

Dr hab. Krzysztof Lejcuś, prof. uczelni
Zakład Wód Podziemnych i Gospodarki Odpadami
Instytut Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wrocław, 24 sierpnia 2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Pudełko

pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów z tworzyw biodegradowalnych powstałych w wyniku uprawy za pomocą kompostowania”

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzja została wykonana na podstawie umowy o dzieło nr RN-UC-146-22 z dnia 17 sierpnia 2022 roku zawartej pomiędzy Politechniką Częstochowska a jej autorem.

2. Przewstawienie podstawowych danych o Kandydatce

Pani mgr inż. Agnieszka Pudełko uzyskała w 2016 roku tytuł magistra w zakresie Biotechnologii na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej, na podstawie pracy pt. „Badanie podatności na biodegradację wybranych materiałów dla zastosowań w rolnictwie”. Według posiadanych przez autora recenzji Kandydatka nie ubiegała się wcześniej o nadanie stopnia doktora a obecnie pracuje w sektorze produkcyjnym na stanowisku Management Systems Manager, tj. Kierownika ds. Systemów Zarządzania. Recenzja została przygotowana zgodnie zapisami art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 roku poz. 85 z późn. zm.).

3. Ocena rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszka Pudełko pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów z tworzyw biodegradowalnych powstałych w wyniku uprawy za pomocą kompostowania”, której promotorem jest Pani dr hab. inż. Krystyna Malińska, prof. PCz a promotorem pomocniczym Pan dr inż. Tomasz Stachowiak liczy 166 stron. Składa się ze streszczenia w języku polskim i angielskim, wykazu stosowanych skrótów, terminów i pojęć, ośmiu rozdziałów oraz spisu literatury, zamieszczonych 27 tabel oraz 69 rysunków. W pracy zamieszczono 122 pozycje literaturowe, z czego

aż 87 zostało opublikowanych nie więcej niż pięć lat temu. Zdecydowana większość cytowanych prac pochodzi z renomowanych czasopism posiadających współczynnik wpływu Impact Factor.

Badania do pracy zostały wykonane w ramach międzynarodowego projektu badawczego Organic-PLUS pt. „Eliminowanie materiałów problematycznych z rolnictwa ekologicznego w Europie” (ang. Pathways to phase-out contentious inputs from organic agriculture in Europe) realizowanego w ramach Programu Unii Europejskiej Horyzont 2020.

Istotną część przedstawionej do recenzji rozprawy stanowi rozbudowany przegląd literatury. Obejmuje on takie zagadnienia jak: tworzywa sztuczne i ich zużycie, tworzywa sztuczne w uprawie roślin, tworzywa biodegradowalne, folie biodegradowalne w procesie ściółkowania oraz aspekty ekonomiczne związane z produkcją materiałów biodegradowalnych. Całość tego rozdziału, wraz z podsumowaniem, liczy aż 35 stron. Poruszono w nim wszystkie istotne dla pracy aspekty, co zostało potwierdzone liczną i aktualną literaturą naukową oraz przywołanymi normami i tekstami o charakterze popularno-naukowym. Przedstawiony przegląd dobitnie pokazuje bardzo dobre zorientowanie w tematyce tworzyw sztucznych i biodegradowalnych oraz wskazuje na umiejętność Kandydatki doboru i krytycznej analizy dostępnych wyników badań.

Kolejnym rozdziałem jest Cel i zakres pracy. Jako główny cel pracy przyjęto „ocenę możliwości zagospodarowania odpadów z tworzyw biodegradowalnych, tj. biodegradowalnych folii do ściółkowania i akcesoriów do uprawy roślin, za pomocą kompostowania wraz z pozostałościami roślinnymi”. Dla tak postawionego celu pracy postawiono dwie tezy:

- pierwsza dotyczy zastosowania biowęglu oraz węgla wapnia w procesie wytwarzania folii biodegradowalnych oraz wpływu tych dodatków na właściwości mechaniczne otrzymanych kompozytów,
- druga dotyczy możliwości zagospodarowania w procesie kompostowania folii do ściółkowania oraz akcesoriów do uprawy roślin.

