

Dr hab. inż. Tomasz Klepka, prof. uczelni
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin
Katedra Technologii i Przetwórstwa
Tworzyw Polimerowych
Wydział Mechanicznych
Politechnika Lubelska

Lublin 25.05.2023

Recenzja

Rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Karola Kupryaniuka pt.: „Zastosowanie techniki ekstruzji materiałów lignocelulozowych w aspekcie ich wykorzystania w biogazowniach”

Promotor: Prof. dr hab. inż. Tomasz Oniszczyk

Promotor pomocniczy: dr inż. Maciej Combrzyński

Recenzję opracowano na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 28 kwietnia 2023 roku oraz umowy o dzieło nr. RD IM/5100/7/2023 z dnia 05.05.2023 roku.

1. Charakterystyka formalna rozprawy

Rozprawę doktorską napisano na podstawie 8 publikacji naukowych, które stanowią jednotematyczny cykl. We wszystkich pracach pierwszym autorem jest Doktorant, a jego udział w ich powstaniu jest dominujący. Jedną z pierwszych publikacji ma charakter typowo przeglądowy, a pozostałe oryginalne opracowanie naukowe, przy czym 5 z tych prac zostało opublikowanych w renomowanych i recenzowanych czasopismach naukowych tzw. czasopismach z listy filadelfijskiej, o wartości punktów 100 oraz 140, według wykazu czasopism punktowanych Ministerstwa Edukacji i Nauki, były to: Interantional Agrophys, Materials oraz Energies. Artykuły stanowiące oryginalne osiągnięcie naukowe przedstawiono w kolejności odpowiadającej głównym tezom pracy.

Na cykl ten składają się następujące publikacje związane z tematem rozprawy:

Kupryaniuk K., Wójtowicz A., Oniszczyk T., Kasprzak K. 2018. *Charakterystyka i możliwości wykorzystania surowców lignocelulozowych na cele energetyczne*. Wybrane zagadnienia z zakresu ergonomii, bezpieczeństwa i higieny pracy: monografia naukowa / red. A. Buczaj, A. Pecyna, Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis, Lublin, 177-185, 978-83-65943-03-3. (5 pkt. MEiN)

Kupryaniuk K., Oniszczyk T., Lisiecka K., Kłapsia S. 2019. *Wpływ techniki ekstruzji na biomasę lignocelulozową (Impact of extrusion-cooking technique on lignocellulosic biomass)*. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce. Uprawa roślin i ochrona środowiska, Młodzi Naukowcy, Poznań, 33-39, 978-83-66392-47-2. (5 pkt. MEiN)

Kupryaniuk K., Oniszczyk T., Combrzyński M., Dach J., Czekala W. 2020. *Process efficiency and energy consumption during the extrusion of lignocellulosic materials*. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, Vol. 505 Article number 012040, 1-8, DOI: 10.1088/1755-1315/505/1/012040. (5 pkt. MEiN)

Kupryaniuk K., Oniszczyk T., Combrzyński M., Wójtowicz A., Mitrus M. 2020. *Effect of extrusion-cooking conditions on the physical properties of Jerusalem artichoke straw*. Int. Agrophys. Vol. 34, Iss. 4, 441-449, DOI: 10.31545/intagr/127804. (IF 2,317; 100 pkt. MEiN)

Kupryaniuk K., Oniszczyk T., Combrzyński M., Czekala W., Matwijczuk A. 2020. *The influence of corn straw extrusion pretreatment parameters on methane fermentation performance*. Materials Vol. 13, Iss. 13, 3003, 1-16, DOI: 10.3390/ma13133003. (IF 3,623; 140 pkt. MEiN)

Kupryaniuk K., Wójtowicz A., Mazurkiewicz J., Słowik T., Matwijczuk A. 2021. *The influence of the pressure-thermal agglomeration methods of corn bran on their selected physicochemical properties and biogas efficiency*. Energies, Vol. 14, Iss. 21, 6997, DOI: 10.3390/en14216997. (IF 3,252; 140 pkt. MEiN)

Kupryaniuk K., Oniszczyk T., Combrzyński M., Lisiecka K., Janczak D. 2022. *Influence of modification of the plasticizing system on the extrusion-cooking process and selected physicochemical properties of rapeseed and buckwheat straws*. Materials, Vol. 15, Iss. 14, 5039, DOI: 10.3390/ma15145039. (IF 3,748; 140 pkt. MEiN)

Kupryaniuk K., Oniszczyk T., Combrzyński M., Matwijczuk A., Pulka J. 2023. *Physical and thermal modification of selected lignocellulosic raw materials*. Int. Agrophys. 2023, 37(2), 141–149, DOI: 10.31545/intagr/161612. (IF 1,627; 100 pkt. MEiN)

