroorganizmów?**

W celu oceny efektywności procesów biologicznych stosuje się wskaźnik AT4 (uzupełniający parametr obok strat prażenia lub TOC). Moje pytanie brzmi:

2. **Czy dla procesu wermikompostowania jest konieczna kontrola parametru AT4? Co wnosi ten parametr do badań, skoro w przypadku produkcji kompostu w ogóle nie ma konieczności prowadzenia tej analizy?**

W prowadzonych badaniach zastosowano minerał z grupy krzemianów (zeolit) – klinoptilolit.

3. **Dlaczego zeolity zostały wprowadzone do procesu technologicznego dopiero na drugim etapie tj. na etapie wermikompostowania, jeżeli wiadomo że mogą one już na początku ustabilizować proces?**

Kolejne pytania dotyczą wykresów”

4. **Dlaczego na niektórych wykresach np. określających zmiany zawartości azotu czy fosforu w badanym substracie punkty pomiarowe raz są połączone, a innym razem nie (np. str. 67 rys. 4.24 i str. 68 rys. 4.25 lub str. 69 rys. 4.26 i 4.27) ?**
5. **Na niektórych wykresach np. str. 67 rys. 4.26, str. 71 rys. 4.28 badane parametry substratu wychodzą poza granice standardu czy normy? Czy nie jest to informacja o zaburzeniach lub niewłaściwym prowadzeniu technologii ?**

6. Uwagi szczegółowe i redakcyjne

Rozprawa została starannie zredagowana przez Doktorantkę. Znalazłam jednak drobne błędy typu redakcyjnego:

- str. 3 – (wiersz 7 d) jest „...Zestawienie wyników azotu...”, powinno być „...Zestawienie wyników zawartości azotu...”,
- str. 5 – (wiersz 17 g) jest „Zmiana zawartości zmian...”, powinno być „Zmiana zawartości...”,
- str. 9 – (wiersz 2 d) jest „Zawartość miedzi...”, powinno być „Zawartość cynku...”,
- str. 10 – (wiersz 8 g) jest „służących ich do...”, powinno być „służących do ich...”,
- str. 14 – (wiersz 9 g) jest „odzysku, recyklingi ...”, powinno być „odzysku, recyklingu...”,
- str. 15 – (wiersz 8 g) „służących ich do...”, powinno być „służących do ich...”,
- str. 16 – (wiersz 12 g) jest „spełniał będzie on...”, powinno być „będzie on spełniał...”,
- str. 17 – (wiersz 10 g) jest „wykonanie mieszanki...”, powinno być „wykonania mieszanki...”,
- str. 19 – (wiersz 8 d) jest „technologii oczyszczalnia...”, powinno być „technologii oczyszczania...”,
(wiersz 5 d) jest „wpływ parametry...” powinno być „wpływ na parametry...”,
- str. 20 – (wiersz 2 d) jest „prowadzony były.... Badania te prowadzone dotyczyły...” powinno być „były prowadzone.... Badania te dotyczyły...”,
- str. 25 – (wiersz 15 d) jest „zależ od...”, powinno być „zależy od...”,
- str. 27 – (wiersz 5 d) jest „Podstawową klasyfikacją...”, powinno być „Podstawową klasyfikację...”,
- str. 28 – (wiersz 9 g) jest „... na organizmów...”, powinno być „... dla organizmów...”,
(wiersz 13 d) jest „wymiany jonowa...”, powinno być „wymiany jonowej...”,
- str. 29 – (wiersz 2 g) jest „składowiskach odpadów komunalnych.” powinno być „składowiskach odpadów obojętnych.”
(wiersz 9 d) jest „zaleca wykorzystanie...”, powinno być „zaleca się wykorzystanie...”,
- str. 39 – (wiersz 1 g) jest „..., który 2014 roku, ...”, powinno być „..., który w 2014 roku, ...”,
- str. 42 – (wiersz 10 d) jest „pH określone była...”, powinno być „pH określone było...”,
- str. 43 – (wiersz 6 g) jest „(badaną próbkę podlega na spoieleniu próbki...)”, powinno być „(badaną próbkę poddaje się spoieleniu ...)”,
- str. 68 – (wiersz 7 d) jest „obserwuje po...”, powinno być „obserwuje się po...”,