Dodatkowo postawiono trzy pytania badawcze dotyczące:

- wpływu napętniaczy na właściwości biodegradowalnych folii i akcesoriów do uprawy roślin,
- możliwości zagospodarowania w procesie kompostowania folii i akcesoriów do uprawy roślin,
- konkurencyjności cenowej folii i akcesoriów do uprawy roślin w porównaniu do ich odpowiedników nie ulegających biodegradacji.

Stwierdzam, iż cel pracy został sformułowany jasno i precyzyjnie. W pełni odpowiada on tytułowi pracy. W mojej ocenie podjęcie tej tematyki badawczej jest wyjątkowo trafne i potrzebne zarówno ze względów czysto naukowych, jak i utylitarnych. Zanieczyszczenie środowiska tworzywami sztucznymi, w tym tymi wykorzystywanymi w rolnictwie, stanowi duży problem w ujęciu globalnym. Przechodzenie na materiały biodegradowalne jest procesem trudnym i skomplikowanym. Dotyczy to zarówno aspektów technologicznych, jak i społeczno-kulturowych i ekonomicznych. Szczególnie kwestia opłacalności i konkurencyjności cenowej materiałów biodegradowalnych jest istotna. Jest ona bowiem jednym z podstawowych czynników decydującym o możliwości masowego wykorzystania tych materiałów w praktyce gospodarczej, co tym samym przyczyni się to znaczącego ograniczenia ich presji na środowisko.

Dla tak przyjętego celu badawczego zaplanowano następujący zakres pracy:

- opis aktualnego stanu wiedzy,
- opracowanie planu badań,
- przygotowanie stanowisk badawczych,
- realizacja badań, w tym: produkcja folii biodegradowalnej, produkcja biodegradowalnych akcesoriów do uprawy roślin, badania mechaniczne, termiczne i mikroskopowe próbek folii biodegradowalnych i akcesoriów do uprawy roślin, kompostowanie w warunkach laboratoryjnych i przydomowych próbek folii biodegradowalnych i akcesoriów do uprawy roślin, badania biodegradacji w warunkach kompostowania przemysłowego oraz przydomowego folii i akcesoriów, charakterystykę chemiczną próbek folii biodegradowalnych i akcesoriów do uprawy roślin oraz ocenę ich fitotoksyczności, testowanie folii biodegradowalnych i akcesoriów do uprawy roślin podczas uprawy pomidora w szklarni.

Zaplanowane metody badawcze należy uznać za adekwatne do przedstawionego celu i zakresu pracy. Pozwoliły one też w pełni zweryfikować postawione w pracy tezy. Sposób doboru oraz opis poszczególnych badań nie budzą wątpliwości i pozwalają na precyzyjne zorientowanie się w prowadzonych przez Kandydatkę badaniach. Należy podkreślić, iż są to badania często stosowane w tym obszarze badawczym, dające możliwość porównania uzyskanych wyników. W pracy nie zaproponowano nowej metodyki badawczej.

Przedstawione wyniki wynikają wprost z przeprowadzonych badań. Zostały zaprezentowane w logiczny, dający się łatwo analizować sposób. Wykorzystane liczne rysunki, tabele i wykresy urozmaicają pracę oraz ułatwiają jej analizę.

3.1 Omówienie wyników badań

Przedstawione wyniki badań są bardzo ciekawe i ważne zarówno z czysto naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia. Za najważniejsze uważam:

- potwierdzenie, iż przygotowane prototypy biodegradowalnych folii i akcesoriów do uprawy roślin ulegają niemal całkowitej biodegradacji w warunkach kompostowania przemysłowego,
- potwierdzenie, iż przygotowane prototypy biodegradowalnych folii ulegają niemal całkowitej biodegradacji a akcesoria do uprawy roślin ulegają w znaczącym stopniu biodegradacji nawet w warunkach kompostowania przydomowego,
- wykazanie, iż pozostałości z kompostowania prototypów biodegradowalnych folii i akcesoriów do uprawy roślin nie wykazują fitotoksyczności.

