

Poznań, dn. 24.05.2021 r.

Prof. dr hab. inż. Jacek Dach
Katedra Inżynierii Biosystemów
Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Piątka

pt. „Modelowanie kinetyki procesu wytwarzania biogazu z materiałów lignocelulozowych”, wykonanej w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w Instytucie Inżynierii Mechanicznej, nad którą opiekę naukową sprawowali:

promotor: prof. dr hab. inż. Aleksander Lisowski

oraz promotor pomocniczy: dr inż. Magdalena Dąbrowska

OCENA FORMALNA PRACY

Dnia 27 kwietnia 2021 r. na posiedzeniu Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie zostałem powołany na recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora mgra inż. Michałowi Piątkowi.

Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Aleksander Lisowski, a rolę promotora pomocniczego pełni dr inż. Magdalena Dąbrowska. Rozprawę doktorską stanowi zbiór dwóch opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych:

1. Piątek M., Lisowski A., Dąbrowska M., 2021. Surface-Related Kinetic Models for Anaerobic Digestion of Microcrystalline Cellulose: The Role of Particle Size. *Materials* 14, 487. (140 pkt., IF = 3.057) - Udział M. Piątka w publikacji: 90%;
2. Piątek M., Lisowski A., Dąbrowska M., 2021. The effects of solid lignin on the anaerobic digestion of microcrystalline cellulose and application of smoothing splines for extended data analysis of its inhibitory effects. *Bioresource Technology* 320, 124262. (140 pkt. IF= 7.539) - Udział w publikacji: 90%.

Obie prace uzupełnione są 39-stronicowym syntetycznym opracowaniem wyników badań (w języku polskim) zawierających problem i hipotezy badawcze, metodykę badań oraz

wyniki z dyskusją, a na koniec trzy wnioski (w tym jeden użyteczny). Taka forma dysertacji doktorskiej, bazującej na dwóch wysoko punktowanych i powiązanych tematycznie publikacjach (sumaryczny IF=10,596) – choć inna od tradycyjnego maszynopisu – jest jak najbardziej dopuszczalna. Należy podkreślić, że Bioresource Technology znajduje się w czołówce ocenianych czasopism (kwartył Q1), natomiast Materials sytuowany jest w kwartylu Q2. Co bardzo ważne – wg załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 9 lutego 2021 r. dotyczącego przypisanych dyscyplin naukowych, oba czasopisma są przypisane do inżynierii mechanicznej. Jest to istotne z uwagi na fakt procedowania niniejszej dysertacji w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Publikacja pierwsza zawiera 69 pozycji literaturowych, zaś publikacja druga 50 pozycji, co daje łącznie 119 pozycji anglojęzycznych i wskazuje na szerokie korzystanie przez Doktoranta z zasobów literatury światowej. Dodatkowo autoreferat zawiera 46 pozycji literatury.

W swojej pracy Doktorant porusza problem trudności związanych z wykorzystaniem substratów lignocelulozowych do zasilania biogazowni i zwłaszcza braku wiedzy w zakresie wpływu lignin w formie stałej na proces fermentacji, w szczególności ostatnią fazę procesu – metanogenezy. Stąd mgr inż. Michał Piątek podjął się realizacji celów naukowych jakimi było opracowanie nowego modelu kinetyki procesu fermentacji uwzględniającego ubytek dostępnej powierzchni podczas hydrolizy biomasy lignocelulozowej oraz zbadania potencjalnego wpływu nierozpuszczalnych lignin na etapy hydrolizy i metanogenezy procesu produkcji biogazu. Dodatkowo Doktorant sformułował cel użyteczny jakim było opracowanie wytycznych dotyczących projektowania fermentorów dedykowanych materiałom lignocelulozowym.

Tak postawiony problem oraz cele naukowe uważam za bardzo ważne zarówno z punktu widzenia nauki jak i praktyki gospodarczej. Biomasa lignocelulozowa jest jednym z największych nośników energetycznych na świecie, a jednak jej wykorzystanie w biogazowniach jest wciąż zbyt mało powszechne. Mimo licznych prac prowadzonych w ośrodkach naukowych w Europie i na świecie – nieodpowiedni (niedostateczny) rozkład biomasy lignocelulozowej i tworzenie się w jego wyniku kożucha w fermentorach jest wciąż jednym z najczęściej spotykanych poważnych awarii instalacji prowadzących do zatrzymania procesu fermentacji i w konsekwencji ciężkich strat finansowych dla ich właścicieli. Z kolei innym problemem na realnie funkcjonujących biogazowniach jest, zwłaszcza w przypadku

zmiennych substratów, nadmiernie intensywna hydroliza biomasy prowadząca do wzrostu stężenia lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) prowadząca do zakwaszenia fermentorów i zatrzymania procesu produkcji metanu (czego mechanizm Doktorant również opisał w swojej pracy na podstawie zrealizowanych badań). Wyciągnięte na podstawie przeprowadzonych doświadczeń i analiz wnioski uważam za cenne naukowo oraz gospodarczo, dodatkowo wpływające na wysoką ocenę merytoryczną niniejszej dysertacji.