Deklarowany zakres merytoryczny jest bardzo szeroki i dotyczył opracowania koncepcji i metodologii, przeprowadzenia badań, analizy otrzymanych wyników oraz napisania oryginalnej wersji manuskryptów. Punktację podano według listy czasopism punktowanych Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN), Impact Factor (IF) według Journal Citation Reports za rok opublikowania. **Łączna punktacja osiągnięcia wynosi 635 pkt. MEiN, a sumarycznych Impact Faktor 14,567.** Analiza bazy Scopus wykazała, że doktorant oprócz wyżej wymienionych publikacji ma w swoim dorobku także 8 innych artykułów o zbliżonej tematyce, a wartość sumaryczna **indexu h wynosi 7.**

Teksty publikacji naukowych wchodzące w skład rozprawy doktorskiej zostały poprzedzone częścią opisową, która liczy 50 stron. Składają się na nią następujące elementy: wykaz publikacji naukowych będących podstawą rozprawy, spis treści, słownik skrótów i symboli, streszczenie w języku polskim oraz w języku angielskim (wraz ze słowami kluczowymi) zawierające komentarz Doktoranta do serii publikacji. Opis zawiera szczegółowe wprowadzenie teoretyczne związane z dokładną charakterystyką materiałów oraz otrzymywania biogazu. W kolejnej części rozprawy Doktorant w przejrzysty sposób wskazuje problemy badawcze, cele naukowe, materiały i metody badań oraz omówienie głównych wyników badań i zamieszcza wnioski końcowe. Dodatkowo wykazuje literaturę pomocniczą opartą na 39 pozycjach literatury, z których większość pochodzi z ostatnich lat, co świadczy o dużej aktualności podjętych badań przez Doktoranta.

2. Problematyka badawcza podjęta w rozprawie

W ostatnich latach bardzo ważnym zagadnieniem jest prowadzenie wszelkich procesów zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym, w tym także racjonalnego zagospodarowania odpadów z sektora rolniczego. Odpady organiczne w postaci tzw. biomasy lignocelulozowej, są ciekawymi materiałami, a Doktorant wskazuje dodatkowy kierunek, gdzie można je wykorzystać do wyprodukowania energii cieplnej lub elektrycznej w biogazowniach rolniczych. Pozyskiwanie biogazu na drodze fermentacji metanowej jest skomplikowanym procesem, wymagającym odpowiedniego doboru maszyn, narzędzi roboczych i urządzeń pomocniczych a także warunków prowadzenia tego procesu. W odniesieniu do procesu ważnym zagadaniem jest optymalizacja czasu jego przebiegu oraz analiza zjawisk fizykomechanicznych i zjawisk chemicznych, zachodzących podczas przetwarzania biomasy.

Doktorant podjął się tego trudnego zadania w ramach swojej rozprawy doktorskiej analizując i sprawdzając metodami naukowymi możliwości wykorzystania ekstruzji jako procesu obróbki wstępnej ważnych do zagospodarowania surowców odpadowych.

W mojej ocenie w treści opracowanych artykułów oraz treści rozprawy Doktorant dokonał właściwego przeglądu literatury obejmującego charakterystykę ubocznych produktów powstających w ramach działalności rolniczej, wytypowania surowców lignocelulozowych takich jak: słoma kukurydziana, słoma pszenna, łodygi słonecznika bulwiastego, siano, otręby kukurydziane, słoma gryczana oraz rzepakowa. Właściwie przygotowywał surowce do procesu i w ramach obróbki ciśnieniowo-termicznej z wykorzystaniem ekstrudera jednoślimakowego prowadził badania procesu ekstruzji wybranych surowców lignocelulozowych.

W ramach części badawczej rozprawy otrzymane ekstrudaty poddano wybranym badaniom jakościowym, określono między innymi wpływ zmiennych warunków procesowych (poziomu wilgotności surowca, prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera oraz wpływu modyfikacji układu plastyfikującego na wydajność procesu. Badano także właściwości fizykochemiczne ekstrudatów tj.: wskaźnik absorpcji wody, wskaźnik rozpuszczalności w wodzie, gęstość usypową, analizę spektroskopową, zdjęcia mikroskopowe oraz obliczano wydajność biogazową, którą zweryfikowano w Pracowni Ekotechnologii Instytutu Inżynierii Biosystemów Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Podczas procesu ekstruzji w układzie plastyfikującym dla określonych surowców charakteryzujących się wymaganym poziomem rozdrobnienia, przy oddziaływaniu wysokiej temperatury, wartości ciśnienia oraz sił ścinających, następuje rozrywanie struktur lignocelulozowych, a dzięki temu można uzyskać szybszy i efektywniejszy rozkład materiału wewnątrz komory fermentacyjnej.

3. Merytoryczna ocena rozprawy

Określenie odpowiednich warunków procesu ekstruzji, które pozwolą na otrzymanie maksymalnego uzysku biogazu przy minimalnym koszcie obróbki zależy od wielu czynników przetwórczych: wilgotności surowca, prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera oraz jego elementów geometrycznych. Doktorat słusznie zauważył, że budowa układu plastyfikującego ekstrudera wpływa na wydajność procesu, a ekstruzja może być wykorzystywana jako efektywna obróbka wstępna biomasy lignocelulozowej różnego pochodzenia.