Za istotne wyniki badań uznają natomiast:

- wyniki badań właściwości mechanicznych i chemicznych przygotowanych prototypów biodegradowalnych folii i akcesoriów do uprawy roślin,
- wyniki badań podatności na rozkład folii i akcesoriów po procesie kompostowania laboratoryjnego,

- ocenę fitotoksyczności próbek folii i akcesoriów do uprawy roślin,
- ocenę ekonomiczną przygotowanych prototypów biodegradowalnych folii i akcesoriów do uprawy roślin.

Natomiast rozdział 6.5 „Testowanie folii i akcesoriów w warunkach rzeczywistych”, w mojej ocenie, jest bardziej opisem obserwacji poczynionych w trakcie uprawy pomidorów niż badaniami naukowymi.

Przedstawiona w rozdziale 7 dyskusja wyników jest uporządkowana i logiczna. Opisane spostrzeżenia i porównania są uprawnione i wynikają z przedstawionych wcześniej wyników badań. Wyniki przedstawione w pracy zostały szczegółowo przeanalizowane i omówione. Za szczególnie ciekawe uważam porównanie kosztów wykorzystania wytworzonych prototypów i ich odpowiedników z tworzyw sztucznych. Wykazano w nim, iż odpowiedniki biodegradowalne mogą być nie tylko porównywalne cenowo, ale wręcz bardziej opłacalne ekonomicznie. Jest to szczególnie cenne, w odniesieniu do faktu, że większość materiałów biodegradowalnych jest obecnie droższa niż ich odpowiedniki w tworzyw sztucznych. W tej części pracy brakuje mi natomiast szerszego odniesienia się do wyników uzyskiwanych przez innych badaczy, szczególnie w aspekcie kompostowania biodegradowalnych folii i akcesoriów do uprawy roślin. Uzyskane wyniki badań odniesiono jedynie do sześciu pozycji z literatury światowej, która jest stosunkowo bogata.

Przedstawione w pracy wnioski w pełni wynikają z przeprowadzonych badań i ich analizy. Uprawniają one do stwierdzenia, iż postawiony w pracy cel główny, jak i postawione tezy zostały w pełni potwierdzone w toku prowadzonych prac badawczych i wykonanych analiz. Co ważne, przeprowadzone badania wskazują na zasadność ich kontynuowania. Kierunki tych badań zostały wskazane przez Kandydatkę i odnoszą się do:

- wykorzystania innych dodatków jako napełniaczy do produkcji folii i akcesoriów do uprawy roślin,
- oceny wpływu wybranych folii i akcesoriów do uprawy roślin na wzrost i plonowanie roślin w różnych warunkach klimatycznych.

Ze swojej strony zasugerowałbym również zainteresowanie się badaniami mającymi na celu określenie i opisanie produktów biodegradacji badanych prototypów. Doświadczenia w tym zakresie pokazują, iż często są to związki bardziej złożone niżby to wynikało z założeń teoretycznych.

4. Pozostałe uwagi

Uwagi o charakterze dyskusyjnym i pytania:

- zestawienie termogramów dla folii CUT1, CUT2 i CUT3 przed i po procesie kompostowania na jednym rysunku znacząco ułatwiło by porównanie uzyskanych wyników badań,
- szacunkowe koszty produkcji folii biodegradowalnej powinny być pokazane w przeliczeniu na 1 m² lub 1 ha. Przedstawienie kosztów w odniesieniu do powierzchni badawczej (132 m²) utrudnia porównanie kosztów,
- czy przebadano odcieki powstałe w wyniku kompostowania laboratoryjnego?
- dlaczego zdecydowano się tylko na 1% dodatek biowęglu?