- str. 94 – (wiersz 11 g) jest „otrzymany produktu...”, powinno być „otrzymany produkt...”,
- str. 96 – (wiersz 6 g) jest „prawidłowa gospodarke...”, powinno być „prawidłową gospodarke...”,
- str. 100 – (wiersz 3 d) jest „...odpadów osadów...”, powinno być „...osadów...”,
- str. 106 – (wiersz 13 g) jest „...w niżej warstwie...”, powinno być „...w niższej warstwie...”,
- str. 112 – (wiersz 1 g) jest „właściwościami...”, powinno być „z właściwościami...”,
- str. 115 – (wiersz 3 d) jest „określonych w o nawozach...”, powinno być „określonych w ustawie o nawozach...”,
- str. 117 – (wiersz 5 g) jest „... nie znaczny...”, powinno być „... nieznaczny...”,
(wiersz 11 g) jest „...kumulacji rtęci”, powinno być „...kumulacji kadmu”,
- str. 122 – (wiersz 11 g) jest „...Zawartość miedzi...”, powinno być „...Zawartość cynku...”,
- str. 123 – (wiersz 6 d) jest „..., które umożliwiły by”, powinno być „..., które umożliwiłyby”,
(wiersz 1 d) jest „... 60⁰⁰”, powinno być „... 60°C”,
- str. 126 – (wiersz 3 g) jest „zgodnie zapisami ...”, powinno być „zgodnie z zapisami ...”,
- str. 127 – (wiersz 3 d) jest „... może określany ...”, powinno być „... może być określany ...”,
- str. 129 – (wiersz 12 d) jest „... i oraz ...”, powinno być „... i ...”,
(wiersz 9 d) jest „..., pozwoliła wskazań,...”, powinno być „..., pozwoliła wskazać,...”,
- str. 130 – (wiersz 7 d) jest „... Z kolej ...”, powinno być „... Z kolei ...”,
- str. 132 – (wiersz 10 d) jest „... dowieść postawionym tezom ...”, powinno być „... dowieść postawione tezy ...”,

Uwaga ogólna do cytowanej literatury: brak ujednoliconego sposobu zamieszczania stron i lat wydania publikacji.

Wyszczególnione uwagi nie pomniejszają wartości rozprawy i nie mają wpływu na końcową ocenę.

7. Podsumowanie i wnioski końcowe

Podjęcie tematu badawczego i założenia rozprawy doktorskiej uważam za celowe, prawidłowo uzasadnione i mieszczące się w dyscyplinie inżynierii środowiska.

Doktorantka wykazuje bardzo dobrą wiedzę na temat procesu wermikompostowania odpadów biodegradowalnych oraz dobrą znajomość metodyki pomiarowej określającej zarówno przebieg procesu jak i oceniającej otrzymany produkt.

Dowodła umiejętności samodzielnego formułowania problemów naukowych oraz prowadzenia badań dla ich rozwiązania wraz z analizą i prezentowaniem wyników. Wypracowała sposób doboru racjonalnego składu substratów do procesu wermikompostowania, co umożliwiło otrzymanie nawozu organicznego.

W moim przekonaniu, przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Weroniki WÓJCIK pt. „*Racjonalizacja procesu wermikompostowania odpadów biodegradowalnych w kierunku otrzymania nawozu organicznego*”, przygotowana pod opieką promotora – dr hab. inż. Agnieszki Generowicz, prof. PK i promotora pomocniczego – dr inż. Małgorzaty Kryłów, spełnia wszystkie warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim w rozumieniu Ustawy 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 z późn. zm.). Wnioskuje o przyjęcie rozprawy przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej i dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.

Stawiam również wniosek do Wysokiej Rady o wyróżnienie rozprawy.