SZCZEGÓŁOWA OCENA PRACY

Z uwagi na fakt, że praca doktorska bazuje na recenzowanych artykułach opublikowanych w renomowanych czasopismach, moja ocena pracy jest pozytywna – jednakże jako jej recenzent pozwolę sobie w punktach sformułować pewne uwagi oraz dodatkowe pytania, na które - mam nadzieję - uzyskać od Doktoranta odpowiedzi w trakcie publicznej obrony Jego dysertacji:

- zarówno w obu artykułach jak i polskojęzycznym wprowadzeniu brakuje mi skrótów oznaczeń (których nota bene stosowanych jest dość dużo);
- na str. 16 Doktorant stwierdza, iż „*inokulum pochodzące z poprzedniego eksperymentu, które następnie było przechowywane w temperaturze 20°C przez około 3 miesiące, celem głodzenia i osłabienia organizmów fazy metanogenezy, które są najbardziej wrażliwe na niekorzystne zmiany środowiskowe*”. Zgadza się, że metanogeny są wrażliwe na zmiany środowiskowe, ale przede wszystkim na spadek pH poniżej 6,8. Proszę o uzasadnienie, czy rzeczywiście metanogeny są aż tak wrażliwe na obniżenie temperatury do 20°C, skoro chłodny poferment wykorzystuje się wszak jako zaszczepkę do nowo uruchamianych biogazowni?
- na str. 15. Pierwszego artykułu (Materials) Doktorant stwierdza, że „*the unique data set presented in this paper and the newly developed surface-related modelling approach revealed that particle size is a key factor determining the kinetics of crystalline hydrolysis*”. Stąd moje pytanie: jakie wg Doktoranta w praktyce gospodarczej są najbardziej efektywne (energetycznie i ekonomicznie) metody rozdrabniania substratów lignocelulozowych podawanych do fermentacji?
- odnośnie Fig. 1. w artykule z Bioresource Technology: jest to bardzo ciekawy przebieg produkcji chwilowej biometanu versus produkcja skumulowana. Mam jednak dwa

pytania: czy w trakcie badań było mierzone pH pulpy (ewentualnie stężenie LKT), które dałoby bardzo cenną informację o wpływie na produkcję CH₄? Oraz czy nie należałoby sądzić, że w procesie fermentacji ciągłej (w przeciwieństwie do *batch culture*) nastąpiłyby zmiany adaptacyjne w składzie mikroflory fermentacyjnej, które ograniczyłyby zjawisko inhibicji metanowej spowodowanej nadmierną koncentracją LKT i wynikającym z niej spadku pH?

- uwaga edytorska: w części wprowadzającej występują 4 cytowania (Batstone et al., 2002; García-Gen et al., 2015; South et al., 1995; Vavilin et al., 2008), których nie ma w końcowym spisie literatury.

Podsumowując ocenę merytoryczną pracy chciałbym podkreślić jej dużą wartość naukową i aplikacyjną – zwłaszcza w obszarze tak potrzebnym dla rozwoju gospodarki narodowej w dobie transformacji energetycznej i nowych polityk unijnych (zwłaszcza Europejskiego Zielonego Ładu) jakim jest sektor biogazu mogący na szeroką skalę wykorzystywać biomasę lignocelulozową. Nie muszę podkreślać wysokiej wartości naukowej zrealizowanych badań – publikacja ich wyników w prestiżowym czasopiśmie *Bioresource Technology* jest tego najlepszym dowodem. Zachęcam Doktoranta do dalszej kontynuacji badań i publikacji – zarówno naukowych jak i popularyzacji zdobytej wiedzy w czasopismach branżowych.

WNIOSKI KOŃCOWE

Recenzowana przeze mnie praca doktorska podejmuje w głęboko analityczny sposób temat wykorzystania biomasy lignocelulozowej w procesie fermentacji metanowej oraz optymalizacji modelowania tegoż procesu. Otrzymane rezultaty są bardzo cenne zarówno z naukowego jak i gospodarczego punktu widzenia – co zostało potwierdzone ich opublikowaniem w wysoko punktowanych czasopismach naukowych (po 140 punktów wg MNISW). Zachęcam Doktoranta do kontynuacji badań w tym obszarze ponieważ z jednej strony istnieje na to wielkie zapotrzebowanie rynkowe, a z drugiej daje to bardzo duże możliwości publikacyjne.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska przedłożona przez mgra inż. Michała Piątka spełniła ustawowe wymagania do ubiegania się o stopień naukowy doktora, zawarte w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668,

z późn. zm.) w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Na tej podstawie kieruję wniosek do Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr. inż. Michała Piątka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, z uwagi na bardzo wysoki poziom merytoryczny recenzowanej pracy doktorskiej wnoszę o jej wyróżnienie.

A handwritten signature in blue ink that reads "Jacek Duda". The signature is written in a cursive style and is placed on a small, light-colored rectangular piece of paper.