- na czym polegało testowanie folii i akcesoriów do uprawy roślin podczas uprawy pomidorów? Czy wykonano w tym zakresie jakieś pomiary?
- jak były oczyszczane próbki folii i akcesoriów do uprawy roślin w trakcie i po procesie kompostowania?
- czym można wytłumaczyć tylko 10 % wskaźnik wykiełkowania dla pszenicy przy 25% dodatku do podłoża folii CUT3 (Rys. 32)?
- czym można wytłumaczyć dużą różnicę we wskaźniku wykiełkowania dla podłoża wzorcowego? Wykazano 80% na rysunkach 32 i 33 oraz 30% na rysunkach 34 i 35.
- z czego wynikają znaczące różnice w średnim ubytku masy testowanych folii i akcesoriów w procesie kompostowania przemysłowego i laboratoryjnego?

Jednocześnie pragnę zaznaczyć, iż wskazane uwagi i pytanie w żadnym stopniu nie umniejszają wartości recenzowanej pracy.

5. Podsumowanie

Recenzowana rozprawa doktorska stanowi istotne z punktu widzenia dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka osiągnięcie naukowe i w pełni mieści się w jej zakresie. Opisane i zinterpretowane w niej wyniki badań mają dużą wartość poznawczą i aplikacyjną. Całość pracy przygotowana została niezwykle starannie pod względem językowym i graficznym. Przeprowadzony przegląd literaturowy wraz z licznymi, aktualnymi odniesieniami do literatury światowej potwierdzają, iż Kandydatka prezentuje nie tylko ogólną, lecz również szczegółową wiedzę w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Przedstawiony cel pracy i tezy oraz zaplanowane i wykonane dla ich potwierdzenia badania wraz z analizą ich wyników, w pełni potwierdzają bardzo dobrą umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Panią mgr inż. Agnieszkę Pudełko. Przedstawiona do recenzji rozprawa pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów z tworzyw biodegradowalnych powstałych w wyniku uprawy za pomocą kompostowania” ze względu na oryginalny temat i zakres przedstawionych badań, wnikliwą i szczegółową analizę uzyskanych wyników wraz ich odniesieniem do literatury światowej, jak również prawidłowe wnioski wyciągnięte na ich podstawie oraz wysoki poziom naukowy i aplikacyjny, w pełni potwierdzają, iż praca ta stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Za szczególnie wartościowe uważam, zaprojektowanie i wykonanie badań w taki sposób, aby mogły one być w prosty sposób wykorzystane w praktyce gospodarczej. W tym aspekcie warte podkreślenia jest wykazanie szybkiej i skutecznej biodegradacji badanych materiałów w warunkach przemysłowych oraz wskazanie na wysoką opłacalność ekonomiczną badanych prototypów. Daje to realne szanse na szybką komercjalizację i wdrożenie opracowanych materiałów do obrotu gospodarczego. Dlatego też całość pracy oceniam bardzo pozytywnie.

Podsumowując pragnę stwierdzić, że praca Pani mgr inż. Agnieszki Pudełko pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów z tworzyw biodegradowalnych powstałych w wyniku uprawy za pomocą kompostowania” w pełni spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2022 poz. 85). Tym samym wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka Politechniki

Częstochowskiej o jej dopuszczenie do kolejnych czynności w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora w dyscyplinie Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka. Przetawiona do oceny praca doktorska dotyczy tematyki niezwykle aktualnej, ma duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne. Przeprowadzony wnikliwy przegląd literatury, zakres zastosowanych metod badawczych, sposób przeprowadzania badań i interpretacja wyników wskazują na wysokie kwalifikacje naukowe Kandydatki. W związku z powyższym, wnioskuję również o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Pudełko pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów z tworzyw biodegradowalnych powstałych w wyniku uprawy za pomocą kompostowania”.

Krzysztof Dyjani