Biorąc powyższe fakty pod uwagę, stwierdzam, że Doktorant wykazał się dużą aktywnością na wszystkich etapach badań, co świadczy o jego pełnej samodzielności i szerokiej

wiedzy w zakresie podjętego tematu badawczego. Przedstawiony przez Doktoranta materiał badawczy, a także wnikliwa analiza i dyskusja uzyskanych wyników wnosi znaczący element nowości naukowej w obecny stan wiedzy w zakresie technik ekstruzji materiałów lignocelulozowych w aspekcie ich wykorzystania w biogazowniach. Wszystkie cele pracy zostały postawione poprawnie i w pełni zrealizowane w ramach zadań badawczych. Wyniki badań zostały przedstawione w przejrzysty i zrozumiały sposób. Odznaczają się one oryginalnością, a ich rezultaty wskazują na duży potencjał naukowy oraz wdrożeniowy.

Za najważniejsze i najbardziej wartościowe osiągnięcia recenzowanej rozprawy doktorskiej uważam:

- Racjonalny dobór parametrów procesu ekstruzji prowadzący do wytworzenia ekstrudatów o oczekiwanych właściwościach z różnych materiałów lignocelulozowych przy użyciu ekstrudera jednoślیمakowego.

- Opracowanie oryginalnej konstrukcji ślimaka działającego w układzie plastyfikującym ekstrudera oraz zweryfikowanie go w warunkach badawczych podczas procesu przetwórstwa.

- Badania eksploatacyjne procesu ekstruzji, w zależności od rodzaju zastosowanych zmiennych procesowych oraz wyznaczenie powtarzalnych wskaźników opisujących wydajność i efektywność prowadzenia procesu fermentacji, skracając czas produkcji biogazu o ok. 75%.

Obowiązkiem recenzenta jest również wskazanie pewnych nieścisłości czy może kwestii dyskusyjnych, których oczywiście trudno uniknąć podczas opracowywania obszernego materiału badawczego. Zadanie to zostało mi ułatwione, ponieważ oceniany cykl prac został poddany analizie przez ekspertów w procesie recenzji wydawniczej, związanej z ich publikacją na łamach renomowanych czasopism naukowych. Mimo to w czasie lektury rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Karola Kupryaniuka nasunęły mi się drobne uwagi:

- czy właściwe są nazwy zjawisk opisane w treści rozprawy, między innymi użyto sformułowania:*biomasa nie tonie* ... (str. 8); oraz kilkakrotnie ...*powstawanie kożucha* ... (str. 8; 14;27;33;39;47) .
- niefortunnie użyto słów ...*pod kątem* przyanalizie surowców (str. 17; 35), (natomiast właściwie użyto tego określenia na str. 25, w jako wielkości geometrycznej.
- wyjaśnienia wymaga zastosowanie układów plastykujących o różnych długościach L/D, w artykułach P2, P4, P7, P8 zastosowano L/D=12 a układ L/D =16 tylko pracy P5.

- wyjaśnienia wymaga określenie ...*dowilżenia* ... jaką ma jednostkę i czy nie powinna być to inna nazwa? W pracy znajduje się także określenie...*stopnie dowilżenia* oraz kilkunastokrotnie ...*poziom dowilżenia*
- proszę wyjaśnić rozbieżności dotyczące konstrukcji elementów geometrycznych ślimaka przedstawionego na rys. 1 oraz rys. 2 (str. 19) w odniesieniu do rys. 1 w publikacji P. 7 (str.142)
- proszę o wyjaśnienie kilkakrotnego zaprezentowanie rysunku - schematu biofermentatora w pracach: P5 (str. 100); P6 (str.117) oraz P7 (str.145)

4.Wnioski końcowe

W podsumowaniu recenzji stwierdzam, że powyższe uwagi, sugestie i zapytania nie umniejszają wartości merytorycznej prezentowanych rezultatów oraz mojej pozytywnej oceny. Uważam, że założony przez Doktoranta cel badań został zrealizowany, a zadania badawcze i wyniki badań przedstawione i dokładnie wyjaśnione w publikacjach oraz w treści rozprawy.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Karola Kupryaniuka pt.: „Zastosowanie techniki ekstruzji materiałów lignocelulozowych w aspekcie ich wykorzystania w biogazowniach” spełnia warunki 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. z 2017 r. poz. 1789 ze zm.) w związku z tym może stanowić podstawę do nadania stopnia naukowego doktora w postępowaniu prowadzonym na podstawie Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 ze zm.) w związku z art. 179 ust. 1 i ust. 3 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. – przepisy wprowadzające Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 ze zm. w Dz. U. z 22 marca 2019 r. poz. 534).

Na tej podstawie wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgra inż. Karola Kupryaniuka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Tomasz Klepka